



UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCVELICA

(Creada por Ley N° 25265)



ESCUELA DE POSGRADO FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS UNIDAD DE POSGRADO

TESIS

**“PRECIPITACIÓN SOLIDA SIMULADA COMO FACTOR
METEOROLÓGICO INFLUYENTE EN EL RENDIMIENTO DE LA
ARVEJA (*Pisum sativum*) EN ACOBAMBA”**

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

PRESENTADO POR:

Mtro. MARYSABEL EUGENIA CORDOVA DAMIAN

**PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE DOCTOR EN
CIENCIAS AGROPECUARIAS**

HUANCAVELICA - PERÚ

2022



UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAMELICA
(Creado por la ley N°25265)
ESCUELA DE POSGRADO
UNIDAD DE POSGRADO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
(APROBADO CON RESOLUCION N°736-2005-ANR)



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Ante el jurado conformado por los docentes: Dr. David, RUIZ VILCHEZ Dr. Efraín David, ESTEBAN NOLBERTO Y Dra. Agustina, VALVERDE RODRIGUEZ.
Asesor: Dr. Ruggierths Neil, DE LA CRUZ MARCOS.
ORCID: 0000-0002-7539-4003
DNI: 20099041

De conformidad al reglamento único de grados y títulos de la Universidad Nacional de Huancavelica, aprobado mediante Resolución N° 330-2019-CU-UNH y modificado con resolución N°552-2021-CU-UNH; y la Directiva de Sustentación Sincrónica de Tesis de los Estudiantes de Maestría y Doctorado de las Unidades de posgrado de las Facultades Integrantes de la Universidad Nacional de Huancavelica en el Marco del Estado de Emergencia covid-19, aprobado con Resolución Directoral N° 340-2020-CU-UNH.

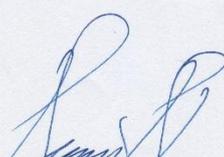
EL candidato al GRADO DE DOCTOR EN CIENCIAS AGROPECUARIAS, Doña Mtra. Marysabel Eugenia, CORDOVA DAMIAN procedió a sustentar su trabajo de investigación titulado: "PRECIPITACIÓN SOLIDA SIMULADA COMO FACTOR METEOROLÓGICO INFLUYENTE EN EL RENDIMIENTO DE LA ARVEJA (*Pisum sativum*) EN ACOBAMBA"

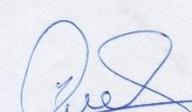
Luego, de haber absuelto las preguntas que le fueron formuladas por los miembros del jurado, se dio por concluido al ACTO de sustentación de forma sincrónica, realizándose la deliberación, calificación y resultando:

Con el calificativo: Aprobado X Por:.....**MAYORIA**.....
Desaprobado

Y para constancia se extiende la presente ACTA, en la ciudad Acobamba, a los diecinueve días del mes de octubre del año 2022.


Dr. David, RUIZ VILCHEZ
Presidente
ORCID: 0000-0001-8871-5833
DNI: 20033973


Dr. Efraín David, ESTEBAN NOLBERTO
Secretario del jurado
ORCID: 0000-0003-3426-2255
DNI: 22497743


Dra. Agustina, VALVERDE RODRIGUEZ
Vocal
ORCID: 0000-0003-1522-4827
DNI: 43730740

Dedicatoria

A Dios, nuestro creador, quien me dio la vida, inspiración y fortaleza para culminar exitosamente mis estudios y permitirme ser mejor persona de bien. A mi madre, que está en el cielo, a quien le prometí que cada día sería mejor persona, para que siempre esté orgullosa de mí. A mi padre quien me quiso mucho y fui su orgullo, demostrándole que si puede. A mis hijos, quienes son el motor de mi vida, y porque me comprendieron el haber dedicado gran parte de mi tiempo a mi trabajo, demostrándoles que la fuerza de voluntad y la perseverancia me permitieron cumplir cada una de mis metas.

ASESOR:

Dr. Ruggierth Neil DE LA CRUZ MARCOS

<https://orcid.org/0000-0002-7539-4003>

DNI: 20099041

RESUMEN

El trabajo se realizó en Acobamba departamento de Huancavelica, tuvo por objetivo evaluar el efecto de diferentes niveles de defoliación ocasionada por precipitación sólida simulada en el crecimiento y rendimiento del cultivo de arveja verde. En el estudio se utilizó el método científico experimental con el diseño completo al azar de siete tratamientos y tres repeticiones. Los tratamientos en estudio estuvieron compuestos por cinco niveles de daño foliar a las plantas de arveja del 25%, 50%, 75%, 100% y 100% más quiebre del tallo, realizados al inicio de la floración. Se utilizó el análisis de varianza para analizar los datos de las variables y la prueba de tukey para la comparación de los promedios. Se obtuvo como resultados relevantes: El tamaño de las vainas disminuyó en relación con el nivel de daño foliar, 4.37 cm fue el promedio para el tratamiento de 100% de defoliación más quiebre de tallo, 36.29 % que el testigo. El diámetro promedio de las vainas fue disminuyó en 33.9%, el número de granos por vaina disminuyó en 47.09 %. Se concluye que los niveles de daño foliar influyeron negativamente en el rendimiento de vainas verdes hasta en 63.32 % menos.

Palabras clave: Daño foliar, rendimiento, vaina verde de arveja.

ABSTRACT

The work was carried out in Acobamba department of Huancavelica, its objective was to evaluate the effect of different levels of defoliation caused by simulated solid precipitation on the growth and yield of the green pea crop. In the study, the experimental scientific method was obtained with the completely randomized design of seven treatments and three repetitions. The treatments under study were composed of five levels of foliar damage to pea plants of 25%, 50%, 75%, 100% and 100% plus stem breakage, performed at the beginning of flowering. The analysis of variance was used to analyze the data of the variables and the Tukey test for the comparison of the means. Relevant results were obtained: The size of the pods decreased in relation to the level of foliar damage, 4.37 cm was the average for the treatment of 100% defoliation plus stem breakage, 36.29% than the control. The average diameter of the pods was decreased by 33.9%, the number of grains per pod decreased by 47.09%. It is concluded that the levels of foliar damage negatively influenced the yield of green pods up to 63.32 % less.

Keywords: Leaf damage, yield, green pea pod.

ÍNDICE

PORTADA	i
ACTA DE SUSTENTACIÓN	ii
DEDICATORIA.....	iii
NOMBRE DEL ASESOR	iv
RESUMEN.....	v
ABSTRACT	vi
ÍNDICE	vii
INTRODUCCIÓN	xii
CAPÍTULO I: EL PROBLEMA	14
1.1. Planteamiento del problema.....	14
1.2. Formulación del problema	16
4.1. Problema general:.....	16
4.2. Problemas específicos:	16
1.3. Objetivos de la investigación.....	16
1.3.1. Objetivo general	16
1.3.2. Objetivo específico.....	16
1.4. Justificación	17
1.4.1. Justificación social:	17
1.4.2. Justificación teórica.....	17
1.4.3. Justificación metodológica	18
1.4.4. Justificación práctica	18
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	19
2.1. Antecedentes de la investigación.....	19

2.1.1.	De nivel internacional	19
2.1.2.	De nivel nacional.....	24
2.1.3.	De nivel local.....	30
2.2.	Bases teóricas.....	31
2.2.1.5.	Requerimiento edafoclimático.....	36
2.2.1.6.	Instalación y conducción del cultivo de arveja	38
2.2.3.	Manejo de plagas y enfermedades en el cultivo de arveja	42
2.2.4.	Variedades de la arveja.....	43
2.2.5.	Teorías del aumento del tamaño de las precipitaciones	50
2.2.6.	Medición de la precipitación	56
2.2.7.	Origen de las precipitaciones sólidas	57
2.3.	Marco conceptual	58
2.4.	Marco filosófico.....	61
2.5.	Formulación de hipótesis	63
2.6.	Identificación de variables	63
2.7.	Definición operativa de variables e indicadores	63
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN		65
3.1.	Tipo de investigación.....	65
3.2.	Nivel de investigación	65
3.3.	Método de investigación.....	66
3.4.	Diseño de investigación	66
3.4.1.	Croquis del experimentos y distribución de los tratamientos.....	66
3.4.2.	Características del experimento.....	67
3.5.	Población, muestra y muestreo	67

3.5.1. Población:	67
3.5.2. Muestra:	67
3.5.3. Muestreo:	67
3.6. Técnicas einstrumentos de recoleccion de datos	69
3.6.1. Descripción del procedimiento de ejecución de la investigación .	68
3.6.2. Toma de datos	69
3.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos	69
3.8. Descripción de la prueba de hipótesis.....	70
CAPÍTULO IV: PRESENTACIÓN DE RESULTADOS	71
4.1. Presentación e interpretación de datos.....	71
4.1.1. Resultado de tamaño de plantas	71
4.1.2. Resultado de Rendimiento.....	79
4.2. Discusión de resultados	83
4.3. Prueba de hipótesis	87
CONCLUSIONES	89
RECOMENDACIONES	90
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	91
ANEXOS.....	101
MATRIZ DE CONSISTENCIA.....	102
PANEL FOTOGRAFICO.....	104

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Composición nutricional de la arveja.....	32
Tabla 2	Clasificación Taxonómica del Cultivo de Arveja	33
Tabla 3	Fases fenológicas del cultivo de arveja.....	34
Tabla 4	Características de la variedad remate.....	44
Tabla 5	Características de la variedad utrillo	45
Tabla 6	Características de la variedad Quantum.....	47
Tabla 7	Características de la variedad Rondo	48
Tabla 8	Características de la variedad Alderman.....	49
Tabla 9	Características de la variedad Usui	50
Tabla 10	Operacionalización de las variables	63
Tabla 11	Técnicas e instrumentos de medición de variables	68
Tabla 12	Análisis de varianza para altura de planta al inicio de la floración	71
Tabla 13	Prueba de tukey para altura de planta al inicio de la floración	72
Tabla 14	Análisis de varianza para la altura de plantas a la madurez.....	73
Tabla 15	Prueba de tukey para altura de planta a la floración	74
Tabla 16	Análisis de varianza para la longitud de vainas	75
Tabla 17	Prueba de tukey para la longitud de vainas de arveja verde	76
Tabla 18	Análisis de varianza par el diámetro de las vainas de arveja	77
Tabla 19	Prueba de tukey para el diámetro de vaina.....	78
Tabla 20	Análisis de varianza para el número de granos por vaina.....	79
Tabla 21	Prueba de tukey para el número de granos por vaina.....	80
Tabla 22	Análisis de varianza para el peso de vainas	81
Tabla 23	Prueba de tukey para el peso de vainas cosechadas por macetero .	82

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Unidad experimental de estudio con arvejas	104
Figura 2 Simulación de daño foliar por precipitación sólida	105
Figura 3 Inicio de formación de vainas de arvejas.....	105
Figura 4 Vaina de arveja en maduración	106
Figura 5 Vainas de arveja cosechadas variedad Usui: testigo	106
Figura 6 Cosecha de vainas después de 25% de daño foliar	107
Figura 7 Cosecha de vainas después de 50% de daño foliar	107
Figura 8 Cosechas de vainas después de 75% de daño foliar	108
Figura 9 Cosecha de vainas después de 100 % de daño foliar	108
Figura 10 Cosecha de vainas después de 100% de daño foliar y quiebre de tallo	109
Figura 11 Longitud de vainas de 100% de daño foliar y quiebre de tallo ..	109

INTRODUCCIÓN

El cultivo de arveja es el cultivo de mayor importancia social y económica de la población de la provincia de Acobamba, a menudo es considerada como una fuente de dispensa alimenticia y monetaria para las familias rurales dedicadas a la actividad agrícola, toda vez que es un componente principal de los sistemas de producción agrícola manejados por pequeños y grandes agricultores. La importancia de la arveja verde en Acobamba se refleja en los reportes estadísticos de la Dirección Regional Agraria de Huancavelica (2020) la que reporta que la provincia de Acobamba en los últimos años mantiene el primer lugar por la mayor área sembrada de arveja verde con 2226 hectáreas por campaña agrícola, con respecto de las 5300 hectáreas sembradas a nivel de región Huancavelica, el mismo que representa 42 %. Anualmente se llegan a producir en promedio 18,656 toneladas de arvejas verdes, de los cuales Acobamba aporta con 8458 toneladas anuales, representando el 45% del total de la producción.

Los sistemas de producción agrícola de Acobamba presentan limitaciones en el proceso de desarrollo de las plantas, siendo el principal factor el recurso hídrico, ya que las campañas agrícolas dependen los periodos lluviosos, que son variables en frecuencia e intensidad, lo que constituye la variabilidad climática. Siendo este la temática que viene tomando mayor importancia debido a que las manifestaciones de cambio climático global, también se vienen observando en el ámbito geográfico de Acobamba, en forma de cambios bruscos de las lluvias en la intensidad y forma de las precipitaciones. Precipitaciones sólidas que se presentan en forma de granizos, que por el tamaño y la intensidad causan daños foliares a los diferentes cultivos, en las que no es ajeno el cultivo de arveja verde, generando pérdidas económicas a los agricultores de las diferentes zonas, por la magnitud de los daños que generan las mismas.

Por lo tanto, se hace necesario realizar estudios sobre los posibles daños foliares que ocasionan las precipitaciones sólidas al cultivo, asimismo, las repercusiones que pueden reflejarse en los niveles de producción y rendimientos, que de ocurrir esto, se verán disminuidos los ingresos económicos de las familias dedicadas a la producción de arvejas verdes. en ese sentido surge el problema de investigación

de ¿Cuáles serían los efectos de los diferentes daños foliares ocasionados por precipitación sólida simulada en el rendimiento del cultivo de arveja? al cual buscamos respuesta, y planteamos los objetivos de evaluar el efecto de diferentes niveles de defoliación ocasionada por precipitación sólida simulada en el crecimiento y rendimiento del cultivo de arveja en la localidad de Acobamba-Huancavelica.

