



Universidad Nacional

**SAN LUIS GONZAGA**



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

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

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



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



## CONSTANCIA DE EVALUACIÓN DE ORIGINALIDAD 2026

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

**Efecto de la aplicación exógena de protohormonas sobre las características agronómicas de rendimiento y calidad de grano en pallar (*Phaseolus lunatus* L.) en la zona baja de Ica.**

Presentado por:

**DONAYRE LOBATO JAIME REYNALDO**

Graduado del nivel Pregrado de la Facultad de Agronomía. El resultado obtenido es 01% de similitud (Uno 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, 27 de febrero del 2026.

.....  
**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**



Efecto de la aplicación exógena de protohormonas sobre las características agronómicas de rendimiento y calidad de grano en pallar (*Phaseolus lunatus* L.) en la zona baja de Ica

Línea de Investigación: Ciencias Naturales, Ingeniería y Tecnologías Sostenibles

**INFORME FINAL DE TESIS**

**AUTOR:**

**DONAYRE LOBATO JAIME REYNALDO**

**Ica, Perú**

**2026**

## **DEDICATORIA**

### **A DIOS:**

Por ser mi guía en cada paso de este camino y por darme fuerzas cuando necesitaba de ti, por llenar de esperanza incluso los días más difíciles.

### **A MIS PADRES**

Jaime Saturnino y Juliana Nayra, por su invaluable esfuerzo, dedicación y amor incondicional.

Gracias por enseñarme con sus acciones que los sueños se alcanzan con perseverancia, y por creer en mí cuando más lo necesitaba, este logro también es de ellos.

### **A MI FAMILIA**

Quienes con su cariño y apoyo me motivaron a no rendirme.

Cada palabra de aliento y cada gesto de confianza han sido la energía que me impulsó a seguir adelante.

**Jaime Reynaldo Donayre Lobato**

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Universidad Nacional San Luis Gonzaga, mi alma máter, por haberme brindado la formación académica, los conocimientos y las herramientas necesarias para mi futuro desarrollo profesional en el campo de la Agronomía.

A los docentes de la Facultad de Agronomía, por permitirme compartir valiosas experiencias y transmitir con generosidad sus conocimientos, los cuales han sido fundamentales en mi aprendizaje.

Al Dr. Jorge Luis Magallanes Magallanes, mi asesor, por su orientación, paciencia y dedicación constante, cualidades que hicieron posible la culminación de esta investigación.

A mis compañeros de estudios, por los momentos compartidos, las enseñanzas, experiencias y consejos que fortalecieron mi camino académico.

A todas aquellas personas que, de manera directa o indirecta, contribuyeron en este proceso, les expreso mi más sincero y profundo agradecimiento.

Hoy concluyo este capítulo con inmensa gratitud, convencido de que cada esfuerzo, sacrificio y noches de estudios han valido plenamente la pena.

## INDICE DE CONTENIDOS

| <b>CONTENIDO</b>                                    | <b>Pág.</b> |
|-----------------------------------------------------|-------------|
| <b>CARATULA</b>                                     | i           |
| <b>DEDICATORIA</b>                                  | ii          |
| <b>AGRADECIMIENTOS</b>                              | iii         |
| <b>INDICE DE CONTENIDOS</b>                         | iv          |
| <b>RESUMEN</b>                                      | ix          |
| <b>ABSTRACT</b>                                     | x           |
| <b>I : INTRODUCCIÓN.</b>                            | 1           |
| 1.1 Planteamiento del problema                      | 2           |
| 1.2 Antecedentes                                    | 3           |
| 1.3 Formulación del problema                        | 4           |
| 1.4 Justificación e importancia de la investigación | 4           |
| 1.5 Hipótesis                                       | 6           |
| 1.6 Objetivos.                                      | 6           |
| <b>II : ESTRATEGIA METODOLOGICA</b>                 | 7           |
| 2.1 Ubicación del experimento                       | 7           |
| 2.2 Tipo, nivel y diseño de la investigación        | 8           |
| 2.3 Población y Muestra                             | 8           |
| 2.4 Metodología de aplicación de tratamientos       | 11          |
| 2.5 Técnicas de procesamiento de datos              | 15          |
| 2.6 Variables de la investigación                   | 16          |
| 2.7 Técnicas de recolección de datos                | 17          |
| 2.8 Instrumentos de recolección de datos            | 17          |
| <b>III : RESULTADOS</b>                             | 19          |
| <b>IV : DISCUSIÓN</b>                               | 33          |
| <b>V : CONCLUSIONES</b>                             | 41          |
| <b>VI : RECOMENDACIONES</b>                         | 42          |
| <b>VII : REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS</b>             | 43          |
| <b>VIII : ANEXOS</b>                                | 44          |

## ÍNDICE DE TABLAS

|                                                                                                                                                                                                                                                                    | Pág. |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| Tabla 1. Tratamientos en estudio                                                                                                                                                                                                                                   | 8    |
| Tabla 2. ANVA para el análisis estadístico                                                                                                                                                                                                                         | 9    |
| Tabla 3. Manejo fitosanitario en el cultivo de pallar                                                                                                                                                                                                              | 13   |
| Tabla 4. Análisis físico mecánico del suelo                                                                                                                                                                                                                        | 18   |
| Tabla 5. Análisis químico del suelo                                                                                                                                                                                                                                | 19   |
| Tabla 6. Observaciones meteorológicas de marzo a julio 2024                                                                                                                                                                                                        | 20   |
| Tabla 7. Análisis de varianza de días a la floración del efecto de la aplicación exógena de protohormonas sobre las características agronómicas de rendimiento y calidad de grano en pallar ( <i>phaseolus lunatus</i> L.) en la zona baja de Ica                  | 22   |
| Tabla 8. Pruebas de rango múltiple de Duncan de días a la floración del efecto de la aplicación exógena de protohormonas sobre las características agronómicas de rendimiento y calidad de grano en pallar ( <i>phaseolus lunatus</i> L.) en la zona baja de Ica.  | 22   |
| Tabla 9. Análisis de varianza de la altura de planta del efecto de la aplicación exógena de protohormonas sobre las características agronómicas de rendimiento y calidad de grano en pallar ( <i>phaseolus lunatus</i> L.) en la zona baja de Ica                  | 23   |
| Tabla 10. Pruebas de rango múltiple de Duncan de la altura de planta del efecto de la aplicación exógena de protohormonas sobre las características agronómicas de rendimiento y calidad de grano en pallar ( <i>phaseolus lunatus</i> L.) en la zona baja de Ica. | 23   |
| Tabla 11. Análisis de varianza del número de vainas por planta del efecto de la aplicación exógena de protohormonas sobre las características agronómicas de rendimiento y calidad de grano en pallar ( <i>phaseolus lunatus</i> L.) en la zona baja de Ica        | 24   |
| Tabla 12. Pruebas de rango múltiple de Duncan del número de vainas por planta del efecto de la aplicación exógena de protohormonas sobre las                                                                                                                       | 24   |



|           |                                                                                                                                                                                                                                                                  |    |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
|           | características agronómicas de rendimiento y calidad de grano en pallar ( <i>phaseolus lunatus</i> L.) en la zona baja de Ica.                                                                                                                                   |    |
| Tabla 13. | Análisis de varianza de la longitud de vaina del efecto de la aplicación exógena de protohormonas sobre las características agronómicas de rendimiento y calidad de grano en pallar ( <i>phaseolus lunatus</i> L.) en la zona baja de Ica                        | 25 |
| Tabla 14. | Pruebas de rango múltiple de Duncan de la longitud de vainas del efecto de la aplicación exógena de protohormonas sobre las características agronómicas de rendimiento y calidad de grano en pallar ( <i>phaseolus lunatus</i> L.) en la zona baja de Ica.       | 25 |
| Tabla 15. | Análisis de varianza del ancho de vainas del efecto de la aplicación exógena de protohormonas sobre las características agronómicas de rendimiento y calidad de grano en pallar ( <i>phaseolus lunatus</i> L.) en la zona baja de Ica                            | 26 |
| Tabla 16. | Pruebas de rango múltiple de Duncan del ancho de vainas del efecto de la aplicación exógena de protohormonas sobre las características agronómicas de rendimiento y calidad de grano en pallar ( <i>phaseolus lunatus</i> L.) en la zona baja de Ica.            | 26 |
| Tabla 17. | Análisis de varianza del número de granos por vaina del efecto de la aplicación exógena de protohormonas sobre las características agronómicas de rendimiento y calidad de grano en pallar ( <i>phaseolus lunatus</i> L.) en la zona baja de Ica                 | 27 |
| Tabla 18. | Pruebas de rango múltiple de Duncan del número de granos por vaina del efecto de la aplicación exógena de protohormonas sobre las características agronómicas de rendimiento y calidad de grano en pallar ( <i>phaseolus lunatus</i> L.) en la zona baja de Ica. | 27 |
| Tabla 19. | Análisis de varianza del peso de 100 granos secos del efecto de la aplicación exógena de protohormonas sobre las características agronómicas de rendimiento y calidad de grano en pallar ( <i>phaseolus lunatus</i> L.) en la zona baja de Ica                   | 28 |
| Tabla 20. | Pruebas de rango múltiple de Duncan del peso de 100 granos secos del efecto de la aplicación exógena de protohormonas sobre las características agronómicas de rendimiento y calidad de grano en pallar ( <i>phaseolus lunatus</i> L.) en la zona baja de Ica.   | 28 |
| Tabla 21. | Análisis de varianza del diámetro polar de grano seco del efecto de la aplicación exógena de protohormonas sobre las características agronómicas de rendimiento y calidad de grano en pallar ( <i>phaseolus lunatus</i> L.) en la zona baja de Ica               | 29 |

|           |                                                                                                                                                                                                                                                                          |    |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 22. | Pruebas de rango múltiple de Duncan del diámetro polar del grano seco del efecto de la aplicación exógena de protohormonas sobre las características agronómicas de rendimiento y calidad de grano en pallar ( <i>phaseolus lunatus</i> l.) en la zona baja de Ica.      | 29 |
| Tabla 23. | Análisis de varianza del diámetro ecuatorial del grano seco del efecto de la aplicación exógena de protohormonas sobre las características agronómicas de rendimiento y calidad de grano en pallar ( <i>phaseolus lunatus</i> L.) en la zona baja de Ica                 | 30 |
| Tabla 24. | Pruebas de rango múltiple de Duncan del diámetro ecuatorial del grano seco del efecto de la aplicación exógena de protohormonas sobre las características agronómicas de rendimiento y calidad de grano en pallar ( <i>phaseolus lunatus</i> l.) en la zona baja de Ica. | 30 |
| Tabla 25. | Análisis de varianza del rendimiento total de grano seco del efecto de la aplicación exógena de protohormonas sobre las características agronómicas de rendimiento y calidad de grano en pallar ( <i>phaseolus lunatus</i> L.) en la zona baja de Ica                    | 31 |
| Tabla 26. | Pruebas de rango múltiple de Duncan del rendimiento de grano seco del efecto de la aplicación exógena de protohormonas sobre las características agronómicas de rendimiento y calidad de grano en pallar ( <i>phaseolus lunatus</i> l.) en la zona baja de Ica.          | 31 |
| Tabla 27. | Análisis económico del efecto de la aplicación exógena de protohormonas sobre las características agronómicas de rendimiento y calidad de grano en pallar ( <i>phaseolus lunatus</i> L.) en la zona baja de Ica                                                          | 32 |

## INDICE DE FIGURAS

|                                                                  | Pág., |
|------------------------------------------------------------------|-------|
| Figura 1. Ubicación del campo experimental                       | 7     |
| Figura 2. Riego de machaco en pozas                              |       |
| Figura 3. Aradura y surcado del terreno                          |       |
| Figura 4. Desinfección de la semilla de pallar                   |       |
| Figura 5. Vainas cosechadas del tratamiento 2                    |       |
| Figura 6. Medida del ancho de vaina de pallar                    |       |
| Figura 7. Medida del diámetro ecuatorial de grano seco de pallar |       |

## RESUMEN

La presente investigación se desarrolló en la zona baja de Ica con el objetivo de evaluar el efecto de la aplicación exógena de protohormonas sobre las características agronómicas de rendimiento y calidad de grano en pallar (*Phaseolus lunatus* L.). El experimento se condujo bajo un diseño de bloques completos al azar (DBCA) con cuatro tratamientos y tres repeticiones, donde se aplicaron diferentes bioestimulantes de origen hormonal (Mixhor Plus, Pack Frut y Algae Forte) y un testigo sin aplicación. Se evaluaron variables relacionadas al crecimiento y a la calidad del grano, como diámetro polar, diámetro ecuatorial y rendimiento total de granos secos. Los resultados mostraron diferencias altamente significativas ( $p < 0.01$ ) en el diámetro de los granos y en el rendimiento total. El tratamiento con Mixhor Plus registró el mayor promedio de rendimiento (2673,40 kg/ha), superando ampliamente al control (2004,88 kg/ha), lo que refleja la eficacia de la aplicación de protohormonas en la estimulación de procesos fisiológicos del cultivo. Asimismo, se observó que los tratamientos mejoraron significativamente las dimensiones de los granos, influyendo en la calidad final del producto. El análisis económico determinó que la relación beneficio/costo fue más favorable en los tratamientos con aplicación de protohormonas, destacando Mixhor Plus ( $B/C = 1.40$ ). Estos resultados evidencian que el uso de protohormonas constituye una alternativa tecnológica viable para mejorar la productividad y competitividad del cultivo de pallar en condiciones de la zona baja de Ica.

**Palabras clave:** protohormonas, pallar, rendimiento, calidad de grano

## ABSTRACT

This research was carried out in the lowland area of Ica with the objective of evaluating the effect of exogenous application of protohormones on the agronomic characteristics of yield and grain quality in lima bean (*Phaseolus lunatus* L.). The experiment was conducted under a randomized complete block design (RCBD) with four treatments and three replications, where different hormone-based biostimulants (Mixhor Plus, Pack Frut, and Algae Forte) were applied, along with an untreated control. Variables related to growth and grain quality, such as polar diameter, equatorial diameter, and total dry grain yield, were evaluated. The results showed highly significant differences ( $p < 0.01$ ) in grain size and total yield. The Mixhor Plus treatment recorded the highest average yield (2673.40 kg/ha), clearly surpassing the control (2004.88 kg/ha), which reflects the effectiveness of protohormones in stimulating physiological processes in the crop. In addition, all treatments improved the grain dimensions, thus enhancing the final quality of the product. The economic analysis indicated that the benefit/cost ratio was more favorable in treatments with protohormone application, with Mixhor Plus standing out ( $B/C = 1.40$ ). These findings demonstrate that the use of protohormones is a viable technological alternative to increase productivity and competitiveness of lima bean cultivation under the environmental conditions of the lowland area of Ica.

**Keywords:** protohormones, lima bean, yield, grain quality

## I. INTRODUCCION

El cultivo de pallar (*Phaseolus lunatus* L.), conocido también como vainón o frijol lima, ocupa un lugar importante dentro de las leguminosas cultivadas en la costa peruana por su aporte nutricional, alto contenido de proteínas y minerales y por su adaptabilidad a sistemas agrícolas con riego. En la zona baja de Ica, caracterizada por un clima árido, suelos de textura variable y disponibilidad de agua controlada mediante riego tecnificado, el pallar representa una alternativa de cultivo que combina valor alimentario y potencial económico para pequeños y medianos productores. Sin embargo, la productividad y la calidad del grano en esta región están condicionadas por factores abióticos (estrés hídrico, salinidad, altas temperaturas) y por limitaciones biotécnicas (manejo de nutrientes, densidad de siembra, técnicas de manejo postcosecha), que obligan a explorar prácticas y tecnologías agronómicas capaces de incrementar rendimiento y calidad.

En este contexto, la aplicación exógena de compuestos reguladores del crecimiento vegetal habitualmente denominados fitohormonas ha despertado interés como estrategia para modular procesos fisiológicos clave: la germinación, el crecimiento vegetativo, la floración, la fijación de fruto, la movilización de fotoasimilados y la maduración de granos.

El término protohormonas en este trabajo se emplea para referirse a precursores, análogos sintéticos o formulaciones que actúan como estimuladores de las rutas hormonales endógenas de la planta, es decir, sustancias que al aplicarse externamente inducen o modulan la síntesis, transporte o percepción de fitohormonas naturales (auxinas, giberelinas, citocininas, ácido abscísico, etileno, entre otras). Estas sustancias pueden administrarse en distintas formas (tratamientos de semilla, aplicaciones foliares, riego localizado) y en momentos fenológicos específicos para aprovechar ventanas críticas de respuesta.

Las fitohormonas regulan procesos celulares y de desarrollo mediante señales que influyen en la división celular, elongación, diferenciación, senescencia y en la redistribución de recursos dentro de la planta. Las protohormonas exógenas, al interactuar con estos sistemas, pueden producir efectos agronómicos visibles y cuantificables

Estos procesos, sin embargo, son altamente dependientes de la concentración aplicada, la vía y momento de aplicación, el genotipo de la planta y las condiciones ambientales. Es decir, una dosis o momento inadecuado puede ser ineficaz o incluso perjudicial, generando desbalance hormonal, elongación excesiva o reducción de la fijación de frutos.

Para la zona baja de Ica, con su combinación de altas temperaturas diurnas, radiación intensa y potenciales limitaciones hídricas y salinas, los estudios específicos sobre protohormonas en pallar son escasos o poco difundidos. Esto crea una necesidad científica y práctica de evaluar, bajo condiciones locales, cómo las aplicaciones exógenas afectan variables agronómicas clave:

rendimiento global ( $\text{kg ha}^{-1}$ ), componente de rendimiento ( $\text{n}^\circ$  vainas/planta,  $\text{n}^\circ$  semillas/vaina, peso de 100 semillas) y parámetros de calidad de grano (humedad al cosechar, contenido de proteína, tamaño y uniformidad de semilla, parámetros fisicoquímicos relevantes para procesamiento y consumo).

