



Universidad Nacional
SAN LUIS GONZAGA



[Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0)

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

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



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



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

CONSTANCIA DE EVALUACIÓN DE ORIGINALIDAD 2025

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

Evaluación fenológica del cultivo de pallar de crecimiento determinado (*Phaseolus lunatus* L.), cultivar precoz de Ocucaje, en condiciones de la zona media del valle de Ica.

Presentado por:

NOA ALLCAHUAMAN ALDAIR RICARDO

Graduado del nivel Pregrado de la Facultad de Agronomía. El resultado obtenido es 04% de similitud (Cuatro 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, 16 de diciembre del 2025.

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

.....
CARMINA PAOLA DONAYRE ESPINOZA
Operador del Programa Informático iThenticate

UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA"
VICE RECTORADO DE INVESTIGACION
Facultad de Agronomía



Evaluación fenológica del cultivo de pallar de crecimiento determinado (*Phaseolus lunatus* L.), cultivar precoz de Ocucaje, en condiciones de la zona media del valle de Ica

Línea de investigación: Ciencias Naturales, Ingeniería y Tecnologías Sostenibles

TESIS

Presentada por:

NOA ALLCAHUAMAN ALDAIR RICARDO

PARA OPTAR

EL TÍTULO DE INGENIERO AGRONOMO

ICA – PERU

2026

A MIS PADRES:

FELIX NOA Y MARIA ALLCAHUAMAN

Por enseñarme que la verdadera riqueza es la fortaleza para seguir adelante, incluso cuando la vida parece negarlo todo.

A MIS HERMANOS(AS):

Testigos de cada desafío que enfrenté en este camino académico. Gracias por ser mi refugio en los momentos de duda, por sus palabras de aliento cuando el cansancio parecía ganar la batalla y por celebrar conmigo cada pequeño logro.

A MIS PRIMOS (AS)

Que más que familia fueron hermanos de camino; en ustedes vi el espejo de lo que significa levantarse ante la adversidad y caminar hacia adelante con dignidad.

A MIS MAESTROS (AS)

De aula y de vida, cuya vocación de enseñar y ayudar encendió en mí la certeza de que la educación es el sendero más seguro para superar cualquier barrera, y que el conocimiento, cuando se comparte con generosidad, puede transformar destinos.

ALDAIR RICARDO NOA ALLCAHUAMAN

Agradecimientos

Mi especial agradecimiento:

A la Universidad Nacional “San Luis Gonzaga”, Alma Mater de mi formación profesional.

A la Facultad de Agronomía, y a sus **Docentes** por sus conocimientos impartidos durante mi formación profesional.

Al Ing. Msc. Carlos Ricardo Cornejo Merino, asesor del presente trabajo de investigación, por su valiosa contribución para la culminación del mismo.

A los Ings. Mag. Pedro Antonio Aquije Gómez y Guillermo Espino Tipisma, por sus acertadas recomendaciones para la conducción del experimento

A todos los que de una u otra manera contribuyeron en la realización de la presente tesis.

INDICE DE CONTENIDOS

	<u>Pág.</u>
Caratula	
Dedicatoria	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras	vi
Resumen.....	vii
Abstrac	viii
1. INTRODUCCION	01
1.1. Descripción de la realidad problemática	01
1.2. Antecedentes de la investigación	03
1.3. Bases teóricas de la investigación.....	05
1.4. Justificación e importancia de la investigación	13
1.5. Hipótesis y variable	14
1.6. Objetivos de la investigación	15
2. ESTRATEGIA METODOLOGICA	17
2.1. Tipo y nivel de la investigación.....	17
2.2. Población y muestra del estudio	17
2.3. Diseño de la investigación	17
2.4. Ubicación del campo experimental	17
2.5. Análisis de suelo	17
2.6. Observaciones meteorológicas	18
2.7. Diseño experimental	19
2.8. Características del campo experimental	19
2.9. Conducción del experimento	20
2.10. Variables evaluadas....	24
2.11. Técnicas de recolección y procesamiento de datos....	26
3. RESULTADOS	27
4. DISCUSION	35
5. CONCLUSIONES	46
6. RECOMENDACIONES.....	47
7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	48
8. ANEXOS	

INDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1: Análisis Físico – mecánico del Suelo	18
Tabla 2: Análisis químico del suelo	18
Tabla 3: Observaciones meteorológicas de abril a agosto 2024	19
Tabla 4: Malezas predominantes en el campo experimental	22
Tabla 5: Cronograma de riego	23
Tabla 6: Ocurrencia de las fases fenológicas en el cultivo de pallar (<i>Phaseolus lunatus</i> L.) cultivar precoz de Ocucaje en el valle de Ica	27
Tabla 7: Temperatura, horas de sol y humedad relativa promedio durante cada fase fenológica en el cultivo de pallar (<i>Phaseolus lunatus</i> L.) cultivar precoz e Ocucaje en el valle de Ica	30
Tabla 8: Unidades Calóricas (días-grado) acumuladas durante las fases fenológicas en el cultivo de pallar (<i>Phaseolus lunatus</i> L.) cultivar precoz de Ocucaje en el valle de Ica	32
Tabla 9: Características morfo-productivas registradas en cada fase fenológica en el cultivo de pallar (<i>Phaseolus lunatus</i> L.) cultivar precoz de Ocucaje en el valle de Ica	34

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1: Croquis experimental	20
Figura 2: Fenología del pallar cultivar Precoz de Ocucaje	35
Figura 3: Temperaturas máxima y mínima en cada fase fenológica	37
Figura 4: Horas de sol diarias en cada fase fenológica	39
Figura 5: Humedad relativa en cada fase fenológica	40
Figura 6: Unidades calóricas en cada fase fenológica	41
Figura 7: Altura de planta en cada fase fenológica	42
Figura 8: Área foliar en cada fase fenológica	43
Figura 9: Longitud de raíz en cada fase fenológica	43
Figura 10: Peso seco en cada fase fenológica	44

RESUMEN

La investigación se planteó con el objetivo de establecer el efecto medio ambiental sobre la fenología, características morfo-productivas y unidades calóricas del cultivo de pallar Precoz de Ocucaje, en el valle de Ica, se llevó a cabo en el lote N° 7 del centro de producción Fundo Arrabales de la Universidad Nacional de Ica, ubicada en el distrito de Subtanjalla, provincia y departamento de Ica. Las condiciones de clima y suelo no afectaron la conducción del experimento, la siembra se efectuó el 5 de abril del 2024, mientras que la cosecha se llevó a cabo el 22 de agosto del 2024 (140 dds), en el área experimental se localizaron 5 zonas de evaluación, con 20 plantas en cada una, para las evaluaciones. Los resultados permitieron establecer que la fase vegetativa tuvo una duración de 36 días, mientras que la reproductiva 103 días hasta la madurez fisiológica, estableciéndose un periodo de vida de 140 días hasta la cosecha. Se estableció el requerimiento de unidades calóricas que para todo el ciclo de vida del cultivo fue de 1379.4 UC, lo que permitirá programar adecuadamente las labores culturales, dentro de un modelo agroclimático. Se identificaron fases críticas de proceso morfogénico con el análisis de los componentes morfo productivos evaluados como altura de planta, área foliar, longitud de raíz y peso seco, así como en qué fase manifiestan un mayor requerimiento de insumos (agua, fertilizantes, etc.). Se sugiere estudios similares en otras variedades y lugares, así como validar los resultados obtenidos

Palabras claves: Pallar, Fenología, Unidades calóricas

ABSTRACT

The research aimed to establish the environmental impact on the phenology, morpho-productive characteristics, and caloric units of the Precoz of Ocucaje pallar crop in the Ica Valley. It was carried out in Lot No. 7 of the Fundo Arrabales production center of the National University of Ica, located in the Subtanjalla district, province and department of Ica. Climate and soil conditions did not affect the conduct of the experiment. Sowing took place on April 5, 2024, while harvesting took place on August 22, 2024 (140 days). Five evaluation zones were located in the experimental area, with 20 plants in each one, for the evaluations. The results established that the vegetative phase lasted 36 days, while the reproductive phase lasted 103 days until physiological maturity, establishing a life span of 140 days until harvest. The caloric unit requirement for the entire crop life cycle was 1379.4 UC, which will allow for appropriate scheduling of cultivation tasks within an agroclimatic model. Critical phases of the morphogenic process were identified by analyzing the morpho-productive components evaluated, such as plant height, leaf area, root length, and dry weight, as well as the phases at which they require the most inputs (water, fertilizers, etc.). Similar studies are suggested for other varieties and locations, as well as for validating the results obtained.

Keywords: Lima bean, Phenology, Caloric units

I. INTRODUCCION

El pallar (*Phaseolus lunatus* L.), es un cultivo ancestral en la región Ica, se extiende desde Chincha, hasta Nasca; sin embargo, las mayores áreas se han instalado en el valle de Ica, hacia el sur, su siembra esta centralizada en la agricultura de los pequeños agricultores, los cuales a pesar de los esfuerzos de diferentes entidades, siguen trabajando individualmente, hecho que impide la generación de nueva tecnología y una agricultura a mayor escala, en sus diferentes procesos.

Esta característica impide de una u otra forma buscar una mayor tecnificación del cultivo y a pesar del trabajo de instituciones del estado, ONGs etc, es poco lo que se ha logrado, pues a parte de la falta de nuevas tecnologías, su siembra se realiza en espacios marginales, donde hay escasa disponibilidad de agua, lo que también limita el acogimiento a créditos que les permita la disponibilidad de insumos para la conducción de su cultivo.

A pesar de las propicias condiciones climáticas con que cuenta para el desarrollo y crecimiento del cultivo y que este debido a su plasticidad se adapta a sus condiciones ecológicas, los rendimientos que se logran en sus unidades productivas por unidad de área son bajos, debido a las limitantes que se han planteado con anterioridad y que desnudan limitaciones tecnológicas en el manejo y conducción del cultivo, sin labores culturales adecuadas y con problemas en el aspecto fitosanitario, con la presencia de insectos-plaga y enfermedades que cada vez son más agresivas y de difícil control; eso aunado al desconocimiento fenológico y fisiológico del cultivo es difícil augurar un mejor futuro, más aún cuando en la actualidad se viene dando cambios en el comportamiento climático que afectan a todos los organismos vivos.

Siendo el pallar un cultivo alimenticio de importancia en la región Ica, por el área que se siembra, así como por ser un componente importante en la dieta diaria del poblador, se hace necesario efectuar investigaciones que permitan un conocimiento más profundo de la fenología de la planta, es decir, su expresión en el crecimiento y desarrollo de las plantas, lo que permitirá un manejo agronómico que se adapte a las condiciones del clima actual, para lograr el incremento de la producción y productividad, así como de la rentabilidad del cultivo en beneficio del agricultor iqueño.

En ese sentido, el objetivo principal de la presente investigación fue el de determinar el ciclo fenológico del cultivo de pallar cultivar precoz de Ocucaje de crecimiento determinado bajo las condiciones ambientales de la zona media del valle de Ica.

1.1 Descripción de la realidad problemática

El acelerado crecimiento de la población mundial representa uno de los principales desafíos para la humanidad, especialmente por la escasez de alimentos que dificulta

cubrir la creciente demanda. Esta situación es aún más crítica cuando se trata del acceso a proteínas vegetales, las cuales no están disponibles para gran parte de la población más vulnerable.

Entre las fuentes de proteína vegetal más importantes se encuentran las leguminosas de grano seco, ya que ofrecen un alto contenido proteico a un costo menor en comparación con las proteínas de origen animal, como la carne. Dentro de estas especies destaca el pallar (*Phaseolus lunatus* L.), un cultivo de gran relevancia en la alimentación básica de nuestra región, ocupando aproximadamente el 10% del área agrícola en el valle de Ica, según el Ministerio de Agricultura [1].

Existen diversos tipos de cultivares de pallar, con características distintas como plantas guiadoras, semiguiadoras y de crecimiento determinado. Sin embargo, la escasa investigación sobre este cultivo ha limitado el conocimiento, especialmente en lo que respecta a las variedades de crecimiento determinado. Uno de los principales problemas radica en la falta de trabajos enfocados en el mejoramiento genético, ya que en los últimos años no se han identificado nuevos genotipos con características agronómicas adaptadas a los valles de nuestra región. Asimismo, se suma como una gran limitación el escaso conocimiento sobre su ciclo de vida desde una perspectiva fenológica, lo cual es fundamental para reconocer las etapas críticas en su crecimiento y desarrollo.

En la actualidad, la producción de alimentos en el país recae principalmente en los pequeños agricultores. Esta situación presenta serias dificultades, ya que su baja capacidad productiva y el uso limitado de tecnología impiden satisfacer adecuadamente la demanda poblacional. Además, la falta de apoyo estatal agrava este panorama, haciendo urgente la generación de nuevas tecnologías que permitan mejorar la productividad, reduciendo tanto los costos como el impacto ambiental.

1.1.1 Situación problemática

La ausencia de investigación ha limitado significativamente el avance en el conocimiento del cultivo del pallar, cuyo manejo sigue basándose en prácticas empíricas y tradicionales propias de los pequeños agricultores. Esto es especialmente notorio en los cultivares de crecimiento determinado, dificultando que los agricultores puedan adaptar sus técnicas de cultivo para lograr mejores rendimientos.

Como resultado, los más afectados son los pequeños agricultores, principales productores de esta menestra representativa. A la baja productividad se suma el riesgo creciente de una reducción sostenida en las áreas de siembra, una tendencia que ya se ha venido observando en los últimos años.

Problema general

¿Cuál será la respuesta fenológica, así como los cambios morfológicos y requerimientos térmicos en cada fase de un cultivar de pallar de crecimiento determinado bajo las condiciones agroclimáticas de la zona media del valle de Ica?

Problemas específicos

¿Cuál será la respuesta fenológica, de un cultivar de pallar de crecimiento determinado bajo las condiciones agroclimáticas de la zona media del valle de Ica?

¿Cuál será el comportamiento de la morfología en cada fase fenológica de un cultivar de pallar de crecimiento determinado bajo las condiciones agroclimáticas de la zona media del valle de Ica?

¿Cuáles serán los requerimientos térmicos en cada fase fenológica de un cultivar de pallar de crecimiento determinado bajo las condiciones agroclimáticas de la zona media del valle de Ica?

Delimitación social

El cultivo de pallar es una leguminosa importante en la dieta diaria de la población de nuestra región, cuyo consumo se realiza como menestra (grano seco) o en verde, cuyo cultivo se encuentra establecido principalmente en la pequeña agricultura de nuestros valles y son de importancia desde el punto de vista de sostenibilidad económica social y ambiental de un gran número de agricultores.

Delimitación conceptual

El conocimiento del comportamiento fenológico de la planta de pallar es fundamental, especialmente en lo referente a las plantas precoces de crecimiento determinado, lo que no ha merecido la atención de los especialistas. Su ciclo de vida, como expresión fenológica, define sus necesidades climáticas y permite establecer fechas óptimas de siembra, ajustadas a la precocidad y desarrollo del cultivo.

1.2 Antecedentes de la investigación

1.2.1 Antecedentes a nivel internacional

Según Mc Donald et al. [2], el estudio fenológico de las leguminosas requiere una organización particular, debido a que estas especies responden genéticamente a las condiciones de temperatura y fotoperíodo. Diversas investigaciones han demostrado que es posible estimar la duración del ciclo de vida de estas plantas mediante una función lineal que considere

simultáneamente el incremento tanto de la temperatura como del fotoperíodo. Además, los autores destacan que el haba (*Vicia faba*) ha sido tradicionalmente considerada una especie con una fenología compleja, ya que responde a fotoperíodos largos, lo que se evidencia en su floración acelerada bajo estas condiciones. Sin embargo, se aclara que, aunque la floración se retrasa en días cortos, esta fase no se ve interrumpida en ningún momento.

1.2.2 Antecedentes a nivel nacional

Palomino [3] llevó a cabo una investigación para determinar si las unidades térmicas acumuladas en los cultivos podían repetirse en tres épocas diferentes de siembra, centrandó su estudio en el pallar "bebe" y el frijol castilla. Utilizó la fórmula desarrollada por Cross y Zuber para calcular las unidades térmicas necesarias en las distintas etapas fenológicas de estos cultivos. Las fechas de siembra fueron el factor diferencial, y se evaluaron tres fases fenológicas: la primera, desde la germinación hasta que el 50% de las plantas presentan la tercera hoja trifoliada; la segunda, cuando el 50% de las plantas tienen la tercera hoja trifoliada y otro 50% alcanza la floración; y la tercera, desde la floración del 50% de las plantas hasta que el 50% de la población entra en maduración.

Los hallazgos revelaron que, en el caso del pallar "bebe", las unidades térmicas requeridas fueron similares durante la fase 2 (cuando el 50% de las plantas tienen la tercera hoja trifoliada), en las tres épocas de siembra; mientras que para el cultivo del frijol castilla no se observaron similitudes en ninguna de las fases fenológicas evaluadas en las diferentes épocas de siembra. En cuanto a los rendimientos por área cultivada, ambos cultivos alcanzaron mejores resultados en la tercera época de siembra.

1.2.3 Antecedentes a nivel local

Noa y Quispe [4], llevaron a cabo una investigación en la zona media del valle de Ica para evaluar cómo la influencia térmica afecta los diferentes estadios fenológicos de dos líneas de pallar precoz. Este estudio se realizó con siembras programadas en el mes de septiembre, dividiendo el área experimental en cuatro sectores designados como A, B, C y D, donde cada sector representaba una línea prometedora de pallar erecto. La población de muestra consistió en 40 plantas, con 10 plantas marcadas por sector, utilizadas para análisis fenológicos y morfo-agronómicos.

Las líneas evaluadas, PPD 118-2013 y PPD 162-1-2013, se caracterizaron por tener un crecimiento determinado. Se recopilieron datos relacionados con la duración de cada etapa fenológica, las temperaturas promedio y acumuladas, así como las unidades térmicas o días grado necesarios para cada fase fenológica a lo largo del ciclo de vida de ambas líneas.