Que luego de realizar el estudio encaminado por los objetivos de la investigación probando las hipótesis planteadas de que los daños foliares disminuyen el rendimiento del cultivo en relación con la magnitud del daño foliar y la quebradura de los tallos. Presentamos los resultados del estudio en el presente informe, el mismo que esta ordenado bajo el siguiente esquema:

Capítulo I: El problema

Capítulo II: Marco teórico

Capítulo III: Metodología de la investigación

Capítulo IV: Resultados y discusión

Además de las evidencias fotográficas del desarrollo del estudio. Información que se pone a disposición de la comunidad académica e involucrados en el cultivo de las arvejas verdes.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1. Planteamiento del problema

Los agricultores del distrito de Acobamba tienen como componente de importancia en sus sistemas de producción agrícola el cultivo de la arveja para venta en vaina verde, siendo esta la principal fuente de ingreso para las familias de esta localidad y cuyas condiciones de clima, suelo, altitud son apropiados para el desarrollo de este cultivo. Pero, en esta parte de la sierra también se está observando el fenómeno ambiental de la variabilidad climática que se viene manifestando en los últimos años con mayor notoriedad con fuertes vientos, tormentas y granizos en cada campaña agrícola, fenómenos meteorológicos que causan en muchos casos, estragos en cada etapa de desarrollo fenológico de los cultivos agrícolas, entre los que se encuentra la arveja, siendo las causas por efecto de la granizada no son cuantificados y no se conocen con precisión cual es el daño que produce este fenómeno, en el rendimiento del principal cultivo de Acobamba y otras localidades vecinas productoras de este cultivo, la arveja es muy apreciado y preferido por los agricultores más que nada por los diversos usos que se le da como: ingrediente principal de la comida peruana, en vista que está presente en muchísimos platos, preparado de diferentes maneras como: el tecete, ensaladas, también se prepara con los granos tostados, la harina de arveja, etc.

Habiendo identificado el problema que afecta a los cultivos de arveja, el granizo ocasiona daños bastantes notorios y significativos que se puede manifiestan

en la disminución del rendimiento y en la producción global, esto sucede de manera inesperada ya sea en la etapa de prefloración, floración o post floración; incluso los daños varían desde una, rotura de tallos, seguido de una defoliación apreciable con daños de la mitad de las hojas, defoliación considerable cuando provoca daño hasta más de la mitad de cantidad de hojas y muchas veces la defoliación total o también un daño a las hojas con destrucción total; colateralmente los otros daños a la flora y fauna en las zonas de producción, como efecto negativo que causa a nivel de los suelos toda vez que produce abundante escorrentía causando la degradación de los suelos con pendiente principalmente con el consiguiente empobrecimiento por pérdidas de nutrientes y de capa arable. Dentro de los factores que son determinantes en la composición del medio se encuentran: la ocurrencia, intensidad y cantidad de precipitación, área de drenaje, erosión y solubilización del suelo, procesos de evaporación y transpiración, interacción atmósfera-agua, entre otros.

Es pertinente realizar trabajos de investigación para poder estimar la disminución del rendimiento en relación con el nivel de daño ocasionado al área foliar de las plantas. Situación que motiva el planteamiento de problemas de investigación y me conduce a ejecutar para determinar la variación dicha variable.

La no realización del estudio sobre el problema en mención, seguirá manteniendo en incertidumbre a los agricultores, pues no sabrán científicamente en cuanto pueden afectar la presencia del factor meteorológico en los rendimientos del cultivo de arveja, la misma situación pasará con las autoridades de los gobiernos regional, local y del sector agrario, para implementar políticas de remediación y reparación de daños ambientales, pues no contarán con información técnica y científica que les ayude tomar mejores decisiones, ante negociaciones con aseguradoras de cultivos agrícolas o seguros agrarios. Encontramos así, la importancia del realizar el estudio, porque los resultados, serán de beneficio de las autoridades y los propios agricultores de Acobamba.

En ese sentido se planteó como enunciado de la investigación la pregunta que se muestra en el siguiente párrafo.

1.2. Formulación del problema

Problema general:

¿Cuál sería el efecto de diferentes niveles de defoliación ocasionada por precipitación sólida simulada en el crecimiento y rendimiento del cultivo de arveja en la localidad de Acobamba-Huancavelica?

Problemas específicos:

¿Cómo repercutirá el efecto de la precipitación sólida simulada en el crecimiento de las plantas de arveja?

¿En cuánto reducirá las precipitaciones solidas el rendimiento de la arveja en vainas verdes?

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo general

Evaluar el efecto de diferentes niveles de defoliación ocasionada por precipitación sólida simulada en el crecimiento y rendimiento del cultivo de arveja en la localidad de Acobamba-Huancavelica.

1.3.2. Objetivo específico

Determinar la repercusión del efecto de la precipitación sólida simulada en el crecimiento de las plantas de arveja,

Estimar el efecto de las precipitaciones solidas simuladas en el rendimiento de la arveja en vainas verdes.

1.4. Justificación

1.4.1. Justificación social:

La investigación argumenta la necesidad de conocer y cuantificar el efecto que causa los diferentes porcentajes de defoliación de las hojas en dos etapas del desarrollo vegetativo de la planta de arveja y cuál es su incidencia en el rendimiento del cultivo; y esto permitirá planificar campañas de capacitación a los productores de ésta zona en hacer frente y atenuar los daños causados por la presencia de fenómenos adversos que suceden campaña tras campaña agrícola y evitar las pérdidas de la inversión, la misma que afecta la débil economía de las familias. Asimismo, permitirá analizar las medidas de tratamiento, su factibilidad o no factibilidad en hacer frente a estos fenómenos ambientales difíciles de pronosticar y de controlar.

1.4.2. Justificación teórica

La investigación ejecutada muestra una importancia teórica, debido a que el efecto de un factor ambiental como la granizada cause la disminución y consecuente reducción en la capacidad para proveer alimento para una población creciente, es un tema crítico cuando se considera la seguridad alimentaria del país. La importancia que tiene la evaluación de los factores que influyen en el desarrollo de las plantas radica en que algunos aspectos de ésta, son reversibles a corto plazo, como la declinación de materia orgánica, o son irreversibles, como la erosión. Esencialmente los tomadores de decisiones de los sectores agropecuario, forestal y hasta ambiental, requieren balancear tres aspectos de la calidad del suelo, que son la fertilidad, la conservación de la calidad ambiental y la protección de la vida silvestre y la salud humana. El insuficiente diagnóstico, proveniente de las determinaciones analíticas del suelo, conlleva a errores en la selección y uso de agroquímicos, lo cual a su vez se traduce en problemas de nitrificación y eutroficación, así como en contaminación química de suelos y de los mantos acuíferos, para Lichtinger et al. (2010). Sin embargo, para el caso de la recuperación foliar de las plantas se pueden aplicar nuevas alternativas como es el caso de los abonos foliares, bio estimulantes y otros productos saludables.

1.4.3. Justificación metodológica

Para lograr los objetivos del estudio, se acude al empleo de un método que regulará todo el proceso de investigación que será el método científico experimental de tipo Aplicada, con el diseño completo al zar (DCA), para desarrollar la investigación, para evaluar el efecto de la aplicación de simulación de defoliado en las etapas del desarrollo de la planta del cultivo de arveja. Así los resultados de la investigación se apoyan en las técnicas de investigación validas en el medio científico.

1.4.4. Justificación práctica

El proyecto de investigación a desarrollar encuentra su justificación práctica en las proposiciones siguientes:

De acuerdo con los objetivos de estudio, su resultado permite encontrar soluciones al problema de conocer el tamaño de daño que ocasiona la presencia de un factor ambiental como la granizada cuando afecta a un cultivo de arveja en pleno desarrollo en la localidad de Acobamba, departamento de Huancavelica.

Asimismo, porque la defoliación afecta el rendimiento del cultivo y cuando es severa puede ocasionar una pérdida total de la producción y consecuentemente deteriorar la débil economía familiar de los productores.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. De nivel internacional

Prieto et al (2020), realizaron el estudio titulado “Rendimiento de cultivares de arveja (*Pisum sativum*, L) en diferentes ambientes de la República Argentina Campaña 2019 – 2020” el trabajo se desarrolló en 13 localidades, donde se implementaron ensayos con un diseño de bloques completos aleatorizados con 3 repeticiones en diferentes altitudes. La semilla fue tratada con curasemillas Maxim evolution e inoculada con Rilegum Signum. El rendimiento se obtuvo mediante la cosecha manual de las parcelas y los datos fueron sometidos a análisis de la varianza. Se utilizaron 8 variedades. Los resultados obtenidos fueron: de los 13 sitios implantados, en dos de ellos se perdieron completamente los experimentos por accidentes climáticos, mientras que en otros dos no se pudo cosechar más que un bloque, por lo que el análisis estadístico fue realizado con sólo con sólo 9 de los sitios. La media de rendimiento de cada ambiente tuvo un rango de 460 y 3355 kg/ha, en Pasman y Oliveros respectivamente. La zona núcleo se caracterizó por un marcado déficit hídrico, aunque las temperaturas fueron favorables en el período crítico. El rango de rendimiento medio de las variedades en las localidades donde

participaron el set completo de cultivares, fueron de 1382 kg/ha (Viper) a 2261 kg/ha (Reussite). Finalmente, la variabilidad del rendimiento por parte de la variedad, del ambiente, y la interacción entre éstos. Así queda claro que, si bien la variedad se elige por cuestiones comerciales (asociados al color del grano, tamaño de semilla, porte de la planta a cosecha, etc), lo que define el rendimiento en forma más fuerte es sin duda el ambiente, explicando más del 80 % de la variabilidad observada en esta Red.

Anchivilca (2018), desarrolló la investigación titulada “Abonamiento orgánico y fertilización NPK en arveja verde (*Pisum sativum* L) cv Rondo, bajo riego por goteo en Tupicocha, Huarochirí”. Se realizó en la localidad de Cullpe, distrito San Andrés de Tupicocha, provincia de Huarochirí, región Lima en condiciones de un suelo franco arenoso. Se planteó como objetivo evaluar el efecto de la aplicación de cuatro fuentes de materia orgánica: estiércol de vacuno, estiércol de ovino, estiércol de cuy y guano de isla, también se incluyó en el experimento un tratamiento con fertilización química con una dosis de 80-100-100 de NPK, y adicionalmente un testigo absoluto. Las variables evaluadas fueron componentes morfoagronómicos, altura de planta, inicio de floración, longitud de vainas, ancho de vainas, materia seca y componentes de rendimiento, número de vainas por planta, número de granos por vaina, peso de vaina, rendimiento de vaina verde y peso de cien granos verdes. Los resultados encontrados fueron analizados a través del Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), con seis tratamientos y cuatro repeticiones, los promedios fueron sometidas al análisis de variancia y comparadas mediante la prueba de comparación de medias HSD Tukey. Los resultados del estudio muestran que para la variable altura de planta no hubo diferencias estadísticas significativas entre las diferentes fuentes de materia orgánica y la fertilización química. El tratamiento testigo absoluto tuvo un inicio de floración precoz, siendo estadísticamente significativo a los demás tratamientos. El tratamiento T2 (estiércol de ovino) y T5 (80-100-100 NPK) presentaron mayores longitud

y ancho de vaina. Para la variable materia seca aérea no se encontró diferencias estadísticas significativas. Los tratamientos T5 (80-100-100 NPK) y T2 (estiércol de ovino) presentaron los mejores rendimientos, con 15.80 y 14.72 t/ha, respectivamente, siendo estos estadísticamente diferentes a los otros tratamientos. Asimismo, el tratamiento T5 (80-100-100 NPK) presentó mejores resultados para las variables número de granos por vaina, vainas por planta, peso de vaina y peso de 100 granos. Finalmente, con respecto al índice de rentabilidad el T5 (80-100-100 NPK) presentó el índice más alto y el testigo el más bajo; con 125.94 y 76.88 por ciento, respectivamente

Cabada y Ahumada (2016) realizaron el estudio titulado “Incidencia de daño foliar sobre el rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays*)” investigadores de Argentina durante el ciclo agrícola 2015 / 2016, que tuvo por objetivo principal estimar el efecto de la defoliación simulando daño por granizo con diferentes intensidades sobre el rendimiento final en maíz en tres momentos ontogénicos diferentes. Al respecto los autores describen y afirman lo siguiente:

El estudio fue experimental. Los resultados más importantes que se reportan como conclusiones son: Los menores rendimientos se registraron en D100 (5581 kg/ha) con el 68,7% de rendimiento relativo con respecto a Test (8118 kg/ha). Por otro lado, las caídas de rendimiento estuvieron asociadas a la caída en número de granos/m² para los diferentes niveles de tratamiento de defoliación. Los resultados del tratamiento R1+40 fueron los que mostraron las menores caídas de rendimiento en comparación con los otros momentos ontogénicos en que se realizaron los tratamientos de defoliación. Las defoliaciones realizadas en R1+20 presentaron las mismas tendencias que el promedio general, registrándose las mayores pérdidas de rendimiento en D100 y esto se vio reflejado en la caída del número de granos. Los momentos de ocurrencia de una defoliación tienen diferentes impactos en los rendimientos finales. En estadios vegetativos como V10 existe una recuperación de rendimiento si la defoliación es R SIN, a diferencia del tratamiento R CON. Esto se debe a que en ese momento sigue habiendo una conexión entre la

lámina y la planta a través de la nervadura y posteriormente se registra la aparición de hojas nuevas. En cuanto a los tratamientos de defoliación parcial (D50) y total (D100) se observó una pérdida de rendimiento debido al menor número de granos logrados, ya que es en este estadio donde se fija el número potencial de granos por espiga.