Estudiar la aplicación de protohormonas en pallar en la zona baja de Ica constituye una línea de investigación pertinente y con alto potencial de impacto agronómico y socioeconómico. Al comprender los efectos fisiológicos y agronómicos de estas prácticas, es posible desarrollar recomendaciones técnicas que contribuyan a sistemas de producción más eficientes, y rentables, aprovechando el potencial de una leguminosa de alto valor nutricional en un entorno con desafíos climáticos y de recursos hídricos.

El presente estudio busca aportar evidencia experimental y protocolos de manejo que sirvan tanto al productor como al investigador para optimizar la producción de pallar en condiciones locales.

### **1.1 Planteamiento del problema:**

El cultivo de pallar (*Phaseolus lunatus* L.) constituye una de las leguminosas de mayor importancia en la región de Ica, especialmente en la zona baja, donde las condiciones agroecológicas permiten su desarrollo en distintas épocas del año. Sin embargo, a pesar de su potencial productivo y valor nutricional, los rendimientos obtenidos por los agricultores locales suelen ser inferiores a los reportados en otras zonas productoras, tanto a nivel nacional como internacional. Esta brecha productiva responde a múltiples factores, entre ellos: el manejo inadecuado de la fertilización, la falta de tecnologías para optimizar la floración y cuaja de frutos y la limitada incorporación de prácticas innovadoras que estimulen el desarrollo fisiológico de la planta en momentos críticos del ciclo.

Las condiciones climáticas de la zona baja de Ica, caracterizadas por altas temperaturas, baja humedad relativa, radiación solar intensa y suelos de fertilidad variable, pueden generar estrés en las plantas, afectando directamente procesos como la fotosíntesis, la translocación de fotoasimilados y la formación de granos. En este escenario, las pérdidas por aborto floral, caída de vainas y llenado incompleto de semillas son frecuentes, reduciendo la cantidad y calidad del grano cosechado.

En otras especies de leguminosas, la aplicación exógena de reguladores del crecimiento vegetal o sus precursores denominados protohormonas ha demostrado mejorar parámetros de rendimiento mediante la estimulación de procesos como la división y elongación celular, la inducción de floración, el aumento en la cuaja de vainas y la optimización del llenado de semillas. Sin embargo, la información sobre su uso en *Phaseolus lunatus* bajo las condiciones específicas de la costa sur peruana es escasa o inexistente. Esto genera un vacío técnico que limita la adopción de esta práctica por parte de los agricultores, quienes no cuentan con datos científicos que respalden su eficacia, la dosis adecuada, el momento óptimo de aplicación ni los posibles impactos sobre la calidad del grano.

La ausencia de estudios locales representa una oportunidad para investigar si la aplicación controlada de protohormonas puede constituir una herramienta agronómica efectiva para incrementar la productividad y calidad del pallar, considerando las particularidades climáticas y edáficas de Ica. De comprobarse su efectividad, esta técnica podría integrarse a los planes de manejo de cultivo, contribuyendo a la sostenibilidad productiva y a la competitividad del pallar en mercados internos y externos.

## **1.1 Antecedentes**

### **Antecedentes internacionales: proyecto**

Según INTAGRI [1] menciona que las hormonas o fitohormonas son compuestos naturales que las producen las plantas y son las que de una forma u otra determinan su desarrollo y crecimiento, estos compuestos se sintetizan en una parte u órgano específico en los vegetales a concentraciones relativamente bajas ( $<1\text{ppm}$ ) y que van a realizar su actividad en ese lugar o son translocados a las diversas partes de la planta donde van a estimular, inhibir o modificar el crecimiento y desarrollo de los diferentes procesos fisiológicos.

En la actualidad se han mencionado la existencia de sustancias químicas que son muy capaces de controlar de alguna manera el crecimiento, por lo cual se han podido clasificar diez tipos diferentes de fitohormonas que de acuerdo con su capacidad estimulante presenta y ocasiona notorios efectos en el crecimiento vegetal, órgano o en la actividad fotosintética y en la maduración de frutos entre otros, [2].

Una protohormona se le define como una molécula precursora de una hormona. En algunos casos, estas presentan algún efecto biológico, la gran mayoría de hormonas de tipo peptídica derivan de prohormonas que tienen un mayor peso molecular en su estructura [3].

Las prohormonas, de acuerdo con lo que indica el prefijo, son considerados como promotores de algo, es decir que se le considera como una molécula o compuesto que se puede formar en la planta, cuya acción es específicamente la de promover, potenciar y aumentar la formación de una o más hormonas, pero de tipo endógeno para aumentar el nivel hormonal, [4].

### **Antecedentes nacionales**

En el año 2016, [5], Informan que encontraron en su investigación que, en el rendimiento total de pallar verde por hectárea, notaron el efecto positivo de los factores en estudio obteniendo el factor dosis de aplicación con los niveles de 3.0 y 4.5 L/ha, el mayor peso con 7,929 y 8,251kg/ha, mientras que en factor fuentes de extractos de algas marinas destacaron los productos Fitoalgas y Basfoliar Algae con 8,066 y 7,973 kg/ha de pallar verde en promedio.

Según Condeña et al [6], en el análisis del factor dosis de ácido fúlvico, el nivel de 6,0 L/ha registró el mayor rendimiento con 2 393 kg/ha de pallar seco, mientras que en el factor dosis de transportadores de glúcidos destacó igualmente el nivel de 6,0 L/ha con 2 406 kg/ha; respecto a los efectos principales, se detectaron diferencias estadísticas significativas en las combinaciones evaluadas, evidenciando que las distintas dosis de ácido fúlvico y transportadores de glúcidos



superaron ampliamente al testigo (2 106 kg/ha), siendo las combinaciones más efectivas: Kelpway fúlvico 6,0 L/ha + Movaxion 6,0 L/ha (2 348 kg/ha), Kelpway fúlvico 4,5 L/ha + Movaxion 6,0 L/ha (2 319 kg/ha) y Kelpway fúlvico 6,0 L/ha + Movaxion 4,5 L/ha (2 301 kg/ha)

## **FORMULACION DEL PROBLEMA:**

### **Problema general**

¿En qué medida la aplicación exógena de protohormonas influye en las características agronómicas de rendimiento y calidad de grano en pallar (*Phaseolus lunatus* L.) cultivado en la zona baja de Ica?

### **Problemas específicos**

1. ¿Cuál es el tipo y concentración de protohormona más efectiva para incrementar el número de vainas por planta, el peso de semillas y el rendimiento total en pallar?
2. ¿En qué momento fenológico la aplicación de protohormonas produce el mayor efecto positivo sobre la floración, la cuaja y el llenado de grano?
3. ¿Qué impacto tienen las protohormonas sobre los parámetros de calidad física del grano (tamaño, uniformidad, peso seco de 100 granos, etc.)

## **1.4 JUSTIFICACION E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACION**

### **Justificación**

El pallar (*Phaseolus lunatus* L.) es un cultivo estratégico en la zona baja de Ica, tanto por su relevancia económica en el mercado interno y de exportación, como por su aporte nutricional en proteínas, carbohidratos y minerales. Sin embargo, los rendimientos obtenidos en la región se ven limitados por factores como el manejo agronómico tradicional, el estrés ambiental (altas temperaturas, radiación intensa y baja humedad relativa) y las deficiencias en la floración, cuaja y llenado de grano.

La aplicación exógena de protohormonas, ya sea como análogos sintéticos o precursores de fitohormonas naturales, ha demostrado en otros cultivos su capacidad de estimular procesos fisiológicos clave que inciden directamente en el rendimiento y calidad de grano. Estos compuestos pueden optimizar la división celular, inducir una mayor fijación de frutos, mejorar el llenado de semillas y aumentar la tolerancia al estrés abiótico. Sin embargo, su efectividad depende de factores como la dosis, el momento de aplicación y las condiciones ambientales, por lo que es imprescindible validarlos en las condiciones agroecológicas específicas de Ica.

Actualmente, no existen suficientes estudios que documenten de manera científica el efecto de las protohormonas en *Phaseolus lunatus* bajo las características climáticas y edáficas de la zona baja de Ica. Esta ausencia de información limita que los agricultores adopten estas tecnologías, perdiendo la oportunidad de mejorar el rendimiento y la calidad del grano, y de acceder a mercados que exigen estándares más altos.

Por lo tanto, esta investigación es necesaria para:

- Generar evidencia técnica que respalde o descarte el uso de protohormonas como práctica agronómica.
- Identificar las combinaciones de tipo, dosis y momento de aplicación que optimicen el rendimiento y calidad de grano.
- Proporcionar recomendaciones prácticas a los productores de pallar en la región, contribuyendo a mejorar la competitividad y sostenibilidad del cultivo.

El aporte de esta investigación se traduce no solo en beneficios económicos para los agricultores, sino también en un avance del conocimiento científico sobre el manejo hormonal de leguminosas en condiciones de costa árida, con potencial de replicarse en otras zonas con características similares.

### **Importancia**

El presente estudio reviste una alta importancia desde los ámbitos agronómico, económico, social y ambiental.

En primer lugar, desde el punto de vista agronómico, el pallar (*Phaseolus lunatus* L.) es una leguminosa de gran valor en la región de Ica, pero enfrenta limitaciones de rendimiento debido a condiciones climáticas extremas y a manejos convencionales que no siempre favorecen la máxima expresión de su potencial productivo. La aplicación exógena de protohormonas constituye una alternativa tecnológica capaz de modular procesos fisiológicos clave, mejorar la floración, la cuaja y el llenado de semillas y aumentar la calidad física y nutricional del grano. Validar esta técnica en las condiciones específicas de la zona baja de Ica permitirá establecer protocolos agronómicos más eficientes y adaptados a la realidad local.

En segundo lugar, en el ámbito económico, el incremento del rendimiento y la calidad del grano se traduce en mayores ingresos para los productores, lo que fortalece la rentabilidad del cultivo y su competitividad en mercados internos y de exportación. La posibilidad de obtener granos de mejor tamaño, uniformidad y calidad nutricional puede abrir oportunidades comerciales en segmentos que demandan estándares más altos, generando un valor agregado significativo.

Finalmente, en el ámbito social y ambiental, el cultivo de pallar contribuye a la seguridad alimentaria por su alto contenido proteico y su capacidad de fijar nitrógeno atmosférico, lo que mejora la fertilidad del suelo y reduce la necesidad de fertilizantes químicos. Si la tecnología de aplicación de protohormonas se implementa de forma adecuada, puede favorecer una producción más sostenible, optimizando el uso de recursos como el agua y los nutrientes, y reduciendo la presión ambiental sobre el ecosistema agrícola.

En conjunto, esta investigación tiene el potencial de convertirse en un referente técnico para el manejo avanzado de *Phaseolus lunatus* en zonas áridas costeras, aportando información

científica que pueda ser transferida a productores, instituciones de extensión agraria y otros investigadores interesados en mejorar la productividad y sostenibilidad del cultivo.

## **1.5 HIPOTESIS**

### **Hipótesis general**

La aplicación exógena de protohormonas en pallar (*Phaseolus lunatus* L.) cultivado en la zona baja de Ica incrementa significativamente el rendimiento y mejora la calidad física del grano en comparación con plantas sin tratamiento.

### **Hipótesis específica**

- El tipo y concentración de protohormona influyen significativamente en los componentes de rendimiento del pallar (número de vainas por planta, número de semillas por vaina y peso de 100 semillas).
- La aplicación de protohormonas en el momento fenológico de inicio de floración, produce un mayor incremento en floración, cuaja y llenado de grano que aplicaciones en otras etapas.
- El uso de protohormonas mejora significativamente parámetros de calidad física del grano (tamaño, uniformidad, peso seco de 100 semillas, etc.) respecto al testigo sin aplicación.

## **1.6 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION**

### **Objetivo general**

- Evaluar el efecto de la aplicación exógena de protohormonas sobre las características agronómicas de rendimiento y calidad de grano en pallar (*Phaseolus lunatus* L.) en la zona baja de Ica.

### **Objetivos específicos**

1. Determinar el tipo y concentración de protohormona que genere el mayor incremento en los componentes de rendimiento (número de vainas por planta, número de semillas por vaina y peso de 100 semillas).
2. Evaluar el momento fenológico óptimo para la aplicación de protohormonas que maximice la floración, la cuaja y el llenado de grano.
3. Analizar el impacto de las protohormonas sobre parámetros de calidad física (tamaño, uniformidad, peso) y nutricional (contenido de proteína y humedad) del grano.

## II. ESTRATEGIA METODOLOGIA DE INVESTIGACION

### 2.1 Ubicación del campo experimental.

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en el terreno agrícola de propiedad de la señora Hilda Barrios Huamán, que se encuentra ubicado en el caserío “Aguada de Palos”, perteneciente al distrito de Santiago, provincia y departamento de Ica, en la zona baja del valle de Ica.

La ubicación geográfica corresponde a las siguientes coordenadas:

Latitud: 14°18'33.13" S

Longitud: 75°40'36.61" O

Altitud: 339 m s. n. m.

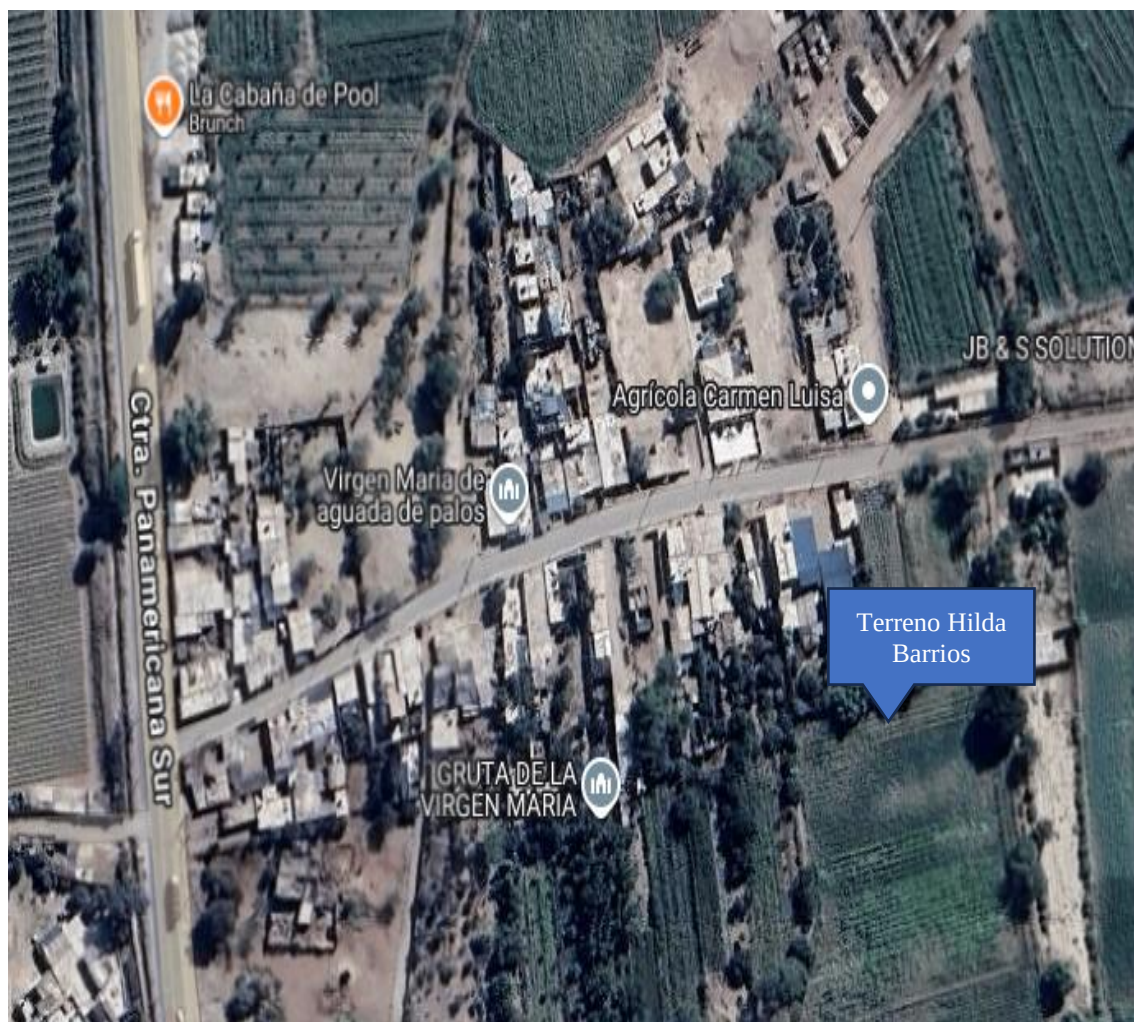


Figura 1: ubicación campo experimental

## 2.2 TIPO, NIVEL Y DISEÑO DE LA INVESTIGACION.

**Tipo de investigación:** Aplicada, porque busca resolver un problema práctico relacionado con el rendimiento y la calidad del grano de pallar mediante la aplicación de protohormonas.

**Nivel de investigación:** Experimental, dado que se manipula la variable independiente (dosis de protohormonas) para observar sus efectos sobre variables dependientes (rendimiento y calidad del grano).

**Diseño de investigación:** Experimental completamente al azar (DCA), con tratamientos definidos por diferentes tipos y concentraciones de protohormonas, replicados en parcelas o unidades experimentales de pallar precoz.