Los resultados mostraron que ambas líneas presentaron una influencia térmica similar en los estadios fenológicos analizados. La línea PPD 118-2013 produjo granos blancos, medianos y de forma circular, mientras que la línea PPD 162-1-2013 generó granos blancos, medianos y con forma arriñonada.

Los requerimientos de temperaturas promedio y las unidades térmicas acumuladas fueron comparables entre las dos líneas, registrándose valores totales de 2 680.9 y 2 669.4 °C para las temperaturas promedio, y de 1 366.2 y 1 349.0 días grado durante el ciclo completo de cultivo.

Espinoza y Espino [5] llevaron a cabo un estudio en el valle de Ica para analizar 12 progenies de pallar precoz de hábito determinado o arbustivo, con siembras realizadas en marzo, un período que ofreció condiciones ideales para las fases de germinación y emergencia de las plantas. Según los resultados, las progenies evaluadas alcanzaron el 50 % de floración (flores desplegadas) entre los días 42 y 45 tras la siembra, mientras que la madurez de cosecha se logró entre los días 115 y 120 posteriores a la siembra.

En cuanto a los rendimientos, los datos indican que, en promedio, las progenies generaron entre 2,484 y 3,778 kg/ha de grano seco. Además, el porcentaje de grano defectuoso en las líneas estudiadas se mantuvo por debajo del 10 %.

1.3 Bases teóricas de la investigación

Sobre el cultivo de pallar

Según Brack [6], el Perú se considera uno de los principales centros mundiales donde se originaron la agricultura y la ganadería. Por esta razón, también se destaca como una de las regiones más ricas en diversidad genética de plantas y animales. El país cuenta con 182 especies de plantas nativas domesticadas, muchas de las cuales presentan cientos o incluso miles de variedades. Asimismo, alberga las formas silvestres de estas especies, entre las que se incluyen el algodón, la papa, el tomate, el pallar, el ají, el frijol, el zapallo y la yuca, entre otras.

Camarena [7] señala que el género *Phaseolus*, dentro de la biodiversidad genética de las leguminosas, tiene su centro de origen y domesticación en América Latina, destacando al Perú como el país con la mayor diversidad de ecosistemas a nivel mundial. Además, menciona que, según evidencias recientes, los Andes serían el lugar de origen de *Phaseolus lunatus*, lo que resalta la importancia de realizar más investigaciones sobre sus especies silvestres emparentadas, que abundan en ciertas partes del país, principalmente en la costa peruana, como en Ica.

Velásquez [8] describe varias características morfológicas del pallar, destacando que posee una raíz pivotante acompañada de numerosas raíces secundarias, de las cuales aproximadamente el 85 % se encuentra entre los 80 y 100 cm de profundidad. También señala que el tallo puede presentar distintas formas herbáceo o leñoso, delgado, trepador o erecto según la variedad, ya sea rastrera o erecta. La longitud del tallo varía desde 0.5 m en variedades de crecimiento determinado, hasta alcanzar los 4 m en aquellas de tipo guiador. Las hojas son trifoliadas, compuestas, y las flores, pequeñas y agrupadas en racimos, varían en tonalidades que van del blanco al blanco verdoso. En cuanto al fruto, se trata de una vaina cuya longitud varía entre 5 y 15 cm, conteniendo entre 3 y 5 granos, los cuales pueden ser rectos o curvados, dependiendo de la variedad.

Ustimenco [9], reporta que las distintas fases fenológicas del género *Phaseolus* presentan requerimientos térmicos específicos. La germinación ocurre cuando las temperaturas mínimas oscilan entre 12 y 14 °C, siendo el rango óptimo de 16 a 26 °C, lo que favorece una emergencia más rápida. En cuanto al desarrollo de los órganos reproductivos, se requiere una temperatura mínima de 15 a 18 °C, con un óptimo situado entre 18 y 25 °C. Por su parte, la etapa de fructificación demanda temperaturas mínimas de 12 a 15 °C, mientras que las condiciones ideales para esta fase se encuentran entre 20 y 23 °C.

Chipana [10], indica que el pallar "bebé" se desarrolla adecuadamente en un rango de temperatura entre los 18 y 28 °C, siendo la temperatura óptima para su crecimiento y desarrollo entre los 20 y 24 °C. Cuando la temperatura desciende por debajo de los 15 °C, el crecimiento de la planta se ve limitado, y al alcanzar los 10 °C considerada la temperatura base el desarrollo se detiene por completo. Por otro lado, temperaturas superiores a los 30 °C afectan negativamente la productividad del cultivo, ya que reducen la formación de flores y vainas. Esta situación se agrava en condiciones de déficit hídrico, provocando la caída de los órganos reproductivos.

Vásquez [11], con respecto a sus características morfológicas, indica que el pallar es una planta herbácea, anual; su raíz es pivotante y alcanza hasta 1,5 m de profundidad, con abundantes raíces secundarias. El tallo es herbáceo y en algunos casos leñoso, su altura varía según la variedad, así en las variedades erectas o arbustivas alcanza a 0,50 m de altura.

En cuanto a las condiciones climáticas, indica que es una especie que prospera en climas templados, con temperatura moderada, humedad relativa alta, y alta luminosidad. Estas se manifiestan en los valles de la costa central, particularmente en el valle Ica. La luminosidad es un factor que determina el contenido de linamarina en el grano, observándose que, en variedades cultivadas en la costa norte, donde la luminosidad es baja, producen granos más amargos (debido a su mayor contenido de linamarina), lo que no ocurre en la zona sur, donde existe una mayor luminosidad.

Yarasca [12], basándose en información recopilada de diversos investigadores, señala que el pallar es un cultivo que se adapta adecuadamente a suelos de textura ligera a media. Para un buen desarrollo, necesita una rizosfera suelta y bien aireada, ya que los suelos compactos afectan negativamente el crecimiento de sus raíces, perjudicando así a la planta. Además, el pallar es sensible al exceso de agua y al mal drenaje, por lo que requiere riegos uniformes y suelos bien trabajados, con pendientes que oscilen entre el 2 % y el 4 %. Este cultivo crece de manera óptima en suelos ligeramente ácidos a moderadamente alcalinos (pH entre 6.5 y 8.09), aunque puede tolerar valores de hasta 8.5. Sin embargo, presenta sensibilidad a altas concentraciones de sales y sodio, lo que se manifiesta en un crecimiento limitado y menor rendimiento cuando los niveles superan los 5 mmhos/cm a 25°C y un 5% de sodio.

Según Espinoza [13], la mejor época para sembrar pallar en los valles de la región Ica es entre febrero y marzo, ya que las temperaturas cálidas durante estos meses promueven una germinación eficiente, la pronta aparición de plántulas y un crecimiento vigoroso en sus primeros estadios. Las siembras efectuadas fuera de este periodo considerado como óptimo, ya sea demasiado temprano o demasiado tarde puede reducir los rendimientos del cultivo y afectar negativamente la calidad del grano.

De acuerdo con Zeña [14], el cultivo de pallar requiere condiciones climáticas templadas y estables, con temperaturas medias mensuales que oscilen entre los 16 °C y 27 °C. Temperaturas inferiores a los 13 °C pueden ralentizar su desarrollo,

mientras que temperaturas nocturnas superiores a los 21 °C inducen una maduración acelerada, lo que se traduce en menor número de semillas y reducción en su tamaño. Asimismo, cuando las temperaturas superan los 32 °C, especialmente en condiciones de baja humedad, se incrementa el riesgo de caída de flores y vainas. Para lograr una germinación adecuada, se recomienda que la temperatura del suelo se mantenga entre los 16 °C y 18 °C.

Sobre fenología

Gastiazoro [15], afirma que, durante su ciclo ontogénico, los vegetales atraviesan una serie de transformaciones, algunas perceptibles y otras no, las cuales están estrechamente influenciadas por factores ambientales y genéticos. La disciplina de la Bioclimatología Agrícola que estudia la relación entre los elementos climáticos y los fenómenos periódicos observables en los seres vivos se conoce como Fenología, término derivado del griego *phainomenon* (aparecer o manifestarse) y *logos* (tratado o estudio).

Yzarra y López [16], señalan que las observaciones agrometeorológicas permiten evaluar cómo interactúa un cultivo con su entorno físico, lo cual resulta fundamental para comprender sus necesidades climáticas y requerimientos hídricos.

Esta información es esencial para la aplicación de modelos agroclimáticos, así como para el diseño y planificación del riego, la programación de siembras y cosechas, y la elaboración de zonificaciones agroclimáticas. Estas observaciones son valiosas ya que permiten determinar:

- a) Los requerimientos bioclimáticos de los cultivos
- b) Los calendarios agrícolas
- c) Las zonificaciones agroclimáticas
- d) Herramientas clave para la planificación agrícola

Asimismo, explican que una observación fenológica consiste en registrar el número de plantas que han alcanzado una fase específica en una fecha determinada. Es decir, el observador debe fijar un día exacto para el registro, y no un periodo aproximado durante el cual se cree que ocurrió dicha fase fenológica. Se recomienda, además, no sobrecargar al observador con la recolección de numerosos datos agronómicos o relacionados con prácticas culturales.

Hoyos et al. [17], destacan que la temperatura ejerce una influencia significativa sobre los cultivos, siendo un factor determinante en la elección de las fechas de

siembra y cosecha, así como en diversas variables productivas. Las unidades térmicas se utilizan comúnmente como indicadores para estimar el desarrollo de las plantas y predecir el momento óptimo de cosecha. La temperatura también incide en la duración de las distintas fases fenológicas, las cuales impactan directamente en la productividad del cultivo. De hecho, se considera el factor más relevante en la velocidad de crecimiento y desarrollo de las plantas.

Comprender con precisión la duración de cada fase de desarrollo, así como su interacción con las condiciones ambientales, resulta fundamental para lograr un rendimiento óptimo en los cultivos, ya que estas fases determinan procesos claves como la floración y el llenado de frutos entre otros, que influyen directamente en la producción final.

Caretta [18], define el ciclo de vida o período vegetativo como el intervalo de tiempo durante el cual un ser vivo presenta actividad biológica. Asimismo, señala que la fenología se encarga del estudio de las manifestaciones periódicas de los organismos y su relación con los fenómenos meteorológicos. En este contexto, una fase se refiere a la aparición, transformación o desaparición de un órgano visible, o bien a un cambio en los requerimientos meteorológicos, que no necesariamente son observables a simple vista.

Unidades de calor o unidades térmicas requeridas

Lee [19] indica que los grados día de crecimiento (GDD, por sus siglas en inglés) constituyen una unidad utilizada para cuantificar la energía térmica disponible para el crecimiento y desarrollo de las plantas. Este indicador mide los grados acumulados por encima de una temperatura base comúnmente establecida en 10 °C para la mayoría de los cultivos durante un período determinado. La temperatura base representa el umbral mínimo a partir del cual una planta puede desarrollarse.

Los GDD son una herramienta fundamental para agricultores, jardineros e investigadores, ya que permiten predecir y monitorear las distintas etapas fenológicas de las plantas en función de la temperatura ambiental. Al calcular los grados día acumulados, es posible estimar con mayor precisión el momento óptimo para la siembra, floración o cosecha, lo que contribuye a mejorar la planificación agrícola, aumentar el rendimiento de los cultivos y reducir el desperdicio de recursos.

Rawson y Gómez [20] señalan que cada etapa del crecimiento y desarrollo de una planta requiere una cantidad mínima de acumulación de temperatura para completarse y dar paso a la siguiente fase. Este proceso se conoce como tiempo

térmico y se mide en unidades térmicas llamadas grados/día (G.D). Estas unidades reflejan la temperatura media diaria que la planta acumula, y que en conjunto representan el total necesario para alcanzar una etapa fenológica específica.

Según Hoyos et al. [17], aunque la cantidad de unidades térmicas necesarias para los distintos estadios de desarrollo tiende a mantenerse constante y no depende significativamente de la fecha de siembra, cada especie o cultivar posee valores particulares para estas unidades.

McMaster et al. [21] señalan que para calcular los grados día de desarrollo (GDD) o unidades de calor (U.C.), es necesario considerar la temperatura máxima, la temperatura mínima y la temperatura base. Esta última corresponde al valor por debajo del cual los procesos fenológicos no ocurren. La temperatura base varía entre especies, e incluso entre cultivares, y puede cambiar según la fase fenológica. La fórmula permite estimar la energía térmica acumulada por el cultivo en un periodo determinado, reflejando la cantidad específica de calor que se necesita para que ocurra una etapa de crecimiento, siempre que la temperatura diaria supere dicho umbral.

Salazar [22] propone que un grado-día corresponde a la unidad de medida resultante de restar la temperatura base de la especie, es decir, el umbral mínimo para su desarrollo a la temperatura media diaria. En este sentido, los grados-día representan la acumulación diaria de calor útil que contribuye al crecimiento y desarrollo de las plantas.

Según Durán et al. [23], las temperaturas cardinales comprenden tanto los umbrales térmicos como la temperatura óptima de una especie. Asimismo, señalan que, al conocer estas temperaturas y realizar una caracterización fenológica del genotipo, es posible estimar con precisión el requerimiento térmico (RT) o las unidades calor (UC) necesarias para que el cultivo complete su ciclo de maduración.

Curtis y Clark [24] señalan que, tradicionalmente, los productores agrícolas han utilizado calendarios convencionales para anticipar el desarrollo de cultivos e insectos y así tomar decisiones de manejo. Sin embargo, esta práctica puede resultar imprecisa, especialmente en las etapas iniciales del crecimiento, debido a la variabilidad de las condiciones ambientales. La investigación ha demostrado que los grados día de crecimiento (GDD) ofrecen una estimación más exacta del desarrollo fisiológico de los cultivos en comparación con los días del calendario.

No obstante, es importante considerar que pueden surgir ligeras variaciones si el crecimiento del cultivo o la aparición de plagas se ve afectado por otros factores

distintos al calor, como la disponibilidad de agua o la fertilidad del suelo. En este sentido, herramientas como la Calculadora de Grados de Crecimiento para una Agricultura Climáticamente Inteligente, desarrollada por la Universidad de Cornell, permiten estimar con mayor precisión las fases de desarrollo de los cultivos en relación con los ciclos de vida de insectos y malezas, lo que contribuye a una toma de decisiones agronómicas más eficaz.

Efecto del clima en el crecimiento y desarrollo de las plantas

CANNA [25], sobre la temperatura indica que es un elemento esencial en el cultivo y desarrollo de las plantas. Junto con los niveles de luz, dióxido de carbono, humedad del aire, agua y nutrientes, la temperatura influye en el crecimiento de la planta y la productividad de las cosechas. Sin embargo, la temperatura óptima para una planta depende de varios factores, y uno de ellos es el estado de desarrollo de la planta, ya que las plantas tienen una especie de reloj biológico que determina su sensibilidad a la temperatura.

Crevillén [26], menciona que las plantas son organismos sésiles que no pueden escapar de las constantes variaciones y adversidades del medio que les rodea. Es por ello que los organismos vegetales han desarrollado mecanismos para medir y responder a las variaciones medioambientales, y en concreto a la temperatura. La temperatura afecta a distintos procesos fisiológicos, pero tiene un especial impacto en la formación de las flores. En la regulación de la floración por la temperatura debemos distinguir entre el requerimiento de frío de algunas especies vegetales y el efecto de una temperatura ambiental cálida, como ocurre durante la primavera, es una señal clave para la floración. Estudios recientes indican que un ligero aumento en la temperatura de crecimiento es suficiente para acelerar de forma drástica el momento de la floración. Esta aceleración de la floración se debe a que la temperatura es una señal activadora del llamado *florigeno*, el gen integrador de las señales ambientales y regulador maestro de la floración.

White y Trumble [27] señalan que las leguminosas muestran una alta sensibilidad frente al cambio climático, ya que el proceso de fijación activa del nitrógeno está vinculado al coeficiente de asimilación del carbono, el cual depende directamente de factores como la temperatura, así como de la duración e intensidad de la luz solar. Además, el tipo mesolítico de las hojas presente en la mayoría de estas especies, junto con su amplia superficie foliar expuesta a la atmósfera, las hace especialmente susceptibles a las variaciones en la humedad ambiental, lo que genera un coeficiente de evaporación considerablemente más elevado en comparación con otras plantas herbáceas.

POLYGON [28], explica que la humedad relativa del ambiente influye directamente en el momento y la forma en que las plantas abren los estomas ubicados en el envés de sus hojas, los cuales son esenciales para los procesos de transpiración y respiración. En condiciones de calor, las plantas tienden a cerrar sus estomas para minimizar la pérdida de agua. Sin embargo, estos poros también cumplen una función clave en la regulación de la temperatura interna de la planta. Cuando el ambiente es excesivamente cálido y la planta mantiene sus estomas cerrados por un tiempo prolongado para conservar agua, se interrumpe el intercambio de gases como el dióxido de carbono y el oxígeno, lo que puede llevar a una acumulación de vapor de agua y gases internos, provocando un proceso de asfixia progresiva en la planta.

Camarena et al [7], con respecto a la luminosidad, que es un factor de importancia en la fotosíntesis, revela que parece influir en el incremento del glucósido linamarina en el grano que en su descomposición pueden liberar ácido cianhídrico, pues los pallares cultivados en el norte de nuestro país, donde se presenta baja luminosidad, resultan más amargos que los que se siembran en el sur (Ica), donde se presenta un mayor número de horas de sol.

Soto et al. [29] señala que, durante la etapa de llenado de vainas en el cultivo de pallar, se presentan simultáneamente varios procesos fisiológicos relevantes. En este punto, la planta alcanza su máxima altura, el mayor número de nudos y el índice más alto de área foliar. Asimismo, se registra el pico en la fijación biológica de nitrógeno, seguido de una disminución abrupta. Las semillas, por su parte, inician una fase intensa de acumulación de materia seca y nutrientes. Poco después del estadio R5.5, esta acumulación alcanza su punto máximo en hojas, pecíolos y tallos, desde donde los nutrientes comienzan a redistribuirse hacia las semillas. Este proceso continúa hasta poco después de R6.5, momento en el que las semillas logran aproximadamente el 80 % de su peso seco final.