Pantoja, Muñoz y Checa (2014) llevaron a cabo el trabajo de investigación titulado “Evaluación y correlación de componentes de rendimiento en líneas avanzadas de arveja *Pisum sativum* con gen afila”. En el departamento de Nariño las variedades de arveja *Pisum sativum* que se cultivan son predominantemente plantas de porte alto y abundante ramificación, que requieren sistemas de tutorado costosos para evitar el volcamiento y la proliferación de enfermedades. Producir cambios en la arquitectura de la planta utilizando variedades con gen afila que remplace hojas por zarcillos, puede contribuir a desarrollar sistemas de tutorado más simples ya disminuir el uso de fibras de polipropileno para el amarre reducir los costos de producción del cultivo. Esta investigación se realizó en la granja Lope perteneciente al Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA), Pasto-Colombia. se tuvo como objetivo evaluar genotipos de arveja *P. sativum* contribuir a la obtención de nuevas variedades con gen afila para mejorar la competitividad de la leguminosa en el departamento de Nariño. Se empleó un diseño de bloques completamente al azar (BCA) con tres repeticiones y 22 tratamientos, durante el semestre A del 2013. Los tratamientos consistieron en 20 líneas F5 de arveja volubles semiafilas obtenidas en la Universidad de Nariño y dos variedades testigo no afilas (Andina y Sindamanoy). Se obtuvieron diferencias entre genotipos en las variables número de granos por vaina, peso de vaina verde, peso de grano verde por vaina y rendimiento. El rendimiento correlacionó genotípicamente con número de granos por vaina, peso de vaina verde y peso de grano verde por vaina. En el análisis de sendero la mayor contribución indirecta positiva, fue el peso de grano por vaina verde vía peso de vaina verde,

Muro (1988) en el estudio agronómico realizado en España sobre los “Efectos de simulación de daños de pedrisco en maíz (*Zea mays* L)”, se planteó por objetivo medir los posibles efectos de la defoliación de las plantas en el desarrollo y producción, mediante la aplicación de ábacos a las variables de tormenta y porcentaje de hojas perdidas. El autor para describir sus hechos afirma que:

Considerando que en la tasación de daños indirectos en maíz provocados por las tormentas de granizo está basada en la determinación lo más exactamente posible del estado de desarrollo de la planta en el momento de la tormenta y del porcentaje de hojas perdidas a consecuencia de la misma. A falta de una base experimental propia los ábacos utilizados actualmente en España en las tasaciones han sido extraídos de experiencias italianas sobre el tema. Estos ábacos al parecer no ajustados a nuestras condiciones de cultivo arrojan porcentajes de daño relativamente más bajos que los daños realmente provocados por las tormentas. Por otro lado, la cuantía de los daños obtenidos por los trabajos italianos está bastante alejados de los daños registrados en otros trabajos fundamentalmente de origen americano siendo estos últimos de mayor cuantía que los primeros para las mismas condiciones de daño. Mediante un total de catorce ensayos realizados a lo largo de cuatro años de 1983 a 1986 en las condiciones de valle medio del Ebro en el presente trabajo se ha establecido una base experimental suficiente para elaborar ábacos propios de reducción de cosecha. Así mismo se ha profundizado en el conocimiento de la influencia que tienen las defoliaciones sobre distintos caracteres de (a) planta: evolución de M.S. Evolución de I.A.I. Incidencia de carbón (*Ustilago Maydis* Tul); (b) de mazorca: longitud número de líneas diámetro de mazorca peso de zuro; y (c) de grano: peso de 100 semillas % humedad peso específico contenido en proteína y fibra bruta. Además, se ha estudiado estadísticamente la variabilidad interanual de resultados y se ha realizado un primer intento de evaluar el efecto borde de los ensayos. Las lesiones provocadas a plantas fueron siempre las mismas defoliaciones del 33% 66% y 100% de la superficie foliar y el r. (p. 56)

2.1.2. De nivel nacional

Pari (2019) ejecutó el trabajo de investigación titulado “Efectos de bioestimulante en el rendimiento del cultivo de arveja verde Usui (*Pisum sativum* L) en valle de Huaral – 2015”. El diseño experimental fue de bloque completo al azar, con seis tratamientos y cuatro repeticiones los tratamientos fueron; T1: Calfruit a 250 cc/cil, T2: Grow More Premiun 32-10-10 a 2 kg/cil. T3: Sodam a 120 cc/cil, T4: Vigortem a 1000 cc/cil , T5: CTA-Stymulant a 200 cc/cil, y T6: Fert All Cal, Bo y Zinc a 500 cc/cil.. Al término del trabajo de investigación se determinó que estadísticamente no existe diferencia significativa en la aplicación de biostimulantes orgánicos con respecto al testigo en consecuencia es indiferente la aplicación de estos productos.

Machaca (2018) desarrollo el trabajo de investigación titulado “Niveles de guano de islas y té de estiércol de cuy en el rendimiento del cultivo de arveja verde (*Pisum sativum* L) en la irrigación Majes de Arequipa”. Los objetivos específicos fueron determinar el mejor rendimiento de arveja verde por efecto principal y efecto de las interacciones entre niveles de guano de islas y té de estiércol de cuy, así como la mejor rentabilidad del cultivo. Asimismo se reporta que los factores evaluados fueron tres niveles de guano de islas: 1t.ha-1 (GI1); 1,5 t.ha-1 (GI1.5) y 2 t.ha-1 (GI2); dos dosis de biofermento: 20% (TC20) y 40% (TC40) de cuya interacción se generaron 6 tratamientos evaluados en 3 repeticiones. Se empleó el diseño experimental de bloques completos al azar con arreglo factorial 3 x 2. Los resultados fueron sometidos a análisis de varianza y la prueba de significación de Tuckey $\alpha=0.05$. La incorporación de guano de islas fue en la preparación de terreno antes de la siembra en dosis total; mientras que la aplicación de té de estiércol de cuy fue vía foliar en tres oportunidades (a 20, 40 y 60 días de la siembra). El mejor rendimiento de vainas verdes de arveja cv. Chinchucho para efectos principales fue 12688 kg.ha-1 producto de la incorporación de 1,5 t.ha-1 de guano de islas

(GI1.5); en cambio para la aplicación de té de estiércol de cuy la aspersión en dosis del 40 % (TC40) el mayor rendimiento fue 11763,3 kg.ha-1 ; asimismo el mejor rendimiento para las interacciones fue 13850 kg.ha-1 debido al abonamiento combinado de 1,5 t.ha-1 guano de islas y aplicaciones foliares de té de estiércol de cuy al 40% (GI1.5TC40). La mayor rentabilidad del cultivo de arveja cv. Chinchucho fue 173,7 % por efecto abonamiento combinado de 1,5 t.ha-1 guano de islas y aplicaciones foliares de té de estiércol de cuy al 40% (GI1.5TC40).

Collazos, Neri y Huamán (2018) desarrollaron el estudio titulado "Rendimiento de tres cultivares de arveja (*Pisum sativum* L.) con aplicación de fertilizantes químicos y orgánicos en el anexo de Taquia, Chachapoyas", tuvo como objetivo evaluar el rendimiento de tres cultivares de arveja con aplicación de fertilización química y orgánica, para ello se utilizó un diseño en Bloques Completamente al Azar (DBCA) con tres repeticiones y nueve tratamientos incluido un testigo absoluto. Los cultivares de arveja fueron: boca negra, blanquita y verde rugosa ambos con aplicaciones de fertilización química y orgánica, las semillas se colectaron de cultivares existentes en la región Amazonas. Los parámetros evaluados fueron altura de planta, número de vainas por planta, número de granos por vaina, peso de vaina en verde y rendimiento. Los datos se sometieron al análisis de varianza mediante el software R x 64 3.3.1, usando la prueba de Tukey de comparación múltiple al 5 %. Los resultados indicaron hubo diferencia significativa entre tratamientos, donde el T9 (arveja verde rugosa + fertilización química) obtuvo mayor en altura de planta, mientras que el mayor promedio de número de vainas por planta lo obtuvo el T3 con 28.8, así mismo el tratamiento T9 mostró el mejor resultado con diferencia significativa respecto los demás tratamientos, obteniendo mayor promedio en peso de vaina en verde y rendimiento con 6408.3kg/ha y 3022.2 kg/ha respectivamente.

Alvino y Paucar (2018), desarrollaron la investigación titulado "Estudio comparativo de rendimiento en vaina verde con cinco variedades de

arveja (*Pisum sativum L*) en la comunidad de Yanatambon a 3350 msnm” Siendo el objetivo general de comparar el rendimiento en vaina verde de 5 variedades de arveja (*Pisum sativum L.*) en la Comunidad de Yanatambón y como objetivos específicos, evaluar el comportamiento de los componentes de productividad, evaluar la adaptación y proponer el cultivo de variedades de mayor rendimiento como alternativa de cultivos tradicionales en la Comunidad de Yanatambón Las semillas utilizadas en el experimento fueron certificadas provenientes de INIA-Huancayo, habiéndose realizado la siembra el 09 de noviembre del 2012 y la cosecha se realizó en 3 oportunidades según maduración de las vainas, el 9 de abril, 23 de abril y 7 de mayo de 2013. El diseño experimental utilizado fue bloques completos al azar (DBCA) con 5 tratamientos y 4 repeticiones o bloques. Los tratamientos fueron: Alderman (T1), Remate (T2), Blanco de Churampa (T3), Usui (T4) y Variedad Local (T5). con una población de 800 plantas y una muestra de 200 plantas, con distanciamiento de 0.80 m entre surcos y 0.30 entre plantas o golpe, se sembraron 4 semillas por golpe, que equivale a 50 kg/ha. ó 48 gramos/parcela de 9.60 m². De los diferentes componentes de productividad evaluados y los resultados del análisis de varianza (ANVA) se ha podido observar que existen diferencias significativas entre las variedades ensayadas la misma nos permite afirmar que estos materiales genéticos presentan capacidades productivas diferentes. Entre los resultados más importantes obtenidos durante las evaluaciones fueron: Porcentaje de emergencia sobresalen las variedades Usui (T4) y variedades locales (T5) con 98.50 y 97.25 % de emergencia. En cuanto a ciclo vegetativo, la variedad local (T5) requirió 123.50 días y la que demando mayor tiempo fue Alderman (T1) con 142.50 días. En los resultados de inicio de floración y fructificación el menor número de días corresponde al tratamiento T5, variedad local, con 88.75 y 102.50 días. En altura de planta a la cosecha, la mayor talla correspondió a la variedad Usui (T4) con 1.61 m. Con relación a longitud y ancho de vaina evaluados a la cosecha, el mayor tamaño corresponde a la variedad Alderman (T1), con 13.00 y 2.18 cm respectivamente. El menor tamaño de las variables mencionadas corresponde

a la variedad Usui (T4) con 9.00 y 1.60 centímetros. El número de granos por vaina a la cosecha, el primer lugar corresponde a la variedad Alderman (T1) con 8.50 granos y el último lugar obtuvo la variedad local (T5) con 6.50 granos. En las variables de peso de vaina por planta, peso de vaina por tratamientos expresados en kilogramos y el rendimiento en vaina verde en t/ha correspondiente a la variedad Alderman (T1), con 0.26 y 2.58 kilogramos y con 10.74 t/ha.

Rojas (2017) después de realizar la investigación titulado “Producción de arveja verde Quantum (*Pisum sativum* L) con aplicaciones de humus de lombriz, guano de islas y biol en condiciones agroclimáticas de Tiabaya – Arequipa”, los objetivos planteados en el estudio fueron: determinar la mejor producción de arveja verde así como determinar la mayor rentabilidad del cultivo por efecto de la interacción de aplicaciones de humus de lombriz, guano de islas y biol. El diseño experimental utilizado fue de bloques completos al azar con tres repeticiones en arreglo factorial 2x2x2: Los factores estudiados fueron: Humus de lombriz: 3 t .ha -1 (H3) y 6 t. ha -1 (H6); guano de islas: 1 t .ha -1 (G1) y 2 t. ha -1 (G2) y biol: 20% (B2) y 40% (B4) de cuya interacción surge 8 tratamientos. La incorporación humus de lombriz se efectuó en su totalidad en la preparación del terreno experimental antes de la siembra; la aplicación de guano de islas fue fraccionada (a pie de planta en golpes) en dos partes; la primera a 25 días de la siembra (50%) y la segunda a 50 días de la siembra (50%) mientras que biol se aplicó vía aspersion foliar en las dosis correspondientes a 20, 35, 50 y 65 días de la siembra. En nuestra investigación la mejor producción de vainas verdes de arveja var. Quantum fue producto del abonamiento mediante la interacción entre 6 t.ha-1 de humus de lombriz; 1 t.ha-1 de guano de islas y biol al 40 % (H6G1B4) generando el mayor rendimiento total ascendente a 12,8 t.ha-1 este resultado presentó diferencia estadística significativa frente a resultados obtenidos por los demás tratamientos. La mejor rentabilidad del cultivo de arveja var. Quantum fue 130,1% el mismo se logró debido al abonamiento del cultivo con la interacción

entre 6 t.ha-1 de humus de lombriz; 1 t.ha-1 de guano de islas y biol al 40 % (H6G1B4).

Guerra (2016), desarrolló el trabajo de investigación titulado “Microorganismos eficaces en el rendimiento de arveja (*Pisum sativum* L) variedad INIA 103 remate en condiciones de la E.E.A. El Mantaro” . Los objetivos fueron a) determinar las características cuantitativas del cultivo de arveja variedad INIA 103 REMATE con la aplicación foliar de microorganismos eficaces. b) determinar la dosis más adecuada de Microorganismos eficaces para incrementar el rendimiento del cultivo de arveja. Se utilizó el diseño de bloques completamente randomizado (BCR), con 6 tratamientos (T1 0.5 ml.l-1 de H2O, T2 1.0 ml.l-1 de H2O, T3 1.5 ml.l-1 de H2O, T4 2.0 ml.l-1 de H2O, T5 3.0 ml.l-1 de H2O y T6 testigo) y 3 repeticiones; Se evaluó porcentaje de emergencia, días al 50% de floración, días al inicio de la fructificación, número de vainas por planta, ancho de vaina, numero de granos por vaina, longitud de vaina y rendimiento. Los resultados fueron: En rendimiento de vaina verde sobresalió el tratamiento T4 con promedio de 10.034 kg/parcela. En porcentaje de emergencia los tratamientos T1, T2, T3, T4 y T5 superan al testigo. Los días al 50 % de floración el tratamiento T4 con promedio de 75.000 días, se comporta como el más precoz. Días al inicio de la fructificación el tratamiento T4 sobresalió con un promedio de 79.667 días, comportándose como el más precoz. Número de vainas por planta sobresalen los tratamientos T4, T3, T2 con promedios de 36.400, 36.283 y 30.527 de vainas por planta respectivamente. En ancho de vaina sobresalieron los tratamientos T4, T2, T3 y T5 con promedios de 4.700; 4.600; 4.567 y 4.500 mm respectivamente. Longitud de vaina de arveja sobresalieron los tratamientos T3, T2 y T4 con promedios de 10.060; 10.043 y 10.043 cm. Número de granos por vaina los seis tratamientos no muestran significación estadística entre ellos. De los resultados obtenidos los tratamientos T4 y T3 influyeron en los caracteres cuantitativos días al 50% de floración, días al inicio de fructificación, días a la fructificación, número de vainas por planta y rendimiento de vainas verdes de acuerdo con el orden de mérito.