## 2.3 POBLACION Y MUESTRA.

### Población del estudio.

La población del experimento estuvo conformada por 1,152 plantas de pallar “Sol de Ica”, sembradas a un distanciamiento de 0,80 m x 0,40 m, y distribuida en 153.6 m<sup>2</sup>, que vendría a ser aproximadamente 0,015 ha. de cultivo, en el caserío de “Aguada de Palos” en el distrito perteneciente a Santiago.

### Población de la muestra del estudio.

Se utilizó una muestra experimental de 96 plantas, distribuidas en 16 parcelas. Para el muestreo, solo se tomaron las plantas que estaban contenidas en el surco central de cada parcela.

### Tratamientos en estudio. -

En el presente ensayo se probaron cuatro tratamientos con la aplicación de tres productos comerciales que contienen Protohormonas más la adición de un testigo, resultando un total de 16 unidades experimentales, en un diseño Bloques completo y al azar (DBCA).

**TABLA 1:**  
TRATAMIENTOS EN ESTUDIO EN EL CULTIVO DE PALLAR

| CLAVE LITERAL | NOMBRE COMERCIAL | PROCEDENCIA  | DOSIS (cc/cil 200 l) | MOMENTO DE APLICACIÓN                                                                                        |
|---------------|------------------|--------------|----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| T1            | PackFrut.        | Grupo Andina | 400                  | Dos aplicaciones: <ul style="list-style-type: none"><li>• Prefloración</li><li>• Cuajado de vainas</li></ul> |
| T2            | Algaeforte.      | AgroBesser   | 400                  |                                                                                                              |
| T3            | Mixhor Plus.     | Farmagro     | 400                  |                                                                                                              |
| T4            | Control          | —            | 00                   | ninguna                                                                                                      |

Las fuentes de variabilidad a usarse en el análisis de varianza se presentan en la siguiente tabla.

**TABLA N°2**  
ANVA PARA EVALUAR LOS TRATAMIENTOS EN ESTUDIO DEL CULTIVO DE  
PALLAR

| FUENTE DE VARIACIÓN | GL | SC  | CM     | F       | <i>P</i><br><i>valor</i> | SIG |
|---------------------|----|-----|--------|---------|--------------------------|-----|
| Bloque              | 3  | SCB | SCB/3  | CMB/CME | --                       | --  |
| Tratamientos        | 3  | SCT | SCT/3  | CMT/CME | --                       | --  |
| Error experimental  | 9  | SCE | SCE/10 | ---     | --                       | --  |
| Total               | 15 | SCT | --     | --      | --                       | --  |

#### **CARACTERÍSTICAS DEL CAMPO EXPERIMENTAL.**

##### **PARCELA O UNIDAD EXPERIMENTAL**

|                    |                     |
|--------------------|---------------------|
| Numero de parcelas | 16                  |
| Largo de parcela   | 4.00 m              |
| Ancho de parcela   | 2.40 m              |
| Área de parcela    | 9.60 m <sup>2</sup> |

##### **SURCOS**

|                              |        |
|------------------------------|--------|
| Numero de surcos por parcela | 3      |
| Largo de surco               | 4.00 m |
| Distanciamiento entre surco  | 0.80 m |
| Numero de golpes por surco   | 10     |

##### **BLOQUES**

|                     |                      |
|---------------------|----------------------|
| Número de bloques   | 4                    |
| Largo de bloque     | 4.00 m               |
| Ancho de bloque     | 9.60 m               |
| Área de cada bloque | 38.40 m <sup>2</sup> |

##### **CALLES**

|                  |        |
|------------------|--------|
| Numero de calles | 5      |
| Largo de calles  | 9.60 m |

Ancho de calles 1.0 m

Área total de cada calle 9.6 m<sup>2</sup>

### **DIMENSION DEL TERRENO EXPERIMENTAL**

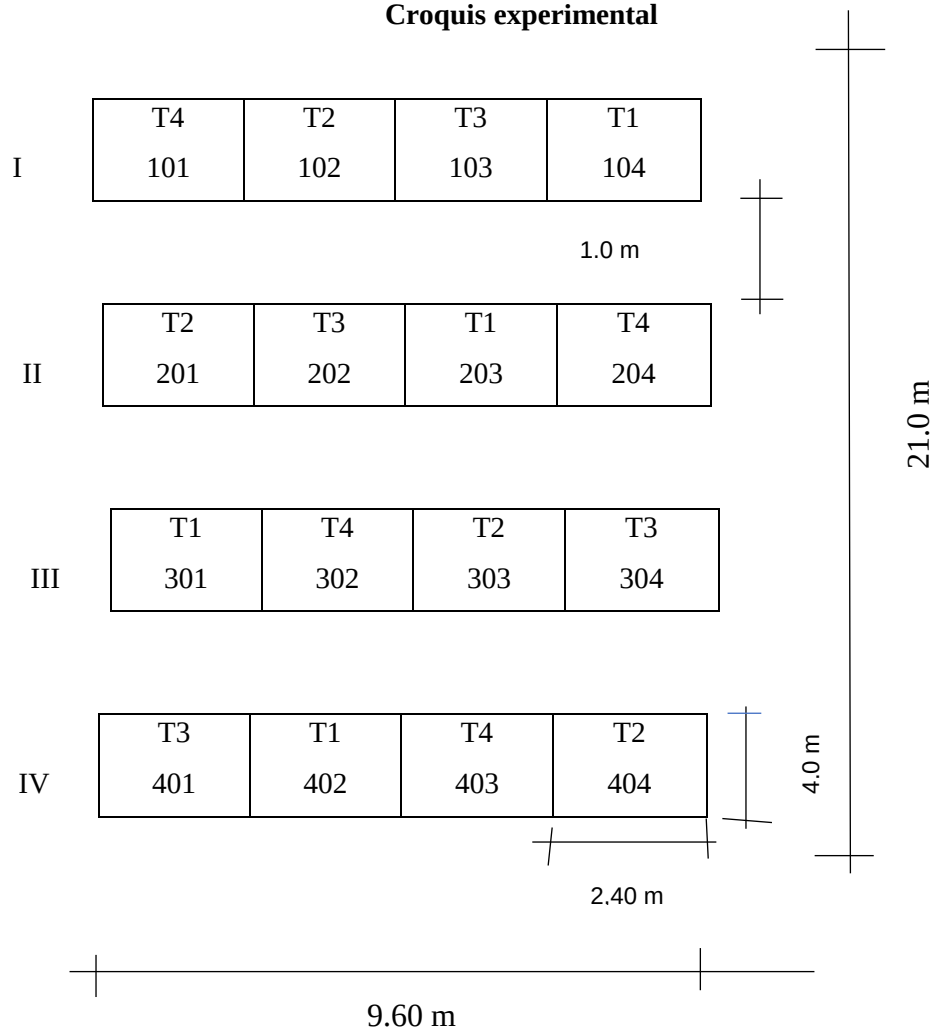
Largo 21.00 m

Ancho 9.60 m

Área total 201.6 m<sup>2</sup>

Área neta 153.60 m<sup>2</sup>

### **Croquis experimental**



Nota:

1 – 4 = número de tratamientos

101 – 404 = número de parcela según el bloque

I - IV = número de bloque

## **2.4 METODOLOGÍA DE LA APLICACIÓN DE LOS TRATAMIENTOS**

La metodología de aplicación se basó en el uso de tres productos comerciales con acción protohormonal (Pack Frut, Algae forte y Mixhor Plus), evaluados en una dosis de 400 cc/cil, además de un testigo con aplicación únicamente de agua. Los procedimientos fueron los siguientes:

1. Se realizaron dos aplicaciones foliares en fases fenológicas clave del cultivo: inicio de floración y cuajado de vainas, empleando en total tres dosis iguales de cada producto, de acuerdo con lo planificado en el proyecto.
2. Se evaluaron las variables de rendimiento y los componentes morfoagronómicos del pallar precoz “*Sol de Ica*” en cada unidad experimental.
3. Se efectuó la calibración del gasto de agua para ajustar la mochila de 20 L (vermorel), garantizando la aplicación uniforme de las dosis de los productos protohormonales en cada parcela, según el croquis experimental.
4. Las dosis de los productos comerciales se aplicaron de forma exógena comúnmente conocida como foliar, procurando una cobertura homogénea de la superficie foliar de las plantas de pallar.

### **Metodología de aplicación de los factores constantes:**

Los factores constantes considerados incluyeron labores culturales, preparación del terreno, fertilización, deshierbo y aplicaciones fitosanitarias. En el cultivo de pallar “*Sol de Ica*” para grano seco, dichas labores se realizaron siguiendo las prácticas tradicionales del agricultor de la zona. Cabe señalar que la única fuente de agua disponible provino de avenidas, aplicándose un solo riego en pozas. El único factor que varió respecto a este manejo fue la aplicación de los tratamientos experimentales establecidos en el estudio.

### **Conducción del experimento**

El cultivo de pallar variedad “*Sol de Ica*” se estableció en la zona baja del valle de Ica, iniciando con la siembra realizada el 18 de marzo de 2024. A partir de esta fecha, el manejo del experimento se desarrolló conforme a las siguientes etapas:

#### **Preparación del terreno**

Esta labor se realizó el 02 de marzo del 2024, la cual consistió en la eliminación total de residuos del cultivo anterior, incluyendo malezas, restos de plantas y brozas. Los desechos se recogieron con la herramienta denominada *orqueta*, formando pequeños montones distribuidos en el campo, que posteriormente fueron eliminados mediante quema controlada.

#### **Aradura en seco y húmedo:**

La primera labor de aradura en seco se ejecutó el 04 de marzo de 2024, utilizando un tractor con arado de discos para remover el suelo. Posteriormente, tras el riego de machaco, se realizó la labor de aradura en húmedo con tractor con arado de discos.



**Riego de machaco:**

Esta labor se realizó el 04 de marzo de 2024, donde se aplicó bajo el sistema de pozas, previamente construidas alrededor del terreno aproximadamente de 1.0 m de altura de los bordes. Se utilizó agua de avenida proveniente de la acequia principal La Achirana. El riego se prolongó por aproximadamente tres horas, procurando mantener la poza llena y sin filtraciones para evitar pérdidas de agua.

**Planchado y nivelado:**

Una vez que el suelo alcanzó la condición denominada “a punto” por los agricultores, se realizó el gradeo y planchado con tractor el 16 de marzo de 2024, con el objetivo de nivelar el terreno, dejándolo en condiciones óptimas para el surcado y la siembra de las semillas de pallar.

**Demarcación del terreno experimental:**

El 24 de marzo de 2024 se efectuó la demarcación de acuerdo con el croquis experimental, utilizando wincha, cordel, yeso, estacas, etiquetas, pabito y plumón indeleble. Cada unidad experimental fue identificada con su respectiva clave numérica, facilitando la siembra y el posterior registro de datos en campo.

**Desinfección de la semilla:**

Antes de la siembra, la semilla seleccionada (no certificada, proveniente de la cosecha anterior) fue desinfectada con el producto comercial Vitavax y Vencetho usando la dosis de 4 g por kg de semilla, se realizó el 25 de marzo del 2024. Este procedimiento tuvo como finalidad prevenir daños ocasionados por gusano de tierra (*Agrotis ipsilon*), gusano picador (*Elasmopalpus lignosellus*) y hongos del suelo.

**La siembra**

se realizó el 25 de marzo de 2024, en surcos y manual. El distanciamiento empleado fue de 0,80 m entre surcos y 0,40 m entre golpes. Los obreros colocaron de 2 a 3 semillas seleccionada de pallar variedad “Sol de Ica” por golpe a una profundidad de 7–10 cm, utilizando lampas procurando que quedaran cubiertas con tierra húmeda para garantizar una adecuada germinación.

**Deshierbes:**

Se efectuaron deshierbes manuales con lampa durante el ciclo del cultivo, eliminando malezas comunes de la zona para evitar la competencia por luz, nutrientes y agua con el cultivo.

Las malezas más comunes encontradas y eliminadas del campo experimental fueron:

**Nombre común**

*Datura stramonium*

*Sida paniculata*

*Amaranthus spp.* (yuyo),

**Nombre científico**

Chamico

Rabo de zorra

Yuyo

|                             |              |
|-----------------------------|--------------|
| <i>Sorghum halepense</i>    | Gramma china |
| <i>Cyperus rotundus</i>     | Coquito      |
| <i>Portulaca oleracea</i>   | Verdolaga    |
| <i>Cynodon dactylon</i>     | Gramma dulce |
| <i>Setaria verticillata</i> | Pega pega    |

### **Fertilización:**

La fertilización se aplicó una sola vez, a los 15 días DDS por la falta de recursos hídricos que presenta la zona, (4 de abril de 2024), empleando como fuente, urea (46 %), sulfato de potasio (50 % K<sub>2</sub>O), y superfosfato simple (20 % de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) de acuerdo con la fórmula 40-60-40 de N–P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>–K<sub>2</sub>O, determinada con base en el análisis de suelo, para favorecer el crecimiento inicial y asegurar un buen desarrollo del cultivo.

### **Aplicación de tratamientos (abril–mayo 2024):**

Los productos comerciales con acción protohormonal (Pack Frut, Algaeforte y Mixhor Plus) fueron aplicados mediante aspersión foliar en dos fases fenológicas: prefloración (3 mayo 2024) y cuajado de vainas (25 de mayo 2024). Se utilizó una mochila de 20 L calibrada para lograr una cobertura homogénea en cada parcela.

### **Manejo fitosanitario.**

El manejo fitosanitario se implementó con un enfoque preventivo y curativo, siguiendo los principios del Manejo Integrado de Plagas (MIP), buscando la sostenibilidad del cultivo y la seguridad de la cosecha. La estrategia se basó en la monitorización constante del campo, la identificación temprana de organismos dañinos y la aplicación de productos fitosanitarios autorizados y específicos solo cuando la densidad poblacional o el nivel de daño superaban los umbrales de acción económica.

La gestión fitosanitaria fue una combinación estratégica de monitoreo riguroso y aplicaciones químicas programadas y justificadas, priorizando la rotación para mantener la eficacia de los productos y la uniformidad para asegurar la validez de los resultados experimentales.

**TABLA 3.**  
MANEJO FITOSANITARIO DEL CULTIVO DE PALLAR PRECOZ (VAR. SOL DE ICA) EN LA  
ZONA BAJA DE ICA, CAMPAÑA 2024.

| Fecha<br>(2024) | Etapas<br>fenológica      | Plaga /<br>Enfermedad<br>predominante                                       | Producto<br>aplicado      | Dosis<br>recomendada | Observaciones                                                          |
|-----------------|---------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|---------------------------|----------------------|------------------------------------------------------------------------|
| 25<br>marzo     | Emergencia                | Gusano de tierra<br>( <i>Agrotis ipsilon</i> )                              | Clorpirifos 48%<br>CE     | 1.5 L/ha             | Aplicación dirigida<br>al suelo para<br>control preventivo.            |
| 10<br>abril     | Crecimiento<br>vegetativo | Gusano<br>perforador de<br>vaina<br>( <i>Elasmopalpus<br/>lignosellus</i> ) | Lambdacialotrina<br>5% EC | 0.3 L/ha             | Aplicación foliar;<br>control de larvas<br>cortadoras.                 |
| 20<br>abril     | Crecimiento<br>vegetativo | Mosquita blanca<br>( <i>Bemisia tabaci</i> )                                | Imidacloprid 35%<br>SC    | 0.5 L/ha             | Aplicación al<br>follaje en mezcla<br>con adherente.                   |
| 05<br>mayo      | Prefloración              | Trips<br>( <i>Frankliniella<br/>occidentalis</i> )                          | Spinosad 48% SC           | 0.2 L/ha             | Aplicación foliar<br>dirigida a botones<br>florales.                   |
| 28<br>mayo      | Cuajado de<br>vainas      | Gusano<br>perforador de<br>brote ( <i>Epinotia<br/>aporema</i> )            | Metoxifenocida<br>24% SC  | 0.6 L/ha             | Aplicación dirigida<br>a vainas tiernas.                               |
| 10<br>junio     | Desarrollo<br>de vainas   | Polilla de la<br>vaina<br>( <i>Laspeyresia<br/>leguminis</i> )              | Lufenurón 5% EC           | 0.7 L/ha             | Aplicación foliar<br>preventiva, énfasis<br>en vainas en<br>formación. |
| 25<br>junio     | Llenado de<br>vainas      | Alternaria<br>( <i>Alternaria<br/>alternata</i> )                           | Mancozeb 80%<br>WP        | 2.0 kg/ha            | Aplicación<br>preventiva con<br>cobertura total.                       |
| 05<br>julio     | Maduración                | Roya ( <i>Uromyces<br/>appendiculatus</i> )                                 | Tebuconazole<br>25% EW    | 0.5 L/ha             | Aplicación<br>dirigida,                                                |

**Cosecha:**

La cosecha manual se efectuó el 20 julio del 2024, cuando el 70 % de las vainas presentaban una coloración marrón o pajizo evitando que se abrieran en el campo el grano alcanzó la madurez fisiológica, tomando como referencia el área útil de cada parcela. Las vainas secas fueron

recolectadas en costales identificados y trasladadas a una *era* acondicionada para completar el secado, hasta alcanzar un contenido de humedad de 12–14 %.

### **Trilla:**

Se realizó diez días después de la cosecha (30 julio del 2024), las vainas secas fueron trilladas manualmente mediante pisado sobre mantas, cuidando no fracturar los granos. Posteriormente, se realizó la limpieza en una zaranda de metal y luego se seleccionaron los granos eliminando impurezas y granos partidos o dañados de forma manual.

Los granos secos recolectados fueron encostalados y pesados para calcular el rendimiento por parcela y su extrapolación a hectárea, además de evaluar su calidad como grano seco.