Lozano [30] señala que el cultivo de pallar requiere temperaturas moderadas y una elevada humedad relativa para un desarrollo óptimo. Se ha comprobado que temperaturas elevadas durante la floración provocan la caída de las flores. En general, las especies florecen dentro de un rango térmico de 12–13 °C hasta 27–30 °C; sin embargo, al superar estos valores, es común que se produzca la pérdida de órganos reproductivos. En cuanto a la humedad atmosférica, para lograr una adecuada formación de semillas, se requiere un mínimo del 50 % de humedad relativa. Además, la temperatura ideal no debe superar los 32 °C durante el día ni descender por debajo de los 12–15 °C durante la noche, ya que las temperaturas

bajas afectan negativamente el crecimiento de las plantas.

PASCICULTURA [31], al referirse al crecimiento y desarrollo de las leguminosas, señala que la germinación de sus semillas se inicia cuando se reúnen condiciones adecuadas de humedad, oxígeno, temperatura y, en algunos casos, luz. Durante este proceso, la semilla absorbe agua, lo que provoca la hinchazón de la radícula y la ruptura de la testa. Posteriormente, las raíces jóvenes comienzan a desarrollarse e introducirse en el suelo, mientras que el crecimiento del tallo (hipocótilo) eleva los cotiledones y la plúmula por encima del nivel del suelo, en un proceso conocido como germinación epigea

En las leguminosas de hábito rastrero, las yemas axilares situadas en la corona generan tallos horizontales o estolones, que se extienden de forma radial sobre la superficie del suelo. En una fase posterior, determinada principalmente por factores ambientales como la temperatura y el fotoperiodo, y en interacción con el genotipo, se produce el alargamiento de los entrenudos y la transición de los ápices vegetativos a estructuras reproductivas. En este punto, se forman las inflorescencias en las axilas de las hojas, ocurriendo la fecundación autógama, seguida por la maduración de los frutos y la posterior diseminación de las semillas.

1.4 Justificación e importancia de la investigación

1.4.1 Justificación

El análisis de las fases fenológicas fundamentales de este cultivo de gran relevancia, constituye el punto de partida para determinar el ciclo de vida del pallar, lo que permitirá una comprensión más profunda de su crecimiento y desarrollo. Es bien sabido que la expresión morfogénica está influenciada por factores tanto genéticos como ambientales. En este sentido, el cultivar, las características de crecimiento, la duración del ciclo vital, así como las condiciones climáticas, edáficas y otros elementos del entorno, determinarán la respuesta del cultivo frente a los factores externos y permitirán prever los periodos críticos de su desarrollo.

En la agricultura moderna, resulta imprescindible incrementar los rendimientos por unidad de superficie. Para alcanzar este objetivo, es fundamental el conocimiento detallado de los ciclos fenológicos del cultivo, ya que este conocimiento permite definir adecuadamente las fechas de siembra, los momentos óptimos para la fertilización, los requerimientos hídricos, las labores culturales, el control fitosanitario, etc., e inclusive el momento aproximado de cosecha, entre otros aspectos claves para una

gestión eficiente del sistema productivo.

1.4.2 Importancia

Predecir la fenología del pallar de crecimiento determinado es fundamental para optimizar diversas prácticas de manejo agronómico. No solo permitirá ajustar oportunamente las labores del cultivo, sino que también contribuirá al desarrollo de modelos predictivos, orientados a mejorar la eficiencia en su manejo.

El análisis fenológico en distintos cultivos representa una herramienta valiosa para identificar los periodos críticos, ya sea por influencia genética o por factores ambientales. Asimismo, posibilita determinar la sensibilidad de cada fase del desarrollo a las condiciones del entorno y comprender el comportamiento fisiológico del pallar de crecimiento determinado, en función de la interacción con factores bióticos y abióticos del sistema productivo.

Dado que la temperatura es uno de los factores más influyentes en el crecimiento y desarrollo vegetal, resulta esencial establecer su relación con la acumulación de unidades térmicas requeridas en cada fase fenológica. Esta comprensión, desde la siembra hasta la cosecha, permitirá implementar un manejo más eficiente y localizado del cultivo, adaptado a las condiciones específicas de cada región.

A pesar de los diversos estudios que existen sobre este cultivo y del uso de una tecnología media en nuestros valles, persisten limitaciones genéticas y medio ambientales que impactan tanto a los rendimientos como a la calidad del producto cosechado.

Esto plantea el desafío de optimizar los niveles de producción mediante un conocimiento más profundo del desarrollo fenológico y fisiológico del pallar en cultivares precoces de crecimiento determinado, lo que permitiría una gestión eficiente de los recursos disponibles y una planificación adecuada del manejo en campo.

1.5 Hipótesis y variables de la investigación

1.5.1 Hipótesis de la investigación

Hipótesis general

Se establece la respuesta fenológica, características morfológicas y unidades térmicas en cada fase del cultivo de pallar cultivar precoz de Ocucaje de crecimiento determinado bajo condiciones ambientales del valle de Ica.

Hipótesis específicas

1. Se establece la ocurrencia de los eventos fenológicos por efecto de las condiciones medio ambientales en el valle de Ica.
2. Se determina los cambios morfo-productivos del cultivo de pallar cultivar Precoz de Ocucaje, en cada fase fenológica, bajo condiciones de la zona media del valle de Ica.
3. Se establece los requerimientos térmicos del cultivo de pallar cultivar Precoz de Ocucaje, en cada fase fenológica, bajo condiciones de la zona media del valle de Ica.

1.5.2 Variables de la investigación

Variables Independientes (X)

X1 = Temperaturas en el ciclo del cultivo (mínima, media y máxima).

X2 = Humedad relativa promedio, durante el ciclo del cultivo

X3 = Horas de sol promedio, durante el ciclo del cultivo

Variables Dependientes (Y)

Y1 = Fases fenológicas (Crecimiento y desarrollo)

Y2 = Días Grado en todo el ciclo biológico del cultivo

Y3 = Características morfoproductivas en cada fase fenológica

Y4 = Características morfoproductivas a la cosecha

Y5 = Unidades Calóricas

Variables Intervinientes (Z)

Z1 = Condiciones edafo climáticas

Z2 = Condiciones fitosanitarias

Z3 = Manejo del cultivo

Z4 = Disponibilidad de recurso hídrico

1.6 Objetivos de la investigación

Objetivo general

Establecer la respuesta fenológica, así como las ocurrencias de crecimiento y requerimientos térmicos del pallar cultivar Precoz de Ocucaje de crecimiento determinado bajo las condiciones agroclimáticas de la zona media del valle de Ica.

Objetivos específicos:

1. Determinar las ocurrencias de las fases fenológicas del pallar cultivar Precoz de Ocucaje de crecimiento determinado, y sus requerimientos de temperatura, humedad y luminosidad, bajo condiciones del valle de Ica.
2. Establecer los cambios morfológicos del cultivo de pallar cultivar Precoz de Ocucaje, de crecimiento determinado, en cada fase fenológica, bajo condiciones del valle de Ica.
3. Cuantificar los requerimientos térmicos en cada fase fenológica del cultivo de pallar cultivar Precoz de Ocucaje, de crecimiento determinado bajo condiciones del valle de Ica.

II. ESTRATEGIA METODOLOGICA

2.1 Tipo y nivel de la investigación

El presente trabajo de investigación es de tipo aplicada, orientada a contribuir a la obtención del conocimiento fenológico y fisiológico de cultivo de pallar (*Phaseolus lunatus* L.). El nivel de la investigación es descriptiva encaminada a examinar y exponer sobre los resultados de la observación realizada en el cultivo durante su ciclo de vida.

2.2 Población y muestra del estudio

Población de estudio

La población de la presente investigación, estuvo representada por 720 plantas de pallar de crecimiento determinado, dispuestas en las diferentes parcelas ubicadas en el campo experimental.

Población de la muestra

Mientras que la muestra estuvo representada por 100 plantas, que fueron distribuidas en 5 puntos muestrales, con veinte plantas por cada zona y que corresponde al número de plantas en donde se efectuaron las evaluaciones programadas de los estadios fenológicos y de las características morfo productivas.

2.3 Diseño de la investigación

Dado el enfoque del estudio, no se empleó un diseño experimental convencional, ya que la investigación se basó en observaciones sistemáticas y continuas de las variables analizadas. Estas observaciones incluyeron tanto datos cuantitativos como cualitativos, con énfasis en los cambios fisiológicos y morfológicos que se presentan en el cultivo de pallar de crecimiento determinado como respuesta a las condiciones ambientales durante su desarrollo.

2.4 Ubicación del campo experimental

El trabajo se desarrolló en el lote N° 7, en el Centro de Producción “Fundo Arrabales”, de la Universidad Nacional “San Luis Gonzaga”, ubicado en el distrito de Subtanjalla, provincia y departamento de Ica.

2.5 Análisis de suelo

De cinco puntos diferentes de la parcela experimental se extrajeron submuestras a una profundidad de 30 cm. Estas fueron mezcladas y homogeneizadas hasta conformar una única muestra compuesta de aproximadamente 2 kg destinada a los análisis físicos, mecánicos y químicos correspondientes y que fueron enviadas al Laboratorio de química agrícola – Valle Grande (Tabla 1 y Tabla 2).

TABLA 1
ANÁLISIS FÍSICO – MECÁNICO DEL SUELO

Determinaciones	Suelo 0.0-0.30 m	Métodos
Arena (%)	64.37	Bouyoucos
Arcilla (%)	15.26	Bouyoucos
Limo (%)	20.37	Bouyoucos
Textura	Franco arenoso	Triangulo textural

TABLA 2
ANÁLISIS QUÍMICO DEL SUELO

DETERMINACION	SUELO 0 – 30 cm	METODO EMPLEADO	INTERPRETACIÓN
pH	7.95	Electrométrico	Lig. Alcalino
C.E (dS/m)	1.20	Electrométrico	No salino
Carbonato de calcio total (%)	0.96	Gravimétrico	Bajo
Materia orgánica (%)	0.86	Walkley y black	Bajo
Nitrógeno total (%)	0.05	Kjeldal	Bajo
Fosforo disponible (ppm)	9.34	Olsen	Medio
Potasio disponible (ppm)	187.20	Acetato de amonio	Muy alto
C.I.C mEq/100 g	9.79	Cálculo matemático	Bajo
Ca ⁺⁺ meq/100 g	8.09	FAAS	Alto
Mg meq/100 g	0.99	FAAS	bajo
Na meq/100 g	0.24	FAAS	Bajo
K meq/100 g	0.46	FAAS	Bajo

Nota: Resultados del Laboratorio de química agrícola – Valle Grande

2.6 Observaciones meteorológicas

Se obtuvo la información pertinente del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología de Ica (SENAMHI – Ica), específicamente de la Estación MAP San Camilo, situada en el distrito de Parcona – Ica, correspondiente a los meses en que se llevó a cabo la fase de campo del experimento, los valores registrados se presentan en la tabla 3.

A continuación, se detalla la ubicación geográfica de la estación experimental.

Latitud	: 14° 04' 23.7" S
Longitud	: 75° 42' 39.5" W
Altitud	: 419 msnm

TABLA 3

OBSERVACIONES METEOROLÓGICAS DE ABRIL A AGOSTO 2024

Meses	Temperatura °C			Horas de sol	Horas de sol	Humedad relativa
	Máxima \bar{X}	Media \bar{X}	Mínima \bar{X}	diarias	mensual	%
Abril	32.1	24.6	12.2	7.5	225.0	73
Mayo	29.7	21.2	12.6	8.3	257.3	77
Junio	26.6	18.2	9.7	7.4	222.0	77
Julio	25.9	17.8	9.7	7.1	220.1	79
Agosto	26.7	18.3	9.8	7.3	226.3	76

Nota: Información SENAMHI-ICA, de la Estación Meteorológica MAP San Camilo

2.7 Diseño experimental

Por las características del presente trabajo de investigación, no se utilizó un diseño experimental, pues el trabajo se sustentó en observaciones periódicas del cultivo, desde la siembra hasta la cosecha.

2.8 Características del campo experimental

Área total del campo experimental.....	576.00 m ²
Área de zonas de evaluación.....	96.00 m ²
Número zonas de evaluación.....	5
Area de cada zona.....	19.20 m ²
Número de plantas a evaluarse por zona.....	20
Número total de plantas para evaluación.....	100
Distancia entre líneas de plantas.....	0.80 m
Distancia entre golpes.....	0.40 m
Número de plantas por golpe.....	2

CROQUIS EXPERIMENTAL

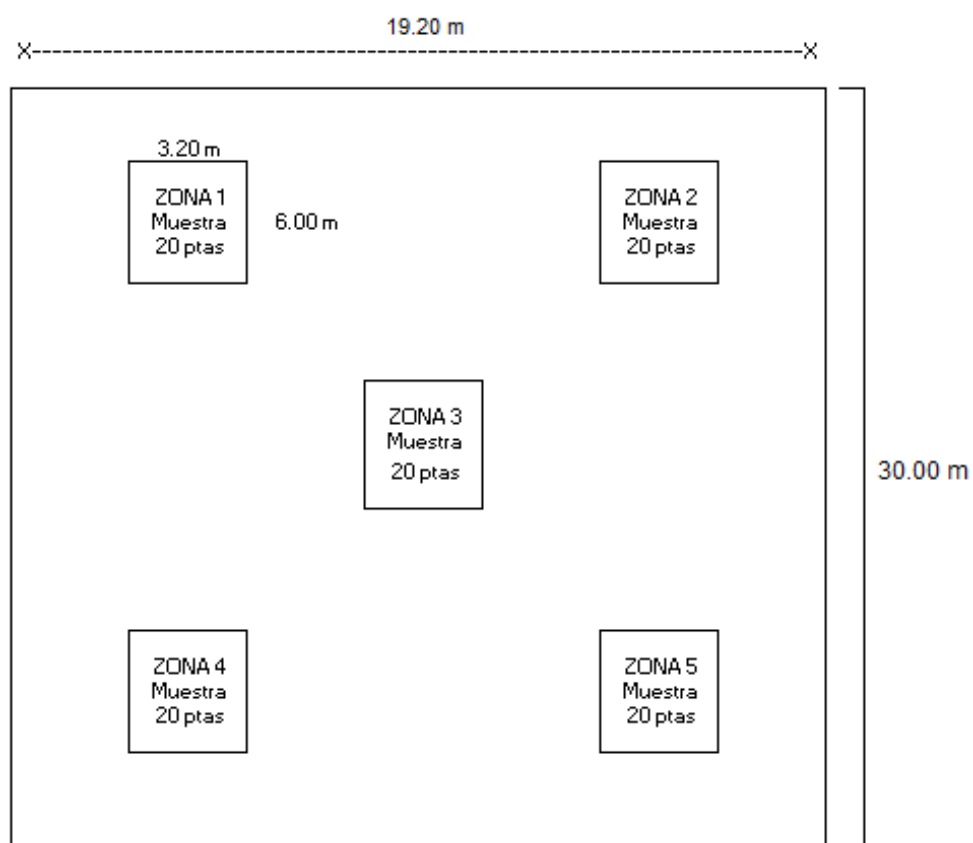


Fig. 1 Croquis experimental

2.9 Conducción del experimento

2.9.1 Preparación del terreno

Las labores agrícolas comenzaron el 23 de marzo de 2024 con la aradura, el pase de rastra y el surcado previo al riego de “machaco”. Este riego se realizó el 26 de marzo mediante el método de inundación con aguas de avenida, logrando una humedad óptima en el terreno experimental.

Posteriormente, el 4 de abril de 2024 se llevó a cabo la preparación en húmedo en una sola jornada, que incluyó el paso del arado de disco (Aradura), seguido de gradeo, “planchado” y surcado del campo, con una separación entre surcos de 0,80 m, dejando el área lista para la siembra.

2.9.2 Demarcación del terreno experimental

Finalizada la preparación del suelo en condiciones húmedas, se procedió a delimitar la parcela experimental utilizando yeso, estacas y cinta métrica, tomando como guía el croquis del proyecto. Se instalaron estacas para marcar las distintas zonas de evaluación en donde se colocaron etiquetas, con el número de cada zona, así como las calles de circulación, para permitir el manejo del experimento, así como efectuar las evaluaciones periódicas bajo

condiciones de campo.

2.9.3 Siembra

Estando el campo surcado a 0.80 m se procedió a la siembra el cinco de abril del 2024, utilizándose para tal fin semilla del cultivar Precoz de Ocucaje, de crecimiento determinado, siendo el origen de la semilla la zona de Ocucaje en Ica, la labor se llevó a cabo a lampa en la costilla del surco de siembra, colocando cuatro semillas por golpe a 0.40 m entre cada uno.

2.9.4 Fertilización

La aplicación de fertilizantes, fundamental para el adecuado crecimiento y desarrollo del cultivo, se realizó el 14 de mayo de 2024, es decir, 43 días después de la siembra. La mezcla de nitrógeno, fósforo y potasio se aplicó manualmente al costado de los sitios de siembra, y luego fue cubierta mediante el paso de un surcador tirado por una acémila.

Se utilizó una dosis de fertilización de 50-50-50 de N, P₂O₅ y K₂O, respectivamente, empleando como fuente de nutrientes la urea para el nitrógeno, fosfato diamónico para el fósforo y sulfato de potasio para el potasio, con el propósito de satisfacer los requerimientos nutricionales del cultivo de pallar.

2.9.5 Cultivos y Deshierbos

Las malezas representan una amenaza constante para los cultivos debido a que compiten por espacio, dióxido de carbono, agua, nutrientes y otros recursos esenciales, en el presente estudio no fue la excepción, por lo que se implementaron medidas de control específicas para su eliminación. El 14 de mayo de 2024 (a los 44 días después de la siembra), se realizó una labor de cultivo con acémila, que además permitió cubrir el fertilizante previamente aplicado y facilitar el cambio de surco para los riegos posteriores.

Complementariamente, se efectuaron tres deshierbos manuales con lampa los días 15, 20 y 27 de mayo, logrando así controlar eficazmente la proliferación de malezas que empezaba a competir con el cultivo y de esta forma garantizar un entorno favorable para el desarrollo del pallar.

