



Universidad Nacional
SAN LUIS GONZAGA



[Atribución 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0)

Esta licencia permite que otros distribuyan, mezclen, adapten y construyan sobre su trabajo, incluso comercialmente, siempre que le reconozcan la creación original. Esta es la licencia más complaciente que se ofrece. Recomendado para la máxima difusión y uso de materiales con licencia.

<http://creativecommons.org/licenses/by/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 del rendimiento y respuesta a los rizobios nativos de genotipos de pallar
(Phaseolus lunatus L.) precoz en Ocucaje, Ica"**

Presentado por:

FRANCO PEÑA, JESÚS MANUEL

Graduado del nivel Pregrado de la Facultad de Agronomía. El resultado obtenido es 12% de similitud (Doce 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, 15 de mayo 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 del rendimiento y respuesta a los rizobios nativos de genotipos de pallar (*Phaseolus lunatus* L.) precoz en Ocucaje, Ica.

Línea de Investigación: Ciencias naturales, ingeniería y tecnologías sostenibles

INFORME FINAL DE TESIS

FRANCO PEÑA JESUS MANUEL

Ica, Perú

2025

A DIOS:

Fuente inagotable de sabiduría y fortaleza, por haberme guiado en cada paso de este camino, iluminando mis días de incertidumbre y brindándome el aliento necesario para seguir adelante.

A ÉL, que nunca me ha abandonado, le debo la perseverancia, la claridad y la convicción que me han permitido alcanzar esta meta.

A MI MADRE:

Quien, con amor incondicional, sacrificio y paciencia infinita ha sido mi mayor inspiración. Gracias por su apoyo constante, por confiar en mí incluso en los momentos en que dudé de mí mismo, por sus consejos llenos de sabiduría y por enseñarme que el esfuerzo y la dedicación son las claves para alcanzar cualquier sueño.

Este logro también es suyo.

A MI HERMANA:

Compañera de vida y ejemplo de fortaleza, por estar siempre presente con su aliento inquebrantable, por impulsarme a seguir adelante cuando las fuerzas flaqueaban y por recordarme cada día el valor de la constancia y la disciplina.

Su apoyo ha sido un refugio en este proceso.

AGRADECIMIENTOS

A la Facultad de Agronomía y a los Docentes por haberme impartido conocimientos durante mi Formación Profesional.

A la Dra. Luz Marina Espinoza de Arenas, Asesora del presente trabajo de investigación, por su apoyo constante durante todas las etapas de la investigación.

A mi madre la Dra. Laura Esther Peña Valencia propietaria del fundo donde se realizó el trabajo de investigación.

Al personal de campo por su colaboración en la conducción del trabajo experimental.

A mis amigos, quienes, aunque no participaron directamente en este trabajo, estuvieron presentes con su ánimo, su compañía y sus palabras de aliento en los momentos en que más lo necesitaba. Sus gestos de apoyo, por más simples que parecieran, fueron un recordatorio de que no estaba solo en este camino.

A todas y cada una de las personas que contribuyeron de alguna forma en la realización del presente trabajo de investigación.

Hoy cierro este capítulo con gratitud en el corazón, sabiendo que cada desafío superado, cada noche de esfuerzo y cada sacrificio han valido la pena.

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	Pág.
I. INTRODUCCIÓN.....	01
II. ESTRATEGIA METODOLÓGICA	17
2.1 Tipo y Nivel de la investigación.....	17
2.2 Diseño de la investigación.....	17
2.3 Población y muestra de la investigación	17
2.4 Ubicación del campo experimental	17
2.5 Análisis de suelo	18
2.6 Observaciones meteorológicas	19
2.7 Tratamientos	19
2.8 Diseño experimental	20
2.9 Características del campo experimental	20
2.10 Conducción del experimento	22
2.11 Variables evaluadas.....	26
2.12 Procesamiento de datos.....	28
III. RESULTADOS	29
3.1 Porcentaje de emergencia.....	29
3.2 Altura de planta.....	30
3.3 Inicio de floración	30
3.4 Número de nódulos por planta	31
3.5 Número de vainas por planta	32
3.6 Dimensiones de la vaina.....	33
3.6.1 Largo de vaina.....	33
3.6.2 Ancho de vaina	34
3.7 Número de granos por vaina.....	35
3.8 Dimensiones del grano.....	36
3.8.1 Largo de grano	36
3.8.2 Ancho de grano	37
3.8.3 Grosor de grano.....	38
3.9 Peso de 100 granos (g).....	39
3.10 Peso de granos por planta.....	40
IV. DISCUSIÓN	43
4.1 El terreno experimental	43
4.2 Condiciones meteorológicas.....	44
4.3 Porcentaje de emergencia (%).....	44

4.4	Altura de planta (cm).....	45
4.5	Inicio de la floración (días).....	45
4.6	Número de nódulos por planta (unidad)	46
4.7	Número de vainas por planta (unidad).....	46
4.8	Dimensiones de la vaina.....	47
4.8.1	Largo de vaina (cm).....	47
4.8.2	Ancho de vaina (cm)	48
4.9	Número de granos por vaina (unidad)	49
4.10	Dimensiones del grano.....	50
4.10.1	Largo de grano (cm).....	50
4.10.2	Ancho de grano (cm)	51
4.10.3	Grosor de grano (cm).....	51
4.11	Peso de 100 granos (g).....	52
4.12	Peso de grano por planta (g).....	53
V.	CONCLUSIONES.....	55
VI.	RECOMENDACIONES.....	56
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	57

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Análisis Físico-Mecánico del suelo	18
Tabla 2. Análisis químico del suelo	18
Tabla 3. Observaciones meteorológicas de abril a setiembre 2023	19
Tabla 4. Tratamientos.....	20
Tabla 5. Cronograma de aplicaciones foliares.....	24
Tabla 6. Cronograma de deshierbos.....	24
Tabla 7. Malezas más frecuentes.....	25
Tabla 8. Cronograma del manejo fitosanitario.....	25
Tabla 9. Análisis de varianza del porcentaje de emergencia en la evaluación del rendimiento y respuesta a los rizobios nativos de genotipos de pallar precoz en Ocucaje, Ica	29
Tabla 10. Prueba de Rango Múltiple de Duncan del porcentaje de emergencia en la evaluación del rendimiento y respuesta a los rizobios nativos de genotipos de pallar precoz en Ocucaje, Ica.....	29
Tabla 11. Análisis de varianza de la altura de planta en la evaluación del rendimiento y respuesta a los rizobios nativos de genotipos de pallar precoz en Ocucaje, Ica.....	30
Tabla 12. Prueba de Rango Múltiple de Duncan de la altura de planta en la evaluación del rendimiento y respuesta a los rizobios nativos de genotipos de pallar precoz en Ocucaje, Ica.....	30
Tabla 13. Análisis de varianza del inicio de floración en la evaluación del rendimiento y respuesta a los rizobios nativos de genotipos de pallar precoz en Ocucaje, Ica	31
Tabla 14. Prueba de Rango Múltiple de Duncan del inicio de floración en la evaluación del rendimiento y respuesta a los rizobios nativos de genotipos de pallar precoz en Ocucaje, Ica.....	31
Tabla 15. Análisis de varianza de la raíz cuadrada del número de nódulos por planta en la evaluación del rendimiento y respuesta a los rizobios nativos de genotipos de pallar precoz en Ocucaje, Ica.....	32
Tabla 16. Prueba de Rango Múltiple de Duncan del número de nódulos por planta en la evaluación del rendimiento y respuesta a los rizobios nativos de genotipos de pallar precoz en Ocucaje, Ica.....	32

Tabla 17.	Análisis de varianza del número de vainas por planta en la evaluación del rendimiento y respuesta a los rizobios nativos de genotipos de pallar precoz en Ocucaje, Ica.....	33
Tabla 18.	Prueba de Rango Múltiple de Duncan del número de vainas por planta en la evaluación del rendimiento y respuesta a los rizobios nativos de genotipos de pallar precoz en Ocucaje, Ica.....	33
Tabla 19.	Análisis de varianza del largo de vaina en la evaluación del rendimiento y respuesta a los rizobios nativos de genotipos de pallar precoz en Ocucaje, Ica.....	34
Tabla 20.	Prueba de Rango Múltiple de Duncan del largo de vaina en la evaluación del rendimiento y respuesta a los rizobios nativos de genotipos de pallar precoz en Ocucaje, Ica.....	34
Tabla 21.	Análisis de varianza del ancho de vaina en la evaluación del rendimiento y respuesta a los rizobios nativos de genotipos de pallar precoz en Ocucaje, Ica.....	35
Tabla 22.	Prueba de Rango Múltiple de Duncan del ancho de vaina en la evaluación del rendimiento y respuesta a los rizobios nativos de genotipos de pallar precoz en Ocucaje, Ica.....	35
Tabla 23.	Análisis de varianza del número de granos por vaina en la evaluación del rendimiento y respuesta a los rizobios nativos de genotipos de pallar precoz en Ocucaje, Ica.....	36
Tabla 24.	Prueba de Rango Múltiple de Duncan del número de granos por vaina en la evaluación del rendimiento y respuesta a los rizobios nativos de genotipos de pallar precoz en Ocucaje, Ica.....	36
Tabla 25.	Análisis de varianza del largo del grano en la evaluación del rendimiento y respuesta a los rizobios nativos de genotipos de pallar precoz en Ocucaje, Ica.....	37
Tabla 26.	Prueba de Rango Múltiple de Duncan del largo del grano en la evaluación del rendimiento y respuesta a los rizobios nativos de genotipos de pallar precoz en Ocucaje, Ica.....	37
Tabla 27.	Análisis de varianza del ancho del grano en la evaluación del rendimiento y respuesta a los rizobios nativos de genotipos de pallar precoz en Ocucaje, Ica.....	38
Tabla 28.	Prueba de Rango Múltiple de Duncan del ancho del grano en la evaluación del rendimiento y respuesta a los rizobios nativos de genotipos de pallar precoz en Ocucaje, Ica.....	38

Tabla 29.	Análisis de varianza del grosor del grano en la evaluación del rendimiento y respuesta a los rizobios nativos de genotipos de pallar precoz en Ocucaje, Ica.....	39
Tabla 30.	Prueba de Rango Múltiple de Duncan del grosor del grano en la evaluación del rendimiento y respuesta a los rizobios nativos de genotipos de pallar precoz en Ocucaje, Ica.....	39
Tabla 31.	Análisis de varianza del peso de 100 granos en la evaluación del rendimiento y respuesta a los rizobios nativos de genotipos de pallar precoz en Ocucaje, Ica.....	40
Tabla 32.	Prueba de Rango Múltiple de Duncan del peso de 100 granos en la evaluación del rendimiento y respuesta a los rizobios nativos de genotipos de pallar precoz en Ocucaje, Ica.....	40
Tabla 33.	Análisis de varianza del peso de grano por planta en la evaluación del rendimiento y respuesta a los rizobios nativos de genotipos de pallar precoz en Ocucaje, Ica.....	41
Tabla 34.	Prueba de Rango Múltiple de Duncan del peso de grano por planta y el rendimiento estimado por hectárea en la evaluación del rendimiento y respuesta a los rizobios nativos de genotipos de pallar precoz en Ocucaje, Ica.....	41

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág,
Figura 1. Distribución de los tratamientos en el croquis experimental.....	21
Figura 2. Rendimiento de grano estimado de diez genotipos de pallar precoz.....	42

RESUMEN

Con el objetivo de evaluar el rendimiento y la respuesta a los rizobios nativos de diez genotipos de pallar (*Phaseolus lunatus* L.) de ciclo precoz, se llevó a cabo la presente investigación, bajo las condiciones especiales de la zona de Ocucaje, ubicado al Sur Oeste del valle de Ica, en un suelo de textura franco arenoso con un alto porcentaje de limo, con bajo contenido de materia orgánica, medio en fósforo, de reacción moderadamente alcalina, sin problemas de salinidad, con capacidad media de intercambio catiónico. Se utilizó el Diseño en Bloques Completamente al Azar con cuatro repeticiones. La siembra se realizó el 17 de mayo del 2023, en un suelo que recibió un solo riego por inundación en la preparación del terreno. La cosecha se realizó a los 134 y 136 días después de la siembra. Los resultados obtenidos indican que los genotipos de pallar precoz evaluados respondieron positivamente a las condiciones especiales de la zona de Ocucaje, con rendimientos entre 2,600.39 a 2,868.75 kg/ha, siendo bastante aceptables; notándose que los genotipos provenientes de las líneas identificadas con PPD 162 presentan granos de mayor tamaño y peso, a diferencia de los provenientes de PPD 182, cuyos granos son de menor tamaño y peso. Los genotipos evaluados en condiciones de suelo y escasez hídrica de la zona de Ocucaje, presentaron entre bajo y regular número de nódulos por planta de tamaño mediano a pequeño como evidencia de la simbiosis que ocurre entre la planta y los rizobios nativos.

Palabras clave: *Phaseolus lunatus* – rizobios – simbiosis – pallar – rendimiento.

ABSTRACT

With the objective of evaluating the performance and response to native rhizobia of ten early-season lima bean (*Phaseolus lunatus* L.) genotypes, this research was carried out under the special conditions of the Ocucaje area, located southwest of the Ica Valley, in a sandy loam soil with a high percentage of silt, low organic matter content, medium phosphorus, moderately alkaline reaction, without salinity problems, and medium cation exchange capacity. A completely randomized block design with four replications was used. Planting was carried out on May 17, 2023, in soil that received a single flood irrigation during land preparation. Harvesting took place 134 and 136 days after planting. The results obtained indicate that the early lima bean genotypes evaluated responded positively to the special conditions of the Ocucaje area, with yields ranging from 2,600.39 to 2,868.75 kg/ha, quite acceptable. It is notable that the genotypes from the lines identified with PPD 162 have larger and heavier grains, unlike those from PPD 182, which have smaller and heavier grains. The genotypes evaluated under the soil and water scarcity conditions of the Ocucaje area showed a low to average number of medium-to-small nodules per plant, evidence of the symbiosis that occurs between the plant and native rhizobia.

Keywords: *Phaseolus lunatus* – rhizobia – symbiosis – lima bean – yield.

I. INTRODUCCIÓN

La importancia de las leguminosas en el sector agrícola radica en la constitución elevada de nutrientes de sus semillas, destacándose las proteínas y los lípidos. Las leguminosas proteaginosas representan una fuente elevada de proteínas (principalmente globulinas, albúminas, glutelinas), pero también poseen una fracción notoria de carbohidratos, calcio, hierro, tiamina y riboflavina. Su consumo está destinado directamente a la alimentación humana y animal [1].

Las leguminosas proteaginosas están representadas únicamente por la subfamilia Papilionioideae. Dentro de esta categoría taxonómica se destacan representantes de tres tribus: Phaseoleae (*Phaseolus vulgaris* ‘frejol’, *Lablab purpureus* ‘zarandaja’, *Cajanus cajan* ‘frejol de palo’, *Phaseolus lunatus* ‘pallar’, *Vigna radiata* ‘frejol chino’ y *Vigna unguiculata* ‘frejol castilla’), Fabaeae (*Pisum sativum* ‘arveja’, *Lens culinaris* ‘lenteja’ y *Vicia faba* ‘haba’), y Cicereae (*Cicer arietinum* ‘garbanzo’). Las semillas de las leguminosas oleaginosas contienen altos contenidos de ácidos grasos monoinsaturados (ácido oleico) y poliinsaturados (ácido linoleico), y pueden consumirse de forma directa o puede extraerse aceite para uso industrial o alimenticio. Se destaca representantes de la: Tribu Phaseoleae (*Glycine max* ‘soya’), Aeschynomeneae (*Arachis hypogaea* ‘maní’), Tribu Genisteae (*Lupinus mutabilis* ‘tarwi’) [1].

Con dicho preámbulo se señala que el pallar (*P. lunatus* L.) es la especie de la familia *Fabaceae* de mayor importancia por su gran adaptación desde tiempos ancestrales a las condiciones de clima y suelo de esta parte de la costa peruana, lo que ha permitido que los valles de la región Ica dediquen importantes extensiones de terreno a este cultivo, claro está que estos terrenos pertenecen a la pequeña agricultura y en escasas ocasiones a la mediana agricultura; pudiendo ser parte de importantes extensiones de terreno dedicados a la gran agricultura de exportación en interesantes programas de rotación de cultivos.

Como se sabe, las características particulares que identifican a los pallares de Ica, así como los estudios genéticos, morfológicos, arqueológicos y la gran adaptación a las condiciones medio ambientales que caracterizan el suelo y clima (latitud, longitud y altitud) de las zonas productoras donde se desarrolla exitosamente el cultivo de pallar, en su momento, fueron argumentos fehacientes para que el Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual [2], otorgue la Denominación de Origen “Pallar de Ica” a este valioso recurso genético nativo.

A pesar de que cada vez se reconoce la creciente importancia de las legumbres por su rol para la seguridad alimentaria, en la región Ica no existe un programa de mejoramiento genético del pallar dedicado a realizar investigaciones en búsqueda de nuevos genotipos o cultivares de manera sostenible en alguna institución del Estado, ni del sector Privado, que respondan a los

desafíos del cambio climático, siendo esporádicos los trabajos que se vienen realizando buscando la respuesta de las variedades comerciales actuales a las condiciones adversas de altas temperaturas que generan caída de órganos reproductores y al final se producen granos defectuosos, lo que limita el período de siembra ya que se debe evitar que la fase fenológica reproductiva coincida con temperaturas por encima de 28°C con importantes porcentajes de granos defectuosos como abiertos, rajados, brotados, etc. demostrando que los pequeños agricultores que son los productores de esta menestra bandera, no cuentan con variedades o cultivares que les permitan lograr rentabilidad y por el contrario, corren el riesgo de perder sus cosechas, como lo ocurrido en las zonas productoras de Nasca y Palpa en la campaña 2015.

El pequeño agricultor puede potenciar sus conocimientos sobre las bondades del pallar como grano y como cultivo; ya que como grano tiene un aporte nutricional de un 20 -22% de proteínas que ofrece, contribuyendo de manera sostenida con disminuir la desnutrición, si su consumo se hace más frecuente y como cultivo de importancia económica en planes de rotación por su aporte en materia orgánica al suelo al incorporar sus restos al final de las cosechas, con el adicional que la capacidad de simbiosis de la planta de pallar con los rizobios del suelo, contribuyen con una agricultura sustentable; que debe ser el objetivo del pequeño agricultor para ofrecer productos más sanos, menos contaminados, al utilizar productos innovadores obtenidos en laboratorios biotecnológicos de calidad garantizada; siendo uno de ellos las cepas seleccionadas de rizobacterias o rizobios, con resultados exitosos obtenidos en diversos cultivares de pallar en otras zonas del valle de Ica.

Un primer paso hacia el uso de productos biotecnológicos en la agricultura de la zona de Ocucaje donde existen condiciones especiales de uso del recurso hídrico, es la evaluación de la capacidad simbiótica de genotipos de pallar precoz, a fin de seleccionar el más eficiente y posteriormente, poder inocular la semilla con cepas de calidad garantizada, contribuyendo con una agricultura sostenible, en beneficio del pequeño agricultor productor de pallar, su familia y su entorno cercano.

De igual manera, los bajos rendimientos obtenidos en los campos de cultivo obligan a ensayar nuevas formas y métodos de cultivo que permiten obtener mayores utilidades en el menor tiempo posible a través del uso de tecnologías disponibles como las variedades precoces, manejo de plagas y enfermedades, manejo de diferentes densidades de cultivo del pallar, así como elevar el rendimiento por unidad de área y de esa forma entregar a la población la proteína vegetal a bajo costo para suplir la deficiencia proteica en la dieta alimenticia; por lo que los escasos programas de mejoramiento genético también deben reorientar sus objetivos hacia la selección de nuevos cultivares con mayor habilidad simbiótica de tal manera que se puedan aprovechar estas características naturales de la mejor manera posible, y con el presente trabajo, se trata de contribuir en estos planteamientos.

1.1 Descripción de la Realidad Problemática

En el proceso de búsqueda de nuevos cultivares de pallar, sean éstos de tipo de crecimiento determinado o indeterminado; de ciclo tardío, intermedio o corto, se hace necesario realizar evaluaciones en diferentes localidades, a fin de tomar nota sobre el comportamiento de los nuevos genotipos a las condiciones ambientales tales como tipos de suelo y climáticas de dichas localidades.

La respuesta a diferentes ambientes o localidades permite evaluar la adaptación y potencial de rendimiento de los nuevos cultivares; lo que permitirá tomar decisiones con respecto a los mejores genotipos, que también hayan sido de la preferencia de los agricultores.

Por otro lado, una variable muy importante a tener en cuenta en el proceso de búsqueda de nuevos cultivares mejorados, se refiere a su habilidad simbiótica; es decir la evaluación de la simbiosis que se produce entre los genotipos de pallar en estudio y las cepas nativas de rizobios, sean del género *Rhizobium* o *Bradyrhizobium*, lo que permitirá seleccionar los genotipos de pallar que tengan el mejor comportamiento en respuesta a esta forma de vida colaborativa con las rizobacterias que les permiten proveerse del Nitrógeno a partir del ambiente, lo cual se convierte en una forma sostenible de biofertilizar con este macro elemento al cultivo de pallar.

1.1.1 Situación problemática

La situación problemática actual del cultivo de pallar se refiere a la ausencia de nuevos cultivares mejorados, lo que se traduce en el uso de variedades antiguas y cultivares no identificados de manera suficiente; situación que se agrava porque no existe programas de mejoramiento genético sostenido en búsqueda de nuevos cultivares debido a la falta de financiamiento y de líneas de investigación prioritarias, relacionadas con este cultivo.