Rodríguez (2015), desarrolló el trabajo de tesis titulado “Evaluación de 12 cultivares de arveja (*Pisum sativum* L.) de tipo industrial para cosecha en verde en condiciones de Tarma” se llevó a cabo en la localidad de Palcamayo – Tarma, durante la campaña agrícola 2012 – 2013. Los objetivos del estudio fueron: Evaluar el comportamiento agronómico de 12 variedades de arveja de tipo industrial para consumo en fresco en condiciones de Tarma; y Seleccionar variedades que presentan mayores rendimientos y atributos agronómicos favorables bajo condiciones de la provincia de Tarma. El material genético utilizado fue de 12 variedades de arveja de tipo industrial, se empleó el diseño de bloques completamente randomizado con 10 tratamientos y 3 repeticiones. Los resultados fueron: Las plantas de arveja de tipo industrial para cosecha en verde no son muy grandes, las más altas encontradas fueron de 58.467 cm perteneciente a la variedad Early Perfection. El número de vainas está directamente relacionado al rendimiento, sobresaliendo las variedades comerciales Quantum con un promedio de 12.72; Kapiss con 12.67 y Early Perfection con 12.27 vainas por planta respectivamente. Para el número de granos por vaina sobresalieron las variedades Recruit y Sabre con promedios de 8.233 y 8.200 granos respectivamente. Sabre es la variedad con la mayor longitud de vaina, cuyo promedio fue de 9.730 cm. La variedad Quantum sobresalió con un rendimiento promedio de vaina verde con 11403.0 kilogramos por hectárea. Las variedades comerciales Kapiss y Early Perfection, Recruit, Legacy, Bolero y Sonata, tuvieron buenos rendimientos de vaina verde con promedios de 9570.4; 9384.9; 9133.3; 8783.7; 8742.2 y 8616.9 kilogramos por hectárea respectivamente. La variedad seleccionada para las condiciones de la localidad de Palcamayo y Tarma fue la Quantum por tener porte determinado y de buen rendimiento de vaina verde.

Bautista y Rondinel (2014) realizaron el trabajo de investigación titulado “Rendimiento en vaina verde de tres variedades de arveja (*Pisum sativum* L.) en tres modalidades de siembra bajo el sistema de agricultura de conservación. Canaán a 2750 msnm – Ayacucho”. Los objetivos fueron: Determinar la variedad de arveja de mayor rendimiento en vaina verde y la

mejor modalidad de siembra bajo el sistema de agricultura de conservación, así mismo determinar el mérito económico de los tratamientos. Se condujo en un Diseño de Parcelas Divididas (DPD) de 3 variedades (Remate, Usui y Rondo) y tres modalidades de siembra (a chorro continuo, a 0.2 m y 0.30 m entre golpes). La variedad Remate resultó ser la más precoz, alcanzando la cosecha entre los 93 y 106 días después de la siembra, la variedad Usui se comportó como intermedia con 112 días a la cosecha y la variedad Rondo como tardía con 129 días a la cosecha. La variedad Rondo muestra superioridad frente a la variedad Remate y Usui en longitud de vaina y número de granos por vaina con 10.3 cm y 7.4 granos. La variedad Usui reportó el mayor rendimiento de arveja en vaina verde con 10398.81 kg.ha⁻¹, seguida por la variedad Rondo que reportó 9250.0 kg.ha⁻¹. La mejor modalidad de siembra de arveja resultó la siembra a 0.30 m entre golpes que reportó los mayores rendimientos de arveja en vaina verde en promedio en la variedad Usui y Rondo con 9650.60 kg.ha⁻¹. La variedad Usui, presentó el mayor índice de rentabilidad con 309.67% con siembra a 0.30 m entre golpes, utilizando 3 semillas por golpe.

2.1.3. De nivel local

López (2021) , ejecutó el trabajo de investigación que lleva por título “Efecto de bioestimulantes con dos dosis en el desarrollo y rendimiento del cultivo de arveja (*Pisum sativum* L) variedad alderman en Choclococha – Pomacocha Huancavelica”. tuvo por objetivo evaluar el efecto de dos bioestimulantes aplicado en dosis diferentes en el crecimiento y rendimiento del cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.) variedad Alderman. Se utilizó como bioestimulantes al vigor plus y microbiota en dos dosis y un testigo. El estudio fue experimental con el diseño de completamente al azar con 5 tratamientos y 3 repeticiones. Se realizó el análisis de datos con análisis de varianza, para el cual se hizo uso del SPSS versión 25. Se encontró como resultados: El bioestimulante vigor plus aplicado en dosis alta, mostró mayor efecto en el crecimiento de las plantas de arveja alcanzó el promedio de 144.08 cm de altura, superando en 17.36 % al tratamiento testigo. La mayor producción de

vainas por planta se logró con la aplicación del bioestimulantes vigor plus en dosis alta con el promedio de 25.67 vainas por planta, superando en 32.49% más al testigo. La mayor producción de vainas se logró con la aplicación de vigor plus en dosis alta con valores de 213 gr/planta, superior en 32% al testigo. El resultado proyectado al rendimiento por hectárea también fue superior al testigo. Todos los tratamientos con bioestimulantes no influyeron en el tamaño de las vainas de arveja, los resultados logrados fueron no significativos. Palabras clave: Bioestimulante, dosis, arveja, rendimiento.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. El cultivo de arveja

2.2.1.1. Origen de la arveja

La arveja, también conocido como guisante procede de la domesticación de formas silvestres de la misma especie en Oriente Medio y de ahí se extendió por la cuenca mediterránea. Se divide en dos subespecies, la subsp. *sativum*, a la que pertenece el guisante cultivado, y la subsp. *elatius*, que crece silvestre en la cuenca mediterránea, aunque también pueden encontrarse silvestres o asilvestradas plantas de la subespecie cultivada (**D´Ambrosio, et al., 2018**).

2.2.1.2. Importancia nutricional

Una ración media de guisantes tiene casi tanta proteína como un huevo entero (aunque es de menor calidad), menos de un gramo de grasa, y nada de colesterol. Además, es fuente de minerales tales como el fósforo y el potasio. En cuanto a las vitaminas, hay que destacar su contenido en tiamina, niacina, folatos, y fundamentalmente en vitamina C (si bien una parte considerable de la misma puede perderse durante el proceso de cocción). Los folatos contribuyen al proceso de división celular y a la formación normal de las células sanguíneas. Además,

contribuyen al crecimiento de los tejidos maternos durante el embarazo. De ahí la importancia de ingerir alimentos con altos niveles de ácido fólico en este periodo tan crítico. El consumo de una ración de guisantes cubre el 38% y 23% respectivamente de las ingestas recomendadas de tiamina y niacina en hombres de 20 a 39 años con actividad física moderada. Tampoco podemos olvidar su aporte a la dieta de aminoácidos como la leucina, la lisina, la fenilalanina, la arginina, o la alanina (Valero, *et al.*, 2018).

Tabla 1

Composición nutricional de la arveja

	Por 100 g de porción comestible
Energía (Kcal)	80
Proteínas (g)	5,3
Lípidos totales (g)	0,4
AG saturados (g)	0,15
AG monoinsaturados (g)	0,13
AG poliinsaturados (g)	0,05
ω-3 (g)*	0,01
C18:2 Linoleico (ω -6) (g)	0,035
Colesterol (mg/1000 kcal)	0
Hidratos de carbono (g)	10
Fibra (g)	7,8
Agua (%)	76,5
Calcio (mg)	25
Hierro (mg)	1,5
Yodo (μg)	-
Magnesio (mg)	27

Zinc (mg)	0,9
Sodio (mg)	3
Potasio (mg)	340
Fosforo (mg)	122
Selenio (µg)	1
Tiamina (mg)	0,3
Riboflavina (mg)	0,11
Equivalentes niacina (mg)	3
Vitamina B₆ (mg)	0,1
Folatos (µg)	78
Vitamina B₁₂ (µg)	0
Vitamina C (mg)	18
Vitamina A: Eq.Retinol (µg)	50
Vitamina D (µg)	0

FUENTE: (Valero, *et al.*, 2018)

2.2.1.3. Características fisiológicas de la planta

2.2.1.3.1. Clasificación taxonómica

Tabla 2

Clasificación Taxonómica del Cultivo de Arveja

Clasificación Taxonómica	
Reino	Plantae
Filo	Tracheophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Fabales

Familia	Fabaceae
Género	<i>Pisum</i>
Especie	<i>Pisum sativum</i> L.

FUENTE: (Vilcapoma, 1991)

2.2.1.3.2. *Etapas de desarrollo de la planta*

Tabla 3

Fases fenológicas del cultivo de arveja

Emergencia	Botón Floral	Floración	Fructificación	Maduración
Aparición de las primeras hojas sobre la superficie del suelo. Después de la fase de emergencia la planta se mantiene en crecimiento vegetativo hasta el inicio de la fase de botón floral.	Se observan los primeros botones florales en la parte superior del tallo de la planta.	Momento en que se abren las primeras flores.	Las vainas alcanzan alrededor de 1 cm de largo, los pétalos se marchitan y caen.	Las vainas están llenas y las semillas toman el color típico de la variedad. Las partes inferiores de la planta comienzan a marchitarse y cambian su color a amarillo, las partes superiores de la planta están todavía verdes.

FUENTE: (Yzarra & López, 2011)

2.2.1.4. Descripción botánica de la arveja

La planta de arveja es una hierba anual, de tallo bajo (alcanza un máximo de 2 metros), con zarcillos como estructuras trepadoras y sistema radicular provisto de una raíz pivotante. Sus flores se producen en racimos y se observan de color blanco, lila, rosado y con estructuras de color púrpura. La semilla se produce dentro de una vaina alargada y son redondeadas, de textura lisa o rugosa (Blanco, 2019).

a) Raíz

Presenta una raíz pivotante que desarrolla numerosas raíces laterales o secundarias, las que a su vez se cubren de finas raíces terciarias. En los pelos radicales se establecen los rizobios formando los característicos nódulos fijadores de nitrógeno atmosférico. Lo más frecuente es que las raíces logren profundizar 40 – 50 cm. (Leiva, *et al.*, 2017)

b) Tallo

Los tallos son trepadores y angulosos; respecto al desarrollo vegetativo existen unas variedades de crecimiento determinado y otras de crecimiento indeterminado, dando lugar a tres tipos de variedades: enanas, de medio enrame y de enrame (Cortes, 2011).

c) Hoja

Las hojas son compuestas e imparipinadas, con folíolos elípticos, de bordes onduladas, en las hojas superiores poseen un par de folíolos y culminan en el desarrollo de un zarcillo, el cual se adhiere a las estructuras que funcionan como tutores para guiar su crecimiento (Blanco, 2019).

d) Flor

Las flores se producen en racimos que muestran brácteas foliáceas, y la cual se inserta en la axila de las hojas mediante un largo pedúnculo. Las inflorescencias pueden tener hasta 3 flores, y también puede haber flores solitarias. Las flores tienen el estandarte y la quilla de color blanco, rosado o lila, las alas de color púrpura o blancas (Blanco, 2019).

e) Fruto

El guisante es producido dentro de vainas de 5 a 10 cm de largo, las cuales contienen de 4 a 10 semillas. Las vainas son alargadas y contienen semillas lisas (para uso en conservería) o rugosas (para consumo directo) con dos cotiledones, sin endospermo, harinosas y con germinación hipogea (Blanco, 2019).

f) Semilla:

Las semillas de arveja tienen una ligera latencia; el peso medio es de 0,20 gramos por unidad; el poder germinativo es de 3 años como máximo, siendo aconsejable emplear para la siembra semillas que tengan menos de 2 años desde su recolección; en las variedades de grano arrugado la facultad germinativa es aún menor. Desde que nacen las plantas hasta que se inicia la floración, cuando las temperaturas son óptimas, suelen transcurrir entre 90 y 140 días, según variedades (Cortes, 2011).

2.2.1.5. Requerimiento edafoclimático

Al respecto se tiene:

La arveja es una leguminosa que se siembra preferentemente en invierno, debido a que resiste heladas en su fase vegetativa, cuando está creciendo, pero no en floración (INIA, 1994).

a) Suelo

La arveja requiere suelo fértil, textura areno – arcillosa, con pH entre 5,9 a 6,8 y buena capacidad de retención de agua, siendo por otro lado muy sensible a la deficiente aireación del suelo, exigiendo buen drenaje. (INIA, 1994).

b) Altitud

Se cultiva desde los 2000 hasta los 3200 m, en los más diversos agroecosistemas, se siembra en áreas de temporal o secano bajo riego. Las formas de intercalar o rotar con otros cultivos varían de acuerdo con la zona y altitud (Minchala & Guamán, 2004).

c) Precipitación

La arveja necesita una precipitación pluvial uniforme con valores entre los 800 y 1000 mm por campaña. En suelos profundos y con buena retención de humedad, cuya precipitación anual llegue a los 400 mm, el cultivo se adapta bien. En suelos con baja precipitación pluvial el cultivo se puede manejar bajo riego (Minchala & Guamán, 2004).

d) Temperatura

Es una planta que se adapta al otoño e invierno; la temperatura ideal para su crecimiento y desarrollo es de 15 a 25 °C, siendo la mejor entre los 7 a 18 °C, soportando temperaturas más bajas y hasta las heladas (Blanco, 2019).

e) Luz

Para una buena floración se recomienda tener más de nueve horas de luz y de intensidad suficiente. Las variedades de enrame requieren más horas luz que las variedades de medio enrame (Minchala & Guamán, 2004).