Las malezas que predominaron en el campo experimental y que se presentaron en forma invasiva se presentan en la tabla 4 fueron:

TABLA 4
MALEZAS PREDOMINANTES EN EL CAMPO EXPERIMENTAL

<u>Nombre común</u>	<u>Nombre científico</u>
Verdolaga	<i>Portulaca oleracea</i>
Chamico	<i>Datura stramonium</i>
Yuyo	<i>Brassica rapa</i>
Gramma dulce	<i>Cynodon dactylon</i>
Quinoa silvestre	<i>Chenopodium quinoa</i>

2.9.6 Desahije

Esta labor clave para el crecimiento y desarrollo del cultivo, se llevó a cabo el 25 de abril de 2024, a los 21 días después de la siembra y permitió establecer el distanciamiento entre golpes propuesto en el proyecto, que fue de 0.40 m, manteniendo dos plantas por golpe. Además, la actividad incluyó una selección cuidadosa, dejando en el campo únicamente las plantas vigorosas y bien desarrolladas, eliminando aquellas que presentaban debilidad o malformaciones.

2.9.7 Aporque

Esta actividad complementaria al cultivo se efectuó con tracción animal (acémila), además esta labor sirvió para el control de malezas presentes, se llevó a cabo el 14 de mayo, a los 44 días después de la siembra, y fue seguida al día siguiente con un afinamiento con el uso de lampa, con el fin de lograr que el cuello de la planta fuera cubierto con tierra.

Su ejecución reviste gran importancia, ya que proporciona soporte estructural a las plantas, previniendo la "tumbada", fenómeno que ocurre cuando el peso de las vainas provoca la caída de las plantas hacia los surcos de riego, lo que significa un peligro latente para la calidad del producto cosechado, pues las vainas en contacto con el agua sufren procesos de "pudrición". Además, esta labor favorece la formación de raíces adventicias, las cuales refuerzan la absorción de agua y nutrientes, contribuyendo así al vigor y desarrollo del cultivo.

2.9.8 Riegos

El cultivo de pallar (*Phaseolus lunatus* L.), si bien no presenta altos requerimientos hídricos, atraviesa etapas críticas en las que la disponibilidad de agua resulta determinante. A pesar de ciertas dificultades en el abastecimiento de este recurso, se logró proporcionar la cantidad necesaria para alcanzar un rendimiento satisfactorio, como lo reflejan los resultados obtenidos.

Los riegos aplicados provinieron de diversas fuentes: aguas de avenida, el sistema regulado

de Choclococha y aguas subterráneas extraídas del pozo tubular del fundo “Arrabales”. No se presentaron restricciones significativas en el suministro, lo que permitió satisfacer la demanda hídrica del cultivo.

Para determinar la frecuencia y volumen de los riegos se consideraron las características propias del pallar que no tiene altos requerimientos de agua y las condiciones ambientales vigentes durante el desarrollo del experimento que se presentaron normales para la época. En total, se llevaron a cabo cuatro riegos a lo largo del ciclo de vida del pallar precoz de crecimiento determinado, alcanzando un volumen total aproximado de 4,200 m³/ha, incluyendo el riego de “machaco”.

A continuación, se presenta la Tabla 5 del cronograma de riegos:

TABLA 5
CRONOGRAMA DE RIEGOS

Riego (Nº)	Fecha de aplicación	Edad del cultivo DDS	Volumen Aplicado (m ³ /ha)	Procedencia del Agua
	26-03-2024	---	1000	Avenida
1	25-04-2024	21	900	Subterránea
2	06-05-2024	36	700	Choclococha
3	12-06-2024	73	700	Subterránea
4	05-07-2024	96	900	Subterránea
TOTAL			4,200	

2.9.9 Manejo fitosanitario

Durante el desarrollo del cultivo se identificó la presencia de insectos-plaga que alcanzaron niveles de daño económico, según lo revelaron las evaluaciones fitosanitarias realizadas de manera periódica. Las principales especies que afectaron significativamente al cultivo fueron: el gusano de tierra (*Agrotis ipsilon* H.), insectos comedores y perforadores de hojas (*Andrector* sp.), el gusano perforador de brotes (*Epinotia aporema*) y el gusano perforador de vainas (*Laspeyresia leguminis*).

Para enfrentar la persistente presencia de plagas en el cultivo, fue indispensable recurrir a tratamientos químicos. En las primeras etapas del desarrollo del cultivo, se detectó una infestación del gusano de tierra (*Agrotis ipsilon* H.), lo que motivó la aplicación de clorpirifos, empleando el producto comercial Itaclor. La dosis administrada fue de 150 cc por cilindro, y la aplicación se llevó a cabo el 24 de abril de 2024, a los 20 días después de la siembra.

Para controlar la presencia de comedores de hoja (*Spodoptera frugiperda* S.), así como de

perforadores de brotes y vainas, fue necesario realizar dos aplicaciones de productos químicos de síntesis. Se empleó Methomyl como ingrediente activo, bajo el nombre comercial Lannate 40SP, a una dosis de 40 g por mochila de 20 litros. Las aplicaciones se llevaron a cabo el 9 y el 31 de mayo de 2024, correspondientes a los 39 y 61 días después de la siembra, respectivamente.

En ambas aplicaciones se adicionaron aditivos para potenciar la eficacia del tratamiento: 20 ml de adherente Citowet, 16 ml del bioestimulante Ergostim y 25 ml del biorregulador Cytex (a base de citoquininas), todo disuelto en 20 litros de agua. La mezcla fue aplicada con una mochila tipo "vermorel", lo que permitió una distribución eficiente del producto sobre el follaje del cultivo.

2.9.10 Cosecha

La cosecha fue llevada a cabo manualmente el 22 de agosto de 2024, a los 140 días posteriores a la siembra, recolectando las vainas de los dos surcos centrales del cultivo. Estas se colocaron en sacos debidamente etiquetados y se trasladaron a una "era" para su secado natural, hasta alcanzar una humedad comercial adecuada (12–14 %), llevándose a cabo la trilla, separando los granos de la "granza". Posteriormente, las muestras fueron enviadas al laboratorio para culminar con las evaluaciones pendientes sobre las características de los granos.

2.10 Variables evaluadas

2.10.1 Determinación de las fases fenológicas del pallar cultivar precoz de Ocucaje

En el crecimiento y desarrollo de las plantas de pallar, se han identificado etapas, las cuales están delimitadas por eventos morfológicos y fisiológicos importantes.

La identificación de cada fase se efectuó en base a una escala codificada, que está representada por una letra mayúscula y un número (La letra corresponde a la inicial de la etapa V, que es la etapa vegetativa y R la etapa reproductiva). El número del 0 al 9 indica la sub etapa dentro de cada etapa.

Fase vegetativa

VO. Germinación: es la etapa en la cual la semilla tuvo humedad suficiente para el comienzo del proceso de germinación.

V1. Emergencia: se consideró cuando los cotiledones de la plántula aparecieron sobre el nivel del suelo y se piensa que un cultivo inicia esta etapa cuando el 50 % de la población total esperada, presento los cotiledones sobre el nivel del suelo.

V2. Primera hoja verdadera: se consideró el inicio cuando el 50% de las plantas presentaron la primera hoja trifoliada totalmente abierta y plana.

V3. Tercera hoja verdadera: Se considero esta fase cuando el 50 % de plantas presento la tercera hoja trifoliada completamente desplegada.

Fase reproductiva

R5. Prefloración: se consideró cuando el 50% de plantas presentaron el primer botón diferenciado o en todo caso el primer racimo de flores.

R6. Floración: Esta fase se consideró cuando el 50 % de plantas presentaron la primera flor abierta.

R7. Formación de vainas: se tomó en cuenta cuando el 50 % de plantas presento la primera vaina con la corola de la flor colgada o desprendida.

R8. Llenado de las vainas: se inició cuando el 50 % de las plantas presento el llenado de la primera vaina, que significa el crecimiento activo de las semillas.

R9. Madurez fisiológica: Se considero esta fase cuando el 50 % de las plantas inicio su amarillamiento y secado, significando la última escala de desarrollo.

2.10.2 Observaciones morfo-productivas en cada fase fenológica

En cada fase fenológica identificada en el cultivo se midieron las siguientes características morfo-productivas del cultivo:

Altura de planta (cm)

Su medición se inició a partir de la fase emergencia hasta la madurez fisiológica, midiendo desde el cuello del tallo, hasta el ápice de crecimiento más alto, la muestra fue de 5 plantas por cada zona, para luego obtener el promedio aritmético.

Número de hojas (unidad)

Se inició el conteo a partir de la fase V2 primera hoja verdadera, contando el número de hojas verdaderas (trifolios) presente en la planta al momento de la evaluación, se evaluó en 5 plantas por cada zona.

Peso seco (g)

Para el caso del peso seco, en cada fase fenológica se tomó una muestra de dos plantas por cada zona de evaluación las cuales fueron llevadas a estufa, por 48 horas a 72 ° Celsius, hasta que alcanzaron peso constante, después se obtuvo el promedio aritmético por planta.

2.10.3 Determinación de los requerimientos de unidades de calor

Para determinar los valores térmicos se empleó la fórmula matemática propuesta por Universidad de California [32].

En cada fase fenológica se obtuvo las unidades calóricas, utilizando la información meteorológica diaria de las temperaturas máximas y mínimas, durante todo el periodo vegetativo del cultivo procediéndose luego obtener las unidades calóricas de la siguiente forma:

$$\text{Unidades Calóricas} = \frac{(T^{\circ} \text{Máx} + T^{\circ} \text{Mín.}) - 10^{\circ} \text{C}}{2}$$

Donde:

UC : Unidades calóricas

T°.Máx :Temperatura máxima durante la fase fenológica.

T°.Mín :Temperatura mínima durante la fase fenológica.

Temperatura base =10 °C. Cubero y Moreno [33]

2.11 Técnicas de recolección y procesamiento de datos

La técnica de recolección de datos se basa en la observación experimental que se plasmaron en registros o formatos donde se ubicaron las evaluaciones de cada variable, de acuerdo al croquis experimental, las variables evaluadas y el número de plantas representativas por cada zona.

III. RESULTADOS

TABLA 6

OCURRENCIA DE LAS FASES FENOLÓGICAS EN EL CULTIVO DE PALLAR (*Phaseolus lunatus* L.) CULTIVAR PRECOZ DE OCUCAJE EN EL VALLE DE ICA

FASES FENOLOGICAS	EDAD CULTIVO (Días)	DURACIÓN FASE (Días)	FECHA OCURRENCIA	
			INICIO	TERMINO
FASE VEGETATIVA				
V0 - Germinación	0	5	05/04/2024	09/04/2024
V1 - Emergencia	6	7	10/04/2024	16/04/2024
V2 - Primera Hoja verdadera	13	8	17/04/2024	24/04/2024
V3 - Tercera hoja verdadera	21	16	25/04/2024	10/05/2024
FASE REPRODUCTIVA				
R5 - Prefloración	37	6	11/05/2024	16/05/2024
R6 - Floración	43	5	17/05/2024	21/05/2024
R7 - Formación de vainas	48	21	22/05/2024	11/06/2024
R8 - Llenado de vainas	69	49	12/06/2024	30/07/2024
R9 - Madurez Fisiológica	118	22	31/07/2024	21/08/2024
Cosecha	140		22/08/2024	

FASE VEGETATIVA

También se le denomina de crecimiento vegetativo (tabla 6) y transcurre desde la germinación, hasta la aparición de los primordios florales que se le considera como prefloración, esta tuvo una duración de 36 días y discurrió desde la siembra del cultivo, hasta el término de la tercera hoja verdadera y el inicio de la prefloración.

V0 - Fase germinación

Fue la primera fase evaluada, esta ocurre debajo de la superficie del suelo y no es observable a simple vista, sin embargo, es parte del ciclo de vida de la planta, tuvo una duración de 5 días.

V1 - Fase emergencia

Se inició a los seis días desde la siembra y tuvo una duración de siete días, en esta fase la planta emerge a la superficie del suelo y procede a extender las hojas primarias, a partir del cotiledón que también sube a la superficie, lo que permite ver en el surco de siembra, hileras nítidas de plántulas.

Esta fase se caracteriza, porque aparte de las hojas cotiledonares, que tienen forma lanceolada, aparecen dos hojas verdaderas extendidas que ya poseen forma romboidal y se encuentra en botón el siguiente par de hojas. Para un cultivo se considera que esta etapa

comienza cuando el 50% de las plantas presenta esta característica.

V2 - Fase primera hoja verdadera

Ocurrió a los 13 días desde la siembra, se inicia cuando la planta presenta la primera hoja trifoliada completamente abierta y plana, esto es un indicativo de la fase, teniendo en cuenta que se debe considerar desde cuando el 50% de las plantas del cultivo en cada zona evaluada presenta esta característica, tuvo una duración de ocho días.

V3 - Fase tercera hoja verdadera

Se inicio 21 días desde la siembra, en este caso se caracteriza por presentar la tercera hoja trifoliada completamente abiertas y plana; de la misma forma que en caso anterior se considera desde cuando el 50% de las plantas del cultivo presenta esta característica, tuvo una duración de 16 días.

FASE REPRODUCTIVA

Mencionada en la literatura como de desarrollo, y es la etapa de vida de la planta donde se inicia la diferenciación de la planta, que después de una época puramente vegetativa, que se caracteriza por la acumulación de biomasa, pasa a cumplir una nueva función, siendo esta la presencia de nuevos órganos en fase de identificación, cambios que se dan a nivel celular, pero de gran importancia en la vida de la planta. Tuvo una duración de 103 días, iniciándose con la prefloración, hasta el inicio de la madurez fisiológica y 104 días hasta la cosecha.

R5 - Fase prefloración

La ocurrencia de esta fase se dio a los 37 días de la siembra en donde se pudo observar la presencia de racimos florales, de forma alterna en las axilas de las hojas; se extendió por 6 días.

R6 - Floración

Se identificó el inicio de esta fase, a los 43 días desde la siembra, y se admitió desde el inicio de la apertura de las primeras flores que mostraban los estambres separados, hasta que el 50% de las flores mostraran esa característica.

Siendo plantas de días neutros la iniciación floral depende exclusivamente de una programación genética y del estado de desarrollo de la planta, que le permite una producción adecuada de giberelinas, antenas y florígeno, precursores hormonales necesarios para la floración de las plantas.

R7 - Fase formación de vainas

Esta fase se dio inicio a los 48 días desde la siembra, tomando como referencia, desde que la planta presenta la primera vaina con la corola de la flor colgada o desprendida, para el caso del presente estudio, se tomó cuando el 50% de las plantas presentaba esta característica.

R 8 - Fase llenado de vainas

Se identificó el inicio de la fase a los 69 días desde la siembra, cuando internamente los granos inician su crecimiento, esto se da generalmente antes que las vainas alcancen su máxima longitud; el crecimiento de los granos en un primer momento es bastante lento, pero con el transcurso de la fase el crecimiento de los granos se hace mucho más rápido. Tuvo una duración de 49 días.

R9 - Fase Madurez fisiológica

La fase se inició a los 118 días desde la siembra, considerando visualmente cuando el aparato foliar de las plantas presentaba una clorosis generalizada, que coincide con el amarillamiento de las vainas, las hojas comienzan a caer iniciándose una defoliación total, se extendió por 22 días, hasta la cosecha.

Otra de las características que posibilita la identificación de esta fase, en paralelo con la clorosis y defoliación de las plantas, es que la cutícula de los granos presenta resistencia a la penetración de las uñas. Es considerada como el último nivel de desarrollo, ya que en ella ocurre la maduración.

3.2. REQUERIMIENTOS DE TEMPERATURAS, HORAS DE SOL Y HUMEDAD

RELATIVA EN CADA FASE FENOLOGICA

Se presentan los valores de temperatura, horas de sol y humedad relativa, que fueron necesarios para la ocurrencia de las distintas fases fenológicas.

Estos eventos meteorológicos, se pueden considerar que son los que tienen mayor incidencia en el crecimiento y desarrollo de las plantas, determinando sus características fenotípicas, como expresión de la planta a las condiciones meteorológicas imperantes.

El estudio individualizó el comportamiento de dichos eventos durante las diferentes fases fenológicas del cultivo, tal como se puede observar en la Tabla 7.

3.2.1 TEMPERATURAS (°C.)

La temperatura se considera uno de los más importantes parámetros atmosféricos, que establece la ubicación de las plantas en el espacio planetario y regula su ritmo de desarrollo y crecimiento, en este caso específico, el estudio se realizó en una siembra dentro de las épocas consideradas como propicias para el cultivo.

En la fase de germinación dispuso de una temperatura máxima de 32.6 °C y una mínima de 18.2 °C. En la fase de emergencia la planta dispuso de una temperatura máxima de 28.1°C, con una temperatura mínima de 15.7 °C, con un promedio de 21.9 °C; dichas temperaturas se encontraron en niveles adecuados, lo que permitió una buena actividad metabólica en la germinación y emergencia de las plántulas, teniendo en consideración que la temperatura influye grandemente en el suelo, favoreciendo de esta manera a dichas fases.

Posteriormente a la emergencia la temperatura máxima se incrementó en los estadios fenológicos de primera y tercera hoja verdadera, sucediendo lo mismo con la temperatura mínima, por tanto, la media de las fases mencionadas presentadas fue superior a la fase de emergencia.

TABLA 7

TEMPERATURA, HORAS DE SOL Y HUMEDAD RELATIVA PROMEDIO DURANTE CADA FASE FENOLÓGICA EN EL CULTIVO DE PALLAR (*Phaseolus lunatus* L.), CULTIVAR PRECOZ DE OCUCAJE EN EL VALLE DE ICA.