La escasa investigación que se realiza en las zonas productoras de pallar con participación de los agricultores, no permite generar sinergias productivas entre el recurso humano que sigue apostando por este cultivo emblemático de la región Ica, y con limitados recursos se avanza de manera muy lenta en la obtención de nuevos cultivares que respondan a los actuales requerimientos de condiciones climáticas, evaluando también su respuesta a los rizobios nativos que pueden permitir seleccionar genotipos de mayor habilidad simbiótica, con lo cual es posible disminuir o prescindir del fertilizante nitrogenado con el consiguiente ahorro en el costo de producción y la contribución a la conservación del ambiente; siendo problemas que afrontan los pequeños agricultores por la ausencia de capacitación y la consiguiente transferencia de innovadoras prácticas más sostenibles. Se desconoce la respuesta de nuevos

genotipos de pallar precoz a los rizobios nativos en la zona de Ocucaje; por tal motivo, la presente investigación plantea la siguiente problemática:

1.1.2 Formulación del problema

Problema general:

¿Cuál será el rendimiento y la respuesta a los rizobios nativos de genotipos de pallar precoz, en Ocucaje, Ica?

Problemas específicos:

¿Cuál será el comportamiento de los caracteres morfo productivos de genotipos de pallar precoz, en condiciones edafo climáticas de Ocucaje, Ica?

¿Cuál será la respuesta de los genotipos de pallar precoz a los rizobios nativos en Ocucaje, Ica?

1.2 Antecedentes de la investigación

1.2.1 Antecedentes internacionales

En Cuba [3], evaluaron la variabilidad morfo-agronómica y caracterizaron 55 accesiones de *Phaseolus lunatus*, procedentes de las regiones occidental (10), central (15) y oriental (30), utilizando 30 descriptores morfo-agronómicos, a través del Análisis de Conglomerado con el cálculo de la distancia euclidiana (D) con el objetivo de observar cómo se agrupaban por su similitud ($S=1-D$) las diferentes accesiones evaluadas. Encontraron seis grupos morfoagronómicos, con características distintivas entre ellos. Demostraron la existencia de una variabilidad infraespecífica del cultivo que los campesinos de Cuba han mantenido, conservado y manejado hasta nuestros días a través de su uso, aunque no ha aumentado ni ha sido explotada comercialmente hasta el presente, a pesar de poseer buen comportamiento para algunas características productivas.

Mediante un trabajo de selección negativa realizado en accesiones pertenecientes al Banco de Germoplasma del INIFAT Cuba, para obtener nuevas variedades de frijol caballero o habas lima, el equipo de investigación obtuvo cuatro variedades de *Phaseolus lunatus*: 'Bayito 2321', 'Bola Roja 3187', 'Nieve' y 'Amelia' que son altamente productivas. Señalan que el rendimiento potencial en vaina verde de las variedades obtenidas osciló entre 8 y 12 t/Ha, con ciclos de cosecha que se extienden entre los 131 y los 209 días; la producción comienza entre 105 y 160 días después de la germinación, según la variedad, para grano tierno indican que pueden realizarse más de dos cosechas con intervalos de 15 a 20 días; para grano seco los rendimientos potenciales superan los 120 gramos por planta. Las variedades fueron inscritas en el Registro Nacional de Variedades Comerciales de Cuba en el año 2009 [4].

En Valencia – España, [5] evaluó cultivares españoles locales de *Phaseolus lunatus* (frijol lima) por su resistencia a la salinidad, exponiendo las plantas a varios tratamientos de sal, determinando parámetros de crecimiento y bioquímicos. Como resultado encontró que hubo variación en los carotenoides que se redujeron en el cv menos tolerante a la sal (cultivar) VPH-79. La concentración de K⁺ no fue significativa en el cultivar más tolerante 'BGV-15410', la relación K⁺/Na⁺ sufre una reducción sólo en los cultivares BGV-12848 y BGV-1588. Además, la prolina aumentó notablemente en el cv. VPH-79. Concluye que estos hallazgos indican que *P. lunatus* es moderadamente tolerante a la sal y que sus principales mecanismos para adaptarse al estrés salino son el mantenimiento de altas concentraciones de K⁺ y la acumulación de prolina en las hojas.

1.2.2 Antecedentes nacionales

En Trujillo-Perú, [6] informan que evaluaron la variabilidad morfo-agronómica de ocho poblaciones de pallar, procedentes de Trujillo (costa) y Huamachuco (sierra del Perú), codificadas como PLUNT 01 a 08, en las cuales tomaron en cuenta seis caracteres cuantitativos que fueron procesados estadísticamente. Refieren que observaron marcadas diferencias fenotípicas y genéticas entre las ocho colectas cultivadas, en: días a la floración, siendo PLUNT 06 la más precoz con 30,8 días en promedio y PLUNT 04 fue la más tardía con 50,4 días en promedio; la mayor variación y heterogeneidad fenotípica se presentó en las colectas pertenecientes a la costa; todas las poblaciones estudiadas presentaron una alta heterogeneidad fenotípica (C.V. mayor al 10%) para los caracteres peso de granos y número de semillas por vaina y las colectas de la sierra (PLUNT: 07 y 08), a diferencia de las de la costa, presentaron un tipo de crecimiento arbustivo o determinado.

En el caserío Punto Nueve, Chancay, Lambayeque [7] informa que realizó una investigación en siembra de agosto, en el caserío Punto Nueve, Chancay, Lambayeque, con el objetivo de evaluar el rendimiento del cultivo de Pallar Baby (Sieva) bajo el efecto de tres densidades de siembra. Como resultado encontró que los tratamientos de mayor rendimiento fueron: densidad de (0.50 x 30 cm) y densidad de (0.50 x 40 cm) con 2897.5 y 2307.5 kg / ha respectivamente, mientras que el testigo quedó en último lugar en rendimiento de grano con solo 1052.5 kg/ha. En sus resultados, para densidad de siembra encontró un efecto significativo para el rendimiento del Pallar Baby, para (0.50 x 30 cm) con 133,332 plantas por hectárea con un rendimiento de 2897.5 kg/ha. superando estadísticamente a la menor densidad de siembra con 1470 kg/ha.

Con el objetivo de evaluar la diversidad genética del pallar [8] refieren que 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, estableciendo el campo experimental en Subtanjalla, Ica, utilizando siete descriptores cualitativos y nueve cuantitativos. Como resultado, encontraron que el peso de 100 semillas presentó alta correlación positiva con todas las variables cuantitativas evaluadas. Señalan 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 y encontraron predominancia en: color blanco de la flor, tipo de crecimiento indeterminado, vainas ligeramente curvas, con ápice de vaina medio y largo, y forma de semilla arriñonada, que en conjunto explican el 86,50% de la variación total evaluada.

1.2.3 Antecedentes locales

En la zona media del valle de Ica, distrito de Subtanjalla [9] informan que, evaluaron comparativamente ocho líneas de pallar precoz, en siembra de setiembre, lo que ocasionó que en algunas líneas se produjera caída de flores y vainas durante el cuajado y crecimiento, al superar los 27°C tolerables de temperatura. Señalan que la línea de pallar PPD 115-13 destacó con 2 872.25 kg/ha de grano, siendo de grano pequeño y ovalado; las líneas PPD 118-13 y PPD 115-13, son de grano pequeño, de forma ovalada y toleran mejor las altas temperaturas al presentar 77.33% de grano sano en promedio cada una, siendo el mayor porcentaje obtenido entre este grupo de ocho líneas evaluadas.

En el fundo Agrorgánica, distrito de Subtanjalla, provincia y Región Ica [10], refieren que evaluaron comparativamente doce líneas de pallar precoz, en siembra de octubre, con temperaturas en ascenso, algunas líneas de pallar fueron afectadas por el efecto térmico de las temperaturas que sobrepasaban los 28°C, y produjo caída de flores y pequeñas vainas, lo que se trató de minimizar con el riego del sistema tecnificado por goteo. Señalan que la floración se inició entre los 50 y 54 días después de la siembra y la cosecha se produjo entre los 117 y 119 días de edad del cultivo. Las líneas de pallar que destacaron con un porcentaje de grano sano mayor a 75%, con potencial de rendimiento por encima de 3 000 kg ha⁻¹, fueron PPD 162-1-1-14, PPD 185-13, PPD 118-13, PPD 162-1-2-14, PPD 115-13 y PPD 125-1-14, presentando además variación en tamaño y aspecto del grano.

Una evaluación comparativa del rendimiento y la correlación entre los principales caracteres morfoagronómicos de once genotipos de pallar de crecimiento determinado, en Subtanjalla, Ica fue realizada por [11], quien señala que utilizó el

Diseño en Bloques Completamente al Azar con cuatro repeticiones, en siembra de abril y la cosecha se realizó en tres momentos, a los 120, 125 y 132 días después de la siembra. Dicho autor señala que, como resultado encontró que cinco líneas experimentales se consideran promisorias, PPD 118-2-2015, PPD 125 – 2013, PPD 162-1-2013, PPD 162 – 2013 y PPD 118-3-2015 con rendimientos entre 2 380,55 y 2 770,31 kg/ha, igualando o superando significativamente a los cultivares testigos procedentes de las zonas productoras de Callango, Ingenio y Ocucaje. Señala que encontró correlación positiva significativa entre el rendimiento por planta con el número de granos por vaina, largo de grano y el peso de 100 semillas; y alta correlación positiva entre los principales caracteres morfoagronómicos de carácter cuantitativo, indicando una interesante asociación.

Una propuesta de manejo agroecológico del cultivo de palla se llevó a cabo por [12], quien refiere que su propuesta lo hizo a través de un estudio comparativo de rendimiento de ocho líneas avanzadas de pallar precoz, en condiciones de clima y suelo del fundo Agrorgánica, Subtanjalla, Ica, en siembra de mayo, logrando excelentes rendimientos que superaron las 3,0 ton/ha. Refiere que realizó un manejo del cultivo con enfoque agroecológico; es decir, utilizando técnicas amigables con el ambiente, que son de fácil utilización por el pequeño agricultor con o cual podría mejorar sus precios al producir granos más sanos y menos contaminados.

En su tesis doctoral [13], informa que, en la región Ica realizó la caracterización morfológica y molecular de 30 genotipos de pallar colectadas de cinco provincias de la costa del Perú, y determinó los probables géneros más frecuentes de las bacterias simbióticas nativas por el tiempo de crecimiento y análisis bioquímico; señala que pudo determinar la diversidad genética del pallar y de sus simbioses nativos; a un coeficiente de distancia genética de 0,5, los genotipos de pallar conformaron cuatro grupos definidos; mostrando una importante diversidad expresada en el patrón de crecimiento, días a la floración y madurez de vainas, forma y tamaño de semilla. Concluye que hay una importante diversidad morfológica en el pallar; y que, en los nódulos analizados, las bacterias del género *Bradyrhizobium* fueron más frecuentes.

En la zona media del valle de Ica, en siembra de setiembre, [14], realizó un estudio comparativo de diez líneas o tratamientos con el Diseño en Bloques Completamente al Azar con tres repeticiones, con riego tecnificado por goteo. La cosecha se realizó de manera escalonada, en tres momentos, a los 112, 118 y 125 días. Los resultados obtenidos indican que, cuatro líneas experimentales PPD 118-1-2013, PPD 118-1-2015, PPD 118-3-2015 y PPD 162-2013 destacaron en rendimiento y otros caracteres morfoproductivos, superando significativamente a los testigos

procedentes de Los Molinos y Ocucaje, con rendimientos superiores a 3,2 ton ha⁻¹. Señala que encontró correlación positiva altamente significativa ($r=0.765$) entre el peso de grano por planta (PGP) con el número de granos por vaina (NGV), el ancho de vaina (AV) y el ancho de grano (AG); entre el peso de 100 granos (P100G) con el largo de vaina (LV), el ancho de vaina (AV), el ancho de grano (AG) y grosor de grano (GG), concluyendo que encontró importante variabilidad genética, que favorecerá la selección.

En lo que respecta a simbiosis del pallar y los rizobios [15], reportan que evaluaron la eficiencia en la infectividad y efectividad de cepas de *Rhizobium* sp. PLC111, PLC213, PLB112b y PLA142a y de *Bradyrhizobium* sp. PLL113 y PLB211b a nivel de laboratorio e invernadero en dos variedades de pallar Criollo Iqueño e Ica 450. Encontraron que, a nivel de invernadero, el peso seco de la parte aérea (PSPA) fue significativamente mejor en los tratamientos inoculados que en los controles. Respecto a la nodulación, encontraron diferentes grados de infectividad, dependiendo del cultivar y de las cepas. Finalmente, señalan que las cepas PLL113 de *Bradyrhizobium* y PLC213 de *Rhizobium* presentaron un mejor comportamiento tanto a nivel de laboratorio como en invernadero; por lo que las recomendaron como candidatas a ser utilizadas en ensayos de campo.

Se podría asegurar que las cepas que no ofrecen resultados en experimentos de laboratorio resultarían inadecuadas en el campo, por lo que es muy importante realizar ensayos de selección previos a su liberación como inoculantes. En estos ensayos se deben considerar todos los factores que permitirán un buen desempeño de las cepas seleccionadas a nivel de campo. Por otro lado, [16] señalan que, una característica deseable de la cepa seleccionada sería que tenga un espectro amplio de hospederos.

El pallar (*P. lunatus* L.) como otras leguminosas, establece una relación simbiótica con bacterias fijadoras de nitrógeno conocidas como rizobios y que, en la actualidad, varios estudios han demostrado que esta especie es capaz de establecer simbiosis con una variedad de rizobios, aunque prefiere los bradyrizobios. [17], refiere que, se han reportado al menos siete genoespecies de *Bradyrhizobium* de pallar (frijol Lima) en México, y se han encontrado cepas de *Bradyrhizobium*, *Rhizobium*, *Agrobacterium*, *Mesorhizobium* y *Allorhizobium* en Brasil. Por otro lado, en estudios realizados en Perú, se ha encontrado mayormente *Bradyrhizobium* distribuido en cuatro (geno) especies con una de ellas, *Bradyrhizobium paxllaeri*, representando hasta el 80% de los bradyrizobios obtenidos en la costa central donde se cultiva la mayor parte del frijol Lima. Remarca que estas observaciones son consistentes con la presencia de

una población clonal dominante de *B. paxllaeri* como colonizadores altamente exitosos de los nódulos de frijol Lima en la costa central de Perú [17].

En su tesis doctoral [13], señala que las bacterias conocidas como rizobios viven en simbiosis con el pallar formando nódulos en los cuales fijan nitrógeno atmosférico y con el objetivo de determinar la diversidad genética del pallar y de sus simbiontes nativos, realizó la caracterización morfológica y molecular de 30 genotipos de pallar de cinco provincias de la costa del Perú, y determinó los probables géneros más frecuentes de las bacterias simbióticas nativas por el tiempo de crecimiento y análisis bioquímico, añade que aisló 235 cepas de rizobios, de las cuales el 6.81 por ciento fueron de crecimiento muy rápido, no identificadas; 32.34 por ciento de crecimiento rápido, probablemente *Rhizobium*; 57.87 por ciento de crecimiento lento, probablemente *Bradyrhizobium* y 2.98 por ciento de crecimiento extra lento, no identificadas. En su estudio concluye que, en los nódulos simbióticos analizados, las bacterias del género *Bradyrhizobium* fueron más frecuentes en los genotipos de pallar en estudio.

Sobre *Phaseolus lunatus* L. (pallar)

Respecto a *P. lunatus* L. (pallar), [18] refiere que es una especie miembro de la familia *Leguminosae* (o *Fabaceae*), subfamilia *Faboideae* (*Papilionoideae*), tribu *Phaseoleae* y subtribu *Phaseolinae*. Es una planta herbácea cuyo patrón de crecimiento puede ser determinado o indeterminado. Las variedades erectas o arbustivas de patrón de crecimiento determinado alcanzan los 50 cm de altura. Las plantas, presentan raíces primarias pivotantes no engrosadas, fibrosas, de hasta 1,5 m de profundidad. Las plantas de pallar forman nódulos simbióticos con bacterias fijadoras de nitrógeno atmosférico; son principalmente colonizadas por aquellos rizobios presentes naturalmente en el suelo, pero muestran cierta predilección por los del género *Bradyrhizobium*. Sus tallos son herbáceos, estriados, levemente pubescentes o glabros; sus hojas son pequeñas, alternas, trifoliadas, con los folíolos ovalados, lanceolados, rómbicos u ovoides, de 3 cm a 19 cm de largo y 1 cm a 11 cm de ancho, con ápice agudo y base redondeada. Sus hojas son de color verdeazulado, con o sin pubescencia, membranosas y coriáceas, con estípulas lineares, ovaladas o lanceoladas. Los peciolo alcanzan de 1,5 hasta 19 cm de largo, en promedio.

El pallar es un cultivo poco exigente en calidad de suelos; es decir, que prospera bien en suelos profundos, fértiles, de textura media o ligera, bien drenados, siendo los suelos francos o areno-arcillosos los más aparentes para el cultivo; 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, dependiendo del ciclo del cultivo o variedad, siendo las dosis recomendadas para los valles de Ica y Pisco es de 30 a 40 kg de nitrógeno y de 60 a 80 kg de fósforo por hectárea; no siendo necesario aplicar potasio porque los suelos de la costa son, por lo general, ricos en este elemento [19]. Al respecto, lo recomendable es realizar los análisis de suelo para dosificar adecuadamente los fertilizantes.

Las condiciones climáticas requeridas por la planta de pallar son: temperatura moderada, humedad relativa alta, y alta luminosidad, siendo la época de mayor siembra de febrero a abril; la temperatura media mensual en el valle de Ica varía entre los 19,7 a 25,4 °C. La humedad relativa en promedio mensual varía de 71 a 76 %; y, las horas de sol, en promedio mensual están entre 6,2 y 8 horas. En la etapa de crecimiento, floración, y fructificación de la planta la temperatura media mensual varía de 16,2 a 17,7 °C. La humedad relativa mensual de 75 a 76 %, y, las horas de sol entre 6,3 y 7 horas. En la época de maduración y cosecha la temperatura media mensual varía entre 20 y 22 °C; la humedad relativa mensual de 65 a 69 %, y, las horas de sol de 7,7 a 8,3, condiciones a las que el cultivo de pallar se encuentra muy bien adaptado [19].

El pallar es una especie que se adapta a climas con temperaturas desde 18°C a 25°C. y 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 [20].

Zoro et al [21], señalan que *P. lunatus* L., es predominantemente autógamo y es favorecido por la sincronización que existe entre la madurez fisiológica del polen y la receptividad del estigma; sin embargo, también indican que se han reportado tasas muy amplias de alogamia desde 0,02% hasta 48%, lo cual depende del genotipo, condiciones de crecimiento, distanciamiento entre plantas, dirección del viento y sobre todo, presencia de insectos polinizadores que son los que incrementan esta polinización cruzada.

Sobre la nodulación y la simbiosis

El objetivo principal de la simbiosis entre microorganismos del género *Rhizobium* con las Fabáceas o Leguminosas, es la fijación biológica de Nitrógeno (FBN) que tiene como propósito el crecimiento, desarrollo y rendimiento de las plantas. La

formación de nódulos por su parte es la clave para el manejo no solo de nutrientes en cuanto a la fijación de nitrógeno, sino también como sistema de acumulación de metales pesados que resultan ser tóxicos para especies vegetales de Fabáceas [22].

Sobre la relación simbiótica entre Leguminosas-Rhizobium [23], refieren que se debe a un factor de dependencia denominado conjunto de intercambio de señales, el cual se establece durante toda la etapa de simbiosis. Refieren que las plantas en situaciones de estrés inducen la vía de la producción de metabolitos secundarios como los flavonoides, los cuales son reconocidos por las cepas de Rhizobium, como señal para la inducción de genes Nod, que son los responsables de la formación de nódulos y la FBN.

Para explicar los mecanismos a partir del cual los rizobios llegan a las raíces de las leguminosas [24] señala que son tres: el primero de ellos se refiere al uso de hilos que infectan a los pelos radicales de la planta, el segundo se refiere al ingreso por lesiones de la planta y tercero, el ingreso mediante las células epidérmicas que conforman la raíz. El autor señala que el primer mecanismo consiste en el intercambio de señales entre la planta huésped y el microorganismo simbiote mediante exudados de secreción de la raíz, entre los cuales se encuentran: fenoles, flavonoides, aminoácidos, carbohidratos y ácidos dicarboxílicos; mientras que las cepas de Rhizobium inducen la síntesis de los factores Nod, los cuales generan un conjunto de respuestas de nivel celular como: el flujo de calcio y cambio de la estructura de los pelos radicales, ocasionando la formación del nódulo a partir de la deformación y doblamiento de los pelos radicales.

Además, a través de esta simbiosis, el nitrógeno atmosférico es incorporado en formas asimilables al suelo, y en consecuencia a la cadena alimentaria. Por lo anterior, la manipulación de esta simbiosis ha sido considerada como una estrategia para reducir el uso de fertilizantes sintéticos y la emisión de gases de efecto invernadero que se generan durante su manufactura [25] y [26].