2.2.1.6. Instalación y conducción del cultivo de arveja

a) Siembra

La siembra se realiza al inicio del período de lluvias o en cualquier época del año si se dispone de riego. La semilla debe ser depositada a una profundidad no mayor de 2,5 a 5 cm. Cuando la siembra se realiza en suelo seco, se debe regar en los siguientes 3 a 5 días. Una vez nivelado, ya se puede hacer la siembra trazando surcos separados 40 a 80 centímetros uno de otro, dependiendo si son surcos simples o dobles. Si la siembra es al voleo, la arveja se siembra “arrojada” y luego se tapa con yunta (Minchala & Guamán, 2004).

b) Época de siembra

La época de siembra de arveja depende de la variedad y del tipo de producto a sacar: grano seco o para vaina verde. Como la mayoría siembra al secano, en la región se acostumbra a sembrar desde setiembre hasta diciembre para variedades “tardías” y hasta diciembre para variedades “precoces” (Minchala & Guamán, 2004).

c) Deshierbe

Hay que prevenir y controlar la aparición de malezas de hoja ancha y gramíneas mientras el cultivo no cubre el suelo, para evitar competencia de nutrientes y de luz entre los guisantes y otras plantas, así como disminuir riesgos de plagas y enfermedades (Mera, *et al.*, 2015).

d) Empleo de tutores

Las arvejas volubles o de mayor tamaño foliar (altura > a 1,30 m), requieren la labor de tutorado, el cual evita el volcamiento de las plantas, rompimiento de tallos y la alta incidencia de plagas y enfermedades, que pueden ocasionar pérdidas considerables. Para el tutorado del cultivo, entre los 30 y 40 días después de la siembra se hace el ahoyado y la ubicación de postes de madera o guadua de 2,90 m de longitud, a una distancia de 4-5 m en cada surco. Sobre los postes se temple fibra de polipropileno de 500 o 750 m por rollo, para realizar posteriormente el colgado de las plantas, utilizando fibra de polipropileno de 5.000 m. Finalmente, se realiza las labores de tutorado horizontal, donde se rodea a las plantas con fibra de polipropileno, creando una canastilla, con fibra de 3.000 m. Dependiendo del crecimiento y desarrollo de las plantas, será necesario realizar entre 5 y 7 labores de encanastillado por ciclo productivo (Cadena, Yepes, & Merchancano, 2020).

2.2.1.7. Tipos de tutor

- **Enramados:** Se eligen ramas secas bien ramificadas, luego de agudizar o sacar punta a su extremo inferior se entierran a una profundidad de 20 a 30 centímetros, en las líneas de plantas, de tal manera que queden a igual distancia entre planta y planta; este sistema resulta conveniente por su sencillez y economía, pero siempre se debe tener en cuenta las zonas con mucho viento, para enterrar bien las ramas (Arévalo & Ortega, 2003).
- **Espalderas con hilos horizontales:** Se colocan los tutores en posición vertical a una distancia que puede variar entre 1,50 a 2 metros. Luego se sujetan los tutores de los extremos con estacas, después se tiende las pitas o rafias en forma horizontal, con un distanciamiento entre pitas o hilos de 40 a

50 centímetros, como se observa en el dibujo. Además, en este sistema de conducción se recomienda colocar pitas a los costados de la línea de plantas, lo cual ayuda a mantenerlas en posición vertical (Arévalo & Ortega, 2003).

- **En caballete:** Los tutores se colocan cruzados en su parte terminal y se atan fuerte con pitas o rafia, luego se van tendiendo líneas horizontales, con pitas de yute, rafia u otro material. Este tipo de tutores se utiliza cuando se siembra en ambos lados del surco. En zonas de mucho viento se debe enterrar los tutores en forma profunda y no dejar entre los caballetes una distancia superior a los 1,50 metros (Arévalo & Ortega, 2003).
- **Espalderas de alambre tejido:** Es el sistema más eficiente que mejor se presta para soportar variedades de arveja de crecimiento indeterminado, pero en grandes extensiones resulta poco práctico y antieconómico. Por lo general la duración de este tejido metálico se ve recortada por la acción corrosiva del clima y de las aplicaciones de pesticidas que se realizan en el cultivo (Arévalo & Ortega, 2003).

2.2.1.8. Ventajas del uso de tutores

El uso de tutores en el cultivo de arveja, presenta las siguientes ventajas sobre el cultivo sin tutores:

- El rendimiento por hectárea se incrementa al doble o más.
- Podemos aumentar la población de plantas por hectárea.
- Se obtiene mayor cantidad de vainas de mejor calidad.
- El número de vainas podridas se reduce.
- Se logra un mejor control de plagas y enfermedades.

- El daño por pájaros se reduce.
- Los tutores instalados se pueden usar más de una vez.
- La cosecha se realiza con mayor facilidad (Arévalo & Ortega, 2003).

e) Riego

Los requerimientos hídricos del cultivo de la arveja para vaina verde son menores que para grano seco, debido al ciclo del cultivo más corto. Con disponibilidad de agua suficiente, es recomendable un sistema de riego que no requiera una inversión inicial tan alta. Por otro lado, se deben evitar excesos de riego, debido al aumento de la incidencia de enfermedades, además de ser delicado en cualquier etapa de desarrollo, pero particularmente durante los meses de noviembre y diciembre, época donde el cultivo al presentar un follaje más desarrollado y denso, se genera un ambiente propicio para el desarrollo de enfermedades. Se considera que el riego en etapas críticas del cultivo como floración y formación de grano, puede aumentar considerablemente el rendimiento (Leiva, *et al.*, 2017).

f) Fertilización

Se recomienda incorporar 10 t/ha de materia orgánica, durante la preparación del terreno, como forma de mejorar el suelo. La cantidad de fertilizantes a utilizar se determina mediante el análisis químico del suelo previo a la siembra. Se recomienda niveles de fertilización de 40-80-60 de N, P₂O₅, K₂O/ha. La aplicación se realiza durante la preparación del terreno o simultáneamente con la siembra, utilizando todo el P-K y el 50% del N; al momento del aporque se aplica el 50% del N restante (INIA, 2004).

g) Cosecha y trilla

- **Grano verde o tierno:** La cosecha se debe realizar antes que las vainas se pongan fibrosas. Una hilera, por lo general da al menos tres cosechas si se comienzan a recolectar las vainas de la parte de abajo. Luego de la cosecha, las plantas se cortan a nivel del suelo, permitiendo de esta manera que las raíces se descompongan y así el nitrógeno asimilado retorne al suelo y quede disponible para las cosechas siguientes (Blanco, 2019).
- **Grano seco y semilla:** La cosecha está determinada por el amarillamiento (secamiento) de vainas y plantas, es decir éstas han completado su ciclo y el grano ha perdido humedad (del 18 al 20%) debido al viento, temperatura y luz solar. La cosecha se realiza en forma manual arrancando las plantas y secando al sol. La trilla se realiza con varas sobre una era o usando trilladoras mecánicas. La trilla se realiza preferentemente con vara o máquina. El secado del grano se realiza a la sombra y la selección para semilla se realiza por granos de mayor tamaño, bien formados, uniformes, sin manchas, ni daños mecánicos (Minchala & Guamán, 2004).

2.2.3. Manejo de plagas y enfermedades en el cultivo de arveja

se realiza haciendo un uso adecuado e integral de estrategias para proteger los cultivos de ataques de plagas, incluyendo: enfermedades, hierba mala e insectos. Aquí se presentan estrategias orgánicas ya que el uso de agroquímicos es nocivo para la salud y dañino al medio ambiente (Rivera, 2015).

- a) El Control Biológico:** Consiste en hacer uso de los enemigos naturales de los insectos - como por ejemplo mariquitas, mantis religiosas, arañas, avispa. Estos seres se consideran amigos del

huerto ya que se alimentan de insectos que causan daño a los cultivos (Tamayo P. , 2000).

- b) El Control Cultural:** Consiste en la implementación de un conjunto de labores dentro del huerto para reducir el ataque de plagas (Rivera, 2015).
- c) El Control Manual y Físico:** Consiste en eliminar plagas a mano sacándolas individualmente para luego echarlas lejos del huerto o matarlas. Este método demanda repetición y constancia, pero garantiza buenos resultados (Héctor, 2012).
- d) El Control Etológico:** Consiste en hacer uso de trampas - de luz, color, agua, cebos y otros – para alejar a los insectos plaga (Rivera, 2015).
- e) El Control químico:** Es el uso de moléculas comerciales de síntesis químico. Los fungicidas, herbicidas e insecticidas son la última herramienta eficaz para el control de enfermedades, malas hierbas e insectos plagas. Su uso racional determina una acción preventiva y curativa, rápida y confiable cuando los problemas fitosanitarios superan el umbral de daño económico (Tamayo P. , 2000).

2.2.4. Variedades de la arveja

Las variedades de arveja se pueden dividir en criollas y mejoradas. Las criollas son aquellas sembradas 33 tradicionalmente y son más o menos puras debido a la autopolinización de la planta de arveja, pero respecto a otras características, las variedades criollas no pueden competir con las variedades mejoradas. Se diferencia en el comportamiento de plantas, por la duración del periodo vegetativo, el rendimiento, la resistencia al desgrane y tumbado de las plantas y la susceptibilidad a las enfermedades. Las plantas de las variedades de

mata baja alcanzan una altura promedio de planta de 45 cm., las de medio enrame una altura promedio de 70 cm y las variedades de enrame pueden crecer más de 2 m de altura de planta, según las condiciones medio ambientales y el sistema de siembra. Las variedades pueden ser, precoces, intermedias y tardías, pues la cosecha en verde en promedio ocurre a los 80, 100 y 120 días después de la siembra, en correspondencia a la precocidad o tardías, respectivamente. Respecto al consumo del grano seco o en verde, para el primero se utilizan solo variedades de grano liso, como: Tarma, Remate, Criolla, Pasco. entre otras, mientras que para grano verde se emplean tanto variedades de grano liso (las anteriores) y también las de grano rugosa, como Alderman, Utrillo, Rondo, Usui, Quantum y Early Perfection, entre otras (Camarena, Huaranga, & Osorio, 2014). Las variedades comerciales que comúnmente se cultivan en condiciones de Costa y Sierra son:

Remate

Cuadro 1: Características de la Variedad Remate

Tabla 4

Características de la variedad remate

Característica	
Altitud	1600-3300 m.s.n.m.
Clima	15°C y 18°C
Suelo	Franco arenoso
Densidad de siembra	70 kg/ha
Época de siembra	setiembre – diciembre
Periodo vegetativo	4 meses

Fertilización	40-80-60 N.P.K. 10 t/ha materia orgánica
Método de siembra	Chorro continuo y golpe
Distanciamiento	0.80m entre surcos y 0.30 m entre plantas.
Días a la floración	73 días
Días madurez fisiológica	120 días
Inicio cosecha vaina verde	110 días
Cosecha en grano seco	150 días
Rendimiento vaina verde	10 t/ha con tutores y 6.30 t/ha, sin tutores

FUENTE: (Camarena, Huaranga, & Osorio, 2014)

a) Utrillo

Tabla 5

Características de la variedad utrillo

Característica	
Altitud	700-1200 m.s.n.m.
Fertilización	60-90-70 N.P.K.
Densidad de Siembra	120 kg/ha
Distanciamiento	0.60m entre surcos y 0.15 m entre plantas
Clima	7°C T° mín. y 15°C T° máx.

Periodo Vegetativo	3.5. meses
Época de siembra	marzo-setiembre
Plagas y enfermedades	Mosca minadora, Chupadera fungosa y Oídium
Rendimiento	11 t/ha (verde) y 2.5 t/ha (seco)

FUENTE: (Valladolid, 2016)

b) Quantum

Tabla 6

Características de la variedad Quantum

	Característica
Altitud	1800-3000m.s.n.m.
Clima	16°C – 18°C.
Fertilización	70-90-80 N.P.K.
Distanciamiento	0.75m entre surcos y 0.25 entre plantas
Densidad de siembra	75-90 kg/ha
Periodo vegetativo	3.5-4 meses
Época de siembra	Mayo – junio
Plagas y enfermedad	Mosca minadora, Chupadera fungosa y Oídium
Rendimiento	12.5 t/ha (verde)

FUENTE: (Camarena, Huaranga, & Osorio, 2014)

c) Rondo

Tabla 7

Características de la variedad Rondo

Característica	
Altitud	1300-3200 m.s.n.m.
Clima	16°C y 15°C
Densidad de siembra	70-80 kg/ha
Fertilización	80-100-80 N.P.K
Periodo vegetativo	2.5 -3 meses
Distanciamiento	0.75m entre surcos y 0.40 entre plantas.
Periodo Vegetativo	4-4.5 meses
Época de siembra	mayo - agosto
Plagas de enfermedad	gusano de tierra
Rendimiento	20 t/ha (verde)

FUENTE: (Camarena, Huaranga, & Osorio, 2014)

d) Alderman

Tabla 8

Características de la variedad Alderman

Característica	
Altitud	1800-3400 m.s.n.m.
Densidad de siembra	60 kg/ha
Época de siembra	mayo - agosto
Fertilización	60-80-60 N.P.K.
Método de siembra	Golpes y chorro continuo
Periodo vegetativo	4 meses
Rendimiento	7-8 t/ha (grano verde) 1,252 kg/ha (grano seco)
Plagas y enfermedades	Mosaico Oídium, Mildiu, Masticadores de hojas y Mosca miradora.