## **2.5 TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO DE DATOS**

### **1. Codificación y tabulación**

- Los datos obtenidos de cada unidad experimental (altura de planta, número de vainas por planta, peso de grano seco, número de granos por vaina, etc.) fueron organizados en matrices de registro en hojas electrónicas (Excel).
- Se asignaron códigos a tratamientos y repeticiones para facilitar el manejo estadístico.

### **2. Estadística descriptiva**

- Se calcularon medidas de tendencia central (media) y de dispersión (desviación estándar, coeficiente de variación).
- Estos indicadores permitieron describir el comportamiento general de cada variable evaluada.

### **3. Análisis de varianza (ANVA)**

- Se aplicó un diseño en bloques completos al azar (DBCA) con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones.
- El ANVA permitió determinar si existían diferencias significativas entre tratamientos para cada variable de respuesta.

### **4. Pruebas de comparación de medias**

- En los casos donde se detectaron diferencias estadísticas, se aplicó la prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para identificar qué tratamientos mostraron superioridad sobre los demás.

### **5. Representación gráfica**

- Los resultados se expresaron mediante tablas y gráficos con el fin de facilitar la interpretación visual de la información.

### **6. Software utilizado**

- El procesamiento estadístico se realizó en el programa estadístico INFOSTAT, versión 2020, complementando con Microsoft Excel 2019 para la tabulación y generación de archivos preliminares.

## **2.6 VARIABLES EVALUADAS.**

### **Días a floración (días).**

Esta variable se realizó contando el número de días transcurridos desde la fecha de siembra hasta que el 50 % de las plantas de la parcela presentan la primera flor abierta.

### **Altura de planta (cm)**

Se procedió a tomar diez plantas al azar por tratamiento, en la etapa de madurez fisiológica y se midió la distancia vertical desde la base del cuello hasta la punta del ápice principal, el instrumento utilizado fue una wincha graduada, luego de forma aritmética se obtuvo el promedio correspondiente.

### **Número de vainas por planta (unidades)**

Se evaluó, en diez plantas, por cada tratamiento tomadas al azar y se hizo el conteo directo del número total de vainas enteras por planta, luego se procedió a sacar los promedios.

### **Longitud de vainas (cm)**

Para la variable longitud media de la vaina se midieron 5 vainas representativas por planta de cada tratamiento, desde la base hasta el ápice de vaina, el instrumento usado fue una regla milimétrica, luego se sacó el promedio.

### **Ancho de vainas (cm)**

Se evaluó esta variable en las mismas vainas donde se midió con una regla milimétrica la longitud y, en la parte media máxima, se tomó la anchura de la vaina.

### **Número de granos por vaina (unidades)**

Esta variable fue evaluada en cinco vainas por planta las que se abrieron y se contaron los granos contenidos en cada una.

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

Se procedió a pesar una masa de 100 semillas secas en condiciones estándar de humedad

#### **Protocolo:**

1. Se tomaron muestras representativas de 100 granos por parcela de las 10 plantas muestreadas.
2. Se acondicionaron hasta contenido de humedad estándar, seco al sol hasta 12–14 %.
3. Se tomaron 2 submuestras de 100 semillas cada una.
4. Se pesaron con balanza de precisión (0,01 g).
5. Se calcularon la media de las 2 repeticiones.

### **Diámetro polar y del grano seco (mm)**

Se procedió a medir 30 semillas por parcela con un vernier, con resolución de 0,01 mm, la distancia máxima del grano en sentido longitudinal (polo a polo), se registraron en la hoja de registró y se promediaron.

**diámetro ecuatorial.**

Se procedió a medir, en las mismas 30 semillas de la evaluación anterior con un vernier con resolución de 0,01 mm la máxima anchura perpendicular al eje polar del grano seco, se registraron en la hoja de registro y se promediaron.

**Rendimiento ( $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ )**

Se recolectaron las vainas secas en cada una de las parcelas, se pesaron en campo (peso fresco de vaina), se procedió al secado hasta 12–14 % de humedad en una era y luego se pesó el grano seco (kg) y se obtuvo el rendimiento por parcela para luego mediante extrapolación registrar el rendimiento por  $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  para cada uno de los tratamientos en estudio.

**Análisis económico (B/C)**

El análisis económico es la evaluación de los costos de producción e ingresos generados por el cultivo de pallar (*Phaseolus lunatus L.*), con el propósito de determinar la viabilidad y rentabilidad del sistema productivo. Se consideró los costos fijos y costos variable para una hectárea de terreno

**2.7 TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.**

La recolección de datos se efectuó directamente en el campo experimental mediante la técnica de observación, utilizando las herramientas apropiadas para cada variable. Los resultados fueron registrados en hojas diseñadas específicamente para la evaluación de las características cuantitativas del cultivo.

Asimismo, se tomaron muestras de suelo del terreno experimental mediante calicatas a 30 cm de profundidad, siguiendo un recorrido en zigzag. Posteriormente, se conformó una muestra compuesta de 1 kg, la cual fue enviada al Laboratorio de Suelos de la Universidad Nacional Agraria La Molina (Lima) para su análisis correspondiente.

Adicionalmente, se solicitaron los datos meteorológicos registrados durante el período de desarrollo del cultivo de pallar. Esta información fue proporcionada por la estación meteorológica CO - Ocucaje” del SENAMHI, en el departamento de Ica.

**2.8 INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

- Materiales de escritorio:
  - Libreta de campo
  - Lápiz
  - Lapicero
  - Marcadores
  - Regla
  - Tarjetas
  - Planilla de campo
- Materiales de campo:
  - Wincha
  - Cordel

Cal

- Estacas
- Tarjetas de identificación
- Guantes
- Mascarilla
- Bolsas de primer uso de papel
- Instrumentos y herramientas:
  - Maquinaria agrícola
  - Lampas
  - Mochila
  - Vernier
  - Balanza de precisión
  - Cinta métrica (wincha.

### III. RESULTADOS

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos a partir de los análisis estadísticos, de suelo y de los registros meteorológicos correspondientes al cultivo de pallar precoz en la zona baja de Ica.

#### **Análisis de suelo**

Se realizaron seis calicatas distribuidas en el terreno bajo un diseño en zigzag, con una profundidad de 30 cm cada una, a fin de obtener una muestra representativa del área experimental. De cada calicata se extrajo una submuestra, las cuales fueron reunidas sobre una manta limpia y homogenizadas hasta conformar una sola muestra compuesta de 1 kg de suelo. Esta muestra fue remitida al Laboratorio de Suelos y Plantas de la Universidad Nacional Agraria La Molina (Lima), con el propósito de determinar el estado de fertilidad del terreno donde se estableció el ensayo. El informe analítico correspondiente se presenta en las tablas siguientes.

**TABLA 4.**

ANÁLISIS FÍSICO – MECÁNICO DE SUELO PARA EL CULTIVO DE PALLAR SOL DE ICA 2024

| <b>Determinación</b> | <b>Profundidad del suelo<br/>(0 – 30 cm)</b> | <b>Método empleado</b> |
|----------------------|----------------------------------------------|------------------------|
| Arena (%)            | 50                                           | Bouyoucos              |
| Limo (%)             | 31                                           | Bouyoucos              |
| Arcilla (%)          | 19                                           | Bouyoucos              |
| Clase textural       | Fr (franco)                                  | Triangulo Textural     |

Fuente: laboratorio de análisis de suelo y plantas de la Universidad Nacional Agraria la Molina, el cual se adjunta en los anexos, al igual que la ficha de interpretación utilizada.



**TABLA 5.**  
ANÁLISIS QUÍMICO DEL SUELO PARA EL CULTIVO DE PALLAR “SOL DE ICA” EN LA ZONA  
BAJA DE ICA EN EL AÑO 2024

| DETERMINACIÓN      | UNIDAD     | NIVEL       |                    |                |
|--------------------|------------|-------------|--------------------|----------------|
|                    |            | (0 – 30 cm) | MÉTODO USADO       | INTERPRETACIÓN |
| Fosforo disponible | ppm        | 13.6        | Olsen              | Medio          |
| Potasio disponible | ppm        | 214         | Acetato de amonio  | Bajo           |
| M. O               | %          | 0.41        | Walkey y Black     | Bajo           |
| Calcáreo total     | %          | 0.72        | Gravimétrico       | Bajo           |
| C. E. (ms/cm)      | mS/cm      | 0.37        | Electrométrico     | Bajo           |
| pH                 | Unid. pH   | 7.89        | Electrométrico     | Lig alcalino   |
| CIC                | meq/100 g. | 9.44        | Cálculo matemático | Bajo           |
| Cationes           |            |             |                    |                |
| cambiables         |            |             |                    |                |
| Ca <sup>++</sup>   | meq/100 g. | 7.10        | FAAS               | Bajo           |
| Mg <sup>++</sup>   | meq/100 g. | 1.38        | FAAS               | Bajo           |
| K <sup>+</sup>     | meq/100 g. | 0.68        | FAAS               | Bajo           |
| Na <sup>+</sup>    | meq/100 g. | 0.28        | FAAS               | Bajo           |
| Suma cationes      | meq/100 g. | 9.44        | FAAS               | Bajo           |

FAAS: espectrometría de absorción atómica por llama.

Fuente: Laboratorio de análisis de suelo y plantas de la Universidad Nacional Agraria la Molina y su interpretación se realizó de acuerdo con los parámetros que se adjuntan en los anexos.

**Observaciones meteorológicas:**

Los datos meteorológicos utilizados en este experimento fueron proporcionados por la estación Meteorológica CO – Ocucaje del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrografía de Ica, al ser la más cercana al área de estudio. Se consideró el período comprendido entre marzo y julio de 2024, con el fin de caracterizar las condiciones climáticas bajo las cuales se desarrolló el cultivo de pallar. Los registros se presentan a continuación.

**TABLA 6**  
OBSERVACIONES METEOROLÓGICAS DE MARZO A JULIO DEL AÑO 2024 PARA EL  
CULTIVO DE PALLAR SOL DE ICA

| Mes   | Temperatura °C |       |        | Horas de sol<br>(Media mensual) | Humedad relativa<br>(%) |
|-------|----------------|-------|--------|---------------------------------|-------------------------|
|       | Máxima         | Media | Mínima |                                 |                         |
| marzo | 26.8           | 22.7  | 18.6   | 242.4                           | 68.0                    |
| abril | 24.6           | 20.5  | 16.4   | 237.0                           | 71.0                    |
| mayo  | 20.1           | 15.75 | 11.4   | 259.1                           | 77.0                    |
| junio | 17.9           | 13.35 | 8.8    | 212.8                           | 79.0                    |
| julio | 17.2           | 12.55 | 7.9    | 221.0                           | 77.0                    |

Fuente: Estación meteorológica CO – OCUCAJE  
Latitud: 14° 22´ 42.2” W.  
Longitud: 75° 40´ 55.4” S.  
Altitud: 324 msnm  
Departamento: Ica  
Provincia: Ica  
Distrito: Ocucaje

### Días a la floración (días):

En el análisis de varianza realizado para días a la floración, se observa que se ha encontrado diferencia significativa entre bloques y altamente significativa entre tratamientos, con un coeficiente de variabilidad de 3.54 % (Tabla 7).

**TABLA 7.**

ANALISIS DE VARIANZA DE DIAS A LA FLORACION DEL EFECTO DE LA APLICACIÓN EXÓGENA DE PROTOHORMONAS SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS DE RENDIMIENTO Y CALIDAD DE GRANO EN PALLAR (*PHASEOLUS LUNATUS* L.) EN LA ZONA BAJA DE ICA

| F. V                | G. L. | SC     | CM    | SIG. | Razón-F | Valor-P |
|---------------------|-------|--------|-------|------|---------|---------|
| Total               | 15    | 137,75 | -. -  | -. - | -. -    | -. -    |
| Bloques             | 3     | 25,25  | 8,42  | *    | 3,56    | 0,0603  |
| Tratamientos        | 3     | 91,25  | 30,42 | **   | 12,88   | 0,0013  |
| Error. corregido.   | 9     | 21,25  | 2,36  | -. - | -. -    | -. -    |
| Promedio general    |       | 43.4   |       |      |         |         |
| C. V. (%)           |       | 3,54   |       |      |         |         |
| Desviación Estándar |       | 3,0    |       |      |         |         |

Nota:

\*: Diferencias significativas con 95 % de confianza.

\*\* : Diferencias altamente significativas con 99 % de confianza.

NS: No existen diferencias significativas

**TABLA 8.**

PRUEBAS DE RANGO MULTIPLE DE DUNCAN DE DIAS A LA FLORACION DEL EFECTO DE LA APLICACIÓN EXÓGENA DE PROTOHORMONAS SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS DE RENDIMIENTO Y CALIDAD DE GRANO EN PALLAR (*PHASEOLUS LUNATUS* L.) EN LA ZONA BAJA DE ICA

| Tratamientos | Días a la floración (días) | Duncan ( $\alpha$ 0.05) | O.M.R |
|--------------|----------------------------|-------------------------|-------|
| 1            | 41,75                      | a                       | 1°    |
| 3            | 42,00                      | b                       | 2°    |
| 2            | 42,25                      | b                       | 2°    |
| 4            | 47,50                      | b                       | 2°    |

Nota: Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**Altura de planta (cm):**

En el análisis de varianza realizado para la altura de planta de pallar, se observa que no se ha encontrado diferencia significativa entre bloques, pero si se encontraron diferencias altamente significativas entre tratamientos, con un coeficiente de variabilidad de 4.7 % (Tabla 9).

**TABLA 9.**

ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA ALTURA DE PLANTA DEL EFECTO DE LA APLICACIÓN EXÓGENA DE PROTOHORMONAS SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS DE RENDIMIENTO Y CALIDAD DE GRANO EN PALLAR (*PHASEOLUS LUNATUS* L.) EN LA ZONA BAJA DE ICA

| F. V                | G. L. | SC     | CM     | SIG. | Razón-F | Valor-P |
|---------------------|-------|--------|--------|------|---------|---------|
| Total               | 15    | 751,00 | -.-    | -.-  | -.-     | -.-     |
| Bloques             | 3     | 30,50  | 10,17  | NS   | 1,19    | 0,3679  |
| Tratamientos        | 3     | 643,50 | 214,50 | **   | 25,07   | 0,0001  |
| Error. corregido.   | 9     | 77,00  | 8,56   | -.-  | -.-     | -.-     |
| Promedio general    |       | 62,3   |        |      |         |         |
| C. V. (%)           |       | 4,7    |        |      |         |         |
| Desviación Estándar |       | 7,0    |        |      |         |         |

Nota:

\*: Diferencias significativas con 95 % de confianza.

\*\*: Diferencias altamente significativas con 99 % de confianza.

NS: No existen diferencias significativas

**TABLA 10.**

PRUEBAS DE RANGO MÚLTIPLE DE DUNCAN DE LA ALTURA DE PLANTA DEL EFECTO DE LA APLICACIÓN EXÓGENA DE PROTOHORMONAS SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS DE RENDIMIENTO Y CALIDAD DE GRANO EN PALLAR (*PHASEOLUS LUNATUS* L.) EN LA ZONA BAJA DE ICA

| Tratamientos | Altura de planta (cm) | Duncan ( $\alpha$ 0.05) | O.M.R |
|--------------|-----------------------|-------------------------|-------|
| 3            | 69,75                 | a                       | 1°    |
| 1            | 65,25                 | a b                     | 1°    |
| 2            | 61,50                 | b                       | 2°    |
| 4            | 52,50                 | c                       | 3°    |

Nota: Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**Número de vainas por planta (unidades):**

En el análisis de varianza realizado para el número de vainas por planta de pallar, se observa que se ha encontrado diferencia significativa entre los bloques y altamente significativa entre los tratamientos en estudio, con un coeficiente de variabilidad de 7.23 % (Tabla 11).

**TABLA 11.**

ANALISIS DE VARIANZA DEL NÚMERO DE VAINAS POR PLANTA DEL EFECTO DE LA APLICACIÓN EXÓGENA DE PROTOHORMONAS SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS DE RENDIMIENTO Y CALIDAD DE GRANO EN PALLAR (*PHASEOLUS LUNATUS* L.) EN LA ZONA BAJA DE ICA

| F. V                | G. L. | SC     | CM    | SIG. | Razón-F | Valor-P |
|---------------------|-------|--------|-------|------|---------|---------|
| Total               | 15    | 165,75 | .-    | .-   | .-      | .-      |
| Bloques             | 3     | 38,25  | 12,75 | *    | 6,85    | 0,0106  |
| Tratamientos        | 3     | 110,75 | 36,92 | **   | 19,84   | 0,0003  |
| Error. corregido.   | 9     | 16,75  | 1,86  | .-   | .-      | .-      |
| Promedio general    |       | 18,9   |       |      |         |         |
| C. V. (%)           |       | 7,23   |       |      |         |         |
| Desviación Estándar |       | 3,0    |       |      |         |         |

Nota:

\*: Diferencias significativas con 95 % de confianza.

\*\*.: Diferencias altamente significativas con 99 % de confianza.

NS: No existen diferencias significativas

**TABLA 12.**

PRUEBAS DE RANGO MULTIPLE DE DUNCAN DEL NÚMERO DE VAINAS POR PLANTA DEL EFECTO DE LA APLICACIÓN EXÓGENA DE PROTOHORMONAS SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS DE RENDIMIENTO Y CALIDAD DE GRANO EN PALLAR (*PHASEOLUS LUNATUS* L.) EN LA ZONA BAJA DE ICA

| Tratamientos | Número de vainas (unidad) | Duncan ( $\alpha$ 0.05) | O.M.R |
|--------------|---------------------------|-------------------------|-------|
| 1            | 21,50                     | a                       | 1°    |
| 3            | 20,00                     | a                       | 1°    |
| 2            | 19,50                     | a                       | 1°    |
| 4            | 14,50                     | b                       | 2°    |

Nota: Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

### Longitud de vainas de pallar (cm):

En el análisis de varianza realizado para la longitud de vainas de pallar, se observa que se ha encontrado diferencia significativa entre los bloques y altamente significativa entre los tratamientos en estudio, con un coeficiente de variabilidad de 2.93 % (Tabla 13).