Las leguminosas tienen la capacidad de asociarse simbióticamente con bacterias fijadoras de nitrógeno (rizobios), lo que no sólo permite a las leguminosas crecer en suelos deficientes de nitrógeno, sino que también permite incorporar nitrógeno asimilable para los posteriores cultivos a través de cultivos rotatorios. Para la planta Fabácea, obtener nitrógeno asimilable a través de la simbiosis con rizobios, implica un gran gasto energético; por lo que, para evitar comprometer su desarrollo, las leguminosas han desarrollado programas genéticos que les permiten continuar esta simbiosis sin comprometer sus necesidades metabólicas [27].

El desarrollo del nódulo está coordinado por tres procesos que ocurren simultáneamente: infección rizobial, organogénesis, y autorregulación del número de nódulos. Según la persistencia del meristemo nodular, existen dos tipos de nódulos, el primero es el tipo indeterminado, el cual mantiene su meristemo durante toda la simbiosis. Los A B nódulos indeterminados son característicos de leguminosas de climas templados como la alfalfa, *M. truncatula*, y los chícharos. El segundo tipo de nódulos son los determinados, en los cuales el meristemo es transitorio y desaparece en nódulos maduros. Los nódulos determinados tienen una forma esférica, y son característicos de leguminosas de climas cálidos, como el frijol, soya, entre otros [27].

Sobre el mejoramiento genético del pallar

Según la FAO [28], 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 morfológica como la molecular pueden servir de ayuda en la evaluación e identificación del germoplasma para a partir de allí, poder hacer uso racional en el mejoramiento genético por parte de los fitomejoradores y en consecuencia de los agricultores, así como de una utilización directa para la producción y comercialización por los productores.

Sobre la colección mundial de *Phaseolus* spp., [29] informa que está bajo custodia del banco de germoplasma de la Alianza de Bioersity Internacional y el CIAT en Colombia, conservando una colección de frijol lima (*Phaseolus lunatus*), que comprende 3,301 accesiones procedentes principalmente de las Américas, África y Asia. Señala que, esta colección contiene una gran diversidad de materiales que los fitomejoradores pueden seleccionar para enfrentar el cambio climático, dado que cubre un rango más amplio de temperatura, altitud y humedad en comparación con la colección de *Phaseolus vulgaris*: desde las accesiones mesoamericanas silvestres y regresivas entre 3 y 1.800 m s.n.m., hasta las accesiones andinas (320 – 2.400 m s.n.m.) y otras accesiones de zonas desérticas y húmedas. Indica además que el mejoramiento genético del frijol lima, hasta la fecha, ha sido limitado, a pesar de su potencial para contribuir a la adaptación al cambio climático. Curiosamente, sólo 920 muestras han sido solicitadas con fines de mejoramiento, predominantemente por organizaciones de Bélgica, Perú y Estados Unidos. Las 13.354 muestras restantes se utilizaron para otros fines, como investigación básica y experimentos agronómicos; realidad que debe cambiar en aras de un mayor avance del mejoramiento.

Phaseolus lunatus (haba de Lima, poroto pallar, ib) es la legumbre económicamente más importante en California y que el programa de mejoramiento de frijoles secos de UC Davis apoya esta industria mediante el desarrollo de nuevos cultivares de porte arbustivo y de guía larga, con semillas blancas, pequeñas y grandes, con resistencia a las plagas, y otras adaptaciones al Valle Central de California; para lo cual han realizado varios estudios en el Laboratorio Gepts de UC Davis para genotipar y fenotipar características agronómicas importantes. Señala además que los estudios genéticos que realizan se han enfocado en los rasgos de hábito de crecimiento, tamaño de semilla y cianogénesis. Los métodos han incluido el mapeo de loci de rasgos cuantitativos y un estudio de asociación de genoma completo. Resalta el hecho que los estudios de fenotipado se han centrado en la cianogénesis y tolerancia o resistencia al insecto *Lygus hesperus* [30].

Ante la preocupación por los nuevos desafíos que impone el cambio climático, así como el uso y conservación de la agrobiodiversidad, [31] seleccionaron nueve variedades locales de *Phaseolus vulgaris*, una de *P. lunatus* y dos de *Vigna unguiculata* de dos entornos climáticos diferentes de la región andina del sur de Ecuador y una variedad comercial de *P. vulgaris*, y las cultivaron en dos condiciones diferentes de temperatura y humedad (campo abierto e invernadero). Obtuvieron datos para 32 caracteres de arquitectura vegetal, características de flores y frutos y rendimiento y 17 eventos en la fenología de las plantas. Señalan que identificaron las variedades locales que se fueron más afectados por los cambios en sus condiciones ambientales. En general, las temperaturas más altas fueron benignas para todos los materiales excepto para dos variedades locales de *P. vulgaris* de trasfondo frío, que se comportaron mejor o se desarrollaron más rápido en condiciones frías. Finalmente, calcularon un índice de resiliencia climática de las variedades locales, que les permitió clasificar las variedades locales por su plasticidad a las nuevas condiciones ambientales, y encontramos una susceptibilidad heterogénea de las variedades locales a condiciones más cálidas. *P. lunatus* demostró ser un material resiliente con potencial para fortalecer la seguridad alimentaria.

Las plantas autógamas se caracterizan por tener un alto porcentaje de autofecundación, en relación con la polinización cruzada natural. Este grupo de plantas normalmente presentan poblaciones que se conforman de solo una línea totalmente pura o una combinación de dos o más líneas también puras, por lo que puede formar poblaciones homogéneas o heterogéneas [32].

Entre los métodos de mejoramiento genético tradicionales en plantas autógamas más usados se tiene a la hibridación que se basa en el cruzamiento de individuos con

diferentes genotipos, luego la selección que puede ser selección masal, selección por pedigree y el retrocruzamiento. Entre los métodos modernos del mejoramiento genético de plantas autógamas se tiene la selección asistida por marcadores moleculares, que combina muy bien con el mejoramiento tradicional; también se considera que la Inducción de mutaciones es importante cuando la variabilidad genética es baja; sin dejar de mencionar el cultivo de tejidos in vitro, la Ingeniería Genética y Mejoramiento de Genes. [32].

La selección asistida por marcadores moleculares (SAM) representa una eficaz herramienta biotecnológica que permite seleccionar plantas con ciertas propiedades o características de interés en cualquier estadio de sus etapas fenológicas. Es una técnica que se basa en la identificación de secuencias de ADN muy relacionadas entre sí con características de productividad (marcador molecular). La selección asistida por marcadores moleculares se emplea con el objetivo de aislar y seleccionar genotipos con las características deseadas directamente a nivel de ADN. Esta técnica trae varios beneficios cuando se utiliza con otros métodos de mejoramiento convencional como lo es una alta eficiencia de selección. Una de las grandes ventajas de SAM en comparación con los métodos de mejoramiento tradicionales es la reducción en el tiempo de obtención del genotipo deseado, puesto que permite seleccionar individuos en las primeras etapas de desarrollo, así como la eliminación anticipada de genotipos indeseables. Dicha técnica se emplea con varios propósitos, como retrocruzamiento asistido, mapeo de QTL y para identificar individuos con un mayor nivel de homocigosidad en poblaciones segregantes [33]. Como señala [34], la selección asistida por marcadores (SAM) ha sido utilizada ampliamente para caracteres de herencia simple y en una menor proporción para caracteres poligénicos, aunque ya existen algunos casos exitosos en la mejora de caracteres cuantitativos empleando estas técnicas.

1.3 Justificación e importancia de la investigación

1.3.1 Justificación

A través de los tiempos, la responsabilidad de mantener el recurso genético de *P. lunatus*, en manos de los pequeños agricultores, no ha sido suficientemente valorada, pues son ellos los reales conservacionistas de esta menestra bandera de la región Ica, quienes han venido transmitiendo de generación en generación las variedades tradicionales.

La ausencia de nuevos cultivares de pallar que hagan frente a los efectos del cambio climático que cada vez son más evidentes, la escasez o deficiente asistencia técnica,

el bajo nivel tecnológico, son causas suficientes para justificar toda investigación relacionada con la búsqueda de solucionar alguno de estos problemas; en este caso, con el presente estudio, se está evaluando en etapas avanzadas líneas de pallar precoz que en breve tiempo se pondrán en mano de los agricultores, debidamente caracterizados, descritos y con su paquete tecnológico basado en el enfoque agroecológico, con el valor agregado de conocer su habilidad simbiótica en condiciones limitantes de humedad en el suelo.

Se justifica plenamente la investigación en el pallar, por ser la leguminosa o menestra bandera de la región Ica y el país; en busca de nuevos cultivares que respondan a los cambios climáticos que cada vez son más evidentes; tal como se planifica investigar sobre la respuesta de los nuevos genotipos de pallar precoz a los rizobios nativos de la zona de Ocucaje, valorando de manera especial la adaptación de los genotipos en estudio a las condiciones particulares de manejo agronómico de esta parte del suroeste del valle de Ica.

1.3.2 Importancia

Reconociendo que el cultivo de pallar es la leguminosa de grano o menestra más importante de la región Ica, por el área que ocupa; las investigaciones que conlleven a seleccionar nuevos cultivares con miras a reemplazar variedades antiguas con una mejor respuesta a los efectos del cambio climático.

Los nuevos cultivares deben ser seleccionados por su gran habilidad simbiótica con sus rizobacterias nativas, por su mejor comportamiento frente a cambios climáticos en siembra de etapas o momentos diferentes a las tradicionales; de esta manera se estará garantizando la provisión de proteínas de buena calidad para la dieta alimenticia, contribuyendo con la disminución de la desnutrición infantil al incrementar el consumo per cápita con leguminosas de grano como el pallar.

Es muy importante evaluar los nuevos genotipos de pallar en condiciones de una zona especial como es Ocucaje, zona representativa de las zonas productoras de pallar; aunque con características muy particulares con respecto a la disponibilidad del recurso hídrico.

Es de gran importancia la evaluación de la habilidad simbiótica de los nuevos genotipos de pallar precoz en la zona de Ocucaje; por su contribución en fomentar el conocimiento en los agricultores productores de pallar sobre la disponibilidad del nitrógeno atmosférico que puede ser utilizado por la planta de manera gratuita y que puede ser potenciado al seleccionar cepas nativas de rizobios más eficientes y efectivas.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general:

Determinar el rendimiento y respuesta a sus rizobios nativos de genotipos de pallar precoz en Ocucaje, Ica.

1.4.2 Objetivos específicos:

- Determinar el comportamiento de los caracteres morfoproductivos de genotipos de pallar precoz en Ocucaje, Ica.
- Determinar la respuesta de genotipos de pallar precoz a sus rizobios nativos en Ocucaje, Ica.

II. ESTRATEGIA METODOLÓGICA

La estrategia metodológica que se siguió para llevar a cabo la etapa experimental de la presente investigación se detalla a continuación:

2.1 Tipo y Nivel de la investigación

La presente investigación es cuantitativa de tipo experimental, descriptivo.

El nivel de la investigación es correlacional, explicativa de los caracteres de cada uno de los genotipos en estudio.

2.2 Diseño de la investigación

El diseño de investigación según [35], es el Modelo o esquema que adopta el investigador para establecer un mejor control de las variables en estudio. Se han precisado y definido los diseños a los estudios experimentales, pero pueden ser extensivos a los estudios descriptivos o transversales. Por otro lado, según [36], existe el diseño experimental y el diseño no experimental; correspondiendo a la presente investigación el diseño de tipo experimental en que se establece una relación entre dos variables, siendo una de ellas independiente (X) y la otra dependiente (Y), y se debe examinar la influencia de una sobre la otra. Se trata de una investigación planeada con anticipación, una forma continua de introducirse a la información en la que se manipulan los objetos de estudio y se examina la influencia de una variable sobre otra [37].

2.3 Población y Muestra del estudio

La población estuvo representada por las 1350 plantas de pallar precoz de hábito de crecimiento determinado que se sembró en el campo experimental.

La muestra del estudio se refiere a las 180 plantas que se evaluaron en todo el campo experimental, correspondiendo a seis plantas marcadas por parcela o unidad experimental, de cada uno de los tres bloques o repeticiones.

2.4 Ubicación del campo experimental

El trabajo experimental se llevó a cabo en el fundo de la familia Peña en el Sector Pinilla – Distrito de Ocucaje, provincia y departamento de Ica, de propiedad de la familia Peña, ubicado en la zona baja y excepcional del valle de Ica.

Las coordenadas geográficas son las siguientes:

Latitud 14°20'49.44" S

Longitud 75°40'18.32" W

Coordenadas UTM

18L 427565 mE - 8413784 mS

2.5 Análisis de suelo

Con la finalidad de conocer las características físico-mecánicas y químicas del suelo del campo experimental donde se instaló la presente investigación, se procedió a tomar diez submuestras de suelo siguiendo el método del zigzag en aproximadamente 5,000 m² (0.5 ha), a una profundidad de 30 cm aproximadamente. Para ello se utilizó una lampa limpia, un balde de plástico muy limpio y bolsas plásticas de primer uso, conformando una muestra homogénea representativa de aproximadamente 1 kg de suelo, que fue enviado al laboratorio especializado para que se realicen los respectivos análisis (Tablas 1 y 2).

TABLA 1
ANÁLISIS FÍSICO-MECÁNICO DEL SUELO

Determinación	Profundidad del suelo (0-30 c.m)	Método empleado
Arena (%)	52.96	Método del hidrómetro
Limo (%)	40.58	Método del hidrómetro
Arcilla (%)	6.45	Método del hidrómetro
Clase textural	Franco Arenoso	Triángulo Textural

Nota: Datos obtenidos del Laboratorio Agroindustrial. Cite Agroindustrial. Ica.

TABLA 2
ANÁLISIS QUÍMICO DEL SUELO

Determinación	Resultado	Método	Interpretación
pH	8.19	NOM 021 SEMARNAT 2000 AS 002	Moderadamente alcalino
C.E (mS/cm)	1.53	NOM 021 SEMARNAT 2000 AS 16 a 18	Suelo normal
CaCO ₃ (%)	2.42	NOM 021 SEMARNAT 2000 AS 29 (*)	Bajo
M.O (%)	1.92	Ignición	Bajo
P disponible (ppm)	12.22	NOM 021 SEMARNAT 2000 AS 10(*)	Medio
N T (% N total)	0.10	Cálculo – Ignición	Bajo
PSA (%)	55.07	CÁLCULO	Bueno
C.I.C (meq/100 g)	11.25	CÁLCULO (*)	Media
Ca (meq/100 g)	9.28	Titulación con EDTA	Alto
Mg (meq/100 g)	1.19	Titulación con EDTA- Calculo	Medio
Na (meq/100 g)	0.23	Espectrofotometría de absorción atómica	Bajo
K (meq/100 g)	0.55	Espectrofotometría de absorción atómica	Bajo
P.S.I (%)	2.04	Cálculo	No sódico

Nota: Datos obtenidos del Laboratorio Agroindustrial. Cite Agroindustrial. Ica.

2.6 Observaciones meteorológicas

Las condiciones excepcionales de la zona de Ocucaje en cuanto a factores climáticos como temperaturas, humedad relativa, precipitaciones, horas de sol, vientos, etc., la escasez del recurso hídrico, hacen suponer que tanto el crecimiento como el desarrollo del cultivo de pallar, reciben un efecto notorio y definido en las variables de los genotipos de pallar en estudio; por lo que se considera necesario conocer las condiciones meteorológicas que se presentaron durante el ciclo del cultivo y tenerlo en cuenta en la interpretación y discusión de los resultados, como corresponde. Por lo que se recurrió a la Estación Co-Ocucaje del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología de Ica; por ser la más cercana al campo experimental, solicitando información sobre promedios mensuales de temperaturas máximas, mínimas, horas de sol y humedad relativa (Tabla 3).

TABLA 3
OBSERVACIONES METEOROLÓGICAS DE ABRIL A SETIEMBRE DE 2023

MESES	Temperaturas °C			Horas de sol (unidad)		Humedad relativa (%)
	Máxima	Media	Mínima	Diaria	Mensual	Mensual
Abril	S/D	24.6	16.7	7.8	234.3	70.6
Mayo	S/D	20.4	13.4	6.3	194.0	77.2
Junio	S/D	18.9	11.9	5.7	169.9	76.7
Julio	S/D	18.6	11.7	5.5	170.1	76.8
Agosto	S/D	19.0	12.1	6.3	196.1	78.4
Setiembre	S/D	19.7	11.6	7.7	230.2	74.9

Nota: Datos obtenidos de la Estación Meteorológica OCUCAJE-SENAMHI-ICA

Latitud : 14° 22'42.38"S

Longitud : 75° 40'55.5"W

Altitud : 331 msnm

2.7 Tratamientos

Los tratamientos se conformaron con la semilla de nueve genotipos de pallar precoz de hábito de crecimiento determinado, de reciente cosecha, debidamente seleccionadas, que se encuentran en fase avanzada de evaluación, a los cuales se agregó la semilla del cultivar Precoz de Ocucaje de procedencia de los agricultores de la zona.

La semilla seleccionada de cada genotipo en estudio se procedió a contar el número de granos que se debían colocar en cada hoyo de la parcela y se colocó en sobres de primer uso con la debida identificación indicando la unidad experimental donde se colocaría (Tabla 4).

TABLA 4
TRATAMIENTOS EN ESTUDIO

Nº	Genotipos de pallar	Procedencia	Descripción del grano
1	PPD 118-1-2013	F/2022	Blanco circular – Br- P*
2	PPD 118-2-2013	F/2022	Blanco circular – Br- M**
3	PPD 118-3-2013	G/2022	Blanco circular- Br-M
4	PPD 118-1-2015	T2/2022	Blanco circular, Br-M
5	PPD 118-2-2015	V/2021	Blanco circular, Br-M
6	PPD 162 – 2013	T4//2022	Blanco arriñonado – M
7	PPD 162-1-2013	T5/2022	Blanco, arriñonado – G***
8	PPD 162-3-2013	T6/2022	Blanco arriñonado, Br-M
9	PPD 162-1-2015	T7/2022	Blanco arriñonado, semi br-M
10	Precoz OQKG	T8/2022	Blanco arriñonado - M

*.- Pequeño
F: Foronda

**.- Mediano
T: Tania

***.- Grande
G: Gabriel
V: Vera

2.8 Diseño experimental

El Diseño experimental que se utilizó en la presente investigación fue el Diseño en Bloques Completamente al Azar (DBCA), con diez tratamientos, cuatro repeticiones y un total de 40 unidades experimentales.

2.9 Características del campo experimental

Dimensiones del terreno

Largo (sentido transversal del surco)	24.0 m
Ancho (sentido longitudinal del surco)	13.0 m
Área total	312.0 m ²
Área de calles	120.0 m ²
Área neta	192.0 m ²

Parcelas:

Largo de parcela (sentido longitudinal del surco)	2.0 m
Ancho de parcela (sentido transversal del surco)	2.4 m
Área de una parcela	4.8 m ²
Número de surcos por parcela	3
Distancia entre surcos	0.80 m
Distancia entre golpes	0.40 m
Número de plantas por golpe	2

Bloques:

Largo de un bloque	24.0 m
Ancho de un bloque	2.0 m
Área de un bloque	48.0 m ²

Calles:

Largo de una calle	24.0 m
Ancho de una calle	1.0 m
Área de una calle	24.0 m
Número de calles	5
Área de calles	120.0 m ²

Croquis experimental

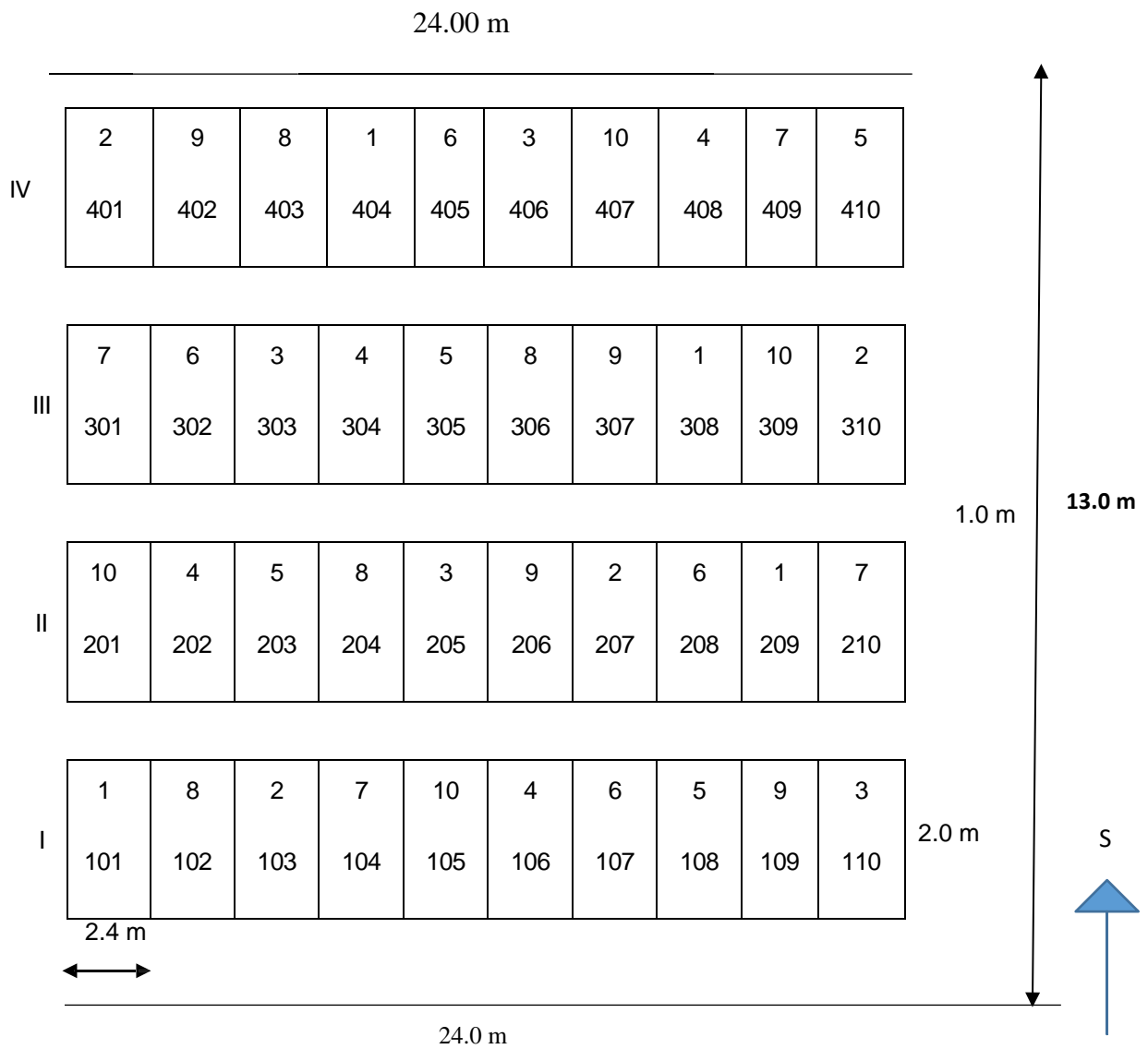


Figura 1. Distribución de los tratamientos en el croquis experimental

2.10 Conducción del experimento

Preparación del terreno

La preparación del terreno consistió en un conjunto de labores que estuvieron destinadas a brindar las mejores condiciones de suelo para garantizar la instalación de las plantas de pallar de la presente investigación; empezando con:

Limpieza del terreno experimental

Labor que se fue realizando desde la quincena de mes de abril y consistió en eliminar todo tipo de restos de malezas ya que el campo estuvo en descanso durante la campaña anterior.