FUENTE: (Valladolid, 2016)

e) Usui

Tabla 9

Características de la variedad Usui

	Característica
Altura de planta	1.27 m
Ciclo Vegetativo	120 y 130 días
Vainas medianas	Longitud promedio de 8.5 cm.
Color de grano	Crema, opaco.
Forma	Esférica de textura lisa.
Tamaño	Grande, 100 semillas pesan 30 a 35 gr.
Calibre	285 a 333 semillas en 100 gramos

FUENTE: (Valladolid, 2016)

2.2.5. Teorías del aumento del tamaño de las precipitaciones

Referente a las teorías de las precipitaciones se tienen los siguientes:

Teoría de Bergeron - Findeisen: La presión de vapor de saturación es más pequeña sobre el hielo que sobre el agua. Si en una nube aparecen gotas de hielo, el vapor de agua tiende a depositarse sobre el hielo. Una vez formados los minúsculos cristales de hielo, estos crecen rápidamente por condensación. Los cristales de hielo tienden a astillarse por efecto de las corrientes de aire lo que incrementa su número. Por otra parte, los cristales de hielo pueden unirse debido a su forma

dendrítica. Cuando la velocidad de caída del hielo sobrepasa las corrientes de aire ascendente el copo de nieve cae y se transforma en lluvia si atraviesa una capa de aire con temperatura mayor de 0 C suficientemente espesa. Basados en esta teoría se han hecho experimentos de siembra de nubes subenfriadas con núcleos de condensación. Los resultados parece que sólo son positivos en nubes orográficas. El desencadenamiento prematuro de la precipitación puede incluso destruir las ráfagas ascendentes de aire y disipar la nube sin embargo no existen resultados concluyentes. (Acuña Valverde & Robles Sánchez, 2017, p. 122)

Procesos de colisión y coalescencia: El movimiento de las gotas de agua en las nubes originan colisiones entre las mismas que contribuyen a unir las y por tanto a aumentar su tamaño medio. Por otra parte, la velocidad de caída de las gotas de agua tiene una velocidad límite proporcional a su diámetro, de este modo las gotas mayores caen más rápido que las pequeñas arrastrándolas. Las gotas más pequeñas son apartadas a un lado. La turbulencia y la electrificación en las nubes cumuliformes tiende a incrementar el proceso de coalescencia. Este último es el proceso fundamental en las nubes cálidas de latitudes bajas o las de tipo convectivo de latitudes medias donde la temperatura no llega a descender por debajo de los cero grados Celsius (0° C). (Manual de meteorología y gestión de la información climática, 2019, p. 123)

2.2.5.1. Tipos de precipitación

Sarochar (2018), en función del tipo de proceso que desencadena el ascenso de aire describe a los siguientes tipos de precipitación:

2.2.5.1.1. Precipitación tipo lluvia:

Agua líquida: es la forma más común y resulta de la caída directa de las nubes. A menudo la precipitación comienza como

hielo pero se funde en su trayecto a la tierra. Abarca superficies de regular extensión. Se compone de gotas mayores de 0,5 mm de diámetro, que caen con una velocidad superior a 3 m/s. La nube que la genera es el Nimbostratus. Según su mayor o menor intensidad, se las denomina lluvia fuerte, moderada o ligera.

Lluvia general: es una lluvia de larga duración (de 3 a 48 horas) y de importante registro (de 10 a 200 mm), abarca grandes extensiones, comúnmente provincias o países enteros. Es lluvia producida por la elevación de masas de aire calientes y húmedas.

Llovizna: suele ser también de larga duración, pero de poca intensidad, no pasando de 1 mm por hora. Las lloviznas se producen en igualdad de condiciones que las lluvias generales, pero las masas de aire de las que provienen, o no son muy húmedas o no fueron elevadas muy altas. Son precipitaciones uniformes, formadas por gotitas de diámetros menores a 0,5 mm, las que, debido a la pequeña velocidad de caída, parecen flotar en el aire.

Garúa: es una llovizna de niebla. No afecta mayormente la visibilidad. Debido a su reducido peso y tamaño, las gotitas se mueven aleatoriamente en todas direcciones, por lo que parecen mojar por todos lados. La cantidad de agua que precipita es muy escasa. Las garúas son muy frecuentes en las costas chilenas, especialmente durante los meses de agosto y septiembre, época en que las neblinas suelen tener un espesor de 300 a 400 m

Chaparrón o chubasco: son lluvias breves, pero de muy alta intensidad, pudiendo alcanzar varias decenas de milímetros por hora.

Aguacero: es también una lluvia breve, pero a diferencia del chaparrón, mucho más abundante. Sus variedades más importantes son:

a) **Aguacero fuerte:** es una lluvia breve, muy fuerte, reducida a una pequeña zona.

b) **Aguacero torrencial:** es breve, pero fortísimo. Suele producir daños materiales.

Tanto el chaparrón como los aguaceros son lluvias de poca duración (de 5 a 60 minutos), pero de mucha intensidad (de 50 a 200 mm). Son lluvias producidas por el ascenso violento de masas de aire calientes y húmedas. (pág. 177).

2.2.5.1.2. Precipitación tipo nieve

La nieve baja en copos más o menos grandes que presentan una estructura cristalina de variadas formas, la más corriente es que adopten forma de estrella de seis puntas. La nieve se forma cuando la temperatura es tan baja que el agua adquiere estado sólido.

Nieve común: los cristales de hielo primitivos crecen y se agrupan, formando cristales de nieve de formas bellísimas, que, a su vez, durante la caída, se coagulan en copos de nieve. La nieve se puede formar a cualquier temperatura por debajo de 0 °C. La velocidad de caída normalmente no supera los 2 m/s.

Agua nieve: es una mezcla de nieve y lluvia, que se produce cuando la nieve atraviesa una capa de aire algo más cálida, en ella los copos pequeños tienen tiempo suficiente para licuarse.

Nieve granulada: está formada por granos blancos, opacos, algo aplanados, cuya dimensión no supera el milímetro. Cuando

tocan tierra no rebotan, ni se rompen. La nieve granulada representa una formación intermedia entre la nieve y el granizo blando. Su esqueleto primitivo lo forman cristales de nieve, que luego son recubiertos por las gotitas de agua en estado de sobrefusión con que chocan durante su caída. La nieve granulada cae, en general, a temperaturas debajo de 0 °C, pero en un ambiente sobresaturado respecto del agua, o sea de humedad relativa superior a 100 %.

Agujas de hielo: son cristales de hielo muy pequeños, no ramificados, que tienen formas de escamas o de bastoncitos, y son tan pequeños que parecen flotar en el aire. Se notan fácilmente cuando brillan en el sol como “polvo de diamante”, produciendo variados fenómenos ópticos. Es una precipitación que sólo se forma a temperaturas muy bajas. Las regiones polares y las altas capas atmosféricas son sus verdaderos dominios.

La nieve, con todas sus variedades, es un producto típico de las nubes de tipo estratiforme. En nubes convectivas se forma sólo a gran altura, donde la temperatura es inferior a – 22 °C.

2.2.5.1.3. Precipitación tipo granizo

Granos o corpúsculos de hielo más o menos duros que caen de las nubes. El tamaño de estas partículas oscila, normalmente, entre unos milímetros y dos o más centímetros. Al contrario de la nieve, que se da casi siempre en invierno o regiones heladas propicias, el granizo se produce, generalmente, tanto en verano como en la estación invernal. El mecanismo de esta precipitación violenta de gránulos de hielo está relacionado con las tormentas, en las que interviene la convección como

elemento esencial en su formación, y con los fenómenos eléctricos.

Las variedades de granizo son:

Granizo blando: grano blancuzco, opaco, quebradizo y desmenuzable con los dedos. Al tocar el suelo rebota y a menudo se rompe. Su tamaño oscila entre 2 y 5 mm. Se forma por adhesión de gotitas de agua sobre enfriadas a un cristal de nieve.

Granizo duro: granizo blando, recubierto por una capa de hielo. Se forma cuando el granizo blando atraviesa una nube de agua. Las gotitas de agua se depositan sobre la superficie del mismo antes de congelarse. Su aspecto es vidrioso, semitransparente; no se aplasta fácilmente. No se rompe ni rebota cuando toca el suelo. Se forma principalmente en nubes Cumulonimbus.

Granizo y piedra: granos de hielo de considerable tamaño. Los de menos de 2 cm de diámetro se llaman granizo; los mayores, piedra. Ambos se producen en Cumulonimbus que se desarrollan en días de mucho calor y de mucha humedad. Su mayor frecuencia se observa, como es natural, durante la estación de verano, en las horas de la tarde. Son precipitaciones características de los continentes. En los mares raras veces cae granizo.

Garrotillo: granos de hielo de 1 a 4 mm de diámetro, comúnmente transparentes o translúcidos, duros, que cuando tocan el suelo rebotan. Son gotas de lluvia que se han congelado al atravesar una capa de aire frío que cubre el suelo, cuya temperatura es inferior a 0 °C.

Por su parte, NATUREDUCA (2020) define al granizo como: “granos de hielo que se forman en las nubes *cumulonimbus*. Presentan diversas formas y tamaños, no suelen rebasar los 2 cm. de diámetro, pero se han conocido casos de hasta 13 cm. de diámetro y pesos de hasta 1 Kg.” (p. 8).

Por otra parte, el mismo autor describe el siguiente proceso de formación del granizo:

El rápido ascenso del aire húmedo contenido en los cúmulos por efecto de corrientes verticales tormentosas es la causa de que se forme el granizo. Cuando el aire es arrastrado turbulentamente hacia las capas más altas de la atmósfera, las pequeñas gotas de agua del cúmulo se enfrían muy rápidamente, pero a pesar de que la temperatura es inferior al punto de congelación, no se congelan enseguida, sino que se mantienen en una situación de enfriamiento extremo, a la vez que siguen ascendiendo y creciendo conforme colisionan repetidamente con otras partículas de agua también muy frías, pero todavía líquidas. Al final de la nube se forma el granizo por condensación directa del vapor de agua en cristales de hielo. Finalmente, cuando por razón de su peso y volumen las gotas congeladas ofrecen demasiada resistencia al aire, las corrientes no pueden seguir suspendiéndolas o transportándolas, y comienzan entonces a caer a la superficie terrestre. (NATUREDUCA, 2020, p. 9).

2.2.6. Medición de la precipitación

Al respecto, Sarochar (2018), indica:

Que el pluviómetro, es el instrumento que se emplea en los centros de investigación meteorológica para la recogida y medición de la lluvia caída. La unidad de medida de la precipitación es el milímetro de

precipitación y equivale a una lámina de 1 m² de superficie y 1 mm de espesor. En volumen representa 1 litro de agua por metro cuadrado. (pág. 16).

2.2.7. Origen de las precipitaciones sólidas

Sobre el origen de las precipitaciones sólidas, Portillo (2020), realiza la siguiente explicación, de como ocurre el proceso de la formación de las precipitaciones sólidas, así:

Las precipitaciones sólidas se forman cuando en las nubes se forman cristales de hielo, el aire en la superficie de la tierra se calienta y asciende en altitud, conforme más se eleva se enfría, por lo que, cuando la masa de aire asciende, se topa con el aire más frío y se satura. Al saturarse, se condensa en pequeñas gotitas de agua o cristales de hielo (dependiendo de la temperatura a la que se encuentra el aire circundante) y se sitúan alrededor de pequeñas partículas de un diámetro inferior a dos micras llamados **núcleos de condensación higroscópico**. Cuando las gotas de agua se aferran a los núcleos de condensación y las masas de aire de la superficie no paran de ascender, se va formando una nube de desarrollo vertical, puesto que es tal la cantidad de aire que se va saturando y condensando, que acaba aumentando en altura. Este tipo de nubes que se forman por inestabilidad atmosférica se le llama *Cumulus humilis* que, conforme se desarrollan verticalmente y alcanza un espesor considerable (lo suficiente como para no dejar pasar apenas radiación solar), se le llama *Cumulonimbus*. Para que el vapor existente en una masa de aire que alcanza la saturación pueda condensarse en forma de gotitas es preciso que se cumplan dos condiciones: la primera es que la masa de aire se haya enfriado lo suficiente, y la segunda es que existan en el aire núcleos de condensación higroscópicos sobre los que puedan formarse gotitas de agua. Una vez que se han formado las nubes, ¿qué es lo que hace que den o no lugar a la lluvia, el granizo o la nieve, es decir, a algún tipo de precipitación? Las minúsculas gotitas que forman la nube y que se encuentran en suspensión dentro de ella

gracias a la existencia de corrientes ascendentes, empezarán a crecer a expensas de otras gotitas que encuentran en su caída. Sobre cada gotita actúan fundamentalmente dos fuerzas: la debida al arrastre que la corriente de aire ascendente ejerce sobre ella, y el peso de la propia gotita. (pág. 34).

2.3. Marco conceptual

Aporque: Es una técnica agrícola que consiste en acumular tierra en la base del tronco o tallo de una planta como el apio, tomate, coliflor y brócoli, entre otras, con el fin de que queden protegidas; incluso ayuda a facilitar el riego e impide el exceso de humedad. El aporque tiene varias finalidades, acercar suelo enriquecido con nutrientes al pie de las plantas, eliminar malezas, facilitar el drenaje, mejorar la aireación alrededor de las plantas y servir de apoyo a ciertos cultivos cuyo sistema radical no es fuerte, entre otras cuestiones.

Área Foliar: El índice de área foliar (IAF) es la expresión numérica adimensional resultado de la división aritmética del área de las hojas de un cultivo expresado en m^2 y el área de suelo sobre el cual se encuentra establecido, también expresado en m^2 .

Calidad: Conjunto de propiedades inherentes a una cosa que permite caracterizarla y valorarla con respecto a las restantes de su especie. "de buena calidad; de mala calidad; esta fruta es de una calidad excelente.

Daño foliar: Es la pérdida del área foliar del cultivo, esta pueden ser ocasionados por ataque de plagas, vientos fuertes, precipitación sólida como el granizo, daños por animales, los cuales pueden ser de diferentes magnitudes y afectar el rendimiento del cultivo.

Defoliación: Es quitar las hojas que impiden el crecimiento del cogollo. Esto también significa quitar hojas superiores si producen demasiada sombra. Sin embargo, la mayor parte de la defoliación se practicará en las ramas inferiores de la planta.

Densidad: se define como el número de plantas por unidad de área de terreno.

Granizo: Precipitación en forma de glóbulos de hielo que se originan en los cumulonimbos muy desarrollados y caen separados y con violencia sobre la superficie terrestre.

Hoja: Es el órgano de la planta de forma laminar y generalmente de color verde debido a la clorofila que contiene; se inserta en los nudos tanto del tallo como de las ramas. Sus partes son: El limbo: es la parte plana de la hoja, y tiene dos caras, la superior se llama haz, y el reverso denominado envés

Nervadura: Es la distribución de los nervios que componen el tejido vascular de la hoja de una planta. a nervadura es la distribución de los nervios que componen el tejido vascular de la hoja de una planta. Se ubican en el estrato esponjoso del mesófilo de la hoja; a través de ellos circula la savia, comunicando los órganos de la hoja con el resto de la planta.

Observación Científica: Consiste en examinar directamente algún hecho o fenómeno según se presenta espontáneamente y naturalmente, teniendo un propósito expreso conforme a un plan determinado y recopilando los datos en una forma sistemática. Consiste en apreciar, ver, analizar un objeto, un sujeto o una situación.

Precipitación: La precipitación es cualquier forma de hidrometeoro que cae de la atmósfera y llega a la superficie terrestre. Este fenómeno incluye lluvia, llovizna, nieve, aguanieve, granizo, pero

no virga, neblina ni rocío, que son formas de condensación y no de precipitación.