FASES FENOLOGICAS	EDAD CULTIVO (Días)	TEMPERATURA ° C			HORAS SOL (Diaria)	H.R. (%)
		MAX.	MIN.	PROM		
FASE VEGETATIVA						
V0 - Germinación	0	32.6	18.2	25.4	7.4	71.0
V1- Emergencia	6	28.1	15.7	21.9	6.3	72.6
V2 – Primera hoja verdadera	13	31.7	16.7	24.2	8.2	73.4
V3 – Tercera Hoja verdadera	21	31.5	15.8	23.6	8.5	74.9
FASE REPRODUCTIVA						
R5 – Prefloración	37	30.0	13.8	21.9	8.5	75.3
R6 – Floración	43	28.8	12.6	20.7	7.2	77.8
R7 – Formación de vainas	48	27.1	9.2	18.1	8.0	79.2
R8 – Llenado de vainas	69	26.3	9.9	18.1	7.3	77.4
R9 - Madurez fisiológica	118	26.3	9.5	17.9	7.1	75.0
Madurez cosecha	140					

FASE REPRODUCTIVA

En esta etapa del ciclo biológico de las plantas, en este caso específico del pallar, las temperaturas juegan un rol importante, considerando su efecto en el metabolismo de los vegetales, más aún cuando en el desarrollo se dan cambios morfológicos y fisiológicos trascendentales en el funcionamiento armónico de las plantas.

Las temperaturas máximas tuvieron un ligero descenso, desde prefloración hasta la madurez fisiológica, desde 30.0° a 26.3 °C, mientras que la mínima también presentó la misma tendencia, disminuyendo de prefloración a madurez fisiológica de 13.8 a 9.5 °C, con la media más baja de 26.3 °C, ese valor todavía se encontraba distante al cero biológico reportado por Cubero y Moreno [33], para el cultivo de pallar; la presencia de esas temperaturas con valores más bajos, favorecieron de alguna manera el periodo efectivo del llenado de grano (PELLG), lo que también favoreció por tanto el incremento de peso de los granos. De igual manera se asume que fue favorable, permitiendo la madurez adecuada para el estado de cosecha del cultivo.

3.2.2 HORAS DE SOL

La disponibilidad de horas de sol (Tabla 6), que se presentaron durante el ciclo de vida del pallar, fueron suficientes para un buen funcionamiento del metabolismo de la planta, tanto en su efecto indirecto, favoreciendo la apertura de estomas, así como directamente como fuente de energía para la actividad fotosintética del cultivo; de la misma forma el efecto indirecto en incrementar la temperatura de la superficie del suelo, favoreció de cierta manera a algunas fases fenológicas.

Fase Vegetativa

Esta fase transcurrió con horas de sol diarias que fluctuaron de 6.3 en la fase de emergencia, favoreciendo dicha fase al producir el incremento de la temperatura del suelo, lo que permitió lograr una buena y uniforme emergencia, a 8.5 horas de sol en la fase de tercera hoja verdadera, se puede indicar sin temor a equivocarse que fueron suficientes para una buena actividad fotosintética, importante porque la planta se encontraba en plena actividad metabólica, formando nuevas estructuras vegetativas y estando próxima a la formación de estructuras reproductivas.

Fase Reproductiva

En el transcurso de la etapa de desarrollo, las horas de sol diarias fluctuaron de 7.1 en la madurez fisiológica, a 8.5 en la fase de prefloración, con un promedio en toda la etapa de 7.6 horas de sol. Los valores alcanzados, indican que no existió valores extremos, que puedan afectar al cultivo.

3.2.3 HUMEDAD RELATIVA (%)

La humedad relativa se presentó casi uniforme durante el tiempo de duración de la investigación, tal como es de observarse en la Tabla 6, no tuvieron mayor incidencia en la fase vegetativa y reproductiva; en el caso de la fase vegetativa se tuvo un promedio de 73.0 %, mientras que en la fase reproductiva el promedio fue de 76.9 %, ligeramente superior a la primera etapa. Observando el comportamiento de la variación de la humedad relativa, se puede notar una relación inversa entre los valores de las temperaturas y este parámetro meteorológico, es así que conforme la temperatura desciende, la humedad relativa se incrementa, siendo la variación muy leve, por nuestras condiciones de sub trópico seco.

Podemos decir sin temor a equivocarnos que los valores presentados fueron aceptables, pues no fueron tan bajos como para demandar una alta transpiración de las plantas por una menor presión atmosférica, ni tan altos para la aparición y propagación de enfermedades de tipo fungoso.

3.3. UNIDADES CALORICAS O DIAS-GRADO ACUMULADOS EN LAS FASES FENOLOGICAS

Teniendo en cuenta que dentro de los parámetros meteorológicos la temperatura juega un papel importante en los procesos fisiológicos que afectan al cultivo, así como a su

metabolismo, se consideró esta evaluación; diferentes investigadores señalan que tanto los promedios, como las variaciones diarias y estacionales desempeñan un papel importante en la duración de las fases. (tabla 8)

TABLA 8

UNIDADES CALÓRICAS (DÍAS-GRADO) ACUMULADAS DURANTE LAS FASES FENOLÓGICAS EN EL CULTIVO DE PALLAR (*Phaseolus lunatus* L.), CULTIVAR PRECOZ DE OCUCAJE EN EL VALLE DE ICA

FASES FENOLOGICAS	EDAD CULTIVO (Días)	DURACIÓN FASE (Días)	UNIDADES CALÓRICAS	
			POR FASE	ACUMULADO
FASE VEGETATIVA				
V0 - Germinación	0	5	76.9	76.9
V1- Emergencia	6	7	104.9	181.8
V2 – Primera hoja verdadera	13	8	113.6	295.4
V3 – Tercera Hoja verdadera	21	16	217.8	513.2
FASE REPRODUCTIVA				
R5 – Prefloración	37	6	71.4	584.6
R6 – Floración	43	5	53.7	638.3
R7 – Formación de vainas	48	21	170.9	809.2
R8 – Llenado de vainas	69	49	396.0	1205.2
R9 - Madurez fisiológica	118	22	174.2	1379.4
Madurez cosecha	140			

FASE VEGETATIVA

Durante esta fase se acumularon 513.2 unidades calóricas; siendo las exigencias de cada fase las siguientes: para la germinación 76.9 UC, emergencia 104.9 UC; primera hoja verdadera 113.6 UC; tercera hoja verdadera 217.8 UC.

FASE REPRODUCTIVA

En la fase reproductiva se acumuló un total de 886.2 unidades calóricas o días grado, que se acopiaron de la suma de las diferentes fases de la siguiente forma: en prefloración se tuvo registrada 71.4 UC, en floración fue menor con solo 53.7 UC; para formación de vainas se requirió 170.9 UC, en llenado de granos 396.0 UC mientras que en la madurez fisiológica 174.2 UC.

En total durante todo el tiempo de vida del cultivo de pallar cultivar precoz de Ocucaje de crecimiento determinado se acumularon un máximo de 1379.4 unidades calóricas o días-grado.

En el Anexo 2, se presenta el cómputo de unidades calóricas por cada fase fenológica, en todo el ciclo de vida del cultivo.

3.4. OBSERVACIONES MORFO-PRODUCTIVAS EN CADA FASE FENOLOGICA

En la Tabla 9, que a continuación se presenta se detallan algunas características morfo-productivas de importancia en el cultivo de pallar, durante las diferentes fases fenológicas en estudio.

3.4.1 ALTURA DE PLANTA (cm)

Su control se llevó a partir de la fase emergencia, habiendo logrado 8.4 cm, alcanzando un 13.82 % de la altura total, hasta la madurez fisiológica en donde se obtuvo la mayor altura de planta de todo el periodo biológico del cultivo considerado como el 100 %.

El crecimiento se tornó bastante lento en las primeras fases de crecimiento en primera y tercera hoja verdadera, alcanzando solo el 33.22 % de la altura total de la planta; posteriormente en prefloración 64.47 %, a la floración 85.53 %, llegando al llenado de vainas con 89.14 % y a madurez fisiológica con el 100 % de la altura total de la planta.

3.4.2 ÁREA FOLIAR (cm²)

En este caso se inició el control de esta característica a partir de la fase V2 primera hoja verdadera, alcanzándose el máximo del área foliar en la fase R4 llenado de vainas con 601.82 cm² por planta, que corresponde al máximo de área foliar alcanzando en todo su ciclo biológico. En la fase posterior, en madurez fisiológica disminuyó el aparato foliar debido a la defoliación natural de las plantas, debido a la etapa de senescencia de las hojas que se necrosan y caen, favorecido por la falta de luz debido al auto sombreado producido por las hojas superiores.

3.4.3 LONGITUD DE RAIZ (cm)

Siendo de importancia, por las importantes funciones que cumple en la absorción de agua y nutrientes, se inició su evaluación en la fase V2 emergencia, siendo su crecimiento lento en las 2 fases subsiguientes (primera y tercera hoja verdadera), consiguiendo solo el 14.20 % del crecimiento total de la raíz; en las siguientes fases el crecimiento es notorio, ya en R1 prefloración alcanza el 57.32 %, obteniendo el crecimiento más significativo en R4 llenado de vainas donde alcanzo 47.10 cm, que corresponde al 100 % del crecimiento total de la raíz.

El mayor incremento del crecimiento radicular se dio entre las fases R1 prefloración y R2 floración.

3.4.4 PESO SECO (g)

Para el caso del peso seco total de la planta, que es una muestra de su productividad biológica, el incremento fue bastante lento hasta V3 tercera hoja verdadera, alcanzando hasta esa fase solo el 13.81 % del peso seco total de la planta; posteriormente en las siguientes fases el crecimiento se incrementó, pero paulatinamente, consiguiendo su máxima expresión a la madurez fisiológica con 68.16 g, que corresponde al 100 % del peso seco total obtenido.

El mayor incremento del peso seco se dio entre las fases de R4 llenado de vainas (37.53 %) y madurez fisiológica, con 22.46 % de incremento con respecto a la fase anterior.

TABLA 9

CARACTERÍSTICAS MORFO-PRODUCTIVAS REGISTRADAS EN CADA FASE FENOLÓGICA EN EL CULTIVO DE PALLAR (*Phaseolus lunatus* L.), CULTIVAR PRECOZ DE OCUCAJE.

FASES FENOLOGICAS	EDAD CULTIVO (Días)	CARACTERISTICAS EVALUADAS											
		Altura de Planta			Área foliar			Longitud de raíz			Peso seco		
		cm	(%)	Incre	Uni.	(%)	Incre	cm	(%)	Incre	g	(%)	Incre.
FASE VEGETATIVA													
V0 - Germinación	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
V1- Emergencia	6	8.4	13.82	13.82	0.00	0.00	0.00	3.20	6.79	6.79	0.00	0.00	0.00
V2 – Primera hoja verdadera	13	11.43	4.98	8.50	4.29	0.71	0.71	6.35	13.48	6.79	0.95	0.39	1.39
V3 - Tercera Hoja verdadera	21	20.20	33.22	14.42	9.41	1.56	0.85	6.69	14.20	0.72	9.41	13.81	12.42
FASE REPRODUCTIVA													
R1 - Prefloración	37	39.20	64.47	31.25	165,20	27.45	25.89	27.00	57.32	43.12	21.67	31.79	17.98
R2 – Floración	43	52.00	85.53	21.06	362.26	60.19	32.74	40.00	84.93	27.61	22.64	33.22	1.43
R3 – Formación de vainas	48	53.80	88.49	2.96	590.63	98.14	37.95	46.01	97.60	12.76	25.58	35.73	4.31
R4 - Llenado de vainas	69	54.20	89.14	0.65	601.82	100.00	1.86	47.10	100.00	2.31	52.85	77.54	37.53
R5 - Madurez fisiológica	118	60.80	100.00	10.86	509.05	-15.41	-	42.00	-10.83	-	68.16	100.00	22.46
Madurez cosecha	140	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

IV DISCUSION

Los resultados obtenidos han permitido evaluar el comportamiento fenológico del cultivo de pallar (*Phaseolus lunatus* L.), cultivar PRECOZ DE OCUCAJE, bajo condiciones de clima y suelo de la zona media del valle de Ica, por tanto, puedo afirmar que los resultados son consecuencia de la interacción genotipo-medio ambiente.

Esperamos que este conocimiento producto de la investigación tenga aplicaciones prácticas en el manejo agronómico y la planificación del cultivo para lograr una optimización de los recursos y un incremento de la productividad.

4.1 FASES FENOLOGICAS

El cultivo se instaló en el mes de abril del año 2024, considerada óptima para el cultivo (Espinoza [13], lo que nos permite asumir que los resultados responden a lo planificado en la investigación. Según Yzarra [16], la fenología consiste en caracterizar las distintas fases del ciclo vital de una planta, cada una con funciones metabólicas específicas, demandas particulares de agua, y necesidades diferenciadas en cuanto a nutrientes y su equilibrio. En el ámbito agrícola, el estudio fenológico resulta fundamental, ya que comprender los requerimientos climáticos de una especie vegetal permite seleccionar de manera más adecuada las estrategias de manejo agronómico en función de las condiciones de una zona determinada.

El desarrollo del cultivo consiste en una sucesión obligatoria de etapas o fases dadas en un orden riguroso e irreversible, correspondiendo a la iniciación de órganos nuevos, es un fenómeno puramente cualitativo. Se llama ciclo de desarrollo al conjunto de fases que van desde la germinación de la semilla hasta la floración y formación del fruto. Este ciclo comprende dos etapas bien definidas: desarrollo vegetativo y desarrollo reproductivo.

En el pallar, se distinguen los estadios Vegetativo y Reproductivo, cuyo comportamiento puede verse en la Figura 2:

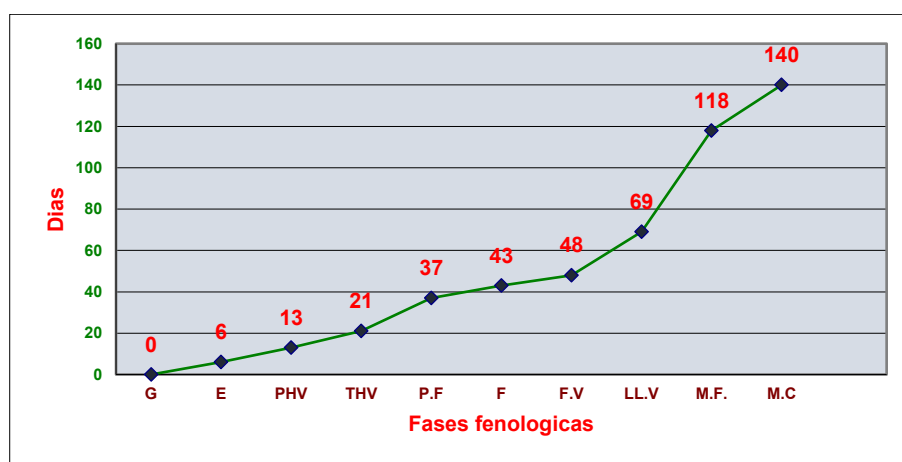


Fig. 2 Fenología del pallar cultivar Precoz de Ocucaje

FASE VEGETATIVA

Esta fase, también denominada de crecimiento, tuvo una duración de 36 días y se consideró desde la siembra, hasta la aparición de los primordios florales, denominada también prefloración, Hoyos et al. [17], destacan que la temperatura ejerce una influencia significativa sobre los cultivos, siendo un factor determinante en la elección de las fechas de siembra y cosecha, así como en diversas variables productivas.

El meristemo apical caulinar da lugar a todas las partes aéreas de la planta y está formado por células que tienen una gran capacidad de división, aunque la velocidad a la que esto ocurre depende de las condiciones ambientales; las hojas se originan en el meristemo apical, una zona de crecimiento muy pequeña. Cuando los primordios foliares (futuras hojas) están muy cerca, producen sustancias inhibitoras que retrasan la aparición de nuevas hojas, como ocurre en este caso. Megias et al [34]

Hasta V1 emergencia transcurrieron 6 días, a V2 primera hoja verdadera 13 días y a V3 tercera hoja verdadera transcurrieron 21 días.

FASE REPRODUCTIVA

A esta etapa, mencionada de desarrollo, se inicia la diferenciación de la planta, la que después de una etapa meramente vegetativa, que se caracterizaba por la acumulación de biomasa, se encamina a un estado superior, pues la presencia de nuevos órganos, así como cambios que ocurren a nivel celular, se comienzan a manifestar en el sistema planta. Tuvo una duración de 103 días, iniciándose con la prefloración, hasta la madurez fisiológica.

Como es de verse en la fig. 1, se inició en R5 prefloración a los 37 días, R6 floración a los 43 días, R7 formación de vainas a los 48 días, llenado de vainas a los 69 días y madurez fisiológica que se inició a los 118 días.

Según Megias et al. [34], la floración es el proceso por el cual las plantas producen flores durante su etapa reproductiva. Este proceso inicia cuando moléculas específicas, llamadas florigeno, viajan desde el floema hasta el meristemo apical del tallo. Este meristemo, que normalmente es vegetativo, se transforma en un meristemo reproductor, lo que da origen a las flores, coincidiendo con Crevillén [26], quien indica que en la regulación de la floración se da por la temperatura, un ligero aumento de esta es suficiente para acelerar de forma drástica el momento de la floración, debido a una señal activadora del llamado florigeno, el gen integrador de las señales ambientales y regulador maestro de la floración.

Dirección de Información Agraria [35], mencionan que el crecimiento y desarrollo de las plantas e insectos puede ser caracterizado por el número de días entre eventos observables, tales como floración y madurez de frutos, etc. El número de días entre eventos, sin embargo, puede constituir una mala herramienta porque las tasas de crecimiento varían con las temperaturas. La medición de eventos puede ser mejorada si se expresan las unidades de desarrollo en términos de tiempo

fisiológico en lugar de tiempo cronológico, por ejemplo en términos de acumulación de temperatura.

Gastiazoro (15) plantea que observar y cuantificar los distintos procesos fisiológicos de las plantas, en relación con los elementos y factores climáticos, constituye un avance esencial para comprender las estrategias y métodos que promuevan un aprovechamiento racional del entorno natural, orientado a optimizar la producción agrícola.

4.2 REQUERIMIENTOS DE TEMPERATURAS, HORAS DE SOL Y HUMEDAD RELATIVA EN CADA FASE FENOLOGICA

Aunque aún no es posible predecir la fenología de cualquier genotipo basándose en el fotoperiodo y la temperatura, existen algunos principios clave que nos pueden servir de guía, uno de ellos y muy importante es el que establece que cada genotipo tiene un tiempo mínimo para florecer, que se manifiesta con fotoperiodos cortos y temperaturas altas, de la misma forma se establece que muchos genotipos que son sensibles al fotoperiodo.