Riego por inundación

Con las aguas de avenida se procedió a dar el riego de machaco por inundación el 25 de abril del 2023 como se estila en la mayoría de los fundos y parcelas del distrito de Ocucaje; con la finalidad de almacenar toda la cantidad de agua posible en las capas del subsuelo, de donde de manera progresiva y por evaporación, las plantas van tomando el recurso hídrico durante el ciclo del cultivo.

Aradura en húmedo

Habiendo esperado más de una semana y verificando que el terreno se encontraba a punto para el ingreso de maquinaria agrícola, el 10 de mayo del 2023 se realizó la aradura en húmedo, dejando el terreno planchado.

Surcado del campo experimental

El 17 de mayo, se realizó el surcado en terreno a punto, con maquinaria agrícola a un distanciamiento de 0.80 m entre surcos.

Demarcación del campo experimental

Con el terreno surcado al distanciamiento adecuado, se procedió a realizar la demarcación del campo experimental, utilizando wincha, cordel, estacas, tarjetas de identificación y yeso, quedando delimitadas las parcelas y los bloques de acuerdo a las dimensiones descritas en el croquis experimental del proyecto.

Siembra

Momentos antes de la siembra, se procedió a desinfectar la semilla de cada parcela, utilizando solamente el fungicida Vitavax a una dosis de 5 g/kg de semilla. La desinfección consistió en impregnar el polvo del fungicida con unas gotas de agua mineral, creando una masa pastosa que quedó adherida a la testa de la semilla. Se dejó orear por unos minutos y luego se procedió a la siembra, abriendo el suelo con una lampa y colocando tres granos

por golpe en cada hoyo de la parcela, a un distanciamiento de 0.40 m entre golpes. Se tuvo especial cuidado en colocar la semilla a una profundidad adecuada de modo que no haya fallas en la emergencia ya sea por exceso de profundidad o por dejar muy al exterior la semilla. La siembra se realizó el 17 de mayo del 2023.

Evaluación de la emergencia y Resiembra

A los ocho, diez y doce días se realizó la evaluación del porcentaje de plantas emergidas a fin de tomar la decisión de resembrar o no. Al encontrar un alto porcentaje de emergencia de plantas en la mayoría de las parcelas se tomó la decisión de no resembrar, teniendo en cuenta también el aspecto fitosanitario de las plantitas.

Aporque

De acuerdo con el desarrollo vegetativo de las plantas, se hizo necesario realizar un aporque el cual consistió en colocar suelo seco al cuello de planta a fin de que sea un buen soporte para continuar con su crecimiento. Esta labor se realizó a lampa, lo que también permitió remover el suelo, eliminar algunas malezas del entorno y dar aireación al sistema radicular de las plantas, siendo una actividad muy ventajosa para las plantas.

Esta labor se repitió dos veces más tratando de mantener las plantas lo más erguidas posibles evitando la caída o tumbado por acción del peso del follaje.

Desahije

Después de constatar el porcentaje de emergencia de plantas por cada unidad experimental, se programó el desahije a los 25 días después de la siembra, el 11 de junio del 2023, labor que consistió en dejar las dos mejores plantas por golpe, es decir las más vigorosas y con mejor aspecto vegetativo y fitosanitario.

Fertilización foliar – biofertilización

A los 14 días de instalado el cultivo de pallar, se procedió a realizar la primera aplicación del biofertilizante líquido biol, a razón de 10% (1.5 L de biol/15 L de agua) utilizando mochila mecánica.

Teniendo en cuenta que uno de los objetivos del presente estudio era determinar la habilidad simbiótica del pallar con los rizobios nativos de la zona y que además no se aplicó ningún riego de auxilio; fue necesario mantener las condiciones lo más reales posible en las condiciones de Ocucaje que puedan tener efecto en las plantas de alguno de los genotipos de pallar; por lo que no se programó ninguna fertilización al suelo; ante la escasez del disolvente como lo es el agua. Sin embargo, las plantas recibieron con frecuencia el biofertilizante líquido biol y otros fertilizantes foliares de acuerdo con su etapa fenológica (Tabla 5).

TABLA 5
CRONOGRAMA DE APLICACIONES FOLIARES

Fecha	Edad del cultivo (días)	Producto foliar	Dosis: mochila 15 L
31/05/2023	14	Biol	1.5 L
10/06/2023	24	Biol	1.5 L
21/06/2023	35	Biol + Poliphos	1.5 L + 75 ml
28/06/2023	42	Poliphos	75 ml
05/07/2023	55	Calcio - Boro	100 ml
18/07/2023	68	Calcio – Boro + Biol	100 ml +
28/07/2023	78	Nitrofoska NPK + Biol	100 g + 1.5 L
07/08/2023	88	Nitrofoska NPK + Biol	100 g + 1.5 L
17/08/2023	98	Biol	1.5 L
24/08/2023	105	K foliar + Oligomix	75 g +50 g
03/09/2023	115	K foliar + Oligomix	75 g + 50 g
13/09/2023	125	Biol	1.5 L

Riegos

El riego por inundación que se dio antes de establecer el cultivo de pallar fue el único momento en que ingresó el agua a la parcela experimental, como es tradicional en la zona de Ocucaje, por las condiciones de escasez hídrica y por las características de la textura del suelo, con un alto porcentaje de limo que garantiza la retentividad de la humedad durante el ciclo del cultivo, sobre todo en el caso del pallar precoz o de garbanzo que no ocupa más allá de 4 a 5 meses el campo.

Deshierbos

Los deshierbos se realizaron eliminando de manera frecuente las malezas tanto de hoja ancha como las gramíneas que aparecieron durante la etapa vegetativa del cultivo de pallar, con la finalidad de mantener las plantas libres de competencia por humedad y nutrientes (Tabla 6).

TABLA 6
CRONOGRAMA DE DESHIERBOS

N° de deshierbo	Edad de las plantas (dds)	Fecha
1	25	11/06/2023
2	40	26/06/2023
3	55	11/07/2023

Las malezas que se encontraban junto a las plantas de pallar fueron eliminadas de manera manual o utilizando lampa, siendo las más frecuentes:

TABLA 7
MALEZAS MÁS FRECUENTES

Nombre común	Nombre científico
Verdolaga	<i>Portulaca oleracea</i>
Papilla	<i>Priva laevis</i>
Nabo silvestre	<i>Brassica rapa</i>
Gramma común	<i>Cynodon dactilon</i>

Manejo fitosanitario

El manejo fitosanitario se basó en las evaluaciones frecuentes utilizando una serie de estrategias para prevenir y monitorear las plagas de importancia en el cultivo de pallar, con la finalidad de tomar las decisiones más oportunas y pertinentes (Tabla 8).

TABLA 8
CRONOGRAMA DEL MANEJO FITOSANITARIO

Fecha	Labor	Producto utilizado	Dosis	Plagas a controlar
16/05/2022	Colocación de cebos tóxicos	Melaza, afrecho, Clorpirifos	5 L, 18 Kg, 120 ml	Gusanos de tierra (<i>Agrotis sp.</i> y <i>Spodoptera sp.</i>)
25/05/2022	Trampas con melaza	Botellas descartables, agua y melaza	12 unidades, 4 L, 2 L.	Adultos lepidop. (<i>Agrotis sp.</i> y <i>Spodoptera sp.</i>)
29/05/2022	Trampas cromáticas	Plástico amarillo, temo-o-cid	5 m, 750 ml	<i>Bemisia tabaci</i> , <i>Empoasca kraemeri</i> , <i>Aphis sp.</i>
1/09/2022	Aplicación química	Lannate (Methomyl) y Kieto (Emamectin Benzoate+Lufenuron)	20 g/20 L 12 g/20 L	Gusano barrenador vainas (<i>Laspeyresia leguminis</i>) Mosquito del brote <i>Prodiplosis longuifila</i>

El manejo fitosanitario se inició a los ocho días después de la siembra preparando cebos tóxicos que consistió en mezclar 5 kg de melaza, 18 kg de afrecho y 120 ml de Clorpirifos, agregando agua y mezclando lo más uniforme posible para homogenizar el cebo tóxico que se colocó alrededor de caga hoyo o golpe de plantas emergidas, con la finalidad de prevenir los daños por gusanos de tierra. Seguidamente, se prepararon trampas con melaza y agua (1:1) en plásticos descartables tanto a ras del suelo como colocadas en estacas cerca de las plantas, para monitorear adultos de lepidópteros desde temprano. Posteriormente se colocaron trampas con plásticos de color amarillo, para capturar insectos picadores

chupadores tipo mosca blanca y pulgones, que son atraídos por dicho color. Cada semana se realizó mantenimiento a las trampas etológicas de modo que se mantenga su efectividad y mantener un nivel bajo de la población de los insectos presenten durante las diversas etapas fenológicas del cultivo de pallar precoz (Tabla 8).

Cosecha

En atención a los genotipos en estudio se esperó tener una cosecha escalonada; sin embargo, la diferencia de los días a la madurez de la vaina fue mínima; por lo que la cosecha se realizó sólo en dos momentos, el 28 y 30 de setiembre del 2023 a los 134 y 136 días después de la siembra, cuando las vainas presentaron aspecto quebradizo a la presión de los dedos y una coloración crema pajizo. La cosecha propiamente dicha consistió en extraer las vainas secas de las cinco plantas marcadas por parcela, colocándolas en bolsas de papel debidamente identificadas. Seguidamente se procedió a cosechar el resto de las vainas de la parcela, extrayendo las vainas secas de manera manual. Las vainas cosechadas fueron llevadas a un lugar seco y ventilado; con la finalidad de completar su secado eliminando el exceso de humedad del grano y poder realizar la trilla.

Trilla

La trilla se realizó entre el 12 y 14 de octubre del 2023, al constatar que las vainas se encontraban secas y los granos con un 14% de humedad aproximada, lo que facilitó la realización de la trilla de manera manual a fin de no dañar los granos para la siguiente siembra. La semilla quedó en las bolsas de papel debidamente identificadas, para proceder a las evaluaciones correspondientes.

2.12 Variables evaluadas

Las variables que se evaluaron durante la conducción del cultivo de pallar fueron seleccionadas de acuerdo a los descriptores del IPGRI [39].

- **Porcentaje de emergencia (%).** - El porcentaje de emergencia se obtuvo a los doce días después de la siembra, contando las plantas emergidas, respecto del número de semillas sembradas por parcela, expresado en porcentaje por parcela.
- **Inicio de la floración (días).** – Se anotaron los días transcurridos desde la siembra hasta que el 50% de plantas de cada parcela experimental presentaron sus primeras flores abiertas con las alas desplegadas.
- **Número de nódulos por planta (unidad).** – En plena floración de cada parcela experimental, se realizó la extracción de un golpe de dos plantas en las cuales se procedió a realizar el conteo de nódulos y la clasificación por tamaño.

- **Altura de planta (cm).** –Al final de la floración, se procedió a medir la altura de cinco plantas de cada parcela experimental con wincha metálica, desde la base del cuello de planta hasta la inflorescencia parte terminal del tallo principal, expresando en promedio.
- **Número de vainas por planta (unidad).** – Antes de la cosecha, se procedió al muestreo de cinco plantas en las cuales se extrajeron todas las vainas y previo conteo se colocaron en bolsas de papel debidamente identificadas siendo colocadas en un lugar seco y ventilado para que las vainas continúen con el proceso del secado natural. SE obtuvo el promedio de vainas por planta (golpe).
- **Largo de vaina (cm).** – Comprobando el secado de las vainas, se procedió a tomar el el largo de diez vainas representativas de cada planta marcada por parcela experimental, expresando el promedio respectivo. Para esta evaluación se utilizó una regla metálica en la que se colocó cada vaina anotando su longitud desde la base hasta el extremo del ápice, respetando la curvatura de la vaina.
- **Ancho de vaina (cm).** – En las mismas vainas de la evaluación del largo, se procedió a anotar el ancho de estas y se obtuvo el promedio respectivo. Para realizar esta evaluación se utilizó un vernier calibrador en el cual se colocó la parte central de cada vaina, respetando si hubo o no un leve estrangulamiento en el centro de esta.
- **Número de granos por vaina (unidad).** – Después de anotar el largo y ancho de cada vaina, se procedió a abrirlas o trillarlas, extrayendo los granos y tomando nota del número de granos hallados. 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.
- **Largo del grano (cm).** – De los granos obtenidos al trillar las diez vainas de cada planta muestreada, se tomaron diez granos representativos y se procedió a anotar el largo de cada grano con la ayuda del vernier calibrador, en el cual se colocó cada grano pudiendo evaluar esta variable y expresar el promedio respectivo.
- **Ancho del grano (cm).** – En los mismos granos de la evaluación anterior y con el mismo procedimiento se cambió de postura a cada grano y se anotó el ancho respectivo, expresado en promedio.
- **Grosor del grano (cm).** – De igual manera, en los mismos diez granos en que se evaluaron las variables anteriores, se tomó el grosor de granos por planta marcada, cambiando de postura cada grano, expresando el promedio respectivo.
- **Peso de 100 granos (g).** – En cada parcela experimental, se formaron tres grupos de 100 granos al azar (sin considerar granos defectuosos o fuera de tipo), y se procedió a tomar el peso de las tres muestras de 100 granos secos cada uno, de cada parcela.

- **Peso de grano por planta (g).** – Esta variable se obtuvo anotando el peso del grano de cinco plantas de cada parcela, expresando el promedio por planta.
- **Rendimiento estimado (kg ha⁻¹).** – El peso de grano por planta, sirvió para inferir el rendimiento por parcela y por unidad de superficie. Por lo que se presenta el rendimiento estimado en kg ha⁻¹, de cada genotipo de pallar precoz evaluado en condiciones de la zona de Ocucaje.

2.12 Procesamiento de datos

Los datos de cada una de las variables evaluadas fueron organizados en una base de datos, de tal manera que quedaron ordenados para realizar los análisis estadísticos necesarios.

Se utilizó el Software Infostat para realizar el análisis de varianza (ANVA) a los niveles 0,05 y 0,01 de probabilidad; a fin de determinar la significación estadística a través de la prueba de “F” y el p-value.

De igual manera se halló la Prueba de Rango Múltiple de Duncan (0,05), para establecer los grupos homogéneos y el orden de mérito relativo, con lo cual se puede facilitar la interpretación y discusión de los resultados obtenidos.

Se presenta también 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, se observa que se ha encontrado diferencia significativa entre tratamientos, en cambio, no se ha encontrado diferencia significativa entre las repeticiones, con un coeficiente de variabilidad de 1.64% (Tabla 9).

TABLA 9

ANÁLISIS DE VARIANZA DEL PORCENTAJE DE EMERGENCIA EN LA EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO Y RESPUESTA A LOS RIZOBIOS NATIVOS DE GENOTIPOS DE PALLAR PRECOZ EN OCUCAJE, ICA.

Fuentes de Variación	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft	
					0.05	0.01
Tratamientos	9	99.23	11.03 **	4.41	2.250	3.149
Repeticiones	3	19.48	6.49 NS	2.6	2.960	4.601
Error experimental	27	67.5	2.5			
Total	39	186.2				
S _e = 0.791		C.V. =	Promedio =			
X		1.64 %	96.55 %			

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 DEL RENDIMIENTO Y RESPUESTA A LOS RIZOBIOS NATIVOS DE GENOTIPOS DE PALLAR PRECOZ EN OCUCAJE, ICA.

Clave N°	Tratamientos Genotipos de pallar	Porcentaje de emergencia		
		Promedio (%)	Duncan 0.05	
1	PPD 118-1-2013	98.75	a	
2	PPD 118-2-2013	98.2	a b	
5	PPD 118-2-2015	97.45	a b c	
9	PPD 162-1-2015	97.4	a b c	
3	PPD 118-3-2013	96.63	a b c	
4	PPD 118-1-2015	96.61	a b c	
8	PPD 162-3-2013	96.43	a b c	
7	PPD 162-1-2013	95.75	b c	
10	Precoz OQKG	95.43	c	
6	PPD 162 – 2013	92.84	d	

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

3.2 Altura de planta

En el análisis de varianza realizado para la altura de planta, se observa que no se ha encontrado diferencia significativa entre tratamientos, ni entre las repeticiones con un coeficiente de variabilidad de 4.09% (Tabla 11).

TABLA 11

ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA ALTURA DE PLANTA EN LA EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO Y RESPUESTA A LOS RIZOBIOS NATIVOS DE GENOTIPOS DE PALLAR PRECOZ EN OCUCAJE, ICA.

Fuentes de Variación	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft	
					0.05	0.01
Tratamientos	9	78.70	8.74E+00	2.05 NS	2.250	3.149
Repeticiones	3	10.61	3.54	0.83 NS	2.960	4.601
Error experimental	27	115.00	4.26			
Total	39	204.31				
S _x = 1.032						
X		C.V. = 4.09%	Promedio = 50.52 cm			

Nota: NS.- No existe diferencia significativa

TABLA 12

PRUEBA DE RANGO MÚLTIPLE DE DUNCAN DE LA ALTURA DE PLANTA EN LA EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO Y RESPUESTA A LOS RIZOBIOS NATIVOS DE GENOTIPOS DE PALLAR PRECOZ EN OCUCAJE, ICA.

Clave N°	Genotipos de pallar	Altura de planta	
		Promedio (cm)	Duncan 0.05
10	Precoz OQKG	52.55	a
8	PPD 162-3-2013	52.03	a
9	PPD 162-1-2015	51.89	a b
6	PPD 162 – 2013	51.35	a b c
2	PPD 118-2-2013	50.61	a b c
7	PPD 162-1-2013	50.33	a b c
4	PPD 118-1-2015	50.14	a b c
5	PPD 118-2-2015	49.58	a b c
1	PPD 118-1-2013	48.49	b c
3	PPD 118-3-2013	48.18	c

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

3.3 Inicio de floración

En el análisis de varianza realizado para los días al inicio de la floración, se observa que se ha encontrado diferencia altamente significativa entre los genotipos en estudio mas no así entre las repeticiones o bloques, con un coeficiente de variabilidad de 2.31 % (Tabla 13).

TABLA 13

ANÁLISIS DE VARIANZA DEL INICIO DE LA FLORACIÓN EN LA EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO Y RESPUESTA A LOS RIZOBIOS NATIVOS DE GENOTIPOS DE PALLAR PRECOZ EN OCUCAJE, ICA.

Fuentes de Variación	G.L	S.C.	C.M.	Fc	Ft	
					0.05	0.01
Tratamientos	9	68.03	7.56E+00 **	4.99	2.250	3.149
Repeticiones	3	6.87E+00	2.29E+00 NS	1.51	2.960	4.601
Error experimental	27	4.09E+01	1.51E+00			
Total	39	115.78				
$S_{\frac{X}{X}} = 0.614$			C.V. = 2.31%		Promedio = 53.18 días	

Nota: NS.- No existe diferencia significativa

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

TABLA 14

PRUEBA DE RANGO MÚLTIPLE DE DUNCAN DEL INICIO DE LA FLORACIÓN EN LA EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO Y RESPUESTA A LOS RIZOBIOS NATIVOS DE GENOTIPOS DE PALLAR PRECOZ EN OCUCAJE, ICA.