Producción: Se definen como el conjunto de técnicas, mano de obra, tenencia de la tierra y organización de la población para producir uno o más productos agrícolas. Es la actividad económica que se encarga de transformar los insumos para convertirlos en productos. Desde el punto de vista de la economía, la producción es la actividad que aporta valor agregado por creación y suministro de bienes y servicios, es decir, consiste en la creación de productos o servicios y, al mismo tiempo, la creación de valor

Productividad: Es la relación entre la cantidad de productos obtenida por un sistema productivo y los recursos utilizados para obtener dicha producción

Rendimiento agrícola: Relación de la producción total de un cierto cultivo cosechado por hectárea de terreno utilizada. Se mide usualmente en toneladas métricas por hectárea (T.M./ha.).

Siembra: Es el proceso de colocar las semillas en un terreno "preparado para ese fin". Como el proceso que consiste en plantar semillas para que éstas germinen y desarrollen

Simulación: Este verbo refiere a representar algo, imitando o fingiendo lo que no es. ... Puede definirse a la simulación como la experimentación con un modelo que imita ciertos aspectos de la realidad

Sistema de cultivo: Según la variedad de productos que se cultivan hablamos de: policultivo; monocultivo. Según el aprovechamiento del agua: secano. En función de los condicionantes físicos que presenta un espacio natural el ser humano elige diferentes

maneras de cultivar para obtener la máxima productividad posible. Estas maneras de cultivar se conocen como sistemas de cultivo.

Tallo: Es el eje de la parte generalmente aérea de las cormofitas y es el órgano que sostiene las hojas, flores y frutos. Sus funciones principales son las de sostén y de transporte de fotosintatos entre las raíces y las hojas. Es quien transporta el agua y las sales minerales, desde la raíz hacia las hojas.

Tamaño: Conjunto de las dimensiones físicas de una cosa material, por las cuales tiene mayor o menor volumen. El tallo es simple erecto, de elevada longitud pudiendo alcanzar los 4 metros de altura, es robusto y sin ramificaciones

2.4. Marco filosófico

La obtención de un nuevo conocimiento por aplicación de la investigación científica se deriva principalmente de cuatro posturas filosóficas que en resumen se cita a: el positivismo y neopositivismo, la hermenéutica, el racionalismo crítico y la dialéctica. El positivismo y neopositivismo tiene por principio fundamental a “No existe conocimiento que no provenga de la percepción”, parte de considerar que el conocimiento científico se sostiene observando, a través del análisis a la realidad verificada por la experiencia, por lo que da mayor importancia a las técnicas para obtener el conocimiento, insistiendo en la cuantificación, concibe al conocimiento separado de la acción, y a la ciencia como neutra; el científico debe desprenderse de sus conceptos e ideas, de la influencia del ambiente, lo que no siempre es posible.

Por su parte la hermenéutica lleva como principio fundamental “no existe conocimiento sin interpretación. Un lenguaje observacional puro no existe; todo lenguaje es interpretación, todo conocimiento es interpretación”. Esta corriente sostiene que el conocimiento científico se obtiene interpretando la realidad; por tanto, le da importancia a la teorización, al interés en datos cualitativos, rechaza lo cuantitativo, maneja con sentido crítico al lenguaje, y sostiene que la diferencia

entre las ciencias naturales y las sociales es esencial. Como se puede apreciar, la hermenéutica al igual que la dialéctica tienen una posición contraria al positivismo clásico: En el positivismo, ciencia "neutra" (conocimiento por el conocimiento); en la hermenéutica, la ciencia práctica social (conocimiento para la acción, de acuerdo con las determinantes ambientales).

El Racionalismo crítico tiene como idea fundamental "El conocimiento es la interpretación de las experiencias." Mientras que para el positivismo la obtención del conocimiento se funda en la experiencia de lo observado y la hermenéutica en la interpretación de lo observado, el racionalismo se funda en la interpretación de las experiencias. Pone relevancia en lo cuali-cuantitativo, y pone énfasis en la importancia de las técnicas para obtener datos. Sostiene que las ciencias naturales y las sociales están vinculadas. La corriente del racionalismo crítico sostiene que, si bien existe vinculación del conocimiento y la acción, pero critica a la dialéctica por su "alto grado de confusión en cuanto a la teoría para la acción". Esta corriente sostiene que la ciencia tiene criterios propios diferentes e independientes de las condicionantes ambientales. Acepta también el valor del conocimiento empírico en la construcción del conocimiento científico.

Por su parte la dialéctica presenta como supuestos fundamentales a: "La realidad existe independientemente y con anterioridad al sujeto cognoscente." "La realidad es cognoscible." "Los procesos y los objetos están relacionados y son interdependientes." "Todos los conocimientos son verdades relativas." "La realidad está en continuo cambio, movimiento y transformación." "La realidad se presenta a diversos grados y niveles." "La práctica es el criterio de verdad del conocimiento." Esta corriente concibe a la realidad como una "totalidad", de la que no puede aislarse ningún elemento sin que deje de tener sentido. Se opone al análisis cuantitativo.

En función a estas consideraciones filosóficas, el que desarrollé tuvo como marco filosófico en la hermenéutica y el racionalismo crítico. Por lo que en el proceso de la investigación aplicamos como técnica la observación, los datos observados fueron interpretados aplicando experiencias propias en el manejo del

cultivo de la arveja verde, en ambiente controlado como el ambiente de un invernadero.

2.5. Formulación de hipótesis

Hipótesis general:

Ho: El efecto de las defoliaciones de precipitaciones sólidas simuladas no disminuye el rendimiento del cultivo de arveja en la localidad de Acobamba. ($H_o = \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \mu_5 = \mu_6 = \mu_7$)

Ha: El efecto de las defoliaciones de precipitaciones sólidas simuladas disminuye el rendimiento del cultivo de arveja en la localidad de Acobamba. ($H_a \neq \mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3 \neq \mu_4 \neq \mu_5 \neq \mu_6 \neq \mu_7$)

2.6. Identificación de variables

Variable independiente:

Daño foliar por precipitación sólida simulada.

Variable dependiente:

Crecimiento de plantas

2.7. Definición operativa de variables e indicadores

Tabla 10

Operacionalización de las variables

Variable independiente	Definición operativa	Dimensión	Indicadores	Escala de medición	Item
Daño foliar por precipitación	Deterioro de las hojas en forma de		Defoliación en 25% Defoliación en 50%	Intervalo	1

sólida simulada	defoliación y rasgados	Defoliación	Defoliación en 75% Defoliación en 100% Defoliación 50% con quiebre de tallo	Intervalo	2
Variables dependientes	Definición operativa	Dimensión	Indicador	Escala	Item
Crecimiento de la planta	Aumento de tamaño de la planta en sus diferentes etapas de crecimiento	Tamaño	Altura de planta	Razón	3
			Tamaño de vainas	Razón	4
Rendimiento de vainas de arveja	Cantidad de vainas verdes producido por planta y por área de terreno en grano seco	Número Peso	Granos por vaina	Razón	5
			Peso de granos	Razón	6
			Peso de vainas por hectárea	Razón	7

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación

El trabajo de investigación que se realizó corresponde al tipo de investigación aplicada, según lo tipificado Tamayo (2012), que define así: “la investigación aplicada es el estudio y aplicación de la investigación a problemas concretos, en circunstancias y características concretas, y que esta forma de investigación se dirige a su aplicación inmediata”. (pág. 56). En este caso se buscó conocer los efectos de la simulación de defoliación por precipitación sólida en el rendimiento del cultivo de arveja.

3.2. Nivel de investigación

El nivel de estudio es experimental. Siendo la producción de los nuevos conocimientos y la resolución de problemas críticos, acciones estratégicas, que en esencia representan el propósito fundamental de la investigación científica, deben realizarse guardando un cierto orden progresivo, por ello primero se debe realizar estudios secuenciales y coherentes, es decir, que la aplicación de nuevos sistemas de tratamientos a un sector determinado de la realidad, supone primero: realizar estudios preliminares o exploratorios, y luego explicativos o causales y finalmente experimentales. (Carrasco, 2013, pág. 41).

3.3. Método de investigación

En el estudio se utilizó el método experimental, en el procedimiento se buscó probar el efecto de la precipitación sólida en el crecimiento y rendimiento del cultivo.

3.4. Diseño de investigación

En el estudio se utilizó el Diseño Completamente al Azar, con siete (6) tratamientos y tres (3) repeticiones.

Descripción de los tratamientos

T1 Testigo.

T2 Defoliación en 25% de las hojas

T3 Defoliación en 50% de las hojas.

T4 Defoliación en 75% de las hojas.

T5 Defoliación en 100% de las hojas

T6 Defoliación en 100% de las hojas más quiebre de tallo

3.4.1. Croquis del experimentos y distribución de los tratamientos

REPETICIONES	T1	T2	T3	T4	T5	T6
	T3	T4	T5	T6	T2	T1
	T5	T6	T1	T2	T3	T4

3.4.2. Características del experimento

SUSTRATO : Tierra agrícola

- Capacidad de maceteros	6 litros
- N° macetas por tratamiento	5
- N° maceteros por repetición	30
- Total maceteros	90
- N° plantas por macetero	05
- N° plantas por experimento	450

3.5. Población, muestra y muestreo

3.5.1. Población:

La población de estudio estuvo conformada por 450 plantas, y 25 plantas de arveja por unidad experimental.

3.5.2. Muestra:

El tamaño de la muestra fue de 5 plantas por unidad experimental.

3.5.3. Muestreo:

La técnica de muestreo utilizado fue el no probabilístico, en la que la selección de los elementos muestrales se realizó a criterio del investigador, eligiendo una planta por macetero

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

En la ejecución de la investigación se utilizó las siguientes técnicas e instrumentos, para realizar la recolección de los datos en función a las variables de estudio:

Tabla 11

Técnicas e instrumentos de medición de variables

Variable	Técnica	Instrumento
Altura de planta	Medición	Flexómetro
Longitud de vaina	Medición	Vernier
Diámetro de vaina	Medición	Vernier
Granos por vaina	Conteo	Contómetro
Peso de granos	Pesado	Balanza
Rendimiento de vaina verde	Pesado	Balanza

3.6.1. Descripción del procedimiento de ejecución de la investigación

Variedad: En el estudio se utilizó semillas de arveja de la variedad Usui. Las semillas tuvieron un tratamiento antifúngico con el producto comercial llamado carbendazim 500.

Sustrato y macetero: El sustrato para la siembra fue tierra agrícola de un campo de cultivo en la se cultivó hortalizas de hoja en la campaña agrícola anterior a la instalación del experimento.

Siembra: La siembra se realizó en maceteros de plástico de volumen de 10 litros, en las que colocaron el sustrato en la cantidad de seis (06) litros por macetero. La siembra consistió en colocar 5 semillas por macetero, enterradas a tres centímetros de profundidad. La siembra se realizó el 8 de diciembre 2021, bajo la cubierta de un invernadero.

Abonamiento: El abonamiento se realizó con guano de islas, para el cual se trabajó con la dosis de abonamiento recomendada por el INIA (2017) 60 – 80 – 60 NPK. La aplicación del guano de islas se realizó al momento de la siembra, haciendo una mezcla previa del guano con la parte superior del suelo contenido en los maceteros.

Riegos: Los riegos fueron frecuentes, se utilizó agua de lluvia, colectadas en cilindros, desde los colectores de los drenajes pluviales del techo del invernadero.

Defoliación de las plantas: La defoliación de las plantas se realizaron al inicio de la floración, el mismo que consistió en cortar las hojas de las plantas con el uso de tijera, en los porcentajes establecidos para los tratamientos, estas fueron en 25%, 50%, 75% y 100 %, además de quiebre de tallos.

3.6.2.Toma de datos

El registro de datos fue realizado en función a las variables de estudio previamente definidos en el planteamiento de la investigación.

3.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

El registro de datos se realizó en función al desarrollo fenológico del cultivo de arveja, asimismo, se tuvo en cuenta las variables en estudio, según las características de cada uno de ellos.

Los datos registrados se tabularon en función a las variables en estudio. Asimismo, se tuvo en consideración tanto para el ANVA y para la comparación de los promedios de los tratamientos de la prueba da Tukey, el valor de $\alpha = 0.05$ para la significación. Además de utilizaron herramientas estadísticas descriptivas para la presentación de los datos procesados.

3.8. Descripción de la prueba de hipótesis

La prueba de hipótesis se realizó mediante la aplicación del método estadístico de análisis de varianza (ANVA).

CAPÍTULO IV

PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

4.1. Presentación e interpretación de datos

4.1.1. Resultado de tamaño de plantas

Altura de planta inicio de floración

Tabla 12

Análisis de varianza para altura de planta al inicio de la floración

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	5,958	5	1,192	,259	,927
Dentro de grupos	55,127	12	4,594		
Total	61,085	17			

En la tabla de análisis de varianza para la altura de las plantas al inicio de la floración se observa que valor crítico de significación es 0.927, mayor a 0.05 de probabilidad, por lo que concluye que todos tratamientos son iguales para esta característica. Es decir que son similares estadísticamente. La similitud estadística se debe a que la población de plantas de arveja en estudio no recibió defoliación alguna.

Tabla 13

Prueba de tukey para altura de planta al inicio de la floración

HSD Tukey^a		Subconjunto para alfa = 0.05 1
Tratamientos	N	
100 % defoliación	3	78,6667
50 % defoliación	3	79,0000
75 % defoliación	3	79,0000
100 % defoliación con quiebre de tallo	3	79,3333
Sin defoliación	3	79,6667
25 % defoliación	3	80,4333
Sig.		,906

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

En la tabla de la prueba de tukey para la altura de planta al inicio de floración se tiene que todos los tratamientos presentan promedios similares y forman parte de una única categoría.

Altura de plantas a la madurez

Tabla 14

Análisis de varianza para la altura de plantas a la madurez

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	4,640	5	,928	,462	,797
Dentro de grupos	24,120	12	2,010		
Total	28,760	17			

En la tabla de análisis de varianza para la altura de las plantas a la madurez se observa que valor crítico de significación es 0.797, mayor a 0.05 de probabilidad, por lo que concluye que todos tratamientos son iguales para esta característica. Es decir que son similares estadísticamente. Lo que se puede deducir es que los diferentes niveles de defoliación de las plantas no hicieron efecto en el crecimiento de las plantas de arvejas.