Dentro de los eventos meteorológicos, se puede considerar que la temperatura, tanto máxima como mínima, horas de sol y humedad relativa, son los que tienen mayor incidencia en el crecimiento y desarrollo de las plantas, Hoyos et al. [17], destacan que la temperatura ejerce una influencia significativa sobre los cultivos, siendo un factor determinante en la elección de las fechas de siembra y cosecha, así como en diversas variables productivas.

4.2.1 TEMPERATURAS (°C.)

La temperatura constituye el más importante parámetro meteorológico que regula el ritmo de desarrollo y crecimiento de las plantas, en este caso específico, el estudio se realizó bajo condiciones normales ya que la fecha de siembra fue oportuna, por tanto, el estudio permitió establecer el comportamiento del cultivo bajo dichas condiciones.

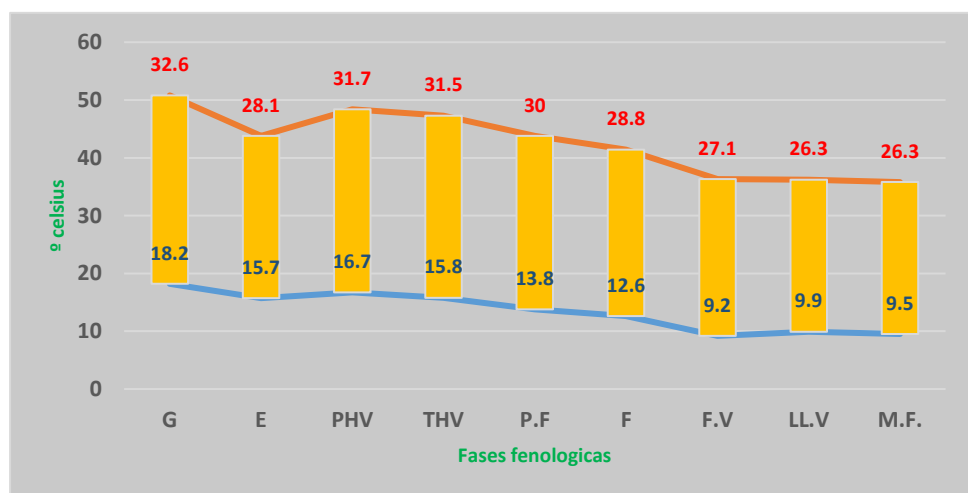


Fig. 3 Temperaturas máxima y mínima en cada fase fenológica

FASE VEGETATIVA

Durante la investigación, las temperaturas máximas (Figura 3) oscilaron entre 32.6 °C (en la germinación, V0) y 28.1 °C (en la emergencia, V1). Por otro lado, las temperaturas mínimas variaron de 15.1 °C (en la emergencia, V1) a 18.2 °C (en la germinación, V0). El promedio de estas temperaturas extremas se mantuvo entre 21.9 °C y 25.4 °C. Según diversos autores, estos niveles térmicos fueron ideales para que las plántulas tuvieran una buena actividad metabólica durante la germinación y la emergencia, ya que la temperatura del suelo está fuertemente influenciada por la temperatura ambiental.

Este componente ejerce una influencia categórica en la germinación de la semilla y tiene una gran importancia en los procesos de formación vegetativa de la planta; a mayor temperatura, el ciclo biológico de la planta se acorta; según Chipana [10], el pallar se desarrolla mejor con temperaturas que oscilan entre 18 °C y 28 °C. La temperatura promedio ideal para su crecimiento es de 20 °C a 24 °C, mientras que temperaturas inferiores a 15°C ralentizan significativamente su desarrollo.

FASE REPRODUCTIVA

Para esta etapa dramática en la vida de las plantas las temperaturas tuvieron un ligero descenso, en la fase reproductiva, es así que en R5 floración con una máxima de 30.0 °C, que fue descendiendo hasta madurez fisiológica donde solo llegó a 26.3 °C; con una mínima también en descenso desde las mismas fases de 13.8 a 9.5 °C, y con una media de 18.1 °C para la fase de llenado de granos, media relativamente baja que favoreció el llenado e incremento de peso de los granos.

Mientras que USTIMENKO [9], indica que la presencia de órganos reproductores requiere de un mínimo biológico de 15 a 18 °C y un óptimo de 18 a 25 °C; el período de fructificación requiere de un mínimo de 12 a 15 °C y un óptimo de 20 a 23 °C, temperaturas que se presentaron en estas etapas, indicando que estas fueron benignas para el presente estudio.

En tanto Hoyos et al. [17], destacan que la temperatura ejerce una influencia significativa sobre los cultivos, incidiendo en la duración de las distintas fases fenológicas, de hecho, se considera el factor más relevante en la velocidad de crecimiento y desarrollo de las plantas.

4.2.2 HORAS DE SOL

La luz y la heliofanía son esenciales para la vida de las plantas, ya que permiten la formación y actividad de la clorofila. Esto, a su vez, facilita la fotosíntesis: el proceso de captar dióxido de carbono del aire para asimilar el carbono y liberar oxígeno. Es importante destacar que el carbono, el oxígeno y el hidrógeno, que componen el 93 % de una planta, se encuentran en abundancia en la atmósfera.

La cantidad de horas de sol disponibles durante la investigación (Figura 4), variaron de 8.5 horas diarias en las fases V3 tercera hoja verdadera y R5 prefloración, a 7.1 horas en R9 madurez

fisiológica, que resultaron suficientes para un óptimo metabolismo del cultivo en sus diferentes etapas fenológicas. Esto se debe a dos efectos principales: el efecto directo, que facilita la apertura de los estomas y proporciona energía para la fotosíntesis, y el efecto indirecto, que aumenta la temperatura del suelo y beneficia ciertas fases del cultivo.

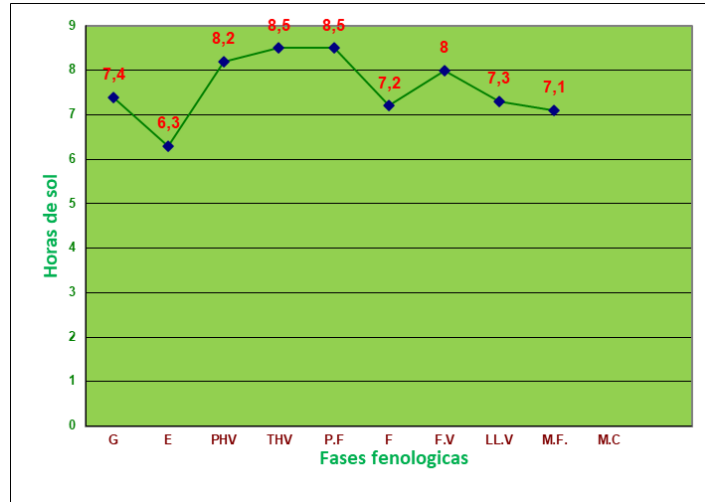


Fig. 4 Horas de sol diarias en cada fase fenológica

Johkan et al [36] señalan que el crecimiento y desarrollo de una planta dependen de la intensidad y calidad de la luz que absorben sus órganos fotosintéticos. Las variaciones en la radiación incidente pueden causar modificaciones en la anatomía y fisiología de la planta, afectando su desarrollo general.

Además, según Camarena et al. [7], la luminosidad también influye en la calidad del grano. Se ha observado que los pallares cultivados en zonas con menos luz (como la Costa Norte) son más amargos que los de áreas con mayor luminosidad (como la Costa Sur), lo que sugiere que este factor podría aumentar la concentración del glucósido linamarina en el grano.

4.2.3 HUMEDAD RELATIVA (%)

La humedad relativa durante las diferentes fases fenológicas del cultivo de pallar de crecimiento determinado, valores que se presentan en la fig. 4, no exhibieron mayor incidencia en las fase vegetativa y reproductiva, pudiéndose notar que las mismas variaron de 71.0 % en la fase de germinación, a 79.2 % en la fase de formación de vainas.

Los niveles mostrados (Figura 5) se consideran tolerables, asumiendo que no son tan bajos como para exigir una alta transpiración de las plantas debido a una menor presión atmosférica, ni son tan altos que benefician la presencia de hongos patógenos que ataquen al cultivo.

Es importante destacar que, por lo general, la temperatura y la humedad relativa presentan una relación inversa; es decir, a medida que la temperatura aumenta, la humedad relativa tiende a disminuir. No obstante, en nuestras condiciones específicas, las variaciones no son muy significativas, ya que no se registran precipitaciones ni existe una vegetación abundante que favorezca un aumento de la humedad mediante la transpiración de las plantas.

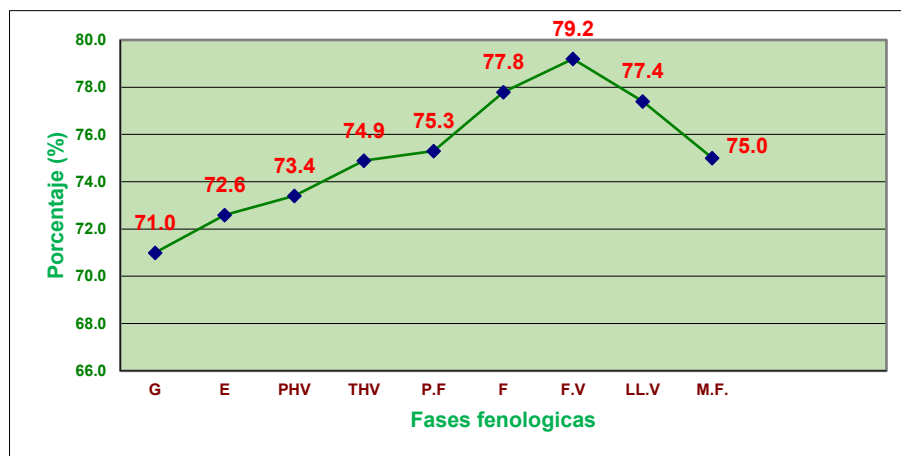


Fig. 5 Humedad relativa en cada fase fenológica

Nuticontrol [37], expone que, dependiendo de la especie, los niveles de humedad más propicios para el crecimiento y desarrollo de los cultivos se encuentran entre el 50 %-75 %, y salirse de este ambiente ideal de humedad puede provocar efectos adversos sobre el rendimiento de los cultivos; si hay exceso de humedad se reduce la transpiración, por tanto, una menor absorción de nutrientes y afecta al crecimiento de la planta, además de favorecer la propagación de plagas y enfermedades.

4.2.4 UNIDADES DE CALOR

La temperatura es uno de los parámetros meteorológicos más relevantes, ya que influye directamente en los procesos fisiológicos que afectan el crecimiento y desarrollo de las plantas, sin embargo, las plantas requieren una cierta acumulación de calor para poder pasar de una fase fenológica a la siguiente. Tanto los valores promedio como las fluctuaciones diarias y estacionales tienen un impacto significativo en la duración de las distintas fases del cultivo. Además, las temperaturas cardinales, como el cero biológico, también son determinantes; en el caso de este cultivo específico, dicho umbral se establece en 10 °C. Cubero y Moreno [33]

En la presente investigación (Fig. 6), en la Fase vegetativa, se acumularon en total 513.2 unidades calóricas; las exigencias de la planta en cada fase se distribuyeron de la siguiente manera: para germinación 76.9 UC, emergencia 104.9 UC; primera hoja verdadera 113.6 UC y tercera hoja verdadera 217.8 Unidades de calor.

En tanto en la fase reproductiva se acumularon un total de 866.2 UC, desagregadas de la siguiente forma: en prefloración 71.4 UC, en floración 53.7 UC; formación de vainas 170.9 UC, llenado de vainas 396.0 UC y en madurez fisiológica 174.2 Unidades de calor.

En total durante todo el ciclo de vida del cultivo de pallar se acumularon 1379.4 unidades calóricas o días-grado.

Noa y Quispe [4], en un estudio realizado en Ica, con dos líneas promisorias de pallar obtuvieron 1 366.2 y 1 349.0 unidades calóricas, resultados bastante similares al obtenido en este estudio, lo

que resulta muy esclarecedor pues su siembra se efectuó en el mes de setiembre, con condiciones climáticas muy diferentes a una siembra del mes de abril

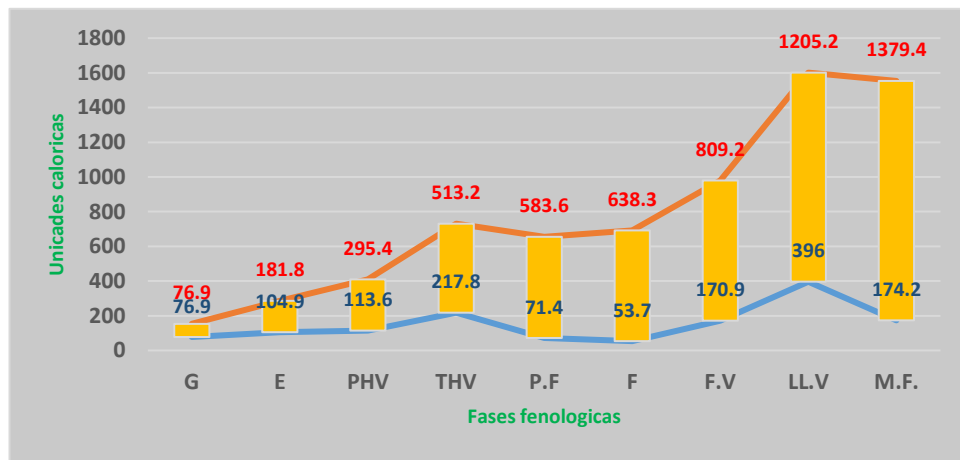


Fig. 6 Unidades calóricas en cada fase fenológica

Esta característica es especialmente relevante, ya que, como indica Ruiz [38], en términos generales, por debajo de una temperatura mínima umbral la cual está genéticamente determinada para cada organismo el desarrollo es nulo o apenas perceptible. Una vez superado ese umbral, el ritmo de desarrollo aumenta progresivamente hasta alcanzar un punto o intervalo en el que se presenta la máxima velocidad de desarrollo.

Lee [19] indica que los grados día de crecimiento (GDD, por sus siglas en inglés son una herramienta fundamental para agricultores, e investigadores, ya que permiten predecir y monitorear las distintas etapas fenológicas de las plantas en función de la temperatura ambiental. Al calcular los grados día acumulados, es posible estimar con mayor precisión el momento óptimo para la siembra, floración o cosecha, lo que contribuye a mejorar la planificación agrícola, aumentar el rendimiento de los cultivos y reducir el desperdicio de recursos.

Mientras que Hoyos et al. [17], indica que, aunque la cantidad de unidades térmicas necesarias para los distintos estadios de desarrollo tiende a mantenerse constante y no depende significativamente de la fecha de siembra, cada especie posee valores particulares.

4.2.5 OBSERVACIONES MORFO-PRODUCTIVAS EN CADA FASE

En la Tabla 9, se presenta el comportamiento de algunas particularidades morfo-productivas del cultivo de pallar de crecimiento determinado durante las diferentes fases fenológicas consideradas en el presente estudio.

4.2.5.1 ALTURA DE PLANTA (cm)

Visto la fig. 7, se puede notar que las plantas no presentaron diferencias significativas en la etapa de crecimiento vegetativa, variando de 8.4 cm en la fase de emergencia, a 20.20 cm en la fase de tercera hoja verdadera, ya en la etapa reproductiva los incrementos fueron mayores, sucediendo en la prefloración el incremento mayor que fue de 31.25 % con respecto a la fase anterior,

alcanzando 60.80 cm de altura de planta en la madurez fisiológica, que representa el 100% de la altura de planta alcanzada.

Para este mismo tiempo, se pudo notar que la planta inicio su proceso de senescencia la cual se evidenciada en la planta y en las vainas, que toman un color amarillento.

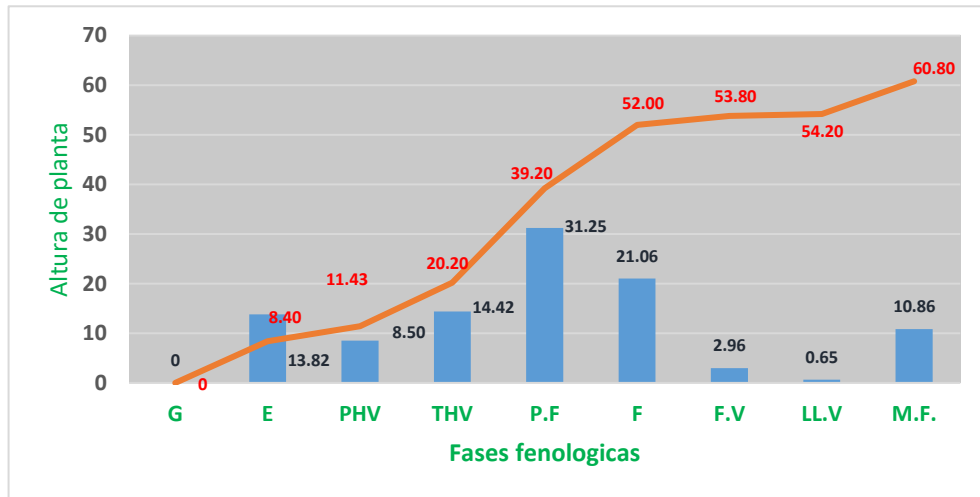


Fig. 7 Altura de planta en cada fase fenológica

Es conveniente anotar que, en ciertos momentos del crecimiento, las plantas no presentaron un crecimiento significativo en algún intervalo de tiempo, los nudos presentan elongaciones bastante pequeñas, como respuesta a que, debido a la densidad de siembra utilizada, no se produjo una competencia intraespecífica.

Vásquez [11], indica que la planta de pallar muestra un tallo herbáceo y en algunos casos leñoso, en variedades rastreras su altura, llega a 4.5 m de longitud, asumo que esa medición se efectuó de forma horizontal en el suelo, lo que no sucedió en este caso, en que se mide desde el cuello del tallo, hasta el ápice de crecimiento más alto de la planta sobre el suelo.