Clave N°	Genotipos de pallar	Inicio de la floración	
		Promedio (días)	Duncan 0.05
7	PPD 162-1-2013	51.0	a
8	PPD 162-3-2013	51.75	a b
9	PPD 162-1-2015	52.0	a b c
6	PPD 162 – 2013	52.25	a b c d
4	PPD 118-1-2015	53.0	b c d e
10	Precoz OQKG	53.75	c d e
2	PPD 118-2-2013	54.0	d e
5	PPD 118-2-2015	54.25	e
1	PPD 118-1-2013	54.75	e
3	PPD 118-3-2013	55.0	e

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

3.4 Número de nódulos por planta

Para la variable número de nódulos por planta, se extrajo la raíz cuadrada a los datos obtenidos y con dicha transformación se realizó el análisis de varianza, encontrando diferencia significativa (95% de confiabilidad) entre los genotipos evaluados, sin diferencia significativa entre los bloques o repeticiones, presentando un coeficiente de variación de 8.97% (Tabla 15)

TABLA 15

ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA RAÍZ CUADRADA DEL NÚMERO DE NÓDULOS POR PLANTA EN LA EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO Y RESPUESTA A LOS RIZOBIOS NATIVOS DE GENOTIPOS DE PALLAR PRECOZ EN OCUCAJE, ICA.

Fuentes de Variación	G.L	S.C.	C.M.	Fc	Ft	
					0.05	0.01
Tratamientos	9	2.78	0.31 *	2.78	2.250	3.149
Repeticiones	3	1.10E-01	4.00E-02 NS	0.34	2.960	4.601
Error experimental	27	2.99	1.10E-01			
Total	39	5.88				
S _{xx} = 0.166					Promedio = 3.71 (13.92)	
X			C.V. = 8.97%		nódulos/planta	

Nota: NS.- No existe diferencia significativa

*. – Existe diferencia significativa (95% de confiabilidad)

TABLA 16

PRUEBA DE RANGO MÚLTIPLE DE DUNCAN DE RAÍZ CUADRADA DEL NÚMERO DE NÓDULOS POR PLANTA EN LA EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO Y RESPUESTA A LOS RIZOBIOS NATIVOS DE GENOTIPOS DE PALLAR PRECOZ EN OCUCAJE, ICA.

Clave Nº	Genotipos de pallar	Número de nódulos		
		Transformado/ planta (unidad)	Promedio por planta (unidad)	Duncan 0.05
10	Precoz OQKG	4.01	16.25	a
6	PPD 162 – 2013	3.99	16.0	a b
4	PPD 118-1-2015	3.96	15.75	a b c
9	PPD 162-1-2015	3.90	15.25	a b c
8	PPD 162-3-2013	3.76	14.25	a b c d
2	PPD 118-2-2013	3.73	14.0	a b c d
7	PPD 162-1-2013	3.70	13.75	a b c d
1	PPD 118-1-2013	3.44	12.0	b c d
5	PPD 118-2-2015	3.42	11.75	c d
3	PPD 118-3-2013	3.19	10.25	d

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

3.5 Número de vainas por planta

En el análisis de varianza realizado para el número de vainas por planta se encontró diferencia altamente significativa entre los genotipos en estudio y no se encontró diferencia estadística significativa entre los bloques o repeticiones, con un coeficiente de variación de 3.15% (Tabla 17).

TABLA 17

ANÁLISIS DE VARIANZA DEL NUMERO DE VAINAS POR PLANTA EN LA EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO Y RESPUESTA A LOS RIZOBIOS NATIVOS DE GENOTIPOS DE PALLAR PRECOZ EN OCUCAJE, ICA.

Fuentes de Variación	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft	
					0.05	0.01
Tratamientos	9	15.28	1.7 **	9.32	2.250	3.149
Repeticiones	3	1.22	0.41 NS	2.23	2.960	4.601
Error experimental	27	4.92	0.18			
Total	39	21.42				
$S_{\frac{X}{X}} = 0.212$		C.V. = 3.15%		Promedio = 13.56 vainas		

Nota: NS.- No existe diferencia significativa (95% de confiabilidad)

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

TABLA 18

PRUEBA DE RANGO MÚLTIPLE DE DUNCAN DEL NÚMERO DE VAINAS POR PLANTA EN LA EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO Y RESPUESTA A LOS RIZOBIOS NATIVOS DE GENOTIPOS DE PALLAR PRECOZ EN OCUCAJE, ICA.

Clave Nº	Genotipos de pallar	Número de vainas por planta	
		Promedio (unidad)	Duncan 0.05
5	PPD 118-2-2015	14.56	a
3	PPD 118-3-2013	14.53	a
2	PPD 118-2-2013	13.76	b
9	PPD 162-1-2015	13.75	b
4	PPD 118-1-2015	13.66	b
8	PPD 162-3-2013	13.44	b
1	PPD 118-1-2013	13.38	b c
6	PPD 162 – 2013	13.25	b c
10	Precoz OQKG	12.75	c d
7	PPD 162-1-2013	12.56	d

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

3.6 Dimensiones de la vaina

3.6.1 Largo de vaina

En el análisis de varianza realizado para el largo de vaina, se encontró diferencia altamente significativa entre los genotipos en estudio y no se ha encontrado diferencia significativa entre las repeticiones, con un coeficiente de variabilidad de 2.33 % (Tabla 19).

TABLA 19

ANÁLISIS DE VARIANZA DEL LARGO DE VAINA EN LA EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO Y RESPUESTA A LOS RIZOBIOS NATIVOS DE GENOTIPOS DE PALLAR PRECOZ EN OCUCAJE, ICA.

Fuentes de Variación	G.L	S.C.	C.M.	Fc	Ft	
					0.05	0.01
Tratamientos	9	8.24	0.92 **	9.05	2.250	3.149
Repeticiones	3	0.26	0.09 NS	0.85	2.960	4.601
Error experimental	27	2.73	0.1			
Total	39	11.23				

$S_{\frac{X}{X}} = 0.158$
C.V. = 2.33%
Promedio = 13.65 cm

Nota: NS.- No existe diferencia significativa (95% de confiabilidad)

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

TABLA 20

PRUEBA DE RANGO MÚLTIPLE DE DUNCAN DEL LARGO DE VAINA EN LA EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO Y RESPUESTA A LOS RIZOBIOS NATIVOS DE GENOTIPOS DE PALLAR PRECOZ EN OCUCAJE, ICA.

Clave Nº	Genotipos de pallar	Largo de vaina	
		Promedio (cm)	Duncan 0.05
7	PPD 162-1-2013	14.28	a
10	Precoz OQKG	14.26	a
8	PPD 162-3-2013	14.01	a b
6	PPD 162 – 2013	13.75	b c
9	PPD 162-1-2015	13.75	b c
5	PPD 118-2-2015	13.65	b c
1	PPD 118-1-2013	13.50	c
2	PPD 118-2-2013	13.26	c
4	PPD 118-1-2015	13.25	c
3	PPD 118-3-2013	12.75	d

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

3.6.2 Ancho de vaina

En el análisis de varianza realizado para el ancho de vaina, se encontró diferencia altamente significativa con 99% de confiabilidad, entre los genotipos en estudio y no se ha encontrado diferencia significativa entre las repeticiones, con un coeficiente de variabilidad de 1.61% (Tabla 21).

TABLA 21

ANÁLISIS DE VARIANZA DEL ANCHO DE VAINA EN LA EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO Y RESPUESTA A LOS RIZOBIOS NATIVOS DE GENOTIPOS DE PALLAR PRECOZ EN OCUCAJE, ICA.

Fuentes de Variación	G.L	S.C.	C.M.	Fc	Ft	
					0.05	0.01
Tratamientos	9	0.07	0.01 **	4.7	2.250	3.149
Repeticiones	3	3.70E-03	1.20E-03 NS	0.71	2.960	4.601
Error experimental	27	0.05	1.70E-03			
Total	39	0.12				
$S_{\frac{X}{X}} = 0.021$			C.V. = 1.61%		Promedio = 2.57 cm	

Nota: NS.- No existe diferencia significativa (95% de confiabilidad)

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

TABLA 22

PRUEBA DE RANGO MÚLTIPLE DE DUNCAN DEL ANCHO DE VAINA EN LA EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO Y RESPUESTA A LOS RIZOBIOS NATIVOS DE GENOTIPOS DE PALLAR PRECOZ EN OCUCAJE, ICA.

Clave Nº	Genotipos de pallar	Ancho de vaina	
		Promedio (cm)	Duncan 0.05
7	PPD 162-1-2013	2.63	a
10	Precoz OQKG	2.63	a
6	PPD 162 – 2013	2.62	a b
9	PPD 162-1-2015	2.60	a b c
8	PPD 162-3-2013	2.58	a b c d
5	PPD 118-2-2015	2.56	b c d
1	PPD 118-1-2013	2.54	c d
3	PPD 118-3-2013	2.53	c d
2	PPD 118-2-2013	2.52	d
4	PPD 118-1-2015	2.52	d

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

3.7 Número de granos por vaina

En el análisis de varianza realizado para el número de granos por vaina, no se encontró diferencia estadística significativa entre los genotipos en estudio ni entre las repeticiones o bloques, presentando un coeficiente de variabilidad de 9.51% (Tabla 23).

TABLA 23

ANÁLISIS DE VARIANZA DEL NUMERO DE GRANOS POR VAINA EN LA EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO Y RESPUESTA A LOS RIZOBIOS NATIVOS DE GENOTIPOS DE PALLAR PRECOZ EN OCUCAJE, ICA.

Fuentes de Variación	G.L	S.C.	C.M.	Fc	Ft	
					0.05	0.01
Tratamientos	9	1.83	0.2 NS	2.17	2.250	3.149
Repeticiones	3	1.50E-01	5.00E-02 NS	0.52	2.960	4.601
Error experimental	27	2.53	9.00E-02			
Total	39	4.5				

$S_{\bar{X}} = 0.150$
 C.V. = 9.51%
 Promedio = 3.22 granos

Nota: NS.- No existe diferencia significativa (95% de confiabilidad)

TABLA 24

PRUEBA DE RANGO MÚLTIPLE DE DUNCAN DEL NUMERO DE GRANOS POR VAINA EN LA EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO Y RESPUESTA A LOS RIZOBIOS NATIVOS DE GENOTIPOS DE PALLAR PRECOZ EN OCUCAJE, ICA.

Clave N°	Genotipos de pallar	Número de granos por vaina	
		Promedio (unidad)	Duncan 0.05
1	PPD 118-1-2013	3.5	a
2	PPD 118-2-2013	3.5	a
5	PPD 118-2-2015	3.45	a b
9	PPD 162-1-2015	3.25	a b c
4	PPD 118-1-2015	3.25	a b c
6	PPD 162 – 2013	3.18	a b c
3	PPD 118-3-2013	3.15	a b c
10	Precoz OQKG	3.13	a b c
7	PPD 162-1-2013	2.95	b c
8	PPD 162-3-2013	2.83	c

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

3.8 Dimensiones del grano

3.8.1 Largo de grano

En el análisis de varianza realizado para el largo de grano, se encontró diferencia altamente significativa entre los genotipos en estudio, de igual maneras entre las repeticiones o bloques, presentando un coeficiente de variabilidad de 0.56% (Tabla 25).

TABLA 25

ANÁLISIS DE VARIANZA DEL LARGO DE GRANO EN LA EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO Y RESPUESTA A LOS RIZOBIOS NATIVOS DE GENOTIPOS DE PALLAR PRECOZ EN OCUCAJE, ICA.

Fuentes de Variación	G.L	S.C.	C.M.	Fc	Ft	
					0.05	0.01
Tratamientos	9	0.08	0.01 **	48.6	2.250	3.149
Repeticiones	3	0.01	1.70E-03 **	9.05	2.960	4.601
Error experimental	27	0.01	1.90E-04			
Total	39	0.09				
$S_{\bar{X}} = 0.007$		C.V. = 0.56%		Promedio = 2.47 cm		

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

TABLA 26

PRUEBA DE RANGO MÚLTIPLE DE DUNCAN DEL LARGO DE GRANO EN LA EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO Y RESPUESTA A LOS RIZOBIOS NATIVOS DE GENOTIPOS DE PALLAR PRECOZ EN OCUCAJE, ICA.

Clave N°	Genotipos de pallar	Largo de Grano	
		Promedio (cm)	Duncan 0.05
10	Precoz OQKG	2.54	a
7	PPD 162-1-2013	2.54	a
9	PPD 162-1-2015	2.52	a
8	PPD 162-3-2013	2.49	b
6	PPD 162 – 2013	2.49	b
1	PPD 118-1-2013	2.45	c
3	PPD 118-3-2013	2.44	c d
2	PPD 118-2-2013	2.43	d e
4	PPD 118-1-2015	2.42	d e
5	PPD 118-2-2015	2.41	e

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

3.8.2 Ancho de grano

En el análisis de varianza realizado para el ancho de grano de pallar, se encontró diferencia altamente significativa tanto entre los genotipos en estudio con 99% de confiabilidad, así como entre las repeticiones o bloques, presentando un coeficiente de variabilidad de 0.81% (Tabla 27).

TABLA 27

ANÁLISIS DE VARIANZA DEL ANCHO DE GRANO EN LA EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO Y RESPUESTA A LOS RIZOBIOS NATIVOS DE GENOTIPOS DE PALLAR PRECOZ EN OCUCAJE, ICA.

Fuentes de Variación	G.L	S.C.	C.M.	Fc	Ft	
					0.05	0.01
Tratamientos	9	0.01	1.30E-03 **	6.72	2.250	3.149
Repeticiones	3	3.40E-03	1.10E-03 **	6	2.960	4.601
Error experimental	27	0.01	1.90E-04			
Total	39	0.02				
$S_{\bar{X}} = 0.007$			C.V. = 0.81%		Promedio = 1.69 cm	

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

TABLA 28

PRUEBA DE RANGO MÚLTIPLE DE DUNCAN DEL ANCHO DE GRANO EN LA EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO Y RESPUESTA A LOS RIZOBIOS NATIVOS DE GENOTIPOS DE PALLAR PRECOZ EN OCUCAJE, ICA.

Clave N°	Genotipos de pallar	Ancho de Grano	
		Promedio (cm)	Duncan 0.05
1	PPD 118-1-2013	1.72	a
4	PPD 118-1-2015	1.72	a b
2	PPD 118-2-2013	1.70	b c
5	PPD 118-2-2015	1.70	b c
9	PPD 162-1-2015	1.70	b c
8	PPD 162-3-2013	1.69	c
10	Precoz OQKG	1.68	c d
3	PPD 118-3-2013	1.68	c d
7	PPD 162-1-2013	1.68	c d
6	PPD 162 – 2013	1.66	d

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

3.8.3 Grosor de grano

En el análisis de varianza realizado para el grosor de grano, se encontró diferencia altamente significativa entre los genotipos en estudio, de igual maneras entre las repeticiones o bloques, presentando un coeficiente de variabilidad de 1.33% (Tabla 29).

TABLA 29

ANÁLISIS DE VARIANZA DEL GROSOR DE GRANO EN LA EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO Y RESPUESTA A LOS RIZOBIOS NATIVOS DE GENOTIPOS DE PALLAR PRECOZ EN OCUCAJE, ICA.

Fuentes de Variación	G.L	S.C.	C.M.	Fc	Ft	
					0.05	0.01
Tratamientos	9	0.01	6.20E-04 **	7.48	2.250	3.149
Repeticiones	3	2.10E-03	7.00E-04 **	8.4	2.960	4.601
Error experimental	27	2.20E-03	8.30E-05			
Total	39	0.01				
$S_{\bar{X}} = 0.005$		C.V. = 1.33%		Promedio = 0.69 cm		

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

TABLA 30

PRUEBA DE RANGO MÚLTIPLE DE DUNCAN DEL GROSOR DE GRANO EN LA EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO Y RESPUESTA A LOS RIZOBIOS NATIVOS DE GENOTIPOS DE PALLAR PRECOZ EN OCUCAJE, ICA.

Clave N°	Genotipos de pallar	Grosor de Grano	
		Promedio (cm)	Duncan 0.05
4	PPD 118-1-2015	0.71	a
2	PPD 118-2-2013	0.70	a b
10	Precoz OQKG	0.69	b c
3	PPD 118-3-2013	0.69	b c
9	PPD 118-2-2015	0.69	b c
5	PPD 162-1-2015	0.69	c
1	PPD 118-1-2013	0.69	c d
7	PPD 162-1-2013	0.68	c d
8	PPD 162-3-2013	0.67	c d
6	PPD 162 – 2013	0.66	d

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

3.9 Peso de 100 granos (g)

En el análisis de varianza realizado para el peso de 100 granos, se encontró diferencia altamente significativa con 99% de confiabilidad entre los genotipos en estudio, de igual manera entre las repeticiones o bloques, presentando un coeficiente de variabilidad de 0.85% (Tabla 31).

TABLA 31

ANÁLISIS DE VARIANZA DEL PESO DE 100 GRANOS EN LA EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO Y RESPUESTA A LOS RIZOBIOS NATIVOS DE GENOTIPOS DE PALLAR PRECOZ EN OCUCAJE, ICA.

Fuentes de Variación	G.L	S.C.	C.M.	Fc	Ft	
					0.05	0.01
Tratamientos	9	700.55	6.04E+01**	27.54	2.250	3.149
Repeticiones	3	2.43E+01	7.78E+01**	35.48	2.960	4.601
Error experimental	27	5.92E+01	8.11E+00	3.7		
Total	39	784.11				
$S_{\bar{X}} = 0.740$			C.V. = 0.85%		Promedio = 174.74 g	

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

TABLA 32

PRUEBA DE RANGO MÚLTIPLE DE DUNCAN DEL PESO DE 100 GRANOS EN LA EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO Y RESPUESTA A LOS RIZOBIOS NATIVOS DE GENOTIPOS DE PALLAR PRECOZ EN OCUCAJE, ICA.

Clave N°	Genotipos de pallar	Peso de 100 Granos	
		Promedio (g)	Duncan 0.05
10	Precoz OQKG	180.53	a
6	PPD 162 – 2013	179.08	a b
9	PPD 162-1-2015	178.45	a b
7	PPD 162-1-2013	177.45	b
8	PPD 162-3-2013	176.93	b
3	PPD 118-3-2013	174.78	c
4	PPD 118-1-2015	172.05	d
2	PPD 118-2-2013	170.85	d
1	PPD 118-1-2013	168.75	e
5	PPD 118-2-2015	168.53	e

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

3.10 Peso de granos por planta

En el análisis de varianza realizado para el peso de granos por planta, se encontró diferencia altamente significativa con 99% de confiabilidad entre los genotipos en estudio, de igual maneras entre las repeticiones o bloques, presentando un coeficiente de variabilidad de 1.98% (Tabla 33).

TABLA 33

ANÁLISIS DE VARIANZA DEL PESO DE GRANO POR PLANTA EN LA EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO Y RESPUESTA A LOS RIZOBIOS NATIVOS DE GENOTIPOS DE PALLAR PRECOZ EN OCUCAJE, ICA.

Fuentes de Variación	G.L	S.C.	C.M.	Fc	Ft	
					0.05	0.01
Tratamientos	9	393.67	4.37E+01 **	8.07	2.250	3.149
Repeticiones	3	8.21E+01	2.74E+01 **	5.05	2.960	4.601
Error experimental	27	1.46E+02	5.42E+00			
Total	39	622.19				
$S_{\bar{X}} = 1.164$			C.V. = 1.98%		Promedio = 117.57 cm	

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

TABLA 34

PRUEBA DE RANGO MÚLTIPLE DE DUNCAN DEL PESO DE GRANO POR PLANTA EN LA EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO Y RESPUESTA A LOS RIZOBIOS NATIVOS DE GENOTIPOS DE PALLAR PRECOZ EN OCUCAJE, ICA.

Clave N°	Genotipos de pallar	Peso de Grano		
		Promedio (g/planta)	Rendimiento (kg/ha)	Duncan 0.05
7	PPD 162-1-2013	122.4	2868.75	a
6	PPD 162 – 2013	120.18	2816.72	a b
9	PPD 162-1-2015	120.08	2814.38	a b
10	Precoz OQKG	119.93	2810.86	a b
8	PPD 162-3-2013	118.13	2768.67	b c
5	PPD 118-2-2015	116.93	2740.55	b c
1	PPD 118-1-2013	116.53	2731.17	b c
2	PPD 118-2-2013	115.68	2711.25	c
4	PPD 118-1-2015	114.88	2692.50	c
3	PPD 118-3-2013	110.95	2600.39	d

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

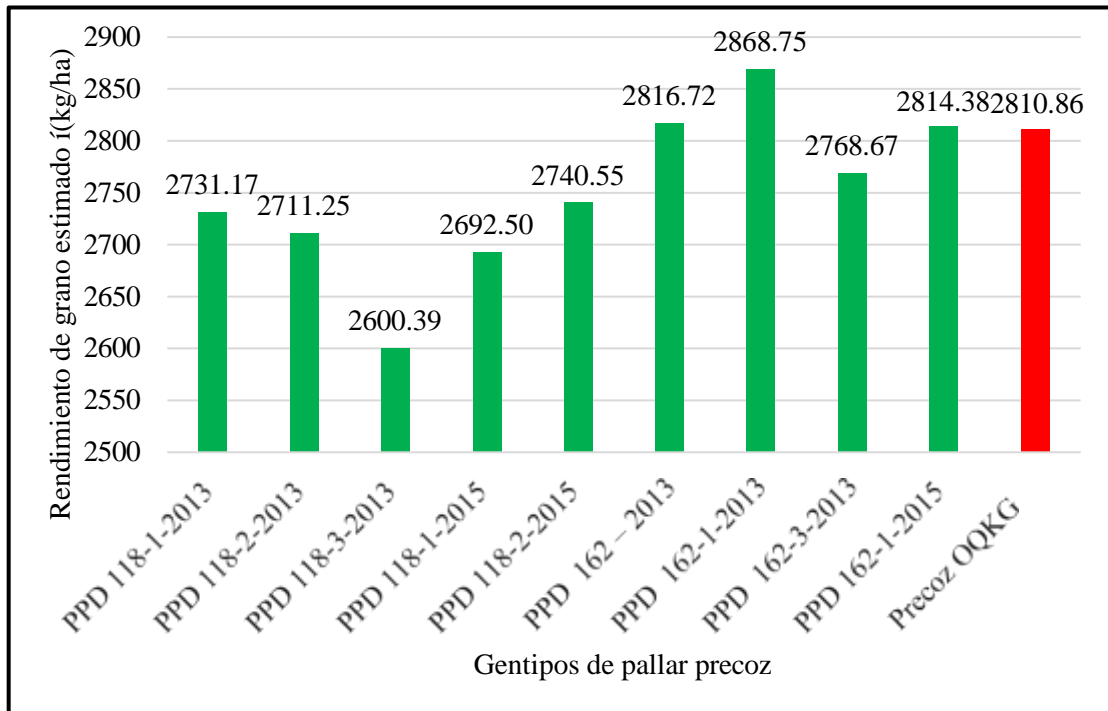


Fig. 2: Rendimiento de grano estimado (kg/ha) de diez genotipos de pallar precoz

IV. DISCUSIÓN

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en el sector Pinilla del distrito de Ocucaje ubicado en la zona baja del valle de Ica, zona considerada excepcional por las condiciones muy particulares donde se cultivan especies alimenticias como legumbres, cucurbitáceas, maíz, y frutales de excelente calidad culinaria; donde se ha podido estudiar de manera comparativa diez genotipos de pallar precoz, de hábito de crecimiento determinado que se encuentran en etapas avanzadas de evaluación en diversas zonas del valle de Ica, lo que ha permitido conocer su respuesta a las condiciones particulares mencionadas de manejo del cultivo que se presentan en la zona del estudio.