**TABLA 13.**

ANALISIS DE VARIANZA DE LONGITUD DE VAINAS POR PLANTA DEL EFECTO DE LA APLICACIÓN EXÓGENA DE PROTOHORMONAS SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS DE RENDIMIENTO Y CALIDAD DE GRANO EN PALLAR (*PHASEOLUS LUNATUS* L.) EN LA ZONA BAJA DE ICA

| F. V                | G. L. | SC    | CM   | SIG. | Razón-F | Valor-P  |
|---------------------|-------|-------|------|------|---------|----------|
| Total               | 15    | 4,54  | -.-  | -.-  | -.-     | -.-      |
| Bloques             | 3     | 0,82  | 0,27 | *    | 8,02    | 0,0065   |
| Tratamientos        | 3     | 3,42  | 1,14 | **   | 33,59   | < 0.0001 |
| Error. corregido.   | 9     | 0,31  | 0,03 | -.-  | -.-     | -.-      |
| Promedio general    |       | 6,281 |      |      |         |          |
| C. V. (%)           |       | 2,93  |      |      |         |          |
| Desviación Estándar |       | 0,55  |      |      |         |          |

Nota:

\*: Diferencias significativas con 95 % de confianza.

\*\*: Diferencias altamente significativas con 99 % de confianza.

NS: No existen diferencias significativas

**TABLA 14.**

PRUEBAS DE RANGO MULTIPLE DE DUNCAN DE LONGITUD DE VAINAS POR PLANTA DEL EFECTO DE LA APLICACIÓN EXÓGENA DE PROTOHORMONAS SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS DE RENDIMIENTO Y CALIDAD DE GRANO EN PALLAR (*PHASEOLUS LUNATUS* L.) EN LA ZONA BAJA DE ICA

| Tratamientos | Longitud de vainas (unidad) | Duncan ( $\alpha$ 0.05) | O.M.R |
|--------------|-----------------------------|-------------------------|-------|
| 3            | 6,73                        | a                       | 1°    |
| 2            | 6,58                        | a b                     | 1°    |
| 1            | 6,30                        | b                       | 2°    |
| 4            | 5,53                        | c                       | 3°    |

Nota: Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

### Ancho de vainas de pallar (cm):

En el análisis de varianza realizado para el ancho de vainas de pallar, se observa que no se ha encontrado diferencia significativa entre los bloques, pero si altamente significativa entre los tratamientos en estudio, con un coeficiente de variabilidad de 6.20 % (Tabla 15).

**TABLA 15.**

ANALISIS DE VARIANZA DEL ANCHO DE VAINAS POR PLANTA DEL EFECTO DE LA APLICACIÓN EXÓGENA DE PROTOHORMONAS SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS DE RENDIMIENTO Y CALIDAD DE GRANO EN PALLAR (*PHASEOLUS LUNATUS* L.) EN LA ZONA BAJA DE ICA

| F. V                | G. L. | SC   | CM   | SIG. | Razón-F | Valor-P |
|---------------------|-------|------|------|------|---------|---------|
| Total               | 15    | 1,90 | -.-  | -.-  | -.-     | -.-     |
| Bloques             | 3     | 0,11 | 0,04 | NS   | 0,83    | 0,5125  |
| Tratamientos        | 3     | 1,39 | 0,46 | **   | 10,43   | 0,0028  |
| Error. corregido.   | 9     | 0,40 | 0,04 | -.-  | -.-     | -.-     |
| Promedio general    |       | 3,4  |      |      |         |         |
| C. V. (%)           |       | 6,20 |      |      |         |         |
| Desviación Estándar |       | 0,36 |      |      |         |         |

Nota:

\*: Diferencias significativas con 95 % de confianza.

\*\*: Diferencias altamente significativas con 99 % de confianza.

NS: No existen diferencias significativas

**TABLA 16.**

PRUEBAS DE RANGO MULTIPLE DE DUNCAN DEL ANCHO DE VAINAS POR PLANTA DEL EFECTO DE LA APLICACIÓN EXÓGENA DE PROTOHORMONAS SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS DE RENDIMIENTO Y CALIDAD DE GRANO EN PALLAR (*PHASEOLUS LUNATUS* L.) EN LA ZONA BAJA DE ICA

| Tratamientos | Ancho de vainas (cm) | Duncan ( $\alpha$ 0.05) | O.M.R |
|--------------|----------------------|-------------------------|-------|
| 3            | 3,88                 | a                       | 1°    |
| 2            | 3,38                 | b                       | 2°    |
| 1            | 3,28                 | b                       | 2°    |
| 4            | 3,08                 | b                       | 2°    |

Nota: Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**Número de granos por vainas de pallar (unidades):**

En el análisis de varianza realizado para el número de granos por vaina de pallar, se observa que no se ha encontrado diferencia significativa entre los bloques ni entre los tratamientos en estudio, con un coeficiente de variabilidad de 12.22 % (Tabla 17).

**TABLA 17.**

ANÁLISIS DE VARIANZA DEL NÚMERO DE GRANOS POR VAINAS DEL EFECTO DE LA APLICACIÓN EXÓGENA DE PROTOHORMONAS SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS DE RENDIMIENTO Y CALIDAD DE GRANO EN PALLAR (*PHASEOLUS LUNATUS* L.) EN LA ZONA BAJA DE ICA

| F. V                | G. L. | SC    | CM   | SIG. | Razón-F | Valor-P |
|---------------------|-------|-------|------|------|---------|---------|
| Total               | 15    | 2,44  | .-   | .-   | .-      | .-      |
| Bloques             | 3     | 0,69  | 0,23 | NS   | 1,94    | 0,1936  |
| Tratamientos        | 3     | 0,69  | 0,23 | NS   | 1,94    | 0,1936  |
| Error. corregido.   | 9     | 1,06  | 0,12 | .-   | .-      | .-      |
| Promedio general    |       | 2,8   |      |      |         |         |
| C. V. (%)           |       | 12,22 |      |      |         |         |
| Desviación Estándar |       | 0,0   |      |      |         |         |

Nota:

\*: Diferencias significativas con 95 % de confianza.

\*\*: Diferencias altamente significativas con 99 % de confianza.

NS: No existen diferencias significativas

**TABLA 18.**

PRUEBAS DE RANGO MÚLTIPLE DE DUNCAN DEL NÚMERO DE GRANOS POR VAINAS DEL EFECTO DE LA APLICACIÓN EXÓGENA DE PROTOHORMONAS SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS DE RENDIMIENTO Y CALIDAD DE GRANO EN PALLAR (*PHASEOLUS LUNATUS* L.) EN LA ZONA BAJA DE ICA

| Tratamientos | Números de granos por vainas (unidad) | Duncan ( $\alpha$ 0.05) | O.M.R |
|--------------|---------------------------------------|-------------------------|-------|
| 1            | 3,00                                  | a                       | 1°    |
| 3            | 3,00                                  | a                       | 1°    |
| 2            | 2,75                                  | a                       | 1°    |
| 4            | 2,50                                  | a                       | 1°    |

Nota: Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )



**Peso de 100 granos secos de pallar (g.):**

En el análisis de varianza realizado para el peso de 100 granos secos de pallar, se observa que no se ha encontrado diferencia significativa entre los bloques, pero si diferencias altamente significativa entre los tratamientos en estudio, con un coeficiente de variabilidad de 1.12 % (Tabla 19).

**TABLA 19.**

ANALISIS DE VARIANZA DEL PESO DE 100 GRANOS SECOS DEL EFECTO DE LA APLICACIÓN EXÓGENA DE PROTOHORMONAS SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS DE RENDIMIENTO Y CALIDAD DE GRANO EN PALLAR (*PHASEOLUS LUNATUS* L.) EN LA ZONA BAJA DE ICA

| F. V                | G. L. | SC     | CM    | SIG. | Razón-F | Valor-P |
|---------------------|-------|--------|-------|------|---------|---------|
| Total               | 15    | 112,44 | -.-   | -.-  | -.-     | -.-     |
| Bloques             | 3     | 2,19   | 0,73  | NS   | 0,17    | 0,9108  |
| Tratamientos        | 3     | 72,69  | 24,23 | **   | 5,81    | 0,0173  |
| Error. corregido.   | 9     | 37,56  | 4,17  | -.-  | -.-     | -.-     |
| Promedio general    |       | 182,2  |       |      |         |         |
| C. V. (%)           |       | 1,12   |       |      |         |         |
| Desviación Estándar |       | 3,0    |       |      |         |         |

Nota:

\*: Diferencias significativas con 95 % de confianza.

\*\*: Diferencias altamente significativas con 99 % de confianza.

NS: No existen diferencias significativas

**TABLA 20.**

PRUEBAS DE RANGO MULTIPLE DE DUNCAN DEL PESO DE 100 GRANOS SECOS DEL EFECTO DE LA APLICACIÓN EXÓGENA DE PROTOHORMONAS SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS DE RENDIMIENTO Y CALIDAD DE GRANO EN PALLAR (*PHASEOLUS LUNATUS* L.) EN LA ZONA BAJA DE ICA

| Tratamientos | Peso de 100 de granos (g.) | Duncan ( $\alpha$ 0.05) | O.M.R |
|--------------|----------------------------|-------------------------|-------|
| 3            | 185,00                     | a                       | 1°    |
| 1            | 182,50                     | a                       | 1°    |
| 2            | 182,25                     | a b                     | 1°    |
| 4            | 179,00                     | b                       | 2°    |

Nota: Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

### **Diámetro polar de grano seco de pallar (mm).**

En el análisis de varianza realizado para el diámetro polar de grano seco de pallar, se observa que no se ha encontrado diferencia significativa entre los bloques, pero si diferencias altamente significativa entre los tratamientos en estudio, con un coeficiente de variabilidad de 8.93 % (Tabla 21).

**TABLA 21.**

ANALISIS DE VARIANZA DEL DIAMETRO POLAR DE GRANOS SECOS DEL EFECTO DE LA APLICACIÓN EXÓGENA DE PROTOHORMONAS SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS DE RENDIMIENTO Y CALIDAD DE GRANO EN PALLAR (*PHASEOLUS LUNATUS* L.) EN LA ZONA BAJA DE ICA

| F. V                | G. L. | SC     | CM    | SIG. | Razón-F | Valor-P |
|---------------------|-------|--------|-------|------|---------|---------|
| Total               | 15    | 187.75 | -.-   | -.-  | -.-     | -.-     |
| Bloques             | 3     | 4,25   | 1,42  | NS   | 0,41    | 0,7511  |
| Tratamientos        | 3     | 152,25 | 50,75 | **   | 14,62   | 0,0008  |
| Error. corregido.   | 9     | 31,25  | 3,47  | -.-  | -.-     | -.-     |
| Promedio general    |       | 20,9   |       |      |         |         |
| C. V. (%)           |       | 8,93   |       |      |         |         |
| Desviación Estándar |       | 4,0    |       |      |         |         |

Nota:

\*: Diferencias significativas con 95 % de confianza.

\*\*: Diferencias altamente significativas con 99 % de confianza.

NS: No existen diferencias significativas

**TABLA 22.**

PRUEBAS DE RANGO MULTIPLE DE DUNCAN DEL DIÁMETRO POLAR DE GRANOS SECOS DEL EFECTO DE LA APLICACIÓN EXÓGENA DE PROTOHORMONAS SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS DE RENDIMIENTO Y CALIDAD DE GRANO EN PALLAR (*PHASEOLUS LUNATUS* L.) EN LA ZONA BAJA DE ICA

| Tratamientos | Diámetro polar de granos (mm.) | Duncan ( $\alpha$ 0.05) | O.M.R |
|--------------|--------------------------------|-------------------------|-------|
| 3            | 24,00                          | a                       | 1°    |
| 1            | 22,00                          | a                       | 1°    |
| 2            | 21,75                          | a                       | 1°    |
| 4            | 15,75                          | b                       | 2°    |

Nota: Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

### **Diámetro ecuatorial de grano seco de pallar (mm):**

En el análisis de varianza realizado para el diámetro ecuatorial de grano seco de pallar, se observa que no se ha encontrado diferencia significativa entre los bloques, pero si diferencias altamente significativa entre los tratamientos en estudio, con un coeficiente de variabilidad de 4.60 % (Tabla 23).

**TABLA 23.**

ANALISIS DE VARIANZA DEL DIAMETRO ECUATORIAL DE GRANOS SECOS DEL EFECTO DE LA APLICACIÓN EXÓGENA DE PROTOHORMONAS SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS DE RENDIMIENTO Y CALIDAD DE GRANO EN PALLAR (*PHASEOLUS LUNATUS* L.) EN LA ZONA BAJA DE ICA

| F. V                | G. L. | SC    | CM   | SIG. | Razón-F | Valor-P |
|---------------------|-------|-------|------|------|---------|---------|
| Total               | 15    | 17,44 | .-   | .-   | .-      | .-      |
| Bloques             | 3     | 2,19  | 0,73 | NS   | 1,84    | 0,2098  |
| Tratamientos        | 3     | 11,69 | 3,90 | **   | 9,84    | 0,0033  |
| Error. corregido.   | 9     | 3,56  | 0,40 | .-   | .-      | .-      |
| Promedio general    |       | 13,7  |      |      |         |         |
| C. V. (%)           |       | 4,60  |      |      |         |         |
| Desviación Estándar |       | 1,0   |      |      |         |         |

Nota:

\*: Diferencias significativas con 95 % de confianza.

\*\*: Diferencias altamente significativas con 99 % de confianza.

NS: No existen diferencias significativas

**TABLA 24.**

PRUEBAS DE RANGO MULTIPLE DE DUNCAN DEL DIÁMETRO ECUATORIAL DE GRANOS SECOS DEL EFECTO DE LA APLICACIÓN EXÓGENA DE PROTOHORMONAS SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS DE RENDIMIENTO Y CALIDAD DE GRANO EN PALLAR (*PHASEOLUS LUNATUS* L.) EN LA ZONA BAJA DE ICA

| Tratamientos | Diámetro ecuatorial de granos (mm) | Duncan ( $\alpha$ 0.05) | O.M.R |
|--------------|------------------------------------|-------------------------|-------|
| 3            | 14,50                              | a                       | 1°    |
| 2            | 14,00                              | a                       | 1°    |
| 1            | 14,00                              | a                       | 1°    |
| 4            | 12,25                              | b                       | 2°    |

Nota: Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**Rendimiento total de grano seco (kg/ha):**

En el análisis de varianza realizado para el rendimiento total de grano seco de pallar, se observa que no se ha encontrado diferencia significativa entre los bloques, pero si diferencias altamente significativa entre los tratamientos en estudio, con un coeficiente de variabilidad de 0.16 % (Tabla 25).

**TABLA 25.**

ANALISIS DE VARIANZA DEL RENDIMIENTO TOTAL DE GRANOS SECOS DEL EFECTO DE LA APLICACIÓN EXÓGENA DE PROTOHORMONAS SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS DE RENDIMIENTO Y CALIDAD DE GRANO EN PALLAR (*PHASEOLUS LUNATUS* L.) EN LA ZONA BAJA DE ICA

| F. V                | G. L. | SC        | CM       | SIG. | Razón-F | Valor-P  |
|---------------------|-------|-----------|----------|------|---------|----------|
| Total               | 15    | 1250919.4 | -.-      | -.-  | -.-     | -.-      |
| Bloques             | 3     | 177,23    | 59,08    | NS   | 3,67    | 0,0564   |
| Tratamientos        | 3     | 1250597.3 | 416865,7 | **   | 25899.4 | < 0.0001 |
| Error. corregido.   | 9     | 144,86    | 16,10    | -.-  | -.-     | -.-      |
| Promedio general    |       | 2488,40   |          |      |         |          |
| C. V. (%)           |       | 0,16      |          |      |         |          |
| Desviación Estándar |       | 288,78    |          |      |         |          |

Nota:

\*: Diferencias significativas con 95 % de confianza.

\*\*: Diferencias altamente significativas con 99 % de confianza.

NS: No existen diferencias significativas

**TABLA 26.**

PRUEBAS DE RANGO MULTIPLE DE DUNCAN DEL RENDIMIENTO TOTAL DE GRANOS SECOS DEL EFECTO DE LA APLICACIÓN EXÓGENA DE PROTOHORMONAS SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS DE RENDIMIENTO Y CALIDAD DE GRANO EN PALLAR (*PHASEOLUS LUNATUS* L.) EN LA ZONA BAJA DE ICA

| Tratamientos | Rendimiento de granos (kg/ha) | Duncan ( $\alpha$ 0.05) | O.M.R |
|--------------|-------------------------------|-------------------------|-------|
| 3            | 2673,40                       | a                       | 1°    |
| 2            | 2643,55                       | b                       | 2°    |
| 1            | 2631,78                       | c                       | 3°    |
| 4            | 2004,88                       | d                       | 4°    |

Nota: Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**TABLA 27:**

ANÁLISIS ECONÓMICO DE LOS TRATAMIENTOS DEL EFECTO DE LA APLICACIÓN EXÓGENA DE PROTOHORMONAS SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS DE RENDIMIENTO Y CALIDAD DE GRANO EN PALLAR (*PHASEOLUS LUNATUS* L.) EN LA ZONA BAJA DE ICA

| Clave | Tratamientos | Rendimiento<br>Kg/ha | Valor bruto<br>S/. | Costo Fijo<br>S/. | Costo<br>variable S/. | Costo total<br>S/. | Ingreso Neto<br>S/. | Relacion<br>B/C |
|-------|--------------|----------------------|--------------------|-------------------|-----------------------|--------------------|---------------------|-----------------|
| 3     | Mixhor Plus. | 2673,40              | 14,703.7           | 6,000.00          | 140.00                | 6,140.00           | 8,593.7             | 1.4             |
| 1     | Pack Frut.   | 2631,78              | 14,474.79          | 6,000.00          | 120.00                | 6,120.00           | 8,384.79            | 1.37            |
| 2     | Algae Forte. | 2643,55              | 14,539.53          | 6,000.00          | 135.00                | 6,135.00           | 8,427.03            | 1.37            |
| 4     | Control      | 2004,88              | 11,026.84          | 6,000.00          | 0.00                  | 6,000.00           | 5,026.84            | 0.84            |

Nota:

Precio de pallar seco en chacra S/5.50 nuevos soles

Jornal = S/50.00 nuevos soles

#### IV. DISCUSIÓN

En este capítulo se interpretan y contrastan los resultados obtenidos con investigaciones previas, analizando sus implicancias en el rendimiento y calidad del cultivo de pallar en la zona baja de Ica.