4.2.5.2 ÁREA FOLIAR (cm²)

Como es de ver en la figura 8, para evaluar esta característica, se inició la medición a partir de la fase V2 primera hoja verdadera, que obtuvo 4.29 cm² de área foliar, alcanzándose la máxima área foliar a la R4 formación de vainas con 601.82 cm² de área foliar por planta que corresponde al 100% del total del área foliar, presentada en la planta. Posterior a esa fase para madurez fisiológica comenzó una disminución progresiva del aparato foliar debido a la defoliación natural de las plantas, las cuales por la edad entran en la etapa de senescencia, mueren y se caen, contribuyendo a ello la falta de luz debido al auto sombreado que le producen las hojas superiores. lo que nos indica que el área foliar decrece en el punto donde se inicia la senescencia de la planta. Hay que tener en cuenta que cuando se habla de la pérdida de área foliar se hace referencia a hojas que ya no son activas fotosintéticamente y que además parte de su vida en la planta ya ha culminado.

Tal como se observa en la tabla 8 el aumento más significativo de área foliar, se da entre las fases R2 floración y R3 formación de vainas (32.74%) y entre R3 formación de vainas a R4 llenado de vainas (37.95%), notándose que el área foliar decrece al tiempo que inicia el llenado de vainas.

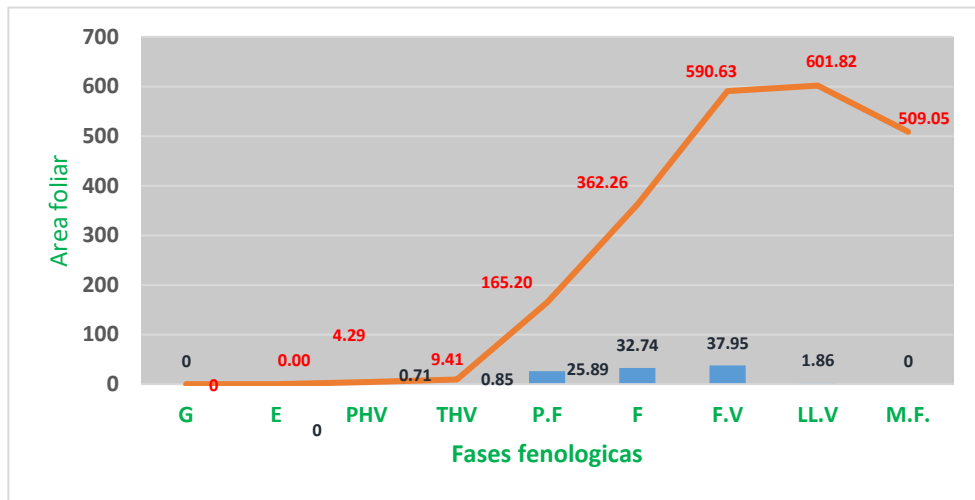


Fig. 8 Área foliar en cada fase fenológica

Hay que anotar que las hojas representan el aparato fotosintético por excelencia y su actividad estará en función al área foliar que se presente, sin embargo hay que tener presente lo que plantean White y Trumble [27] pues ellos señalan que las leguminosas muestran una alta sensibilidad frente a los cambios climáticos y este caso estas especies por el tipo mesolítico de sus hojas junto con su amplia superficie foliar expuesta a la atmósfera, las hace especialmente susceptibles a las variaciones en la humedad ambiental, lo que genera un coeficiente de evaporación considerablemente más elevado en comparación con otras plantas herbáceas.

4.2.5.3 LONGITUD DE RAIZ (cm)

Para el caso de esta estructura de la planta, que cumple importantes funciones en la absorción de agua y nutrientes, vista la figura 9, se puede notar el mayor incremento del crecimiento radicular se dio entre las fases V2 tercera hoja y R1 prefloración con 43.12 % de incremento de la longitud radicular, otro incremento importante se dio entre R1 prefloración a R2 floración, con 27.61 %.

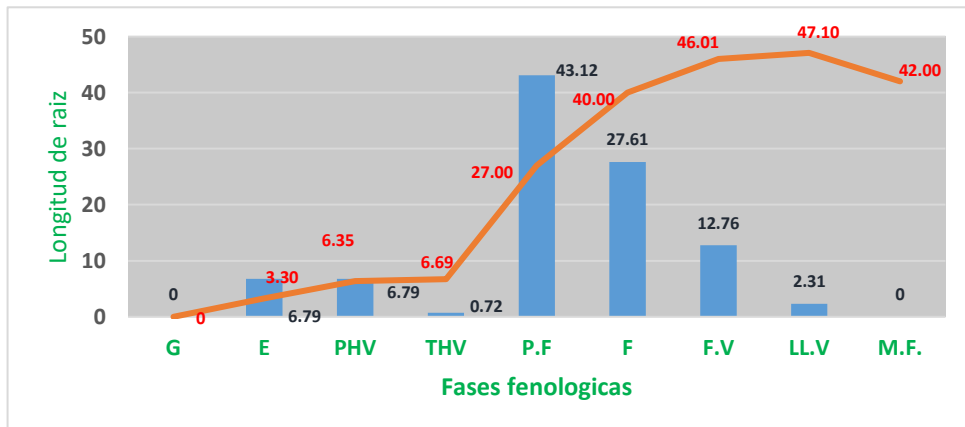


Fig. 9 Longitud de raíz en cada fase fenológica

Estos resultados son de importancia, pues dicho incremento requiere de agua y nutrientes esenciales como el fósforo y el calcio INTAGRI [39], y que además en estas etapas la planta requiere una mayor cantidad de agua y nutrientes, para que pueda atender esa demanda.

Los resultados no son coincidentes con los obtenidos por Velásquez [8], que indica que el pallar posee una raíz pivotante con abundantes raíces secundarias, 85 % de las cuales se ubican entre los 0.8 a 1.0 m de profundidad del suelo, este resultado contradictorio puede deberse a las diferencias de crecimiento en las variedades utilizadas en su investigación.

4.2.5.4 PESO SECO (g)

Para el caso del peso seco (Figura 10), que es un muestra de la productividad biológica de la planta, el aumento fue bastante lento hasta R1 prefloración, alcanzando hasta esa fase solo el 31.79 % del peso seco total; posteriormente en las siguientes fases el peso seco se incrementa significativamente, 33.22 % en R2 floración, 35.73 % en R3 formación de vainas y 77.54 en R4 llenado de vainas alcanzando su máxima expresión a la madurez fisiológica con 68.16 g por planta, que corresponde al 100 % del peso seco total obtenido.

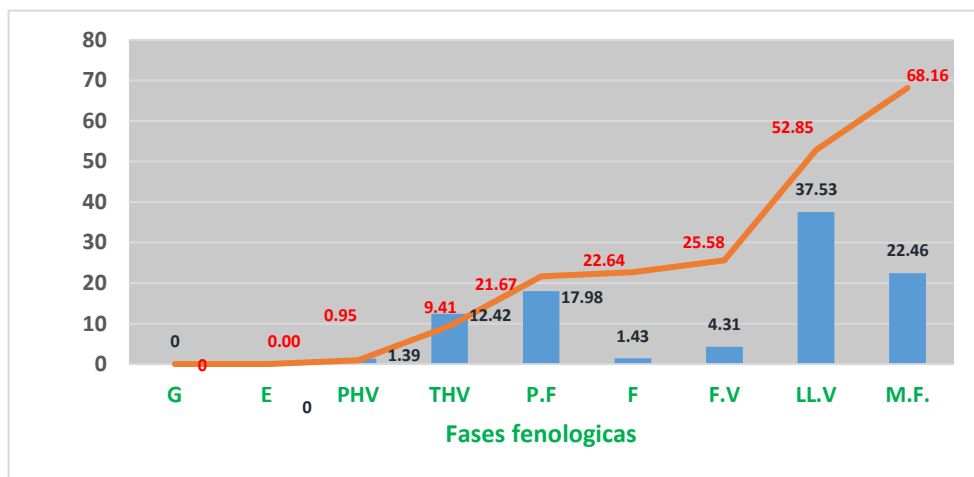


Fig. 10 Peso seco en cada fase fenológica

Se asume que los resultados se deben a un crecimiento paulatino de la planta en sus primeras fases, posteriormente en las etapas reproductivas, la actividad fotosintética se hace más intensa, incrementándose fuertemente la biomasa, es así que es responsable de más del 80 % de la formación de materia seca de la planta, pues tal como exponen Soto et al [29], en un trabajo realizado en soya, encontraron que la planta acumula cerca de las dos terceras partes del total del peso seco durante el llenado de las vainas, en algunos casos puede llegar al 80%.

Es notorio que en el presente trabajo la producción de masa seca alcanza su máximo punto de acumulación en el llenado de vainas, además que presenta aumentos importantes después de la floración, debido a la formación de los órganos florales y posteriormente la formación y el llenado de vainas.

Según Santos [40], describe que los órganos de formación rápida se atribuyen un mayor requerimiento de asimilados de carbono, lo que después de la siembra, se comporta de manera ascendente, hasta la madurez fisiológica.

V. CONCLUSIONES

Teniendo en consideración las condiciones de clima y suelo en las que se desarrolló el presente trabajo de investigación y, en atención a los resultados obtenidos, se han llegado a las siguientes conclusiones:

1. Las variables intervinientes como clima y suelo que se presentaron en el campo experimental durante la realización de la presente investigación, no afectaron al cultivo, ni a la investigación.
2. Se establecieron las fases fenológicas para el cultivo del pallar cultivar Precoz de Ocucaje, bajo condiciones del valle Ica, durando la fase vegetativa hasta inicio de prefloración 36 días, mientras que la fase reproductiva tuvo una duración de 103 días, hasta la fase de maduración (cosecha).
3. Los parámetros meteorológicos que fueron considerados al tener una mayor incidencia en el crecimiento y desarrollo de las plantas, y que determinan sus características fenotípicas, fueron: temperatura, horas de sol y humedad relativa, que establecen la interacción genotipo-medio ambiente.
4. Se establecieron las unidades calóricas para el ciclo de vida del pallar de crecimiento determinado Precoz de Ocucaje, desde la germinación hasta la cosecha, que fueron 1379.4 unidades calóricas, lo que puede ayudar a predecir las diferentes etapas de crecimiento y desarrollo del cultivo y programar adecuadamente las labores culturales, dentro de un modelo agroclimático.
5. Se identificaron las fases críticas del crecimiento y desarrollo de la planta de pallar, con la medición de características morfo productivas, como altura de planta, área foliar, longitud de raíz y peso seco, identificándose las etapas críticas para determinar sus requerimientos de insumos (agua, fertilizantes, etc.).

VI. RECOMENDACIONES

Para las condiciones de clima y suelo en que se desarrolló el presente experimento, se plantea lo siguiente:

1. Repetir la presente investigación en la misma zona y bajo las mismas condiciones, para ratificar o rectificar los resultados obtenidos.
2. Aplicación de un manejo agronómico con el uso de prácticas culturales teniendo en cuenta los resultados del comportamiento morfológico del cultivo en el presente estudio
3. Efectuar un proceso de validación de la información obtenida sobre unidades calóricas o días grado en el cultivo de pallar cultivar Precoz de Ocucaje en el valle de Ica.
4. Complementar los estudios de fenología, con observaciones sanitarias en cada fase fenológica, que permitan identificar los insectos-plaga y enfermedades de importancia económica, para establecer medidas de control oportunas.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- [1] Ministerio de Agricultura. Información estadística sobre el cultivo de pallar. Dirección de Información Agraria - Región. Ica. 2017
- [2] G. Mcdonald, T. Adisarwanto, and R. Knight. "Effect of time of sowing on flowering in faba bean (*Vicia faba*)." *Australian journal of experimental agriculture* 34.3. 1994: 395-400. [https://scholar.google.com/scholar_lookup?title=effect+of+time+of+sowing+on+flowering+in+faba+bean+\(vicia+faba\)&author=mc+donald+g.+k.&author=adisarwant+o,+t.&author=knight+r.&publication_year=1994&journal=australian+journal+of+experimental+agriculture&volume=34&pages=395-%20400](https://scholar.google.com/scholar_lookup?title=effect+of+time+of+sowing+on+flowering+in+faba+bean+(vicia+faba)&author=mc+donald+g.+k.&author=adisarwant+o,+t.&author=knight+r.&publication_year=1994&journal=australian+journal+of+experimental+agriculture&volume=34&pages=395-%20400)
- [3] P. Palomino. "Fenología e influencia térmica en pallar bebé (*Phaseolus lunatus* L.) y frijol castilla (*Vigna unguiculata* l. Walp.) en diferentes épocas de siembra en La Molina." 2015.
- [4] G. Noa, and N. Quispe. "Influencia térmica en la fenología de dos líneas promisorias de pallar (*Phaseolus lunatus* L.) precoz, en Subtanjalla-Ica." 2021.
- [5] L. Espinoza, y G. Espino. Estudio comparativo de 12 genotipos de pallar (*Phaseolus lunatus* L.) precoz determinado en el valle de Ica. Facultad de Agronomía. Universidad Nacional San Luis Gonzaga. Ica. 2015
- [6] A Brack. Perú: diez mil años de domesticación. PNUD. Editorial Bruño. Proyecto FANPE. Lima. 160 p. 2003
- [7] F. Camarena. La biodiversidad de las leguminosas. Curso taller regional de costa: conservación "in situ" de las especies nativas y sus parientes silvestres. Huaraz. 2001. Lima – Perú.
- [8] H. Velásquez. interacción entre *Bradyrhizobium* sp. y micorrizas vesicales o arbusculares en el rendimiento de pallar (*Phaseolus lunatus* L.) cultigrupo sieva cv. UNALM 2. Tesis ingeniero agrónomo. UNALM. Lima-Perú. 2007
- [9] V. Ustimenko. Cultivo de plantas tropicales y subtropicales. Editorial MIR. Moscú-Rusia. 1982
- [10] M. Chipana. Adaptabilidad de 04 variedades de pallar (*Phaseolus lunatus* L.) en condiciones de Acobamba - Huancavelica. Universidad Nacional de Huancavelica- Facultad de Ciencias Agrarias y del Ambiente. 2007
- [11] J. Vasquez. El cultivo del pallar. Manual técnico. Instituto de Investigación Agraria- INIA. serie RI. N° 2-97. 1997

- [12] E. Yarasca. el cultivo de pallar (*Phaseolus lunatus* L.) y sus principales plagas en el valle de Ica. Trabajo monográfico para optar el título de biólogo, Facultad de Ciencias U.N. “San Luis Gonzaga” de Ica página 65. 2004
- [13] L. Espinoza. Asistencia técnica dirigida en manejo y sanidad en el cultivo de pallar. Guía técnica. Agrobanco-UNALM. Nazca-Perú. 2017
- [14] C. Zeña Neciosup. Efecto de la fertilización con fertilizantes inorgánicos, proteicos y biofertilizantes, sobre los parámetros agronómicos del pallar (*Phaseolus Lunatus* L.) tipo americano en la parte baja del valle chancay Lambayeque. 2018.
- [15] J. Gastiazoro. fenología agrícola. universidad nacional del comahue. facultad de ciencias agrarias climatología y fenología agrícola. 2010. disponible en:
https://fitotecnia.chapingo.mx/wp-content/uploads/2018/07/42_2_fenologia_agricola.pdf
- [16] T. Yzarra y W. López. Manual de observaciones fenológicas. DGCA-DIA - Minag. Senamhi –DGA - Minam. 2011. 99 pag.
- [17] D. Hoyos, J. Morales, H. Chavarría, A. Montoya, G. Correa y S. Jaramillo. Growing degree days accumulation in a cucumber (*Cucumis sativus* L.) crop grown. In an aeroponic production model. Revista Facultad Nacional de Agronomía. 2012. 65: 6389-6398. Medellín
- [18] A. Caretta. Bioclimatología. Cátedra de meteorología agrícola. Facultad de Ciencias Agronómicas de Uncuyo. 2013
- [19] K. Lee. Grados-día de crecimiento: una herramienta valiosa para el crecimiento y desarrollo de las plantas. artículo en HERITAGE (Professional product group). 10 de abril de 2023. disponible en: <https://heritageppg.com/blogs/pest-control-blog/growing-degree-days-a-valuable-tool-for-plant-growth-and-development#:~:text=%c2%bfqu%c3%a9%20son%20los%20grados%2dd%c3%ada,o%20una%20temporada%20de%20cultivo.>
- [20] H. Rawson y H. Gómez. Trigo regado: manejo del cultivo. FAO. Roma. 2001. pág.: 105.
- [21] G. McMaster & W. Wilhelm. Growing degree-days: one equation, two interpretations. agricultura! research service, University of Nebraska. 1997. paper 83.
- [22],S. Salazar. Comparativo de la fenología de 20 genotipos de quinua (*Chenopodium quinoa* Wild) en condiciones del callejón de huaylas. UNALM. Lima - Perú. 1994. 88 páginas.
- [23],P. Durán, J. Ruiz., D. González, G. Núñez h., F. Padilla y S. Contreras. Temperaturas cardinales de desarrollo en la etapa siembra-emergencia de 11 pastos forrajeros.” *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias* 2: 347-357. 2011

- [24],Z. Curtis y B. Clark. Comprensión de los grados-día crecientes. Pennstate. Artículo. 14 de febrero de 2023. disponible en: <https://extension.psu.edu/understanding-growing-degree-days>
- [25] CANNA. Influencia de la temperatura ambiental en las plantas. CANNA RESEARCH octubre 31, 2017. Disponible en: <https://www.canna.es/articulos/influencia-de-la-temperatura-ambiental-en-las-plantas>
- [26],P. Crevillén. El efecto enorme de la temperatura ambiental en la floración. Biotech. 2016. Disponible en: <https://biotech-spain.com/es/articulos/el-efecto-enorme-de-la-temperatura-ambiental-en-la-floracion/#:~:text=esta%20aceleraci%3%b3n%20de%20la%20floraci%3%b3n,floraci%3%b3n%20en%20especies%20de%20brasic%3%a1ceas.>
- [27],K. White y J. Trumble. Las leguminosas en la agricultura. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Italia. 1996
- [28] POLYGON. Cómo afecta la humedad al crecimiento de las plantas. Blog – Soluciones climáticas temporales. 2025. Disponible en: <https://www.canna.es/articulos/influencia-de-la-temperatura-ambiental-en-las-plantas>
- [29] K. Soto, D. Suárez, D. Torres & J. Torres. Cultivo de soya. Escuela Agrícola Zamorano. Honduras. 2001
- [30] C. Lozano. El cultivo de pallar. separata del curso cultivos alimenticios. Facultad de Agronomía de la UNICA. Ica-Perú. 1999
- [31] PASCICULTURA. Morfología de las leguminosas. 2019. Disponible en: http://www2.montes.upm.es/dptos/dsrn/sanmiguel/apuntes_presentaciones/pascicultura%20y%20saf/benito/1.%20morfologia%20leguminosas.pdf
- [32] University California. Integrated pest. management for cotton development and growth requirements of the cotton plant. 1984. pag. 9-17.
- [33] I. Cubero y T. Moreno. Leguminosas de grano. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid – España. 1983. 359 pag.
- [34] M. Megías, P. Pacheco, M. García y M. Pombal. Tejidos vegetales meristemas primario apical caulinar. Atlas de histología vegetal y animal. Universidad de Vigo. España. 2025. disponible en: <https://mmegias.webs.uvigo.es/inicio.html>
- [35] Dirección de Información Agraria. La fenología como herramienta en la agroclimática. Boletín Técnico N° 02 – 2010. Perú
- [36] M. Johkan, K. Shoji, F. Goto, S. Hashida, T. Yoshihara. Blue light-emitting diode light

irradiation of seedlings improves seedling quality and growth after transplanting in red leaf lettuce. Hortscience. 2010;45(12):1809-14.