La siembra se realizó en época óptima para el cultivo de pallar, la conducción del cultivo se llevó a cabo según la tecnología del agricultor productor de pallar de Ocucaje, el manejo fitosanitario se basó en evaluaciones continuas a fin de tomar medidas preventivas; las condiciones climáticas de la temporada retrasaron un poco el inicio de floración y alargaron el ciclo del cultivo; aunque sin mayor significancia, ya que todos los genotipos evaluados se encuentran dentro de la clasificación de ciclo precoz, de cuatro meses a grano seco. La ausencia de riegos posteriores a la siembra, afectaron de manera similar a todos los genotipos en estudio.

4.1 El terreno experimental

El suelo donde se instaló el cultivo de pallar, presentó una textura franco arenoso, con predominancia de arena y un importante 40.58% de limo, de reacción moderadamente alcalina (pH), con una conductividad eléctrica libre del efecto dañino de sales para el cultivo de pallar, con bajo contenido de CaCO_3 , de materia orgánica y nitrógeno total, con mediana capacidad de intercambio catiónico (CIC), con predominancia de Calcio, que se encontró en cantidades altas, y contenido bajo de los cationes Potasio y el Magnesio; por lo que se trata de un suelo de baja a media fertilidad, que requiere una mayor atención a la nutrición de las plantas según sus etapas fenológicas, de modo que se pueda formar una cosecha rentable y un buen rendimiento de grano (Tablas 1 y 2).

Se sabe que el cultivo de pallar, siendo una leguminosa, no es exigente en cantidades altas de nutrientes como los cereales; se sabe también que en las condiciones de manejo del cultivo de pallar en zonas donde no se riega, no es posible fertilizar al suelo, precisamente por la falta de humedad suficiente para disolver el fertilizante químico; por lo que son de vital importancia las aplicaciones foliares que se realizaron de manera frecuente, como se ha indicado en el presente texto.

En el presente estudio fue fundamental observar la habilidad simbiótica de los genotipos de pallar durante la etapa de la floración que consistió en la evaluación de la presencia de nódulos en la raíz como evidencia de dicha simbiosis; que en muchos casos se puede ver

afectada por el tipo de suelo, ausencia o escasez de humedad, etc., entre otros factores limitantes.

4.2 Condiciones meteorológicas

La preparación del campo experimental se inició en el mes de abril con una temperatura media mensual promedio de 24.6°C, que todavía mantenía la etapa calurosa de la temporada, y en el mes de mayo en que se realizó la siembra, la temperatura media mensual ya había descendido a 20.4°C, manteniendo las condiciones cálidas favorables que requiere la semilla durante la germinación y emergencia, originando un alto porcentaje de emergencia de manera general. Durante las etapas vegetativas subsiguientes la temperatura media mensual fue disminuyendo de 18.9°C a 18.6 y 19.0, en los meses de junio, julio y agosto, respectivamente hasta que se inició la floración, condiciones que fueron favorables para el momento de la polinización que garantiza la formación o cuajado de vainas. Las temperaturas mínimas fluctuaron desde 13.4° en mayo, mes de la siembra hasta 11.7°C en el mes de julio, no siendo limitantes para el desarrollo del cultivo

Finalmente, las temperaturas medias del mes de setiembre, mes de la cosecha llegaron a 19.7°C, lo que contribuyó con la etapa de madurez de la vaina y el grano, culminando el ciclo del cultivo en condiciones favorables. Las horas de sol, también jugaron un rol importante para el cultivo, con rangos de 5.5 en el mes de julio como el menor valor diario, hasta 7.7 horas de sol diarias en el mes de setiembre; la humedad relativa se inició con 77.2% en mayo el mes de la siembra, manteniéndose de manera muy similar hasta el final del ciclo del cultivo, lo que contribuyó con el secado de vainas y granos, siendo normal para los requerimientos del cultivo de pallar; considerando por tanto que las condiciones meteorológicas de la zona de Ocucaje, sector Pinillos fueron favorables para lograr buen rendimiento de los genotipos de pallar en estudio (Tabla 3).

4.3 Porcentaje de emergencia (%)

El porcentaje de emergencia de plantas de los genotipos de pallar en estudio fue bastante satisfactorio con diferencia altamente significativa entre ellos, observando que siete genotipos se ubicaron en el primer lugar con valores de 96.43 a 98.75% de emergencia; seguidamente los tres genotipos restantes se ubicaron en el segundo tercer y cuarto lugar con 95.75, 95.43 y 92.84%, respectivamente como se aprecia en la Prueba de Rango Múltiple de Duncan (Tablas 9 y 10). Cabe anotar que todos los genotipos de pallar en estudio procedieron de cosecha reciente, conservados en condiciones adecuadas y al ser sembradas utilizando un fungicida que les protegió de los hongos del suelo, se les ayudó a expresar su buen porcentaje de emergencia y el buen vigor de cada uno de ellos, de manera similar; por lo que definitivamente no fue necesario realizar resiembra alguna.

Los resultados que se presentan son ligeramente superiores a los reportados por [9], quienes evaluando ocho líneas de pallar encontraron rangos de 90.0 y 97.5% de emergencia en la zona media del valle de Ica con riego por goteo; por su parte [10] reportan valores inferiores a los del presente estudio (93.44%); por lo que tuvieron que realizar la resiembra; mientras que [12], presentó valores entre 86.11 y 97.92% de emergencia, debiendo también resembrar en algunas parcelas debidamente identificadas para uniformizar la población de plantas.

4.4 Altura de planta (cm)

La evaluación de esta variable se llevó a cabo al final de la floración, evitando producir caída de flores; encontrando similitud en los valores obtenidos entre los genotipos evaluados sin diferencia estadística significativa entre ellos (Tabla 11). Según la Prueba de Rango Múltiple de Duncan (Tabla 12), la altura de planta presentó un rango entre 52.55 para el testigo cultivar Precoz y 48.18 cm para el genotipo PPD 118-3-2013; valores que se consideran inferiores a los reportados por [9], quienes obtuvieron plantas con 76.32 a 81.94 cm como valores extremos con riego por goteo en siembra de setiembre; también son inferiores a los reportados por [11], quien encontró valores entre 59.0 y 70.0 cm de altura de planta, en promedio. Por otro lado, también con riego por goteo, en la zona media del valle de Ica [12], reporta valores entre 56.23 cm para PPD 162-1-2015, hasta 42.55 cm para las plantas más pequeñas que correspondieron a PPD 162-1-2013.

Los diversos estudios comparados, nos indican que la altura de planta es una variable muy influenciada por el ambiente; es decir, responde al tipo de suelo, condiciones de humedad (ausencia de riego), entre otros factores, que en el presente estudio ha permitido que las plantas presenten valores estadísticamente similares con una altura de planta controlada con escasa variación entre los genotipos evaluados.

4.5 Inicio de la floración (días)

Para el inicio de la floración, se encontró diferencia altamente significativa entre los genotipos de pallar precoz evaluados (Tabla 13), ubicándose en el primer lugar como los más precoces los genotipos PPD 162-1-2013, PPD 162-3-2013, PPD 162-1-2015 y PPD 162-2013 con 51.0, 51.75, 52.0 y 52.25 días al inicio de la floración; seguidos de los genotipos PPD 118-1-2015, testigo cultivar Precoz y PPD 118-2-2013 con 53.0, 53.75 y 54.0 días al inicio de la floración, con diferencia significativa entre ellos, ya que se ubicaron en el segundo, tercer y cuarto lugar del orden de mérito, respectivamente. Finalmente, en el quinto y último lugar se ubicaron los tres genotipos restantes con 54.25 a 55.0 días al inicio de floración, sin diferencia estadística entre ellos (Tabla 14).

Los valores obtenidos en el presente estudio para el inicio de la floración difieren de los reportados por [9], quienes encontraron rangos de 43.80 a 48.80 días, en siembra de setiembre y con riego por goteo; de manera similar [11] reporta valores entre 40.50 y 47.0 días al inicio de la floración en siembra de abril con riego por goteo; en cambio [14], reporta valores entre 54.67 y 63.0 días a la floración presentando una mayor amplitud para las líneas de pallar precoz evaluadas. Por otro lado, [12], reporta valores entre 62.50 a 60.0 días al inicio de la floración en las líneas avanzadas evaluadas.

Se trata de una variable que es parte de la fenología de la planta muy influenciada por el ambiente, sobre todo de las temperaturas medias diarias o nocturnas del invierno que pueden detener el crecimiento de las plantas y en el presente estudio la escasez de humedad también es un factor que puede acelerar la aparición de los órganos reproductores; sin embargo, no hay una diferencia mayor a cinco días entre los valores extremos hallados; es decir que los genotipos en estudio, presentan mínima diferencia en el inicio de la floración.

4.6 Número de nódulos por planta (unidad)

Se encontró diferencia significativa entre los genotipos de pallar precoz en estudio para el número de nódulos por planta (Tabla 15), destacando en el primer lugar el cultivar testigo Precoz de Ocucaje con 16.25 nódulos por planta, en promedio, junto con los genotipos PPD 162-2013, PPD 118-1-2015, PPD 162-1-2015, PPD 162-3-2013, PPD 118-2-2013 y PPD 162-1-2013 con 16.0, 15.75, 15.25, 14.25, 14.0 y 13.75 nódulos por planta en promedio, respectivamente. En segundo lugar, se ubicó el genotipo PPD 118-1-2013 con 12.0 nódulos por planta; en el tercer y cuarto lugar se ubicaron los genotipos de pallar PPD 118-2-2015 y PPD 118-3-2013 nódulos por planta en promedio, respectivamente.

Como señalan [38], los nódulos son órganos especializados que se ubican en las raíces y son los encargados de realizar la simbiosis con la leguminosa hospedera, en este caso, la planta de pallar. En estos nódulos, los rizobios fijan el nitrógeno atmosférico en formas asimilables como amonio y aminoácidos, que pueden ser incorporadas al metabolismo de la planta, la cual, a su vez, les provee un ambiente hipóxico y fuentes de carbono. Gracias a esta simbiosis, las leguminosas son capaces de crecer en suelos deficientes de nitrógeno sin necesidad de agregar fertilizantes sintéticos; tal es el caso de los suelos de la zona de Ocucaje.

4.7 Número de vainas por planta (unidad)

En el número de vainas por planta se encontró diferencia altamente significativa entre los genotipos de pallar precoz evaluados (Tabla 17), y en la Prueba de Rango Múltiple de Duncan, se ha encontrado que los genotipos PPD 118-2-2015 y PPD 118-3-2013, se ubicaron en el primer lugar con 14.56 y 14.53 vainas por planta, en promedio,

respectivamente; en el segundo lugar se ubicaron los genotipos PPD 118-2-2013, PPD 162-1-2015, PPD 118-1-2015, PPD 162-3-2013, PPD 118-1-2013 y PPD 162-2013 con 13.76, 13.75, 13.66, 13.44, 13.38 y 13.25 vainas por planta, en promedio, respectivamente. Finalmente, el cultivar testigo Precoz de Ocucaje y el genotipo PPD 162-1-2013, se ubicaron en el tercer y cuarto lugar con 12.75 y 12.56 vainas por planta, en promedio, respectivamente (Tabla 18).

Estos resultados tienen cierta similitud con los obtenidos por [12] quien, en siembra de abril, en la zona media del valle de Ica, con riego por goteo con líneas avanzadas de pallar precoz, obtuvo promedios entre 11.90 a 14.95 vainas por planta. De manera similar [9], en siembra de setiembre reportan valores entre 12.23 a 14.53 vainas por planta; por su parte, [10], en siembra de setiembre, reportan valores entre 14.50 hasta 18.42 vainas por planta, siendo valores superiores a los del presente estudio, adicionalmente se hace referencia al estudio realizado por [11], en siembra de abril, quien obtuvo valores inferiores a los del presente estudio, con promedios desde 10.75 hasta 13.88 vainas por planta.

Esta variable, es muy importante porque se toma en cuenta en los programas de mejoramiento genético con fines de selección de los genotipos más productivos o prolíficos, al alcanzar un mayor número de vainas por planta; contribuyendo de manera directa con el rendimiento. Los resultados de esta variable, comparados con los diferentes antecedentes muestra el efecto ambiental con un fuerte componente genético que permite lograr resultados similares en diferentes lugares de evaluación comparativa.

En la zona de Ocucaje, habiendo sembrado en época óptima para el pallar precoz, con el sistema tradicional de riego único por inundación, se comprueba una vez más la adaptación de cultivo de pallar a estas condiciones tan particulares; por el tipo de suelo, por su habilidad simbiótica con los rizobios nativos y otras bondades del cultivo.

4.8 Dimensiones de la vaina

4.8.1 Largo de vaina (cm)

En el análisis de varianza realizado para el largo de vaina de los genotipos de pallar precoz en estudio, se ha encontrado diferencia altamente significativa (Tabla 19), y en la Prueba de Rango Múltiple de Duncan se observa que los genotipos PPD 162-1-2013, cultivar testigo Precoz de Ocucaje y el genotipo PPD 162-3-2013, se ubicaron en el primer lugar con 14.28, 14.26 y 14.01 cm de largo de vaina, en promedio, respectivamente, sin diferencia entre este primer grupo homogéneo; en segundo lugar se ubicaron los genotipos PPD 162-2013, PPD 162-1-2015 y PPD 118-2-2015 con 13.75, 13.75 y 13.65 cm de largo de vaina, en promedio, respectivamente; en tercer lugar se ubicaron los genotipos PPD 118-1-2013, PPD 118-2-2013 y PPD 118-1-2015 con 13.50, 13.26 y 13.25 cm de largo de vaina,

en promedio, respectivamente; finalmente en el cuarto y último lugar se ubicó el genotipo PPD 118-3-2013 con 12.75 cm de largo de vaina, siendo el genotipo de vainas más pequeñas del grupo evaluado (Tabla 20).

Los valores hallados para el largo de vaina en el presente estudio son similares a los reportados por [12] quien, evaluando líneas avanzadas de pallar precoz de genotipo similar, reporta valores entre 13.25 y 14.23 cm de largo de vaina en promedio; de igual manera el reporte de la investigación realizada por [9], en siembra de setiembre presentó valores promedios entre 11.89 y 14.44 cm de largo de vaina; por su parte [10], reportan valores entre 11.13 y 14.44 cm de largo de vaina en promedio; tal como [11] quien, en siembra de abril encontró valores inferiores a los del presente estudio desde 8.56 a 13.91 cm de largo de vaina en promedio.

Entre las dimensiones de la vaina, el largo es una variable que puede estar relacionada con el tamaño de la vaina o con el número de granos por vaina; es decir una vaina de mayor longitud, puede contener un mayor número de granos o puede contener granos de mayor tamaño; por lo que es un importante descriptor genético [39], que ayuda a caracterizar un determinado genotipo. También es un componente importante del rendimiento, aunque, es una variable cuantitativa muy influenciada por el ambiente; debido a que factores limitantes como el estrés hídrico o la falta de una nutrición balanceada o adecuada puede presentar menor tamaño de vainas y granos; por lo que es muy importante brindar las condiciones de manejo agronómico adecuado a las plantas de pallar precoz, ya que precisamente su precocidad requiere de una mayor atención oportuna.

4.8.2 Ancho de vaina (cm)

En el análisis de varianza realizado para el ancho de vaina de los genotipos de pallar precoz en estudio se ha encontrado diferencia altamente significativa (Tabla 21) con 99% de confiabilidad y en la Prueba de Rango Múltiple de Duncan se observa que el genotipo PPD 162-1-2013, el cultivar testigo Precoz de Ocucaje, PPD 162-2013, PPD 162-1-2015 y PPD 162-3-2013 se ubicaron en el primer lugar con 2.63, 2.63, 2.62, 2.60 y 2.58 cm de ancho de vaina en promedio; en segundo lugar se ubicó solamente el genotipo PPD 118-2-2015 con 2.56 cm de ancho de vaina, en promedio; en el tercer lugar se ubicaron los genotipos PPD 118-1-2013 y PPD 118-3-2013 con 2.54 y 2.53 cm de ancho de vaina en promedio; finalmente los genotipos PPD 118-2-2013 y PPD 118-1-2015 con 2.52 cm de ancho de vaina, cada uno (Tabla 22).

Estos resultados difieren de los reportados por [12], quien encontró valores entre 2.45 a 2.78 cm de ancho de vaina en promedio; también difieren de los valores encontrados por [9] quienes reportan de 2.19 a 2.79 cm de ancho de vaina; mientras que [10] reportaron valores

ligeramente inferiores a los resultados del presente estudio con 2.30 y 2.53 cm de ancho; al igual que [11], quien en siembra de abril evaluó líneas que presentaron valores entre 1.74 y 2.64 cm de Ancho de vaina.

El ancho de vaina es una variable que, junto con el largo, son descriptores del genotipo que permiten identificar las vainas largas, medianas, cortas, etc., y vainas anchas, medianas y angostas que también pueden estar algo influenciadas por el ambiente y presentar valores muy diferentes en condiciones desfavorables; por lo que es importante el manejo agronómico adecuado y oportuno del cultivo.

4.9 Número de granos por vaina (unidad)

En la evaluación realizada para el número de granos por vaina, no se ha encontrado diferencia estadística entre los genotipos de pallar precoz en estudio (Tabla 23) y en la Prueba de Rango Múltiple de Duncan se puede observar que siete nuevos genotipos y el cultivar testigo Precoz de Ocucaje, se ubicaron en el primer lugar con 3.5, 3.5, 3.45, 3.25, 3.18, 3.15 y 3.13 granos por vaina, en promedio, respectivamente; seguidos de los genotipos PPD 162-1-2013 y PPD 162-3-2013 que se ubicaron en el segundo y tercer lugar con 2.95 y 2.83 granos por vaina, en promedio, respectivamente., siendo los genotipos que de manera frecuente mostraron vainas con tres granos, a diferencia del primer grupo que mostraron con mayor frecuencia vainas con cuatro granos por vaina (Tabla 24).

Estos resultados son similares a los reportados por [12], quien reporta que sus líneas avanzadas de pallar precoz evaluadas en la zona media del valle de Ica y con sistema de riego tecnificado por goteo, alcanzaron valores promedios entre 3.2 y 3.68 granos por vaina; notándose también la frecuencia de las vainas con cuatro granos. En los antecedentes, se ha encontrado que [9], reportan valores entre 2.64 y 3.06 granos por vaina, siendo algo inferiores a los del presente estudio; de igual manera, en el estudio realizado por [10] se encuentran valores entre 3.35 a 3.70 granos por vaina, notando claramente una mayor frecuencia de vainas con cuatro granos en promedio; en cambio, [11], reporta valores muy variables desde 2.0 a 3.6 granos por vaina; al igual que [14], quien en su estudio, reporta valores extremos entre 2.08 y 3.38 granos por vaina, en promedio; lo que indica la diversidad de los genotipos o líneas de pallar precoz en estudio evaluados en diferentes momentos.

Esta es una variable cuantitativa discreta que es un importante descriptor genético [39], por su fuerte componente genético o varietal poco afectado por las condiciones ambientales y también considerado componente importante del rendimiento; que se está teniendo en cuenta en el proceso de selección de genotipos eficientes dentro del programa de mejoramiento genético en la búsqueda de materiales más productivos, desde la población

original mezclada de donde se partió como señala [40], que puso especial énfasis en las vainas con cuatro granos y en las plantas que mostraban con mayor frecuencia vainas con cuatro granos.