##### **Análisis de suelo:**

El análisis físico-mecánico (Tabla 4) mostró que el suelo del área experimental corresponde a una textura franca (50 % arena, 31 % limo y 19 % arcilla). Esta condición es favorable para el cultivo de pallar, ya que facilita el desarrollo radicular al combinar una adecuada aireación con moderada capacidad de retención de agua. Sin embargo, el porcentaje elevado de arena puede predisponer al suelo a pérdidas de humedad y nutrientes por lixiviación, lo cual exige un manejo eficiente del riego y la fertilización.

Respecto al análisis químico (Tabla 5), se evidenció que el suelo presenta baja fertilidad natural. El fósforo disponible se encuentra en un nivel medio (13.6 ppm), suficiente para sostener el cultivo en etapas iniciales, aunque no asegura un rendimiento óptimo, por lo que conviene reforzarlo con fertilización fosfórica. En contraste, el potasio (214 ppm) y la materia orgánica (0.41 %) registran valores bajos, lo cual constituye una limitante importante, dado que ambos influyen en la formación y calidad de las vainas y en la capacidad del suelo de retener nutrientes y humedad.

##### **Datos meteorológicos**

Las condiciones meteorológicas registradas entre marzo y julio del 2024 muestran una tendencia estacional marcada, propia de la zona baja de Ica. En los primeros meses (marzo y abril) se registraron temperaturas máximas de 26.8 °C y 24.6 °C, con valores mínimos de 18.6 °C y 16.4 °C respectivamente. Estas condiciones favorecen la germinación y establecimiento del pallar, dado que el rango óptimo de temperatura para la emergencia y el desarrollo inicial de leguminosas oscila entre 20 °C y 28 °C.

La humedad relativa aumentó de 68 % en marzo a 79 % en junio, coincidiendo con la disminución de la temperatura. Este incremento puede tener un doble efecto: por un lado, reduce la evapotranspiración y favorece la conservación de humedad en el suelo, aspecto positivo para el cultivo en suelos arenosos; por otro, niveles altos de humedad en combinación con bajas temperaturas pueden generar condiciones predisponentes para enfermedades fúngicas, lo que demanda un manejo fitosanitario preventivo.

##### **Días a la floración:**

El análisis de varianza (Tabla 7) evidenció diferencias estadísticamente significativas ( $p = 0,0603$ ;  $\alpha = 0,05$ ) y altamente significativas ( $p = 0,0013$ ;  $\alpha = 0,01$ ) en los días a la floración del pallar

(*Phaseolus lunatus* L.) atribuibles a la aplicación exógena de protohormonas. Este hallazgo indica que la respuesta del cultivo a los reguladores de crecimiento no fue uniforme, sino que dependió del tipo de tratamiento aplicado.

Los resultados de la prueba de rangos múltiples de Duncan (Tabla 8) muestran que el tratamiento T4 prolongó el inicio de la floración hasta los 47,5 días, diferenciándose estadísticamente de los tratamientos T1, T2 y T3, que presentaron valores entre 41,75 y 42,25 días. Este comportamiento sugiere que la no aplicación de protohormonas en el tratamiento T4 pudo inducir un retraso en la transición vegetativo-reproductiva, posiblemente debido a que no hubo un mayor estímulo en la síntesis de giberelinas y citocininas, hormonas que promueven el crecimiento vegetativo antes de la diferenciación floral [7].

Estudios realizados en la zona media del valle de Ica han identificado una amplia variabilidad entre genotipos de pallar en cuanto a días a floración, peso de 100 granos y otros caracteres morfoagronómicos. En particular, se reportó que seis genotipos comenzaron la floración entre 57,67 y 73,33 días desde la emergencia, mostrando una precocidad notable respecto a los cultivares comerciales [8]. Este rango contrasta con los resultados obtenidos (promedio general ~43,4 días), lo que sugiere que los tratamientos hormonales aceleraron la floración respecto a estas líneas tradicionales o indeterminadas.

#### **Altura de planta:**

El análisis de varianza (Tabla 9) mostró diferencias altamente significativas ( $p = 0,0001$ ;  $\alpha = 0,01$ ) en la altura de planta del pallar como efecto de la aplicación exógena de protohormonas. El coeficiente de variación (4,7 %) y la desviación estándar (7,0 cm) reflejan una buena precisión experimental, lo que respalda la confiabilidad de los resultados.

La prueba de rangos múltiples de Duncan (Tabla 10) permitió identificar tres grupos diferenciados. El tratamiento T3 alcanzó la mayor altura (69,75 cm), seguido del tratamiento T1 (65,25 cm), mientras que el tratamiento T4 presentó el valor más bajo (52,50 cm). Esto evidencia que la combinación de protohormonas aplicada en el tratamiento T3 favoreció significativamente la elongación del tallo en comparación con los demás tratamientos.

En el caso del pallar en Ica, resultados previos han mostrado diferencias genéticas significativas en la altura de planta entre genotipos locales y líneas avanzadas, con valores que oscilan entre 45 y 70 cm [9]. Los valores obtenidos en este experimento se encuentran dentro de este rango, confirmando que el manejo hormonal puede potenciar el crecimiento vegetativo sin salirse de los límites fisiológicos de la especie.

No obstante, un incremento excesivo de la altura puede comprometer la resistencia al vuelco y la eficiencia de la translocación de fotoasimilados hacia las vainas, lo cual podría repercutir negativamente en el rendimiento final si no se acompaña de un balance adecuado entre crecimiento vegetativo y reproductivo. Por ello, la selección del tratamiento más eficiente debe considerar tanto la respuesta en altura como su impacto en la producción de grano.

Según Vásquez [10], en el año 1997, algunas variedades mejoradas de pallar en Ica presentan alturas de planta entre 0,50 m y 0,65 m, con longitudes de tallo extendido de hasta 1,45 m, lo cual indica que el manejo hormonal puede impulsar el crecimiento vegetativo sin salirse del rango fisiológico esperado

#### **Número de vainas por planta:**

El análisis de varianza (Tabla 11) mostró diferencias significativas ( $p = 0,0106$ ;  $\alpha = 0,05$ ) y altamente significativas ( $p = 0,0003$ ;  $\alpha = 0,01$ ) en el número de vainas por planta debido a la aplicación exógena de protohormonas. El coeficiente de variación de 7,23 % y la desviación estándar de 3,0 indican una variabilidad experimental aceptable, lo que refuerza la confiabilidad de los resultados.

La prueba de rangos múltiples de Duncan (Tabla 12) evidenció que los tratamientos T1, T3 y T2 se ubicaron en el mismo grupo estadístico (21,5; 20,0 y 19,5 vainas por planta, respectivamente), superando significativamente al tratamiento T4 control (14,5 vainas por planta). Esto confirma que ciertas combinaciones de protohormonas estimulan el desarrollo reproductivo del pallar, incrementando la formación de vainas, mientras que otras pueden limitar este proceso.

Los resultados son coherentes con lo reportado en leguminosas, donde la aplicación de auxinas y citocininas exógenas ha demostrado incrementar el número de estructuras reproductivas al favorecer la diferenciación floral y reducir la abscisión de flores [8]. Asimismo, en estudios locales sobre genotipos de pallar en Ica, se ha descrito una amplia variabilidad en el número de vainas, con promedios que oscilan entre 12 y 24 vainas por planta según el material genético y las condiciones de manejo [9].

En este contexto, los valores obtenidos en los tratamientos T1, T2 y T3 se encuentran en el rango superior de lo reportado para genotipos adaptados a la zona baja de Ica, lo que sugiere que la aplicación de protohormonas no solo mejora la eficiencia reproductiva, sino que también potencia el rendimiento potencial en comparación con la media observada en condiciones convencionales.

#### **Longitud de vainas**

El análisis de varianza (Tabla 13) evidenció diferencias significativas ( $p = 0,0065$ ;  $\alpha = 0,05$ ) y altamente significativas ( $p < 0,0001$ ;  $\alpha = 0,01$ ) en la longitud de vainas de pallar como respuesta a la aplicación de protohormonas. El coeficiente de variación de 2,93 % y la desviación estándar de 0,55 muestran una baja dispersión de los datos, lo que indica alta precisión experimental.

Según la prueba de Duncan (Tabla 14), el tratamiento T3 alcanzó la mayor longitud de vaina (6,73 cm), seguido del tratamiento T2 (6,58 cm), los cuales conformaron el grupo estadísticamente superior. El tratamiento T1 registró un valor intermedio (6,30 cm), mientras que el tratamiento T4 (control), obtuvo la longitud más baja (5,53 cm), ubicándose en un grupo significativamente distinto. Esto demuestra que el efecto de las protohormonas no solo incrementa el número de vainas, sino que también favorece su crecimiento morfométrico, lo que repercute directamente en la capacidad de llenado de semillas.



Investigaciones realizadas en genotipos de pallar en la costa sur del Perú han señalado que la longitud de vaina varía entre 5 y 7 cm en condiciones de manejo convencional [8], rango dentro del cual los tratamientos T2 y T3 destacan por ubicarse en el extremo superior, lo que sugiere un efecto positivo de la bioestimulación hormonal.

En términos agronómicos, una mayor longitud de vaina suele estar asociada con un número superior de granos por vaina y con semillas de mayor tamaño [9]. Por tanto, los tratamientos que lograron longitudes más elevadas presentan un potencial directo de mejorar el rendimiento final y la calidad del grano para consumo y exportación.

#### **Ancho de vainas.**

El análisis de varianza (Tabla 15) mostró diferencias altamente significativas ( $p = 0,0028$ ;  $\alpha = 0,01$ ) en el ancho de vainas de pallar como respuesta a la aplicación de protohormonas, lo que confirma que el factor hormonal influyó de manera directa sobre esta característica morfológica. El coeficiente de variación fue de 6,20 % y la desviación estándar de 0,36, valores que evidencian una variabilidad moderada pero dentro de parámetros aceptables para ensayos de campo.

De acuerdo con la prueba de Duncan (Tabla 16), el tratamiento T3 obtuvo el mayor valor de ancho (3,88 cm), ubicándose en el grupo superior estadísticamente distinto al resto. Los tratamientos T2, T1 y T4 (control) presentaron anchos entre 3,08 y 3,38 cm, conformando un mismo grupo homogéneo sin diferencias significativas entre ellos. Esto indica que únicamente el tratamiento T3 generó un efecto sobresaliente sobre el engrosamiento de las vainas.

El incremento del ancho de vaina es un factor relevante, ya que se asocia con un mayor espacio interno para el llenado de semillas, lo que puede derivar en granos de mayor calibre y, por ende, de mayor valor comercial. Estudios previos en *Phaseolus lunatus* han señalado que la combinación de auxinas y giberelinas favorece no solo la elongación, sino también la expansión lateral de tejidos reproductivos, mejorando la capacidad de almacenamiento de fotoasimilados en las vainas [2].

En la región de Ica, se ha reportado que el ancho promedio de vainas de pallar oscila entre 3,0 y 3,5 cm bajo condiciones de manejo convencional [9]. En este contexto, el tratamiento T3 superó dicho rango, lo que refleja un efecto positivo de las protohormonas sobre esta característica. Sin embargo, es importante señalar que el aumento del ancho debe correlacionarse con el peso de grano y la uniformidad de llenado, para determinar si esta mejora morfológica se traduce efectivamente en un mayor rendimiento económico para el productor.

#### **Número de granos por vaina:**

El análisis de varianza (Tabla 17) no mostró diferencias significativas entre tratamientos para el número de granos por vaina ( $p = 0,1936$ ;  $\alpha > 0,05$ ), lo que indica que la aplicación exógena de protohormonas no ejerció un efecto determinante en esta variable. El coeficiente de variación fue de 12,22 %, lo que revela una dispersión moderada entre las observaciones y sugiere que esta

característica estuvo influenciada principalmente por factores genéticos más que por los tratamientos aplicados.

De acuerdo con la prueba de Duncan (Tabla 18), los cuatro tratamientos conformaron un mismo grupo homogéneo, sin diferencias estadísticas en el número de granos por vaina, con valores que oscilaron entre 2,50 y 3,00 granos. Estos resultados confirman la estabilidad de esta variable frente a la aplicación hormonal.

La ausencia de variación significativa coincide con reportes previos en *Phaseolus lunatus*, donde se ha señalado que el número de granos por vaina es una característica de alta heredabilidad y poco susceptible a modificaciones mediante reguladores de crecimiento, a diferencia de otras variables como longitud y ancho de vaina [8]. En estudios realizados en Ica, se ha descrito que los genotipos locales de pallar suelen presentar entre 2 y 3 granos por vaina de forma consistente, incluso bajo distintos manejos de fertilización y riego [9].

Aunque el efecto de las protohormonas no fue significativo, la estabilidad observada en esta variable resulta relevante para la producción, ya que asegura uniformidad en el llenado de vainas y contribuye a mantener la calidad del grano destinado al mercado. Sin embargo, su potencial impacto debe analizarse en conjunto con el peso individual del grano y el rendimiento total por planta para determinar la real eficiencia de los tratamientos aplicados.

#### **Peso de 100 granos secos de pallar:**

El análisis de varianza (Tabla 19) mostró diferencias altamente significativas ( $p = 0,0173$ ;  $\alpha < 0,05$ ) entre tratamientos para el peso de 100 granos secos, lo que indica que la aplicación exógena de protohormonas influyó de manera notable en esta característica. El coeficiente de variación fue bajo (1,12 %), lo cual demuestra una alta precisión experimental y confiabilidad de los resultados obtenidos.

La prueba de rango múltiple de Duncan (Tabla 20) agrupó a los tratamientos en dos categorías: el tratamiento T3 (185,0 g) alcanzó el mayor peso de 100 granos, seguido del tratamiento T1 (182,5 g) y T2 (182,25 g), que no mostraron diferencias estadísticas entre sí. El tratamiento T4 (179,0 g) se ubicó en un grupo inferior, evidenciando un efecto menos favorable.

Estos resultados sugieren que las protohormonas tuvieron un impacto positivo en el llenado de grano, favoreciendo la acumulación de biomasa y el incremento en el peso final, lo que puede estar relacionado con una mayor eficiencia en la fotosíntesis y el transporte de asimilados hacia las semillas [8]. La diferencia encontrada respecto al tratamiento T4 (control), refuerza la idea de que la respuesta depende del tipo y concentración aplicada, así como del momento de aplicación. Estudios previos en leguminosas reportan que reguladores de crecimiento como auxinas, giberelinas y citocininas pueden mejorar el peso de grano al estimular procesos fisiológicos de división y expansión celular [12]. En investigaciones realizadas en Ica con pallar, se ha señalado que el peso de 100 granos es un carácter sensible al manejo agronómico y puede ser determinante en la calidad de grano seco para exportación [9].

En este contexto, la superioridad del tratamiento T3 resulta relevante, pues refleja un incremento que, aunque cuantitativamente moderado (hasta 6 g más que el tratamiento de menor rendimiento), puede ser determinante a escala comercial, donde la calidad del grano se asocia directamente con su peso, tamaño y homogeneidad.

#### **Diámetro polar de grano seco de pallar:**

El análisis de varianza (Tabla 21) evidenció diferencias altamente significativas ( $p = 0,0008$ ;  $\alpha < 0,01$ ) entre tratamientos en el diámetro polar de los granos de pallar, lo que confirma que la aplicación de protohormonas ejerció un efecto determinante en esta característica morfológica. El coeficiente de variación fue de 8,93 %, valor aceptable para este tipo de evaluaciones, lo que indica consistencia experimental.

De acuerdo con la prueba de Duncan (Tabla 22), el tratamiento T3 alcanzó el mayor diámetro polar (24,0 mm), seguido por los tratamientos T1 (22,0 mm) y T2 (21,75 mm), sin diferencias estadísticas entre ellos. En contraste, el tratamiento T4 control (15,75 mm) se ubicó en un grupo inferior, mostrando la menor expresión de esta variable. Estos resultados refuerzan que la respuesta depende de la formulación y dosis de las protohormonas aplicadas.

El aumento del diámetro polar en los tratamientos superiores refleja una mejor acumulación de reservas y llenado del grano, atributos que incrementan su valor comercial y aceptación en mercados de exportación, donde el tamaño es un criterio clave de calidad. Investigaciones en leguminosas reportan que reguladores de crecimiento como citocininas y giberelinas promueven procesos de división y expansión celular en semillas, contribuyendo a granos más grandes y uniformes [8].

En estudios previos realizados en Ica, se ha observado que el tamaño de grano en *Phaseolus lunatus* está fuertemente influenciado por las prácticas de manejo, particularmente por la nutrición y el balance hormonal de la planta [9]. En este sentido, el efecto positivo de los tratamientos T3, T1 y T2 sugiere un potencial de aplicación práctica para mejorar la competitividad del cultivo, mientras que el bajo desempeño del tratamiento T4 (control), indica una formulación o concentración menos adecuada.