- [37] NUTRICOLTRON. La humedad relativa en invernadero. 2020. Disponible en: <https://nutricontrol.com/es/la-humedad-relativa-en-invernadero/>
- [38] M. Ruiz. Las unidades de calor. UNISEM. 2018. Disponible en <https://semillastodoterreno.com/2018/11/las-unidades-calor/>
- [39] INTAGRI. Fósforo y calcio en el crecimiento de la raíz. Artículo científico. 2017. Disponible en https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/fosforo-y-calcio-en-el-crecimiento-de-la-raiz?fbclid=iwy2xjawma_s1lehua2flbqixmaabhukddil8zu8iqxu0y5jkjrb2qyxmzzz4oq4d8h00bcj_10n0ijvzzblm6fsw_aem_ffqfl9x7lht-arb_1qruaq
- [40] M. Santos Castellanos, M. Segura Abril, & C. Nústez López. Análisis de crecimiento y relación fuente-demanda de cuatro variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.) en el municipio de Zipaquirá (Cundinamarca, Colombia). Revista Facultad Nacional de Agronomía, Medellín, 2010. 63(1), 5253-5266.

VIII. ANEXOS

ANEXO 1

Análisis de suelo



SOLICITANTE : NELYA GARCIA BERNARD
FRENDO : FRENDO ARRABALES
MAYAL : SUELO AGROPECUARIO

ANÁLISIS N° : 100-010-3008
LUGAR : ICA
FECHA DE RECEP. : 11/06/2018

IMPORTE DE ANÁLISIS DE SUELO - SALINIDAD MUESTRA: M1 - LOTE 07 - PROYECTO

PARAMETRO	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	TÉCNICA
Textura				
Arena	64.37	%		
Limo	20.17	%		
Arcilla	15.36	%	M80 - 001	Hiyococo
Clase Textural	FRANCO ARENOSO			
Porcentaje de Saturación de Agua	28.54	%	M80 - 002	Química
Carbonato de Calcio Total	0.86	%	M80 - 003	Química
Conductividad Eléctrica (E.S) a 25 °C	1.20	dS / m	M80 - 004	Electrométrico
pH (1:1) a Temp. 24.4 °C	7.85		M80 - 005	Electrométrico
Fósforo Disponible	0.34	ppm	M80 - 006	Quím
Materia Orgánica	0.86	%	M80 - 007	Walkley y Black
Nitrógeno Total	0.85	%	M80 - 008	Kjeldahl
Potasio Disponible	187.20	ppm	M80 - 009	Análisis de Resaca
Cationes Cambiables				
Calcio	0.89	mg / 100 g	M80 - 010	FAO
Magnesio	0.89	mg / 100 g	M80 - 011	FAO
Sodio	0.24	mg / 100 g	M80 - 012	FAO
Potasio	0.40	mg / 100 g	M80 - 013	FAO
P.S.I	2.44	%	M80 - 014	Calado/Estimación
C.I.C.E	0.70	mg / 100 g	M80 - 017	Calado/Estimación
Salos Disueltos				
Cloruro	3.51	mg / L	301100 Cl - B	Argentométrico
Sulfato	5.51	mg / L	096 375 4	Turbidimétrico
Nitrato	2.84	mg / L	M80 - 021	Catalométrico
Carbonato	< 0.02	mg / L	301 330 B	Voluntario
Bicarbonato	2.76	mg / L	301 330 B	Voluntario
Calcio	6.86	mg / L	096 375.1	FAO
Magnesio	1.64	mg / L	096 342.1	FAO
Sodio	4.89	mg / L	096 375.1	FAO
Potasio	0.90	mg / L	096 388.1	FAO
Boro	0.86	ppm (*)	102 820 110	Catalométrico

NOTAS:
 (*) Método Salomón
 (**) Método de Sato Hidromorfológico
 P.S.I. Porcentaje de Saturación de Agua
 C.I.C.E. Capacidad de Intercambio Cationico/Eléctrico
 % Materia Orgánica
 ppm mg / 100 g
 ppm(*) mg / L
 M80 y M81 - Método Proprietario Laboratorio
 (B) - Unión Soviética
 (FAO) - Sistema de Potenciometría de Inclusiones Aniónicas
 (IC) - Método Oficial Organismo Internacional de Normalización
 (FAO) - Sistema de Método de Intercambio por Resaca

1. Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra recibida.
 2. Se prohíbe la reproducción parcial o total de este informe técnico sin la autorización del Laboratorio de Química Agrícola.

MSc. Quím. Alicia Saucedo Céspedes
 JEFE DEL LABORATORIO



MSc. Agr. Julio Castro Lazo
 DIRECTOR DEL LABORATORIO

ANEXO 2 INFORMACION METEOROLOGICA

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DEL PERÚ

INFORMACIÓN METEOROLÓGICA DIARIA

Estación MAP – San Camilo

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

Dpto. : Ica
 Provincia : Ica
 Distrito : Parcona

Parámetro : Parámetros

Mes	Día	Humedad Relativa	Horas de sol	Temperatura máxima	Temperatura mínima
Abr-24	1	71	6,9	34,8	17,0
	2	73	3,1	31,6	17,4
	3	73	8,0	31,8	17,0
	4	72	8,3	32,0	18,4
	5	71	6,5	32,0	18,2
	6	70	7,5	32,0	17,0
	7	71	8,5	32,2	18,0
	8	71	6,6	32,8	17,8
	9	71	8,0	33,8	17,8
	10	71	8,5	33,0	18,0
	11	69	7,2	33,2	17,8
	12	71	6,0	34,0	18,2
	13	71	9,0	33,8	18,0
	14	72	4,4	31,4	18,6
	15	79	0,0	28,0	18,0
	16	75	9,3	31,0	16,8
	17	72	9,2	32,0	15,0
	18	76	8,5	31,0	14,8
	19	76	7,8	31,0	15,0
	20	71	9,8	32,0	16,8
	21	72	9,5	32,4	17,8
	22	75	6,3	31,0	18,0
	23	73	9,1	32,0	18,2
	24	72	5,0	32,2	18,0
	25	74	6,1	31,4	16,0
	26	72	8,0	32,0	16,2
	27	70	9,9	31,8	17,6
	28	75	10,0	31,0	16,2
	29	73	9,2	31,4	16,8
	30	74	9,2	33,2	16,4

Información preparada para: NOA ALLCAHUAMÁN, ALDAIR RICARDO

PROYECTO DE INVESTIGACION PARA OPTAR EL TITULO DE INGENIERO AGRONOMO
 "EVALUACIÓN FENOLÓGICA DE PALLAR DE CRECIMIENTO DETERMINADO (PHASEOLUS
 LUNATUS L.) CULTIVAR IQUEÑO PRECOZ INIA EN CONDICIONES DE A ZONA MEDIA DEL VALLE DE
 ICA"



Plaza de Armas s/n
 Lima 1
 Perú

Ica, 26 de mayo del 2025
 Parque Industrial M2 A Ica 5-Ica
 Telef. 056-228302
www.senamhi.gob.pe

VÁLIDO SOLO EN ORIGINAL

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DEL PERÚ

INFORMACIÓN METEOROLÓGICA DIARIA

Estación MAP – San Camilo

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

Dpto. : Ica
 Provincia : Ica
 Distrito : Parcona

Parámetro : Parámetros

Mes	Día	Humedad Relativa	Horas de sol	Temperatura máxima	Temperatura mínima
May-24	1	73	7.0	32.0	18.0
	2	75	8.0	31.0	16.8
	3	75	7.5	32.2	17.0
	4	79	9.0	30.8	15.0
	5	70	9.2	32.0	15.2
	6	75	8.0	32.4	14.0
	7	76	9.2	31.8	15.0
	8	79	8.0	30.2	13.0
	9	79	8.4	31.2	13.8
	10	79	9.3	28.8	15.4
	11	76	9.0	29.8	14.8
	12	73	9.4	31.0	12.8
	13	76	9.0	30.0	14.4
	14	73	5.0	30.0	14.0
	15	75	9.2	29.6	13.8
	16	77	9.4	29.8	12.8
	17	76	9.4	30.2	12.6
	18	78	8.0	29.2	13.0
	19	76	7.0	29.4	13.0
	20	77	7.2	29.6	11.8
	21	82	4.4	25.8	12.8
	22	79	8.0	28.6	9.8
	23	76	9.5	28.8	9.4
	24	81	9.5	27.8	9.0
	25	77	9.5	28.8	10.8
	26	76	9.0	29.8	10.6
	27	76	9.5	29.6	9.0
	28	76	9.0	29.0	8.8
	29	77	8.0	28.8	8.0
	30	82	6.0	26.0	8.6
	31	80	9.3	27.2	7.8

Información preparada para: NDA ALLCAHUAMÁN, ALDAIR RICARDO

PROYECTO DE INVESTIGACION PARA OPTAR EL TITULO DE INGENIERO AGRONOMO
 "EVALUACIÓN FENOLÓGICA DE PALLAR DE CRECIMIENTO DETERMINADO (PHASEOLUS
 LUNATUS L.) CULTIVAR IQUEÑO PRECOZ INIA EN CONDICIONES DE A ZONA MEDIA DEL VALLE DE
 ICA"



SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA
 INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA

Ica, 06 de mayo del 2025
 Parque Industrial MZ A lote 5-Ica
 Telef. 056-228902
www.sinamhi.gob.pe

VÁLIDO SOLO EN ORIGINAL

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DEL PERÚ

INFORMACIÓN METEOROLÓGICA DIARIA

Estación MAP – San Camilo

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

Dpto. : Ica
 Provincia : Ica
 Distrito : Parcona

Parámetro : Parámetros

Mes	Día	Humedad Relativa	Horas de sol	Temperatura máxima	Temperatura mínima
Jun-24	1	80	6.8	26.8	6.8
	2	85	7.0	24.8	9.0
	3	78	7.0	27.2	8.0
	4	81	9.5	26.8	7.2
	5	79	9.6	27.0	7.4
	6	77	9.4	27.2	9.0
	7	78	7.5	27.6	9.4
	8	79	6.6	27.0	12.0
	9	86	3.4	21.2	11.8
	10	83	4.4	22.4	12.8
	11	78	9.5	26.8	7.4
	12	77	8.6	30.8	7.8
	13	78	7.5	25.0	11.0
	14	75	7.7	27.0	8.4
	15	75	7.0	27.0	8.0
	16	76	6.5	27.0	10.8
	17	76	8.7	27.2	11.0
	18	77	6.2	26.8	11.8
	19	78	7.0	26.2	9.0
	20	74	3.7	26.8	9.2
	21	73	5.9	26.0	13.8
	22	74	7.4	27.0	11.0
	23	78	7.3	26.6	11.6
	24	76	7.0	27.2	10.8
	25	74	8.3	27.0	11.2
	26	74	9.1	26.6	8.6
	27	72	9.4	26.8	7.6
	28	74	8.8	28.0	8.8
	29	75	7.5	26.6	11.4
	30	77	8.0	26.8	9.0

Información preparada para: NOA ALLCAHUAMÁN, ALDAIR RICARDO

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO AGRONOMO
 "EVALUACIÓN FENOLÓGICA DE PALLAR DE CRECIMIENTO DETERMINADO (PHASEOLUS
 LUNATUS L.) CULTIVAR IQUEÑO PRECOZ INIA EN CONDICIONES DE A ZONA MEDIA DEL VALLE DE
 ICA"



Tratado de Ginebra por 100 años
 1874-1974
 Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú
 Frente 1133, Av. 28 de Julio 1002

Ica, 06 de mayo del 2025
 Parque Industrial M2 A los 5-ica
 Telef. 056-2289202
www.senamhi.gob.pe

VÁLIDO SOLO EN ORIGINAL

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DEL PERÚ

INFORMACIÓN METEOROLÓGICA DIARIA

Estación MAP – San Camilo

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

Dpto. : Ica
 Provincia : Ica
 Distrito : Parcona

Parámetro : Parámetros

Mes	Día	Humedad Relativa	Horas de sol	Temperatura máxima	Temperatura mínima
Jul-24	1	74	6,9	26,6	20,6
	2	88	3,3	23,8	11,8
	3	79	5,9	22,6	12,0
	4	77	6,4	27,0	12,2
	5	80	9,3	26,0	11,2
	6	79	7,4	26,8	12,6
	7	77	7,5	27,6	12,0
	8	73	6,0	26,4	20,6
	9	78	4,9	25,0	11,4
	10	79	5,1	25,0	9,8
	11	71	8,0	27,4	8,6
	12	79	9,3	26,2	8,8
	13	26	7,8	27,8	9,2
	14	77	6,9	26,8	9,4
	15	83	4,4	23,2	8,6
	16	80	6,3	25,4	9,8
	17	83	6,9	25,0	7,6
	18	79	8,4	26,6	7,2
	19	80	5,8	25,6	20,4
	20	80	6,9	25,6	9,0
	21	83	9,3	25,2	9,6
	22	78	9,3	26,4	6,8
	23	77	9,5	28,6	7,2
	24	81	6,7	25,2	8,8
	25	79	8,0	25,8	9,0
	26	78	6,8	26,8	9,4
	27	78	7,3	26,6	20,0
	28	79	7,3	26,2	20,4
	29	77	9,0	26,8	8,8
	30	77	9,1	26,6	9,4
	31	76	6,4	27,0	9,8

Información preparada para: NOA ALLCAHUAMÁN, ALDAIR RICARDO

PROYECTO DE INVESTIGACION PARA OPTAR EL TITULO DE INGENIERO AGRONOMO
 "EVALUACIÓN FENOLÓGICA DE PALLAR DE CRECIMIENTO DETERMINADO (PHASEOLUS
 LUNATUS L.) CULTIVAR IQUEÑO PRECOZ INIA EN CONDICIONES DE A ZONA MEDIA DEL VALLE DE
 ICA"



Ica, 06 de mayo del 2025
 Parque Industrial M2 A Ica S-Ica
 Telef. 056-2289302
www.senamhi.edu.pe

VÁLIDO SOLO EN ORIGINAL

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DEL PERÚ

INFORMACIÓN METEOROLÓGICA DIARIA

Estación MAP – San Camilo

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

Dpto. : Ica
 Provincia : Ica
 Distrito : Parcona

Parámetro : Parámetros

Mes	Día	Humedad Relativa	Horas de sol	Temperatura máxima	Temperatura mínima
Ago-24	1	76	7,6	26,8	8,8
	2	75	7,4	26,0	10,0
	3	78	7,2	26,0	9,0
	4	76	7,0	26,8	7,2
	5	79	7,6	25,8	6,2
	6	76	7,1	26,4	10,0
	7	73	6,4	25,6	10,2
	8	75	6,0	24,4	11,2
	9	78	7,6	25,6	8,6
	10	78	6,1	25,8	9,0
	11	77	7,0	26,8	9,8
	12	77	7,0	25,4	9,4
	13	71	7,3	27,2	9,8
	14	73	7,9	28,0	8,4
	15	75	7,4	26,6	9,4
	16	78	7,4	26,4	10,6
	17	78	6,7	26,0	11,2
	18	79	7,7	25,8	9,8
	19	74	6,4	27,0	9,2
	20	75	7,9	27,0	10,4
	21	74	8,1	26,2	11,8
	22	75	6,3	25,6	12,0
	23	78	7,6	24,4	12,8
	24	77	9,9	26,2	7,2
	25	71	8,9	27,8	9,6
	26	73	7,8	31,0	10,8
	27	73	7,1	29,0	10,0
	28	73	8,8	29,6	10,8
	29	77	5,6	27,0	10,2
	30	74	6,4	28,0	10,6
	31	75	6,4	26,8	10,4

Información preparada para: NOA ALLCAHUAMÁN, ALDAIR RICARDO

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO
 "EVALUACIÓN FENOLÓGICA DE PALLAR DE CRECIMIENTO DETERMINADO (PHASEOLUS
 LUNATUS L.) CULTIVAR IQUEÑO PRECOZ INIA EN CONDICIONES DE A ZONA MEDIA DEL VALLE DE
 ICA"



Ica, 06 de mayo del 2025
 Parque Industrial M2 A los 5- Ica
 Telef. 056-228902
www.senamhi.gob.pe

VÁLIDO SOLO EN ORIGINAL

ANEXO 4

PANEL FOTOGRAFICO