4.10 Dimensiones del grano

4.10.1 Largo de grano (/cm)

En la evaluación del análisis de varianza realizada para el largo de grano, se ha encontrado diferencia altamente significativa entre los genotipos de pallar precoz en estudio (Tabla 25) y, en la Prueba de Comparaciones Múltiples de Duncan, se tiene que desde el cultivar testigo de pallar Precoz de Ocucaje, seguido del genotipo PPD 162-1-2013 y PPD 162-1-2015 se ubicaron en el primer lugar con 2.54, 2.54 y 2.52 cm de largo de grano, en promedio, respectivamente; en segundo lugar se ubicaron los genotipos PPD 162-3-2013 y PPD 162-2013 con 2.49 cm de largo de grano, cada uno; en el tercer lugar se ubicaron los genotipos PPD 118-1-2013 y PPD 118-3-2013 con 2.45 y 2.44 cm de largo de grano, en promedio, respectivamente; en el cuarto lugar se observan a los genotipos PPD 118-2-2013 y PPD 118-1-2015 con 2.43 y 2.42 cm de largo de grano y, finalmente en el quinto lugar se ubicó el genotipo PPD 118-2-2015 con 2.41 cm de largo de grano, siendo el valor de los granos más pequeños del grupo evaluado (Tabla 26).

Estos resultados son ligeramente inferiores a los reportados por [12], quien en la zona media del valle de Ica, con sistema de riego tecnificado encontró valores entre 2.32 a 2.63 cm de largo de grano en promedio; o como refieren [9] quienes encontraron valores entre 2.39 y 2.65 cm de largo de grano, también mayores a los del presente estudio; en cambio, [10], reportan menores valores en esta variable, para las líneas de pallar que evaluó en siembra de setiembre, con resultados entre 2.06 y 2.43 cm de largo de grano; mientras que [11], reporta mayores valores a los del presente estudio, en siembra de abril con promedios entre 2.27 y 2.72 cm de largo de grano; en cambio, [14], en siembra de setiembre, reporta valores entre 2.17 y 2.53 cm de largo de grano, siendo valores de granos de menor tamaño.

El largo, ancho y grosor de granos son variables cuantitativas que a la vez son descriptores genéticos importantes de un genotipo porque delimitan o describen las dimensiones del grano contribuyendo a identificar el tamaño y forma del grano de un determinado genotipo; por otro lado, también es un componente importante del rendimiento, que está correlacionado con su peso. Es necesario comentar que los genotipos que se identifican con PPD 162 muestran siempre un mayor largo de grano que los genotipos identificados con PPB 118 muestran granos de forma circular o semi circular, por lo tanto, tienen menor largo de grano. De igual manera es importante destacar, que el cultivar testigo de pallar Precoz de Ocucaje, es parecido a los genotipos que se identifican con PPD 162.

4.10.2 Ancho de grano (cm)

En el análisis de varianza realizado para el ancho de grano, se ha encontrado diferencia altamente significativa entre los genotipos de pallar precoz evaluadas (Tabla 27) y, en la Prueba de Rango Múltiple de Duncan se observa que los genotipos PPD 118-1-2013 y PPD 118-1-2015 se ubicaron en el primer lugar con 1.72 cm de ancho de grano cada uno, en promedio; en el segundo lugar se ubicaron los genotipos PPD 118-2-2013, PPD 118-2-2015 y PPD 162-1-2015 con 1.70 cm de ancho de grano cada uno; en el tercer lugar se observan a los genotipos PPD 162-3-2013, el cultivar testigo de pallar Precoz de Ocucaje, genotipo PPD 118-3-2013 y PPD 162-1-2013 con 1.69, 1.68, 1.68 y 1.68 cm de ancho de grano, en promedio, respectivamente; finalmente, en el cuarto lugar se ubicó el genotipo PPD 162-2013 con 1.66 cm de ancho de grano, en promedio (Tabla 28).

El ancho de grano encontrado en la presente investigación muestra valores inferiores a los reportados por [12], quien encontró una variación entre 1.64 a 1.86 cm en las líneas avanzadas de pallar precoz que evaluó con riego por goteo en la zona media del valle de Ica; por el contrario, [9] en siembra de setiembre reportan valores similares a los del presente estudio desde 1.65 a 1.75 cm de ancho de grano; en el caso de [10], también en siembra de setiembre, encontraron valores inferiores a los del presente estudio, desde 1.54 a 1.70 cm de ancho de grano en promedio, siendo al parecer granos más angostos; del mismo modo [11], en siembra de marzo encontró valores aún menores a los del presente estudio desde 1.43 a 1.73 cm de ancho de grano; mientras que [14], en siembra de setiembre reportó valores entre 1.47 y 1.67 cm de ancho de grano, siendo también inferiores a los del presente estudio.

Los resultados del presente estudio, así como de los antecedentes comparados señalan que los genotipos de pallar precoz evaluados y que se identifican con PPD 118, presentaron un mayor ancho de grano debido a su forma circular o semi circular; mientras que las líneas que se identifican con PPD 162 incluyendo al cultivar testigo de pallar Precoz Ocucaje, presentaron menor ancho de grano, debido a su forma ligeramente arriñonada que muestra algo de estrangulamiento en la zona media del grano.

4.10.3 Grosor de grano (cm)

En el análisis de varianza realizado para el grosor de grano de los genotipos de pallar precoz, se ha encontrado diferencia altamente significativa con 99% de confiabilidad (Tabla 29), y en la Prueba de Rango Múltiple de Duncan realizada para esta variable, se observa que los genotipos PPD 118-1-2015 y PPD 118-2-2013, se ubicaron en el primer lugar con 0.71 y 0.70 cm de grosor o espesor de grano; en el segundo lugar se ubicaron el cultivar testigo de pallar Precoz de Ocucaje, genotipo PPD 118-3-2013 y PPD 118-2-2015

con 0.69 cm de grosor de grano, cada uno; en el tercer lugar se ubicaron los genotipos PPD 162-2015, PPD 118-1-2013, PPD 162-1-2013 y PPD 162-3-2013 con 0.69, 0.69, 0.68 y 0.67 cm de grosor de grano, en promedio, respectivamente; finalmente en el cuarto lugar se ubicó solamente el genotipo PPD 162-2013 con 0.66 cm de grosor de grano, mostrando un aspecto más delgado o más aplanado en este grupo evaluado (Tabla 30).

Los resultados del grosor de grano hallados en el presente estudio son algo diferentes a los reportados por [12], quien encontró valores extremos entre 0.60 y 0.68 cm de grosor de grano en su estudio realizado en la zona media del valle de Ica; tal como [9], quienes encontraron valores algo diferentes entre 0.66 y 0.73 cm de grosor de grano; de manera similar [10], encontraron valores extremos entre 0.60 y 0.68 cm de grosor o espesor de grano, poco similares a los del presente estudio; mientras que [11], en siembra de abril, encontró valores también entre 0.59 y 0.67 cm de grosor de grano; a diferencia de [14], quien en su trabajo realizado en siembra de septiembre reporta valores entre 0.67 y 0.70 cm de grosor de grano, siendo valores promedios correspondientes a granos de mayor grosor y menos aplanados.

Como ya se mencionó, el grosor de grano junto con las variables largo y ancho del grano, son descriptores que definen la forma y tamaño del grano. En esta variable cuantitativa que es un componente importante del rendimiento, los genotipos de pallar precoz identificados con las siglas PPD 118, muestran un mayor grosor de grano debido a su forma circular o semi circular; mientras que los genotipos que se identifican con PPD 162 incluyendo al cultivar testigo de pallar Precoz Ocucaje, presentaron menor grosor de grano, dado que son más aplanados y de forma casi arriñonada.

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 con 99% de confiabilidad entre los genotipos de pallar precoz evaluados (Tabla 31) y en la Prueba de Rango Múltiple de Duncan realizada para esta variable se observa que en el primer lugar se ubicaron el cultivar testigo de pallar Precoz de Ocucaje, el genotipo PPD 162-2013 y PPD 162-1-2015 con 180.53, 179.08 y 178.45 g en 100 granos, en promedio, respectivamente; en segundo lugar se ubicaron los genotipos PPD 162-1-2013 y PPD 162-3-2013 con 177.45 y 176.93 g en 100 granos, en promedio, respectivamente; en el tercer lugar se ubicó solamente el genotipo de pallar precoz PPD 118-3-2013 con 174.78 g en 100 granos; en el cuarto lugar se ubicaron los genotipos PPD 118-1-2015 y PPD 118-2-2013 con 172.05 y 170.85 g en 100 granos; finalmente en el quinto lugar se ubicaron los genotipos PPD 118-1-2013 y PPD 118-2-2015 con 168.75 y 168.53 g en 100 granos, en promedio, respectivamente (Tabla 32).

Los resultados encontrados para el peso de 100 granos de los genotipos de pallar precoz evaluados en la zona de Ocucaje, son ligeramente inferiores a los reportados por [12] quien encontró valores entre 176.25 y 183.50 g en 100 granos en su estudio realizado en la zona media del valle de Ica, con sistema de riego tecnificado por goteo; también son inferiores a los valores reportados por [9], quienes también realizaron su investigación con riego tecnificado por goteo con un peso de 100 granos entre 180 y 191 gramos; en el estudio comparativo realizado por [10], hubo una mayor amplitud de valores desde 152.25 hasta 188.50 g en 100 granos; del mismo modo, [11], en siembra de abril, reporta valores desde 154.46 g en 100 granos para las líneas de grano pequeño, hasta 191.99 g en 100 granos para las líneas con grano de mayor tamaño; al igual que [14], quien también evaluó un material genético con mayor variabilidad, reportando valores entre 149.07 g en 100 granos, para los granos más pequeños, hasta 186.93 g en 100 granos para las líneas con mayor tamaño de grano y por lo tanto con mayor peso.

El peso de 100 granos es una variable cuantitativa, que es componente importante del rendimiento y que junto con las dimensiones del grano es un indicador del tamaño del grano (grande, mediano o pequeño). Es una variable muy influenciada por factores ambientales; es decir por las condiciones de manejo del cultivo como fertilización y recurso hídrico entre otros, y en el caso de la zona de Ocucaje, realmente se encuentran condiciones muy especiales en las que se desarrollan los cultivos como el pallar; por lo que los granos pueden quedar un poco más pequeños que cuando reciben dotación de agua, como es lógico.

De manera general se puede hacer notar que los genotipos identificados con PPD 162, tienen un mayor peso de 100 granos que los genotipos identificados con PPD 118 por su mayor tamaño y forma cercana a la forma arriñonada.

4.12 Peso de grano por planta (g)

En el análisis de varianza realizado para el peso de granos por planta que viene a ser el rendimiento unitario, se ha encontrado diferencia altamente significativa entre los genotipos de pallar precoz evaluados (Tabla 33) y en la Prueba de Rango Múltiple de Duncan realizada para esta variable se ha encontrado que en el primer lugar se ubicaron los genotipos PPD 162-1-2013, PPD 162 – 2013, PPD 162-1-2015 y el testigo Precoz OQKG con 122.4, 120.18, 120.08 y 119.93 g por planta, en promedio, respectivamente, equivalentes a 2,868.75; 2,816.72; 2,814.38 y 2,810.86 kg/ha de grano seco, en promedio, respectivamente. En segundo lugar, se ubicaron los genotipos PPD 162-3-2013, PPD 118-2-2015, PPD 118-1-2013 con 118.13, 116.93 y 116.53 g de granos por planta en promedio, respectivamente, equivalentes a 2,768.67; 2,740.55 y 2,731.17 kg/ha, en promedio, respectivamente; en el tercer lugar se ubicaron los genotipos PPD 118-2-2013 y PPD 118-

1-2015 con 115.68 y 114.88 g de granos por planta, en promedio, respectivamente, equivalentes a 2,711.25 y 2,692.50 kg/ha de grano seco. Finalmente, en el cuarto lugar se ubicó el genotipo PPD 118-3-2013 con 110.95 g de granos por planta, equivalente a 2,600.39 kg/ha de grano seco, en promedio (Tabla 34, Fig 2).

Los resultados de rendimiento de grano hallados en el presente estudio son superiores a los reportados por [12] quien, en su estudio realizado en la zona media del valle de Ica, con riego por goteo, alcanzó rendimientos entre 2,690.10 kg/ha de grano para la línea de pallar PPD 162-3-2013 hasta 2,403.65 kg/ha de grano para PPD 118-3-2015; en los antecedentes reportados por [9] se tiene que los rendimientos que alcanzaron fueron desde 1,894.50 hasta 2,872.25 kg/ha de grano seco, siendo valores muy variables; por otro lado, en la investigación realizada por [10], encontraron rendimientos entre 2,273.82 hasta 3,586.45 kg/ha, siendo superiores a los rendimientos alcanzado en el presente estudio; de similar manera [11], reporta valores entre 2,073.05 y 2,773.59 kg/ha de grano; igualmente [14], reporta rendimientos ligeramente superiores a los del presente estudio, con valores entre 2,289.10 y 3,290.21 kg/ha de grano; lo que corrobora que el rendimiento es una variable cuantitativa continua muy modificada por el ambiente.

Cabe señalar que el rendimiento de grano (kg/ha) es un rendimiento estimado en función al rendimiento unitario de las plantas evaluadas; lo que nos hace medir el potencial productivo de los genotipos en estudio; con lo cual la selección se debe realizar de acuerdo con esta variable además de las características del grano que son los que describen un cultivar o genotipo.

Adicionalmente, es necesario referir que el rendimiento unitario o por unidad de superficie, presenta variabilidad en la respuesta expresada en el peso de granos, siendo muy influenciada por el ambiente, con énfasis en el manejo agronómico, manejo nutricional y manejo fitosanitario.

V. CONCLUSIONES

La realización del presente trabajo de investigación en las condiciones particulares de suelo y clima de la zona de Ocucaje de acuerdo con los resultados obtenidos se ha llegado a las siguientes conclusiones:

- 5.1 Los genotipos de pallar precoz que se evaluaron en la presente investigación, presentaron respuesta positiva a las condiciones especiales de la zona de Ocucaje logrando rendimientos entre 2,600.39 a 2,868.75 kg/ha, siendo bastante aceptables.
- 5.2 Los genotipos de pallar precoz que provienen de las líneas identificadas con PPD 162, por sus características de grano, presentaron los mayores rendimientos superando los 2,800 kg/ha; mientras que los genotipos que provienen de las líneas identificadas con PPD 118, alcanzaron rendimientos ligeramente menores, superando 2,625 kg/ha de grano seco.
- 5.3 Los genotipos de pallar precoz, que se desarrollaron en las condiciones de suelo y escasez hídrica de la zona de Ocucaje, presentaron entre bajo y regular número de nódulos por planta de tamaño mediano a pequeño como evidencia de la simbiosis que ocurre entre la planta y los rizobios nativos.
- 5.4 La habilidad simbiótica de los diez genotipos de pallar precoz en estudio, se considera relativamente similar; con una ligera superioridad de las líneas PPD 162 al presentar 15.1 nódulos por planta en promedio; mientras que las líneas PPD 118 presentaron 12.75 nódulos por planta, en promedio, que también se refleja en el rendimiento de grano.

VI. RECOMENDACIONES

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos y de acuerdo con las conclusiones a las que se ha llegado al evaluar los genotipos de pallar precoz en las condiciones particulares de la zona de Ocucaje, se plantean las siguientes recomendaciones:

- 6.1 Repetir la presente investigación en otros sectores del distrito de Ocucaje donde se cultiva pallar, a fin de verificar los resultados obtenidos, con miras a seleccionar los genotipos de mayor habilidad simbiótica en respuesta las condiciones especiales de esta zona.
- 6.2 Poner énfasis al momento de la extracción de plantas para evaluar nódulos en la raíz; comparando extracciones en pleno botoneo, inicio de floración, plena floración y final de floración para conocer el momento máximo de actividad simbiótica.
- 6.3 Considerar el tamaño y coloración interna de nódulos como indicadores visuales importantes que ayuden a una pre selección de genotipos con mayor habilidad simbiótica con los rizobios nativos.
- 6.4 Fomentar el incremento del consumo per cápita del pallar por sus cualidades nutricionales y como cultivo por su rol en una agricultura sostenible.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] L. Espinoza, R. Tarazona-Delgado y C. Silvera-Pablo. Leguminosas Proteaginosas y Oleaginosas. Clasificación de las leguminosas según su uso en la agricultura (43-73). En: Las Leguminosas y su Microbioma en la Agricultura Sostenible. Universidad Nacional de Barranca. 2022. ISBN. 978-612-47636-3-2.
- [2] Ministerio de Agricultura – MINAG. El “Pallar de Ica” Denominación de Origen. Dirección General de Promoción Agraria. Lima. 88 p. 2008.
- [3] L. Castiñeiras, L. Walón, N. León, T. Shagarodsky, O. Barrios, L. Fernández, R. Cristóbal, Z. Fundora-Mayor, M. García, C. Giraudy, V. Fuentes, V. Moreno, F. Hernández, D. Arzola y D. de Armas. *Manejo de la variabilidad de Phaseolus lunatus (frijol caballero) conservada en comunidades rurales de Cuba*. Revista del Jardín Botánico Nacional 29:151-160. 2008.
- [4] L. Castiñeiras, N. León, L. Walón, R. Oliva, A. Capote y D. de Armas. Nuevas variedades de frijol caballero *Phaseolus lunatus* L. para Cuba. Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical “Alejandro de Humboldt” (INIFAT), Cuba. 2009.
- [5] S. Arteaga. Cultivos para el cambio climático selección y caracterización de variedades de judía (*Phaseolus vulgaris* L.) y (*Phaseolus lunatus* L.) tolerantes a la sequía y salinidad. Tesis. Universidad Politécnica de Valencia. España. 208 p. 2021.
- [6] M. F. Pesantes V., E. León A., E. De la Cruz A. y JC Rodríguez S. Variabilidad morfo-agronómica en poblaciones de pallar, *Phaseolus lunatus*, cultivado en condiciones de Costa de la Provincia de Trujillo (Perú). Revista de Investigación Científica (REBIOL). Vol. 35 Núm. 2. 2015.
- [7] P. Morán S. *Efecto de tres densidades de siembra en el rendimiento del cultivo de pallar baby (Phaseolus lunatus L.), en el caserío Punto Nueve - Lambayeque*. Tesis Ing. Agrónomo. Facultad de Ingeniería y Arquitectura. Escuela Profesional de Ingeniería Agrónoma. 39 p. 2020.
- [8] 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. 2022.
- [9] F. Espino H. y R. Tineo T. *Comparativo de rendimiento y calidad de grano de ocho nuevas líneas de pallar (Phaseolus lunatus L.) precoz en primavera-verano. Subtanjalla – Ica*. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional San Luis Gonzaga. 83 p. 2018.


- [10] E. Flores M. y L.F. Mallma H. Comparativo de rendimiento y calidad de grano de doce líneas de pallar (*Phaseolus lunatus L.*) precoz determinado en primavera-verano en Subtanjalla – Ica. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional “San Luis Gonzaga”. Ica – Perú. 61 p. 2021.
- [11] Y. Ventura G. Comparativo de Rendimiento y Correlación entre Variables Morfo-agronómicas de Once Genotipos de Pallar (*Phaseolus lunatus L.*) en Subtanjalla – Ica. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional “San Luis Gonzaga”. 79 p. 2022.
- [12] T. Gutiérrez. Evaluación del rendimiento de ocho líneas avanzadas de pallar (*Phaseolus lunatus L.*) precoz, bajo condiciones del enfoque agroecológico en la zona media del valle de Ica. Tesis. Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional San Luis Gonzaga. 74 p. 2023.
- [13] L. Espinoza. Caracterización morfológica, molecular y capacidad simbiótica con sus rizobios nativos de *Phaseolus lunatus L.* (pallar) en la Costa del Perú. Tesis. Doctorado en Agricultura Sustentable. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima – Perú. 2023.
- [14] J. Vera A. Comparativo de Rendimiento de diez Líneas de Pallar (*Phaseolus Lunatus L.*) precoz, en condiciones de primavera en Subtanjalla – Ica. Tesis. Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional San Luis Gonzaga. 62 p. 2023.
- [15] G. Matos y D. Zúñiga. Comportamiento de cepas nativas de rizobios aisladas de la costa del Perú en dos cultivares de pallar (*Phaseolus lunatus L.*) Ecología Aplicada, vol. 1, núm. 1, diciembre, 2002, pp. 19-24.
- [16] G. Zvietcovich y O. Moran. Buscando la cepa promisorio para la costa peruana. p. 145. En: RELEZA II. Segunda Reunión de Leguminosas de Grano de la Zona Andina. Colombia. 1991.
- [17] E. Ormeño-Orrillo. Dominancia de una especie de *Bradyrhizobium* en nódulos de frijol Lima en la costa central de Perú. Siembra 9 (3) (2022): Edición especial: Resúmenes del II Simposio Internacional sobre el Frijol Lima (*Phaseolus lunatus L.*): Retos y Perspectivas ante Escenarios de Cambio Climático. 2022.
- [18] F. Cruz. *Rendimiento del cultivo del pallar (Phaseolus lunatus L.)*, bajo dos módulos de riego por goteo en el Sector Barranza, Distrito de Laredo, Provincia de Trujillo, Departamento de la Libertad- Perú. Tesis para optar el título de Ingeniero agrónomo. Univ. Priv. Antenor Orrego, Trujillo, 2016.
- [19] J. Vásquez. El cultivo del pallar. Manual N° 4- 93. Instituto Nacional de Investigación Agraria. Lima. 2pp. 1993.
- [20] UNAM. MX. Alimentos incas para enfrentar el calentamiento global. El pallar. Revista Digital Universitaria. Vol.8, no.4 ISSN: 1607 – 6079. 2007.