La magnitud de las diferencias (hasta 8,25 mm entre el mayor y menor valor) es agronómicamente importante, pues influye no solo en la apariencia y clasificación del grano, sino también en la percepción del consumidor y en el precio de exportación.

#### **Diámetro ecuatorial de grano seco de pallar**

El análisis de varianza (Tabla 23) mostró diferencias altamente significativas ( $p = 0,0033$ ;  $\alpha < 0,01$ ) en el diámetro ecuatorial de los granos de pallar, lo que evidencia que la aplicación de protohormonas influyó de manera notable en esta característica morfológica. El coeficiente de variación de 4,60 % y la desviación estándar de 1,0 mm indican una adecuada precisión experimental, con baja dispersión de los datos.

La prueba de Duncan (Tabla 24) agrupó a los tratamientos T3 (14,5 mm), T2 (14,0 mm) y T1 (14,0 mm) en un mismo rango, confirmando que no existen diferencias significativas entre ellos, mientras que el tratamiento T4 control con (12,25 mm) se ubicó en un grupo estadísticamente inferior. Este comportamiento es consistente con los resultados obtenidos en el diámetro polar (Tablas 15 y 16), donde los mismos tratamientos (T3, T2 y T1) expresaron los valores más altos, reafirmando que la acción de las protohormonas favorece tanto la expansión longitudinal como transversal de los granos.

El incremento en el diámetro ecuatorial implica una mayor uniformidad y volumen del grano, factores clave en la clasificación comercial del pallar, donde se privilegian granos más anchos y de forma equilibrada [13]. En otras leguminosas, se ha documentado que la aplicación de reguladores de crecimiento como giberelinas y citocininas promueve procesos de división y elongación celular, repercutiendo directamente en el tamaño y peso final de la semilla [8].

Estudios realizados en Ica han destacado que el diámetro ecuatorial, junto con el polar, constituye un criterio fundamental en la categorización de *Phaseolus lunatus* destinado a la exportación, pues determina la forma final del grano y su aceptación en mercados internacionales [9]. En este contexto, los tratamientos T3, T2 y T1 reflejan un manejo prometedor para mejorar la calidad comercial del cultivo, mientras que el tratamiento T4 (control) muestra limitaciones para alcanzar estándares de mercado.

La diferencia de 2,25 mm entre el mayor y menor valor, aunque aparentemente reducida, resulta significativa desde el punto de vista comercial, ya que influye en la clasificación por calibres y en la valorización económica del producto.

#### **Rendimiento total de grano seco de pallar**

El análisis de varianza (Tabla 25) evidenció diferencias altamente significativas ( $p < 0,0001$ ;  $\alpha < 0,01$ ) en el rendimiento total de granos secos de pallar, confirmando que la aplicación de protohormonas influyó de manera determinante en la productividad del cultivo. El coeficiente de variación de 0,16 % y la desviación estándar de 288,78 g reflejan una notable homogeneidad de los datos y alta precisión experimental, lo cual respalda la confiabilidad de los resultados.

La prueba de Duncan (Tabla 26) clasificó los tratamientos en cuatro rangos estadísticos diferenciados, donde el tratamiento T3 (2673,40 kg ha<sup>-1</sup>) se ubicó en la primera posición, seguido de los tratamientos T2 (2643,55 kg ha<sup>-1</sup>) y T1 (2631,78 kg ha<sup>-1</sup>), mientras que el tratamiento T4 control (2004,88 kg ha<sup>-1</sup>) mostró un rendimiento significativamente menor. Esta clara separación entre grupos confirma que la respuesta positiva al uso de protohormonas depende del tipo y combinación aplicada, destacándose el tratamiento T3 (2673,40 kg ha<sup>-1</sup>) como el de mayor potencial productivo.

El incremento en el rendimiento observado puede explicarse por la acción de las protohormonas en procesos fisiológicos clave, como la expansión celular, el llenado de granos y la movilización de fotoasimilados hacia los órganos de reserva, fenómenos ampliamente documentados en

leguminosas [8], [14]. Estudios realizados en *Phaseolus lunatus* en Ica señalan que el rendimiento está fuertemente correlacionado con el tamaño de grano y la uniformidad de llenado [15], lo que coincide con los resultados obtenidos en los diámetros polar y ecuatorial (Tablas 15–18), donde los mismos tratamientos (T3, T2 y T1) lograron los mayores valores.

Desde un punto de vista agronómico y comercial, la diferencia de aproximadamente 669 kg ha<sup>-1</sup> entre el tratamiento de mayor (T3) y menor rendimiento (T4 control) resulta trascendental, pues representa un aumento superior al 25 %, lo que impacta directamente en la rentabilidad del productor. Además, considerando que el pallar es un cultivo de exportación, este incremento puede traducirse en una ventaja competitiva frente a estándares internacionales de calidad y volumen de producción.

#### **Análisis económico de los tratamientos:**

El análisis económico (Tabla 27) demuestra que la aplicación exógena de protohormonas no solo generó un impacto positivo en el rendimiento agronómico, sino también en la rentabilidad del cultivo de pallar en la zona baja de Ica. El tratamiento T3 (Mixhor Plus) alcanzó el mayor rendimiento con 2673,40 kg ha<sup>-1</sup>, traducándose en un valor bruto de S/. 14 703,7 y un ingreso neto de S/. 8 593,7, con una relación beneficio/costo (B/C) de 1,4. Este resultado indica que por cada sol invertido se obtuvo un retorno de 1,40 soles, constituyéndose en la alternativa más rentable.

Los tratamientos T1 (Pack Frut) y T2 (Algae Forte) mostraron ingresos netos similares (S/. 8 384,79 y S/. 8 427,03, respectivamente) y una relación B/C de 1,37, lo que confirma que ambos son económicamente viables y superan significativamente al control. En contraste, el tratamiento T4 (control) registró el menor rendimiento (2004,88 kg ha<sup>-1</sup>) y un ingreso neto de S/. 5 026,84, con una relación B/C de apenas 0,84, evidenciando que sin la aplicación de protohormonas la actividad no resulta rentable bajo las condiciones evaluadas.

Estos resultados corroboran que la incorporación de protohormonas en el manejo del pallar permite incrementar la eficiencia económica del cultivo, gracias al aumento en la productividad de grano seco, lo cual concuerda con lo reportado en investigaciones similares en leguminosas, donde la aplicación de reguladores de crecimiento mejora la relación costo–beneficio de la producción [16]. Además, la diferencia de más de S/. 3 500 en ingreso neto entre el mejor tratamiento (Mixhor Plus) y el control subraya el impacto directo de las protohormonas en la rentabilidad del productor, aspecto clave considerando la importancia del pallar como cultivo de exportación de alto valor agregado en la región de Ica.

## V. CONCLUSIONES

En este capítulo se exponen las conclusiones principales derivadas del análisis de los resultados, destacando los aportes científicos y prácticos del estudio en el cultivo de pallar en la zona baja de Ica.

1. El análisis físico-químico del suelo evidenció una textura franca con baja fertilidad natural, particularmente en materia orgánica y potasio, lo que representa una limitante para el cultivo de pallar en la zona baja de Ica. No obstante, la textura observada resultó favorable para el desarrollo radicular, siempre que se acompañe de un manejo eficiente de riego y fertilización.
2. Las condiciones meteorológicas registradas (temperaturas entre 16,4 y 26,8 °C y humedad relativa entre 68 y 79 %) fueron adecuadas para el desarrollo del pallar, aunque los incrementos de humedad en etapas avanzadas del ciclo sugieren la necesidad de implementar un manejo fitosanitario preventivo para evitar enfermedades fúngicas.
3. La aplicación exógena de protohormonas influyó significativamente en las características agronómicas del cultivo. Se observó un adelanto en la floración, mayor altura de planta, incremento en el número y longitud de vainas, así como un efecto positivo en el ancho de vaina, aunque sin modificaciones relevantes en el número de granos por vaina.
4. En términos de calidad de grano, los tratamientos con protohormonas (T1, T2 y T3) superaron al control (T4), logrando mayores valores en peso de 100 granos, diámetro polar y diámetro ecuatorial. Esto confirma que la bioestimulación hormonal favorece tanto el llenado como la uniformidad del grano seco de pallar, atributos claves para su valorización comercial.
5. El rendimiento total de grano seco mostró diferencias altamente significativas entre tratamientos. El tratamiento T3 (Mixhor Plus) alcanzó el mayor rendimiento con 2673,40 kg ha<sup>-1</sup>, seguido de T2 y T1, mientras que el tratamiento control (T4) presentó un valor inferior (2004,88 kg ha<sup>-1</sup>), confirmando la efectividad de las protohormonas para incrementar la productividad del cultivo.
6. El análisis económico demostró que la aplicación de protohormonas es rentable. El tratamiento T3 alcanzó la mejor relación beneficio/costo (1,40), seguido de T1 y T2 (1,37), mientras que el control resultó no rentable (0,84). La diferencia de más de S/. 3 500 en ingreso neto entre el mejor tratamiento y el control evidencia el impacto positivo de las protohormonas en la competitividad del pallar como cultivo de exportación.

## **VI. RECOMENDACIONES.**

En este capítulo se presentan las recomendaciones derivadas de los resultados obtenidos en la investigación, con el propósito de orientar la aplicación práctica de los hallazgos y sugerir futuras líneas de estudio relacionadas con el cultivo de pallar en la zona baja de Ica.

- 5.1.** Aplicar protohormonas en el cultivo de pallar, destacando el tratamiento T3 (Mixhor Plus), por su mayor efecto en rendimiento, calidad de grano y rentabilidad.
- 5.2** Complementar el uso de protohormonas con un plan de fertilización balanceada, ajustado al análisis de suelo.
- 5.3** Implementar medidas preventivas de manejo fitosanitario, especialmente en la fase reproductiva, para reducir riesgos asociados a la humedad.
- 5.4** Difundir los resultados entre asociaciones de productores de Ica, fomentando la adopción de bioestimulantes como alternativa tecnológica rentable.
- 5.5** Desarrollar investigaciones adicionales sobre dosis, momentos de aplicación y combinación de protohormonas con biofertilizantes en diferentes variedades y zonas agroecológicas.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- [1] Intagri. “Las hormonas vegetales o fitohormonas,” *Instituto para la Innovación Tecnológica en la Agricultura*, 2019. [En línea]. Disponible en: <https://www.intagri.com/articulos/fisiologia-vegetal/hormonas-vegetales>. [Accedido: 04-Sep-2025].
- [2] M. J. Davies, *Plant Hormones: Physiology, Biochemistry and Molecular Biology*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1995.
- [3] Wikipedia. “Preprohormone,” *Wikipedia*, 2025. [En línea]. Disponible en: <https://en.wikipedia.org/wiki/Preprohormone>. [Accedido: 04-Sep-2025].
- [4] Wikipedia. “Prohormone,” *Wikipedia*, 2025. [En línea]. Disponible en: <https://en.wikipedia.org/wiki/Prohormone>. [Accedido: 04-Sep-2025].
- [5] B. Bea., A. Bugallo, R. Carril, A. Diaz, y Duran., & J. Fernández. Biosíntesis de hormonas vegetales. 2012. Recuperado: de <https://www.studocu.com/es/document/universidade-de-vigo/fisiologia-vegetal.i/trabajo-tutorial/biosintesis-de-hormonas-vegetales/903280/view>. 20p.
- [6] Y. Y. Condeña Remache y E. S. Flores Misaico, “Respuesta de la aplicación foliar de tres dosis de ácido fúlvico y tres dosis de transportadores de glúcidos en el cultivo de pallar (*Phaseolus lunatus* L.), cultivar Ica 450-3-71, en la zona baja del valle de Ica,” *Tesis de licenciatura*, Universidad Nacional San Luis Gonzaga de Ica, 2019
- [7] R. Taiz, E. Zeiger, I. Møller, y A. Murphy, *Plant Physiology and Development*, 6th ed. Sunderland, MA: Sinauer Associates, 2015.
- [8] C. M. Cahuana Díaz, "Evaluación de Componentes de Rendimiento de Doce Genotipos de Pallar (*Phaseolus lunatus* L.) de Crecimiento Indeterminado en Subtanjalla-Ica," Tesis de pregrado, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional "San Luis Gonzaga", Ica, Perú, 2023.
- [9] L. M. Espinoza de Arenas et al., “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*, vol. 6, no. 1, 2021. [En línea]. Disponible en: Repositorio “Ciencia Latina”. [Accedido: 04-Sep-2025].
- [10] J. Vásquez Cuentas, *El cultivo del pallar*, manual digital, Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MIDAGRI), Perú, 1997. Repositorio MIDAGRI
- [11] M. Arteca. *Plant Growth Substances: Principles and Applications*. New York: Springer, 2013.



- [12] P. Davies, *Plant Hormones: Biosynthesis, Signal Transduction, Action*. Dordrecht: Springer, 2010.
- [13] J. Kelly, "Seed size and quality traits in dry bean breeding," *Euphytica*, vol. 196, pp. 165–176, 2014.
- [14] J. Salisbury and C. Ross, *Fisiología Vegetal*. 4th ed. México: Thomson, 2008.
- [15] Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), "Comportamiento agronómico de genotipos de pallar en la región Ica," Lima: INIA, 2019.
- [16] Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), "Análisis económico de tecnologías aplicadas en cultivos de exportación," Lima: INIA, 2020.

## **VIII. ANEXOS**

## ANEXO 1:

### FICHA TÉCNICA MIXHOR PLUS

#### DATOS DE LA EMPRESA

Empresa Comercializadora. : FARMAGRO S.A.

Proveedor: VELLSAM MATERIAS BIOACTIVAS, S.L.

#### IDENTIDAD

Composición:

Extracto de microalga spirulina

Protocitoquinina 0.14 g/l

Protoauxinas 0.05 g/l

Protogiberelinas 0.06 g/l

#### VITAMINAS:

Betacaroteno (Pro-Vit. A)

Tocoferol (Vit. E)

Tiamina (Vit. B1)

Riboflavina (Vit. B2)

Niacina (Vit. B3)

Piridoxina (Vit. B6)

Cianocobalamina (Vit. B12)

Inositol

Ácido fólico Biotina (Vit. H)

Ácido pantoténico

**Formulación:** Disolución de extracto de microalga Spirulina

**Clase de uso:** Bioestimulante

MODO DE ACCIÓN MIXHOR PLUS es un bioestimulante protohormonal de formulación soluble, que promueve e interviene en funciones metabólicas como: Estructurales (paredes y membranas celulares), de transporte (ATP), inmunológicas o de defensa natural (fitoalexinas), hormonales y catalizadoras (enzimas).

MIXHOR PLUS contribuye al desarrollo del sistema radicular, al crecimiento vegetativo, a la brotación y desarrollo de yemas (axilares, tubérculos, coronas, bulbos), a la floración, al cuajado, a la fructificación y a la fotosíntesis, activando y potenciando su metabolismo celular. Esto mejora la eficiencia fisiológica de las plantas, lo que se traduce en una mayor producción, rendimiento y calidad de las cosechas.

## FICHA TECNICA PACKFRUT

### I. IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO Y LA COMPAÑÍA

Producto: PACKFRUT

Formulador: Comercial Andina Industrial S.A.C

Distribuidor: Fertilizantes y Semillas Andinas S.A.C

Clase: nutriente foliar para uso agrícola

### II. INGREDIENTES ACTIVOS

Calcio (CaO) 15 %

Boro (B) 1.5 %

Ácidos Carboxílicos 6 %

Protohormonas 0.01 %

### III. MODO Y/O MECANISMO DE ACCION

Los ácidos carboxílicos contenidos en PACKFRUT, aseguran la movilidad del calcio dentro de la planta evitando los desórdenes fisiológicos en los frutos.

El Calcio contenido en PACKFRUT, mejora la fortaleza y elasticidad de los tejidos en los órganos reproductivos, al favorecer la formación de pectatos de calcio en la lámina media de las paredes celulares. Fortifica la estructura del citoplasma celular.

El Boro contenido en PACKFRUT, incentiva el desarrollo del tubo polínico y favorece la producción del polen para mejorar la fecundación de flores y obtener un máximo cuajado y uniformidad de frutos maximiza el porcentaje de calidad exportable.

En los cultivos aplicados con PACKFRUT, los frutos tienen mayor vida postcosecha.

### IV. MODO DE APLICACIÓN:

aplicaciones foliares, puede ser aplicado con cualquier equipo de aspersión convencionalmente usados.

### V. MOMENTO DE APLICACIÓN:

Es recomendable aplicar en las primeras etapas de floración y cuajado de frutos.