- [21] 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.
- [22] Y. Stambulska & M. Bayliak. Legume-rhizobium symbiosis: secondary metabolites, free radical processes, and effects of heavy metals. *Co-Evolution of Secondary Metabolites*. 291-322. 2020.
- [23] M. Nápoles, J. Cabrera, R. Onderwater, R. Wattiez, I. Hernández, L. Martínez y M. Núñez. Señales producidas por *Rhizobium leguminosarum* en la interacción con frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). *Cultivos Tropicales*, vol. 37, no. 2, pp. 37-44. 2016.
- [24] L. Bianco. Principales aspectos de la nodulación y fijación biológica de nitrógeno en Fabáceas. *IDESIA (Arica)*, 38(2), 21-29. 2020.
- [25] N. Castro-Guerrero, M. Isidra-Arellano, D. Mendoza-Cozatl y O. Valdés-López. Common Bean: A legume model on the rise for unraveling responses and adaptations to iron, zinc, and phosphate deficiencies. *Front Plant Sci.*7:600. 2016.
- [26] E. Jensen, M. Peoples, R. Boddey, P. Gresshoff, H. Hauggaard-Nielsen, B. Alves y M. Morrison. Legumes for mitigation of climate change and the provision of feedstock for biofuels and biorefineries. A review. *Agron Sustain Dev*. 32: 329-364. 2012.
- [27] M. Isidra-Arellano y O. Valdés-López. ¿Cómo controlan las leguminosas el número de nódulos para evitar comprometer su crecimiento y desarrollo? *Revista de Educación Bioquímica (REB)* 41(2):51-65, 2022.
- [28] FAO. 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.
- [29] L. Santos, J. Gereda y R. Sabogal. El frijol Lima (*Phaseolus lunatus*) un distinguido del banco de germoplasma de la Alianza Bioversity y CIAT. <https://www.redalyc.org/journal/6538/653872001006/>
- [30] K. Gibson, A. Palkovic, E. Bick, S. Zullo, S. Dohle and P. Gepts. Estudios de Genotipado y Fenotipado en Apoyo a un Programa de Mejoramiento de Frijol Lima. En: *Memorias del II Simposio Internacional sobre el frijol lima (Phaseolus lunatus L.): Retos y Perspectivas ante Escenarios de Cambio Climático*. 2022.
- [31] E. Jadán-Veriñas, P. Acosta-Quezada, E. Valladolid, M. Muequinco and M. Ruiz-Gonzáles. Los efectos heterogéneos de las condiciones climáticas en variedades locales de fréjol andinos y vainitas señalan alternativas para el manejo y conservación de cultivos. En: *Memorias del II Simposio Internacional sobre el Frijol Lima (Phaseolus lunatus L.): Retos y Perspectivas ante Escenarios de Cambio Climático*. 2022.

- [32] I. Angulo y M. Ortiz. Mejoramiento Genético en Plantas Alógamas y Autógamas. [Monografía de Licenciatura, Universidad Nacional de Colombia]. 2020.
- [33] P. Oliveira, A. Barbosa, R. Diniz, E. Oliveira y C. Ferreira. Molecular marker assisted selection for increasing inbreeding in S1 populations of cassava. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 90(4), 3853–3869. 2018.
- [34] M. Álvarez. La selección asistida por marcadores (MAS, “Marker-assisted selection”) en el mejoramiento genético del tomate (*Solanum lycopersicum* L.). *Cultivos tropicales*, 32(2), 154-171. 2011.
- [35] H. Sánchez, C. Reyes y K. Mejía. Manual de términos en investigación científica, tecnológica y humanística. Vicerrectorado de Investigación. Universidad Ricardo Palma. 145 pág. 2018. ISBN N° 978-612-47351-4-1.
- [36] R. Hernández-Sampieri & C. Mendoza. Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta, Ciudad de México, México: Editorial Mc Graw Hill Education, Año de edición: 2018, ISBN: 978-1-4562-6096-5, 714 p.
- [37] S. Ruiz e I. López. Metodología del Diseño experimental. En libro: Métodos de Investigación Social y de la Empresa. Capítulo: 19. 485-502. Editorial: ESIC. Editores: Francisco J. Sarabia Sánchez. 2013.
- [38] J. Murray, C. Liu, Y. Chen, A. Miller. Nitrogen sensing in legumes. *J Exp Bot.* 68: 1919-1926. 2017.
- [39] IPGRI. Descriptores para *Phaseolus lunatus* (Feijão-espadinho). International Plant Genetic Resources Institute, Rome. 2001.
- [40] L. Espinoza, G. Espino. Estudio comparativo de 12 genotipos de pallar (*Phaseolus lunatus* L.) precoz determinado en el Valle de Ica. Informe de Investigación. Universidad Nacional San Luis Gonzaga. Ica, 2015.

ANEXOS

Análisis de suelo

	LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 114	 Registro N° LE - 114	
LABORATORIO AGROINDUSTRIAL			
INFORME DEL ENSAYO N° 204LAI/2025			
DATOS GENERALES			
Nombre del Solicitante: JESUS MANUEL FRANCO ROCA			
Dirección: URB. SANTA ROSA DEL PALMAR CALLE LAS TURQUESAS S/N			
DATOS DE LA MUESTRA			
Nombre de la Muestra: SUELO <small>(Descripción por el Solicitante)</small>	Código de la Muestra: 5361		
Identificación y Estado: 01 muestra de suelo de cultivo de Pallar, en bolsa de plástico, con un peso de 3 kg aproximadamente. <small>(Descripción por el Solicitante)</small>			
Lugar del Muestreo: OCUCAJE S/N <small>(Descripción por el Solicitante)</small>	Muestreado por: MANUEL FRANCO PEÑA		
Fecha de Recepción de la Muestra: 13/02/2025	Fecha de Ejecución del Ensayo: 13/02/2025 al 03/03/2025		
RESULTADOS			
Determinación	Unidad de medida	Valor	Método
ANÁLISIS FÍSICO			
Arena	%	52.98	Método del hidrómetro (*)
Arcilla	%	6.45	Método del hidrómetro (*)
Limo	%	40.58	Método del hidrómetro (*)
Clase textural	-	Franco Arenoso	Triángulo textural (*)
ANÁLISIS QUÍMICO			
pH	Unidades de pH	8.19	NOM 021 SEMARNAT 2000 AS 002
Conductividad	mS/cm	1.53	NOM 021 SEMARNAT 2000 AS 16 A 18
Fósforo (P)	ppm	12.22	NOM 021 SEMARNAT 2000 AS 10 (*)
Carbonato de Calcio (CaCO ₃)	%	2.42	NOM 021 SEMARNAT 2000 AS 29 (*)
Materia Orgánica (M.O)	%	1.92	Ignición (*)
Nitrógeno Total (NT)	%	0.10	Cálculo - Ignición (*)
PSA	%	55.07	CALCULO
CATIONES CAMBIABLES			
Sodio (Na ⁺)	meq/100g	0.23	Espectrofotometría de absorción atómica (*)
Potasio (K ⁺)	meq/100g	0.55	Espectrofotometría de absorción atómica (*)
Calcio (Ca ²⁺)	meq/100g	9.28	Titulación con EDTA (*)
Magnesio (Mg ²⁺)	meq/100g	1.19	Titulación con EDTA - cálculo (*)
Capacidad de intercambio catiónico (CIC)	meq/100g	11.25	Cálculo (*)
Porcentaje de Sodio Intercambiable (P.S.I.)	%	2.04	Cálculo (*)
Preparación de la muestra de acuerdo a la NOM-021-SEMARNAT-2000-AS-01 *Los métodos indicados no han sido acreditados ante el INACAL-DA Las unidades reportadas en la determinación de Conductividad mS/cm son equivalentes a dS/m Los ensayos se realizaron en el Laboratorio Agroindustrial de CITE agroindustrial Ica Condiciones ambientales del ensayo Temperatura máxima ambiental 25°C.			
CONDICIONES DEL INFORME		FIRMA	
<ul style="list-style-type: none"> Los resultados obtenidos se aplican a la muestra tal como se recibió. Los resultados obtenidos se refieren únicamente a la muestra analizada. Este informe no puede reproducirse, más que en su totalidad, sin la autorización por escrito del laboratorio. Los resultados del ensayo no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Laboratorio queda liberada de responsabilidad cuando el Solicitante (cliente) proporciona información acerca de la muestra y pueda afectar la validez de resultados. 		 Firmado digitalmente por CANTORAL MUZAURIETA Luzdeli Roxana FAU 20131369477 soft Motivo: Soy el autor del documento Fecha: 03.03.2025 18:35:39 -05:00 Luzdeli R. Cantoral Muzaurieta Responsable de Laboratorio Agroindustrial Fecha de Emisión del Informe: 03-03-2025	
CENTRO DE INNOVACION PRODUCTIVA Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA AGROINDUSTRIAL ICA Panamericana Sur Km. 293.2, Distrito Salas - Guadalupe Ica - Perú. TELEFONO (056)406056 TELEFAX (056)406224; E.MAIL: citeagroindustrial@citeagroindustrial.com.pe			
Código: SIG-PG-02-R02	Versión: 09	Fecha: 20-10-2023	

Datos meteorológicos

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DEL PERÚ

INFORMACIÓN METEOROLÓGICA MENSUAL

ESTACIÓN: CO OCUCAJE

Latitud : 14° 22' 42.38" S
Longitud : 75° 40' 55.5" W
Altitud : 331 msnm

Dpto. : ICA
Provincia : ICA
Distrito : ICA

Parámetro : Temperatura Máxima Mensual (°C)

Periodo : 2023-2024.

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
2023	S/D	S/D	35.0	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D

S/D= Sin datos (Termómetro malogrado)

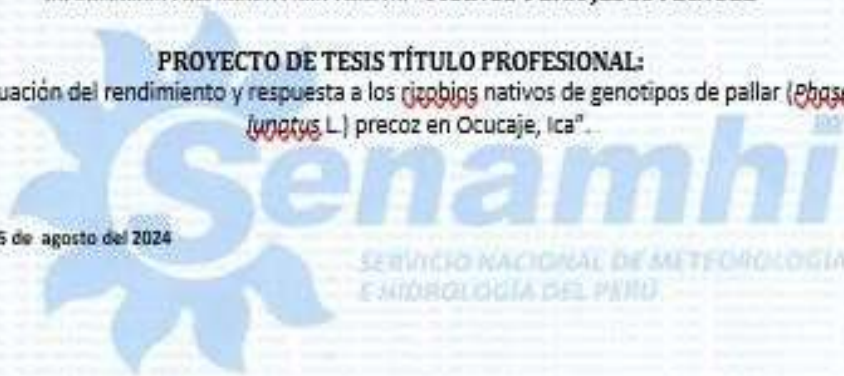
mm/la/m

INFORMACIÓN PREPARADA PARA TESISISTA: **FRANCO PEÑA JESUS MANUEL**

PROYECTO DE TESIS TÍTULO PROFESIONAL:

"Evaluación del rendimiento y respuesta a los rizobios nativos de genotipos de pallar (*Phaseolus lunatus* L.) precoz en Ocucaje, Ica"

Ica, 05 de agosto del 2024



SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA
E HIDROLOGÍA DEL PERÚ

Parque Industrial M2 A lote 5-ica
Telf: 056-481148
www.senamhi.gob.pe

Pág. 4/6

VÁLIDO SOLO EN ORIGINAL

8.2 Datos meteorológicos continuación

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DEL PERÚ

INFORMACIÓN METEOROLÓGICA MENSUAL
ESTACIÓN: CO OCUCAJE

Latitud : 14° 22'42.38"S Dpto. : ICA
Longitud : 75° 40'55.5"W Provincia : ICA
Altitud : 331 msnm Distrito : ICA

Parámetro : Temperatura Media Mensual (°C) Período : 2023-2024

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
2023	25.4	27.2	26.4	24.6	20.4	18.9	18.6	19.0	19.7	22.9	22.6	24.2
2024	25.9	27.4	26.8	24.6	20.1							

mm³/m²

INFORMACIÓN PREPARADA PARA TESISISTA: FRANCO PEÑA JESUS MANUEL

PROYECTO DE TESIS TÍTULO PROFESIONAL:

"Evaluación del rendimiento y respuesta a los rizobios nativos de genotipos de pallar (*Phaseolus lunatus* L.) precoz en Ocucaje, Ica".

Ica, 05 de agosto del 2024

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA
E HIDROLOGÍA DEL PERÚ

Parque Industrial R2 A lote 5-14
SIN 032-480148
www.servimhi.mde.gob.pe

Nº: 5/8

VÁLIDO SOLO EN ORIGINAL

8.2 Datos meteorológicos continuación

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DEL PERÚ

INFORMACIÓN METEOROLÓGICA MENSUAL
ESTACIÓN: CO OCUCAJE

Latitud : 14° 22' 42.38" S Dpto. : ICA
Longitud : 75° 40' 55.5" W Provincia : ICA
Altitud : 331 msnm Distrito : ICA

Parámetro : Temperatura Máxima Mensual (°C) Periodo : 2023-2024.

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
2023	S/D	S/D	33.0	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D

S/D: Sin datos (Termómetro malogrado)

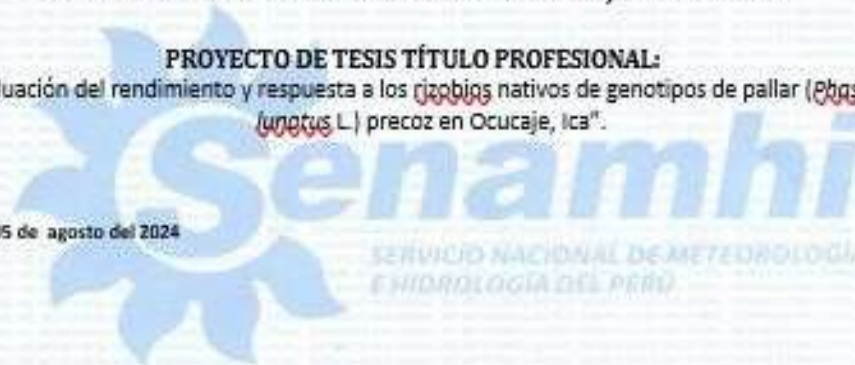
mm/h/ra

INFORMACIÓN PREPARADA PARA TESISISTA: FRANCO PEÑA JESUS MANUEL

PROYECTO DE TESIS TÍTULO PROFESIONAL:

"Evaluación del rendimiento y respuesta a los rizobios nativos de genotipos de pallar (*Phaseolus lunatus* L.) precoz en Ocucaje, Ica".

Ica, 05 de agosto del 2024



SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA
E HIDROLOGÍA DEL PERÚ

Parque Industrial M2 A lote 5-1ca
Ica, 051-480248
www.senamhi.gob.pe

Pág. 4/6

VÁLIDO SOLO EN ORIGINAL

8.2 Datos meteorológicos continuación

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DEL PERÚ

INFORMACIÓN METEOROLÓGICA MENSUAL
ESTACIÓN: CO OCUCAJE

Latitud : 14° 22'42.38"S Dpto. : ICA
Longitud : 75° 40'55.5"W Provincia : ICA
Altitud : 331 msnm Distrito : ICA

Parámetro : Humedad Relativa Mensual (%) Período : 2023-2024

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGOS	SET	OCT	NOV	DIC
2023	85.0	86.9	87.2	70.6	77.2	76.7	76.8	78.4	74.9	70.2	70.1	67.5
2024	67.0	69.4	68.3	70.7	76.7							

senamhi.pe

INFORMACIÓN PREPARADA PARA TESISISTA: FRANCO PEÑA JESUS MANUEL

PROYECTO DE TESIS TÍTULO PROFESIONAL:

Evaluación del rendimiento y respuesta a los rizobios nativos de genotipos de pallar (*Phaseolus lunatus* L.) precoz en Ocucaje, Ica".

Ica, 05 de agosto del 2024



SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA
E HIDROLOGÍA DEL PERÚ

Parque Industrial MZA lote 5-ica
Calle 152-460148
www.senamhi.gob.pe

8.3 Datos de las variables evaluadas para los análisis estadísticos

Porcentaje de emergencia					Altura de planta				
Trat	I	II	III	IV	Trat	I	II	III	IV
1	98.55	98.65	99.25	98.55	1	48.25	52.2	44.75	48.75
2	98.25	97.75	99.25	97.55	2	48.95	49.25	52	52.25
3	96.75	97.25	98.25	94.25	3	45.65	46.25	49.55	51.25
4	97.65	95.25	94.55	99.00	4	49.25	52.65	50.4	48.25
5	99.25	96.55	97.25	96.75	5	46.75	48.65	50.25	52.65
6	95.00	94.75	92.75	88.85	6	48.75	52.25	52.75	51.65
7	95.75	96.25	98.45	92.55	7	50.25	49.65	48.75	52.65
8	98.25	96.25	94.75	96.45	8	52.65	52.45	50.75	52.25
9	98.45	99.25	96.45	95.45	9	54.25	52.62	50.25	50.45
10	96.25	94.65	95.55	95.25	10	52.65	52.65	54.25	50.65

Días a la floración					Número de vainas por planta				
Trat	I	II	III	IV	Trat	I	II	III	IV
1	55	54	56	54	1	13.5	14.25	12.5	13.25
2	56	54	54	52	2	14	13.75	13.45	13.85
3	56	55	55	54	3	14.5	15	14.75	13.85
4	54	52	53	53	4	13.5	14	13.65	13.5
5	55	56	54	52	5	14.5	15	14.75	14
6	53	52	50	54	6	14	13	13.25	12.75
7	52	50	52	50	7	13	12.25	12.5	12.5
8	51	52	52	52	8	13.75	13.25	13.25	13.5
9	52	54	50	52	9	14.25	13.75	14	13
10	53	55	54	53	10	13	12	13	13

Número de granos por vaina					Número de nódulos por planta				
Trat	I	II	III	IV	Trat	I	II	III	IV
1	3.1	3	3.9	4	1	12	8	15	13
2	4	3	4	3	2	15	14	11	16
3	3.3	3.2	2.9	3.2	3	8	12	10	11
4	3.3	3.2	3.2	3.3	4	18	14	14	17
5	3.5	3.7	3.3	3.3	5	13	9	14	11
6	3.4	3.2	2.9	3.2	6	16	20	14	14
7	3.1	2.8	3.2	2.7	7	14	12	16	13
8	2.9	2.8	3	2.6	8	12	16	12	17
9	3.2	3.4	3	3.4	9	16	14	16	15
10	3.2	3	2.9	3.4	10	15	20	12	18

Peso de 100 granos

Trat	I	II	III	IV
1	170.25	166.75	168.25	169.75
2	170.25	174.65	168.75	169.75
3	174.65	175.25	176.45	172.75
4	174.25	172.65	172.55	168.75
5	170.65	168.45	166.75	168.25
6	178.65	180.65	178.55	178.45
7	178.55	176.45	177.85	176.95
8	178.55	176.65	175.95	176.58
9	180.25	178.65	178.65	176.25
10	182.25	180.68	178.65	180.55

Largo de grano

Trat	I	II	III	IV
1	2.46	2.45	2.48	2.42
2	2.44	2.4	2.45	2.42
3	2.45	2.42	2.43	2.44
4	2.44	2.4	2.43	2.42
5	2.42	2.41	2.41	2.41
6	2.5	2.48	2.47	2.51
7	2.55	2.5	2.55	2.54
8	2.5	2.48	2.5	2.48
9	2.55	2.49	2.51	2.52
10	2.55	2.52	2.54	2.54

Ancho de grano

Trat	I	II	III	IV
1	1.74	1.72	1.72	1.71
2	1.7	1.7	1.71	1.69
3	1.7	1.68	1.68	1.67
4	1.74	1.72	1.7	1.71
5	1.72	1.7	1.68	1.69
6	1.68	1.66	1.64	1.67
7	1.68	1.7	1.68	1.66
8	1.7	1.72	1.66	1.68
9	1.72	1.68	1.7	1.68
10	1.68	1.69	1.7	1.66

Grosor de grano

Trat	I	II	III	IV
1	0.7	0.68	0.68	0.69
2	0.72	0.7	0.68	0.69
3	0.7	0.68	0.69	0.69
4	0.72	0.7	0.68	0.72
5	0.7	0.69	0.68	0.68
6	0.68	0.66	0.64	0.66
7	0.68	0.68	0.69	0.68
8	0.68	0.66	0.68	0.67
9	0.7	0.69	0.68	0.68
10	0.7	0.68	0.69	0.69

Peso de grano por planta

Trat	I	II	III	IV
1	120.45	115.65	114.75	115.25
2	116.75	112.45	114.75	118.75
3	112.65	108.75	111.65	110.75
4	115.75	112.65	112.85	118.25
5	116.25	118.45	118.75	114.25
6	122.25	118.75	119.25	120.45
7	125.64	120.45	120.65	122.85
8	122.55	118.45	115.25	116.25
9	124.55	120.56	118.75	116.45
10	122.65	123.75	114.65	118.65

8.4 Panel fotográfico



Figura 3. Preparación del campo experimental



Figura 4. Siembra



Figura 5. Desinfección de semilla



Figura 6. Plantas emergidas con cebo tóxico



Figura 7. Aplicación de biol

Panel fotográfico.....continuación



Figura 8: Aplicación foliar (Ca – B)



Figura 9: Evaluación de daños en floración



Figura 10: Vista panorámica



Figura 11: Preparación de la aplicación de biol



Figura 12: Extracción de plantas



Figura 13: Evaluación de ciclo del cultivo



Figura 14: Madurez de vaina



Figura 15: Trilla



Figura 16. Pesado de granos