#### RECOMENDACIONES DE USO

| CULTIVO                                                            | DOSIS            | ÉPOCA Y N° DE APLICACIONES                                                                |
|--------------------------------------------------------------------|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| Vid (Mesa y vineras)                                               | 2-3 L/ha         | - Inicio de floración.<br>- Durante el cuajado y desarrollo de frutos.                    |
| Fresa                                                              | 0.5-1 L/cilindro | - Inicio de floración.<br>- Durante el cuajado y desarrollo de frutos.                    |
| Espárrago                                                          | 2-3 L/ha         | - Inicio de floración del primer brotamiento.<br>- Repetir la aplicación 15 días después. |
| Algodón, pimiento, tomate, ají, páprika, quinua                    | 0.5-1 L/cilindro | - Inicio de floración.<br>- Al cuajado de frutos.                                         |
| Papa                                                               | 0.5-1 L/cilindro | - Inicio de tuberización.<br>- Durante el desarrollo de tubérculos.                       |
| Alcachofa                                                          | 2-3 L/ha         | - Inicio de floración.<br>- Durante el desarrollo de capítulos.                           |
| Cebolla, ajos                                                      | 2-3 L/ha         | - Inicio de floración<br>- Durante el desarrollo de capítulos                             |
| Frijol, pallar, vainita, arveja, haba, garbanzo                    | 0.5-1 L/cilindro | - Inicio de floración<br>- Al cuajado de frutos                                           |
| Zapallo, melón, pepinillo, sandía                                  | 0.5-1 L/cilindro | - Inicio de floración<br>- Durante el cuajado y desarrollo de frutos                      |
| Frutales, palto, arándanos, granado, cítricos, mango, cacao y café | 2-3 L/ha         | - Inicio de floración<br>- Durante el cuajado y desarrollo de frutos.                     |
| Arroz                                                              | 0.5-1 L/cilindro | - De 2-3 aplicaciones por campaña                                                         |

## **FICHA TECNICA DE ALGAEFORTE**

**Materia Orgánica** 180 g/L

**Proteínas** 1.8 g/L

**Protohormonas** 1.4 g/L

**Potasio** 39 g/L

**Calcio** 3048 ppm

**Magnesio** 107 ppm

**Cobre** 22 ppm

**Manganeso** 175 ppm

**Hierro** 738 ppm

**Zinc** 672 ppm

**Zetaina** 8.5 g/L

**Zeatosina** 16.6 g/L

**Total Adeninas** 25.1 g/L

**Total Betaínas** 0.85 g/L

**Formulación:** Concentrado Soluble (SL)

**Formulador** Aris Industrial S.A.

**Procedencia** Perú

### **BENEFICIOS**

- Aumenta el nivel de clorofila, estimulando un crecimiento saludable.
- Induce resistencia adquirida localizada (LAR) contra un rango de patógenos.
- Contribuye a la nutrición total de la planta.
- Mejora la resistencia a estrés medioambiental y biótico.

### **APLICACIONES ALGAEFORTE**

puede ser aplicado en todo tipo de cultivos durante su ciclo de desarrollo. Su uso es básicamente foliar, pero puede ser aplicado al suelo de ser esto requerido. Se recomienda aplicar ALGAEFORTE en los estadios iniciales del desarrollo vegetativo del cultivo, así como en el proceso de llenado de los órganos de reserva.

# ANALISIS DE SUELOS: CARACTERIZACION

Solicitante  
: JORGE MAGALLANES MAGALLANES

Departamento: ICA  
Distrito : LA VENTA  
Referencia : H.R. 81628-258C-23

Bolt.: 6256

Provincia: ICA  
Predio : HILDA BARRIOS  
Fecha : 08/01/2024

| Número de Muestra |        | pH<br>(1:1 ) | C.E.<br>(1:1)<br>dS/m | CaCO <sub>3</sub><br>% | M.O.<br>% | P<br>ppm | K<br>ppm | Análisis Mecánico |      |         | Clase<br>Textural | CIC  | Cationes Cambiables |                  |                |                 |                                   | Suma<br>de<br>Cationes | Suma<br>de<br>Bases | %<br>Sat. De<br>Bases |
|-------------------|--------|--------------|-----------------------|------------------------|-----------|----------|----------|-------------------|------|---------|-------------------|------|---------------------|------------------|----------------|-----------------|-----------------------------------|------------------------|---------------------|-----------------------|
| Lab               | Claves |              |                       |                        |           |          |          | Arena             | Limo | Arcilla |                   |      | Ca <sup>+2</sup>    | Mg <sup>+2</sup> | K <sup>+</sup> | Na <sup>+</sup> | Al <sup>+3</sup> + H <sup>+</sup> |                        |                     |                       |
|                   |        |              |                       |                        |           |          |          | %                 | %    | %       |                   |      | meq/100g            |                  |                |                 |                                   |                        |                     |                       |
| 17141             |        | 7.89         | 0.37                  | 0.72                   | 0.41      | 13.6     | 214      | 50                | 31   | 19      | Fr.               | 9.44 | 7.10                | 1.38             | 0.68           | 0.28            | 0.00                              | 9.44                   | 9.44                | 100                   |

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

*Dra. Lily Tello Peramás*  
*Jefa del Laboratorio*

Nota: el terreno experimental fue compartido con su compañero Jhair Hilder Quiñonez Huaroto

## BOLETA DE RECEPCION DE ENVIO DE MUESTRA



### UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS Y PLANTAS

Av. La Molina s/n Campus UNALM

Teléfono: 614-7800 Anexo 222 - Celular: 946-505-254

e-mail: labsuelo@lamolina.edu.pe



LUNAR 5 ENERO

**HOJA DE RECEPCION**      Nº 081628 - 20<sup>23</sup>

SOLICITANTE: JORGE MAGALLANES      Telf.: 956317468      Fecha: 21-12-2023  
MAGALLANES

PROCEDENCIA: Departamento: ICA      Provincia: ICA  
 Distrito: LA VENTA      Predio: HILDA BARROS

MUESTRAS DE: LUEW      CANTIDAD: 1

| ANALISIS SOLICITADOS                              | P.U. S/. | US\$ |
|---------------------------------------------------|----------|------|
| ( ) Análisis Suelo Fertilidad .....               |          |      |
| ( <u>X</u> ) Análisis Suelo Caracterización ..... |          |      |
| ( ) Análisis Suelo Salinidad .....                |          |      |
| ( ) Análisis Agua .....                           |          |      |
| ( ) Análisis Foliar .....                         |          |      |
| ( ) Otros (Especificar) .....                     |          |      |

**CANCELADO**  
 21 DIC 2023  
 LASPAF - UNALM

Entregado por: EL MISMO      A cuenta: .....

Recibido por: CELO VILACORTA      Total S/ 80.00      US\$ .....

## DATOS METEOROLOGICOS

### SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DEL PERÚ

#### INFORMACIÓN METEOROLÓGICA MENSUAL

##### Estación CO- OCUCAJE

Longitud : 75° 40' 35.4" S  
 Latitud : 14° 22' 42.2" W  
 Altitud : 324 msnm

Dpto. : Ica  
 Provincia : Ica  
 Distrito : Parcona

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

| Año  | Enero | Febrero | Marzo | Abril | Mayo | Junio | Julio | Agosto | Setiembre | Octubre | Noviembre | Diciembre |
|------|-------|---------|-------|-------|------|-------|-------|--------|-----------|---------|-----------|-----------|
| 2024 | 25.9  | 27.4    | 26.8  | 24.6  | 20.1 | 17.9  | 17.2  | 17.6   | 19.0      | 22.0    | 22.4      | 23.2      |

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

| Año  | Enero | Febrero | Marzo | Abril | Mayo | Junio | Julio | Agosto | Setiembre | Octubre | Noviembre | Diciembre |
|------|-------|---------|-------|-------|------|-------|-------|--------|-----------|---------|-----------|-----------|
| 2024 | 18.1  | 19.7    | 18.6  | 16.4  | 11.4 | 8.8   | 7.9   | 9.9    | 9.8       | 12.2    | 13.4      | 14.9      |

##### Parámetro : Humedad Relativa Media Mensual (%)

| Año  | Enero | Febrero | Marzo | Abril | Mayo | Junio | Julio | Agosto | Setiembre | Octubre | Noviembre | Diciembre |
|------|-------|---------|-------|-------|------|-------|-------|--------|-----------|---------|-----------|-----------|
| 2024 | 67    | 69      | 68    | 71    | 77   | 79    | 77    | 77     | 73        | 66      | 67        | 67        |

##### Parámetro : Horas de Sol Total Mensual (HR)

| Año  | Enero | Febrero | Marzo | Abril | Mayo  | Junio | Julio | Agosto | Setiembre | Octubre | Noviembre | Diciembre |
|------|-------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-----------|---------|-----------|-----------|
| 2024 | 253.9 | 209.8   | 242.4 | 237.0 | 259.3 | 212.8 | 221.0 | 236.4  | 247.3     | 262.5   | 258.0     | 259.5     |

Información preparada para: DONAYRE LOBATO, JAIME REYNALDO

PROYECTO DE INVESTIGACION PARA OPTAR EL TITULO DE INGENIERO AGRONOMO

"EFECTO DE LA APLICACIÓN EXÓGENA DE PROTOHORMONAS SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS DE RENDIMIENTO Y CALIDAD DE GRANO EN PALLAR (*Phaseolus lunatus* L.) EN LA ZONA BAJA DE ICA".

Ica, 05 de agosto del 2025  
 Parque Industrial MZA Ica S-ica  
 Telef. 056-2289002  
[www.senamhi.gob.pe](http://www.senamhi.gob.pe)



Procedimiento de validación por R202408  
 11/08/2025  
 20:13:08  
 Fecha: 08/08/2025 11:10:58 05:00

VÁLIDO SOLO EN ORIGINAL



## DATOS TOMADOS EN CAMPO

Días a la floración (días)

| Tratamientos | Bloques |    |     |    | Promedio |
|--------------|---------|----|-----|----|----------|
|              | I       | II | III | IV |          |
| 1            | 40      | 42 | 40  | 45 | 41.75    |
| 2            | 41      | 40 | 43  | 45 | 42.25    |
| 3            | 40      | 43 | 43  | 42 | 42.0     |
| 4            | 46      | 49 | 46  | 49 | 47.5     |

Altura de planta (cm)

| Tratamientos | Bloques |      |      |      | Promedio |
|--------------|---------|------|------|------|----------|
|              | I       | II   | III  | IV   |          |
| 1            | 66.0    | 63.0 | 65.0 | 67.0 | 65.25    |
| 2            | 58.0    | 60.0 | 60.0 | 68.0 | 61.5     |
| 3            | 69.0    | 71.0 | 66.0 | 73.0 | 69.75    |
| 4            | 55.0    | 53.0 | 52.0 | 50.0 | 52.5     |

Numero de vainas por planta (unidad)

| Tratamientos | Bloques |    |     |    | Promedio |
|--------------|---------|----|-----|----|----------|
|              | I       | II | III | IV |          |
| 1            | 18      | 23 | 22  | 23 | 21.5     |
| 2            | 18      | 18 | 20  | 22 | 19.5     |
| 3            | 19      | 18 | 19  | 24 | 20.0     |
| 4            | 13      | 14 | 15  | 16 | 14.5     |

Longitud de vainas (cm)

| Tratamientos | Bloques |     |     |     | Promedio |
|--------------|---------|-----|-----|-----|----------|
|              | I       | II  | III | IV  |          |
| 1            | 6.0     | 6.5 | 6.0 | 6.7 | 6.3      |
| 2            | 6.1     | 6.8 | 6.6 | 6.8 | 6.58     |
| 3            | 6.2     | 7.0 | 6.8 | 6.9 | 6.73     |
| 4            | 5.4     | 5.5 | 5.6 | 5.6 | 5.53     |

Ancho de vainas (cm)

| Tratamientos | Bloques |     |     |     | Promedio |
|--------------|---------|-----|-----|-----|----------|
|              | I       | II  | III | IV  |          |
| 1            | 3.2     | 3.0 | 3.3 | 3.6 | 3.28     |
| 2            | 3.7     | 3.3 | 3.0 | 3.5 | 3.38     |
| 3            | 3.8     | 3.9 | 4.0 | 3.8 | 3.89     |
| 4            | 3.0     | 3.1 | 3.0 | 3.2 | 3.08     |

Número de granos por vaina de pallar (unidad)

| Tratamientos | Bloques |     |     |     | Promedio |
|--------------|---------|-----|-----|-----|----------|
|              | I       | II  | III | IV  |          |
| 1            | 3.0     | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0      |
| 2            | 2.0     | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 2.75     |
| 3            | 3.0     | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0      |
| 4            | 2.0     | 3.0 | 2.0 | 3.0 | 2.5      |

Peso de 100 granos secos de pallar (g)

| Tratamientos | Bloques |       |       |       | Promedio |
|--------------|---------|-------|-------|-------|----------|
|              | I       | II    | III   | IV    |          |
| 1            | 184.0   | 182.0 | 180.0 | 184.0 | 182.5    |
| 2            | 180.0   | 181.0 | 186.0 | 182.0 | 182.25   |
| 3            | 185.0   | 186.0 | 186.0 | 183.0 | 185.0    |
| 4            | 178.0   | 180.0 | 179.0 | 179.0 | 179.0    |

Diámetro polar de grano seco de pallar (mm)

| Tratamientos | Bloques |      |      |      | Promedio |
|--------------|---------|------|------|------|----------|
|              | I       | II   | III  | IV   |          |
| 1            | 23.0    | 23.0 | 22.0 | 20.0 | 22.0     |
| 2            | 21.0    | 21.0 | 24.0 | 21.0 | 21.75    |
| 3            | 24.0    | 25.0 | 23.0 | 24.0 | 24.0     |
| 4            | 14.0    | 18.0 | 13.0 | 18.0 | 15.75    |

Diámetro ecuatorial de grano seco de pallar (mm)

| Tratamientos | Bloques |      |      |      | Promedio |
|--------------|---------|------|------|------|----------|
|              | I       | II   | III  | IV   |          |
| 1            | 15.0    | 14.0 | 13.0 | 14.0 | 14.0     |
| 2            | 14.0    | 13.0 | 14.0 | 15.0 | 14.0     |
| 3            | 14.0    | 15.0 | 14.0 | 15.0 | 14.5     |
| 4            | 12.0    | 12.0 | 12.0 | 13.0 | 12.25    |

Rendimiento total de grano seco de pallar (kg/ha)

| Tratamientos | Bloques |        |        |        | Promedio |
|--------------|---------|--------|--------|--------|----------|
|              | I       | II     | III    | IV     |          |
| 1            | 2630.2  | 2631.6 | 2633.1 | 2632.2 | 2631.78  |
| 2            | 2640.1  | 2644.3 | 2646.2 | 2643.6 | 2643.55  |
| 3            | 2670.0  | 2675.0 | 2673.8 | 2674.8 | 2673.4   |
| 4            | 1990.0  | 2010.4 | 2010.3 | 2008.4 | 2004.78  |

## Análisis de varianza en el Programa estadístico INFOSTAT versión 2020

Nueva tabla: 23/08/2025 - 19:20:16 - [Versión: 30/04/2020]

### Análisis de la varianza

| Variable | N  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV   |
|----------|----|----------------|-------------------|------|
| diasflor | 16 | 0.85           | 0.74              | 3.54 |

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V.        | SC     | gl | CM    | F     | p-valor |
|-------------|--------|----|-------|-------|---------|
| bloques     | 25.25  | 3  | 8.42  | 3.56  | 0.0603  |
| tratamiento | 91.25  | 3  | 30.42 | 12.88 | 0.0013  |
| Error       | 21.25  | 9  | 2.36  |       |         |
| Total       | 137.75 |    | 15    |       |         |

### Test: Duncan Alfa=0.05

Error: 2.3611 gl: 9

| bloques | Medias  | n    | E.E. |
|---------|---------|------|------|
| IV      | 45.25 4 | 0.77 | A    |
| II      | 43.50 4 | 0.77 | A B  |
| III     | 43.00 4 | 0.77 | A B  |
| I       | 41.75 4 | 0.77 | B    |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

### Test: Duncan Alfa=0.05

Error: 2.3611 gl: 9

| tratamiento | Medias  | n    | E.E. |
|-------------|---------|------|------|
| 4           | 47.50 4 | 0.77 | A    |
| 2           | 42.25 4 | 0.77 | B    |
| 3           | 42.00 4 | 0.77 | B    |
| 1           | 41.75 4 | 0.77 | B    |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

## GALERIA FOTOGRAFICA



Figura 2. Riego de machaco en poza



Figura 3. Aradura y surcado



Figura 4: desinfección de la semilla de pallar



Figura 5. Vainas cosechadas tratamiento 2



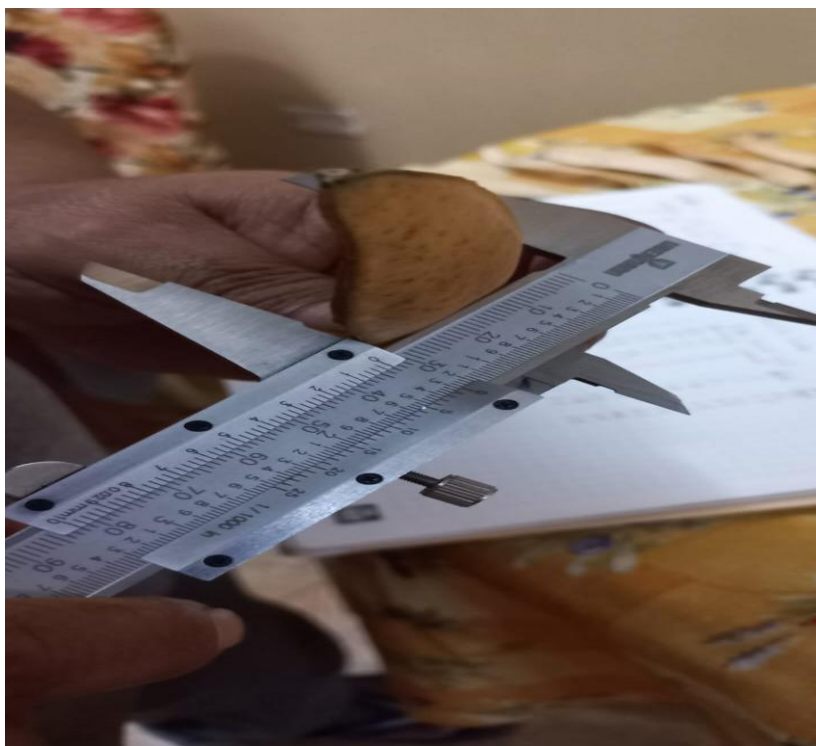


Figura 6. Medida de ancho de vaina



Figura 7: medida de diámetro ecuatorial del grano seco de pallar