Tabla 15*Prueba de tukey para altura de planta a la madurez*

Tratamientos	HSD Tukey ^a	
	N	Subconjunto para alfa = 0.05 1
25 % defoliación	3	129,6667
Sin defoliación	3	129,7667
75 % defoliación	3	130,0000
50 % defoliación	3	130,6000
100 % defoliación	3	130,8667
100 % defoliación con quiebre de tallo	3	130,9000
Sig.		,886

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

En la tabla de la prueba de tukey para la altura de planta a la madurez se tiene que todos los tratamientos presentan promedios similares y forman parte de una única categoría. Se concluye que los diferentes niveles de daño foliar simulado no influyeron en el crecimiento de las plantas.

Longitud de vainas

Tabla 16

Análisis de varianza para la longitud de vainas

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	10,998	5	2,200	16,560	,000
Dentro de grupos	1,594	12	,133		
Total	12,592	17			

En la tabla de análisis de varianza para la longitud de las vainas de arveja verde se observa que valor crítico de significación es 0.00, menor a 0.05 de probabilidad, por lo que concluye que todos tratamientos tuvieron comportamientos diferentes estadísticamente diferentes para esta característica. Es decir que son diferentes estadísticamente. Lo que se puede deducir es que los diferentes niveles de defoliación de las plantas tuvieron efecto en el crecimiento de las vainas de arvejas.

Prueba de tukey para longitud de vainas

Tabla 17

Prueba de tukey para la longitud de vainas de arveja verde

HSD Tukey^a				
Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
100 % defoliación con quiebre de tallo	3	4,3667		
100 % defoliación	3		5,5067	
75 % defoliación	3		5,7200	
50 % defoliación	3		6,0767	6,0767
25 % defoliación	3		6,3533	6,3533
Sin defoliación	3			6,8667
Sig.		1,000	,116	,157

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

En la tabla de la prueba de tukey para la longitud de vainas de las arvejas se tiene que los tratamientos presentan diferencia de promedios tanto numéricamente como estadísticamente, así se tiene que el tamaño de las vainas del tratamiento con 100% de defoliación con quiebre de tallo alcanzó el valor promedio menor con apenas 4.37 cm y es diferente estadísticamente con los demás tratamientos. Los

tratamientos 100% defoliación y 75% defoliación, presentaron promedios estadísticos similares y forman parte de la categoría intermedia. Mientras que los tratamientos con 50% de defoliación, 25 % de defoliación y sin defoliación presentaron promedios similares y forman parte de la categoría superior.

Diámetro de vainas

Tabla 18

Análisis de varianza par el diámetro de las vainas de arveja

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	,636	5	,127	38,167	,000
Dentro de grupos	,040	12	,003		
Total	,676	17			

En la tabla de análisis de varianza para el diámetro de las vainas de arveja verde se observa que valor crítico de significación es 0.00, menor a 0.05 de probabilidad, por lo que concluye que todos tratamientos tuvieron promedios diferentes para esta característica. Es decir que son promedios estadísticamente diferentes. De lo que se puede deducir que los diferentes niveles de defoliación de las plantas tuvieron efecto en el diámetro de las vainas de arvejas.

Tabla 19*Prueba de tukey para el diámetro de vaina*

HSD Tukey^a					
Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
100 % defoliación con quiebre de tallo	3	1,1667			
75 % defoliación	3		1,3333		
100 % defoliación	3		1,3333		
50 % defoliación	3		1,4333	1,4333	
25 % defoliación	3			1,5333	
Sin defoliación	3				1,7667
Sig.		1,000	,339	,339	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

En la tabla de la prueba de tukey para el diámetro de vainas de las arvejas se tiene que los tratamientos presentan diferencias de promedios tanto numéricamente como estadísticamente, así se tiene que el diámetro de las vainas del tratamiento con 100% de defoliación con quiebre de tallo alcanzó el valor promedio menor con apenas 1.17 cm y es diferente estadísticamente con los demás tratamientos, ocupa la categoría inferior. Los tratamientos 100% defoliación, 75% defoliación, 50% de defoliación presentaron promedios estadísticos similares y

forman parte de la categoría intermedia 2. Mientras que el tratamiento con 25 % de defoliación ocupa la categoría 3 con el promedio de 1.53 cm, y el tratamiento testigo sin defoliación presentar el promedio de 1.77 cm y forma parte de la categoría superior, además ocupa el primer lugar con el mayor promedio de diámetro de vaina.

4.1.2. Resultado de Rendimiento

Número de granos por vaina

Tabla 20

Análisis de varianza para el número de granos por vaina

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	15,778	5	3,156	14,200	,000
Dentro de grupos	2,667	12	,222		
Total	18,444	17			

En la tabla de análisis de varianza para el número de granos de arveja por vaina verde se observa que valor crítico de significación es 0.00, menor a 0.05 de probabilidad, por lo que concluye que todos tratamientos tuvieron promedios diferentes para esta característica. Es decir que son promedios estadísticamente diferentes. De lo que se puede deducir que los diferentes niveles de defoliación de las plantas también tuvieron efecto en la formación de los granos de arveja por vaina.

Tabla 21*Prueba de tukey para el número de granos por vaina*

HSD Tukey^a				
Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
100 % defoliación con quiebre de tallo	3	3,0000		
100 % defoliación	3	3,6667	3,6667	
75 % defoliación	3		4,6667	4,6667
50 % defoliación	3			5,0000
25 % defoliación	3			5,3333
Sin defoliación	3			5,6667
Sig.		,538	,171	,171

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

En la tabla de la prueba de tukey para el número de granos por vaina de las arveja se tiene que los tratamientos presentan diferencia de promedios tanto numéricamente como estadísticamente, así se tiene que el número de granos de arveja por vaina del tratamiento con 100% de defoliación con quiebre de tallo y 100% defoliado alcanzaron los menores promedios con apenas 3:00 y 3.67 granos siendo diferentes y ocupan la categoría inferior, el tratamiento 75% de defoliación alcanzó

el promedio de 4.67 granos, ocupando la categoría intermedia. Los tratamientos 50% defoliación, 25% defoliación y el tratamiento testigo, presentaron promedios estadísticos similares y forman parte de la categoría superior.

Peso de vainas por macetero

Tabla 22

Análisis de varianza para el peso de vainas cosechadas por macetero

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	11220,743	5	2244,149	518,310	,000
Dentro de grupos	51,957	12	4,330		
Total	11272,700	17			

En la tabla de análisis de varianza para el peso de vainas verdes de arveja cosechadas se observa que valor crítico de significación es 0.00, menor a 0.05 de probabilidad, por lo que concluye que todos tratamientos tuvieron promedios diferentes para esta característica. Es decir que son promedios estadísticamente diferentes. De lo que se puede deducir que los diferentes niveles de defoliación de las plantas también tuvieron efecto en la cantidad y peso de vainas verdes por macetero.

Tabla 23*Prueba de tukey para el peso de vainas cosechadas por macetero*

HSD Tukey^a					
Subconjunto para alfa = 0.05					
Tratamientos	N	1	2	3	4
100 % defoliación con quiebre de tallo	3	40,0367			
100 % defoliación	3		53,5800		
75 % defoliación	3		58,1000		
50 % defoliación	3			89,6600	
25 % defoliación	3			94,8933	
Sin defoliación	3				109,1500
Sig.		1,000	,155	,079	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

En la tabla de la prueba de tukey para el peso de vainas verdes cosechadas por macetero se tiene que los tratamientos presentan diferencia de promedios tanto numéricamente como estadísticamente, así se tiene que el peso de vainas del tratamiento con 100% de defoliación con quiebre de tallo presentó el menor promedio con 40.04 gr, ocupando la categoría inferior; 100% y el 75% defoliado alcanzaron promedios similares con apenas 53.58 gr y 58.10 gramos ocupan la categoría dos (2), asimismo, los tratamientos 50 % y 25% defoliado

presentaron promedios estadísticamente similares con 89.67 y 94.89 gramos y ocupan la categoría cuatro (4), el tratamiento testigo sin defoliación alcanzó el promedio de 109.15 gramos por macetero, siendo el mayor y diferente estadísticamente respecto de los demás tratamientos, ocupa la categoría superior.

4.2. Discusión de resultados

4.2.1. Crecimiento

El tamaño de las plantas de arveja en estudio, fueron medidos al inicio de la floración y a la madurez, en ambos casos los resultados mostraron diferencias numéricas pero no así diferencias significativas entre los tratamientos, así el menor tamaño presentó el promedio de 78.67 cm y el mayor 80.43 cm al estado de inicio de floración, mientras que al momento de la madurez de las vainas 129.67 cm y el mayor 130.9 cm. Los tamaños de las plantas fueron influenciados por el factor temperatura y la humedad ambiental que se tenía al interior del invernadero, según los reportados llegaron al promedio de 18.5°C y una humedad de 78 %. Según la data registrada. Asimismo, el crecimiento de las plantas no fueron influenciados por los niveles de daño foliar simulado, porque se realizaron al inicio de la floración, además, porque, las zonas de división celular, alargamiento y maduración se encuentra en la parte apical del tallo, debido a que el meristemo produce no sólo el tallo, sino también hojas y ramas de vástago mediante excrecencias de tejido del margen del meristemo apical, como lo refiere **Bidwell** (1993) lo que justifica el resultado de no encontrar diferencias estadísticas por los niveles de defoliación de las plantas de arveja.

Los resultados de altura de planta obtenidos son concordantes con los reportados por **Anchivilca** (2018) que también en el estudio que desarrolló, no encontró diferencias estadísticas en la conducción de un campo de cultivo con fuentes orgánicas de abonamiento frente a la química.

Aparte, el crecimiento de las plantas también puede ser influenciados por el nivel de nutrición y la falta de agua, la mayor a menor dosis de abonamiento con macronutrientes en interacción con la humedad del suelo y la microflora, se manifiesta en el tamaño y vigor de las plantas. Lo que no se observó en el estudio que se desarrolló, debido a que la dosis de abonamiento fue el mismo para todos los tratamientos, así como la aplicación de los riegos, fueron iguales en todos los tratamientos.

4.2.2. Rendimiento

En la producción de vainas de arvejas verdes el rango del promedio de los rendimientos estuvieron ubicados entre 2288.01 y 6237.16 kg por hectárea, el rendimiento que supera de arvejas del tratamiento sin daño foliar simulados por efecto de la precipitación sólida es superior al promedio de producción a nivel de Acobamba en 64.31% más, la diferencia de rendimiento se debe principalmente al manejo del cultivo y a la influencia de las factores ambientales de temperatura y humedad que se tuvo en el invernadero, en interacción al nivel abonamiento del cultivo. Muy por debajo a al rendimiento logrado por **Machaca** (2018) con aplicación de niveles guano de islas obtuvo rendimientos de 13,850 kg por hectárea para la interacción de guano de islas con biol de fermentos de estiércol de cuy aplicados en forma foliar. A

diferencia de **Collazos, Neri y Huamán** (2018) que en el estudio que realizaron sobre determinación de rendimientos de cultivares de arveja que trabajaron con fertilizaciones químicas y orgánicas, logrando el rendimiento de hasta 6 408.3 kg por hectárea, este último se asemeja al rendimiento que se obtuvo en el estudio que se realizó. Asimismo, **Alvino y Paucar** (2018) en el estudio comparativo de rendimientos de arveja verde, lograron obtener hasta 10,74kg por hectárea, con la variedad alderman, cuyo promedio de producción de vainas verdes por planta logró el peso de 260 gr. Por otra parte **Rojas** (2017) en el estudio de producción de arvejas verdes de la variedad quantum con aplicaciones de humus de lombriz, guano de islas y biol lograron el rendimiento de 12800 kg por hectárea con el niveles de abonamiento interactuado de 6 toneladas de humus de lombriz y 1 tonelada de guano de islas por hectárea, **De la Cruz** (2020) refiere que otro factor importante que influye en el rendimiento de las arvejas son las características genéticas de las variedades que se manifiestan morfológicamente en su porte vegetativo tales como el tallo, la disposición de las hojas, flores y el tamaño de las vainas y granos de arveja. Al respecto en el presente estudio, también se asume dicha afirmación.

Con respecto al efecto de los niveles de defoliación de las plantas sobre el rendimiento se tiene que mayor daño foliar simulado por precipitación sólida, fue mayor la disminución del rendimiento, así se tuvo que para el 100% de defoliación con quiebre de tallo, las pérdidas en rendimiento fue de hasta el 63.32 %, para el 100% de defoliación fue 50.91%, para el 75% de defoliación fue de 46.77 %, para el 50% de defoliación fue de 17.86% de pérdida, mientras que para el 25% de daño foliar fue del 13.06% de merma del rendimiento. Las disminuciones de los rendimientos en la producción de las arvejas verdes, se debe a que

el daño foliar influye directamente en el rendimiento, debido a que las plantas han perdido área foliar y por tanto la actividad fotosintética se ve disminuido, lo que se traduce en la producción de número de flores y vainas y el mismo llenado de los granos de estas. Concordante con los reportes de **Bidwell** (1993).

Otro aspecto de carácter intrínseco que se observó en el estudio fueron que los efectos de la defoliación también se observaron en el tamaño y número de los granos de arveja, así en el tamaño de vainas el tratamiento con mayor 100% de daño foliar y quiebre de tallo mostró menor longitud de vainas con apenas 4.37 cm mientras que el tratamiento testigo alcanzó hasta 6.87 cm de longitud de vainas, lo que equivale a una diferencia mayor al 50%.

en el caso del número de granos por vaina, estos fueron menores en tamaño en los tratamientos que tuvieron daños foliares, con tendencia proporcional al porcentaje de daño foliar, así en el tratamiento con 100% de defoliación y quiebre de tallo el promedio fue de 3 granos por vaina, a diferencia del testigo que presentó el promedio de 5.67 granos.

4.3. Prueba de hipótesis

Prueba de hipótesis para el rendimiento de vainas

Hipótesis nula

Ho: El efecto de las defoliaciones de precipitaciones sólidas simuladas no disminuye el rendimiento del cultivo de arveja en la localidad de Acobamba. ($H_0 = \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \mu_5 = \mu_6 = \mu_7$)

Hipótesis alterna

Ha: El efecto de las defoliaciones de precipitaciones sólidas simuladas disminuye el rendimiento del cultivo de arveja en la localidad de Acobamba. ($H_a \neq \mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3 \neq \mu_4 \neq \mu_5 \neq \mu_6 \neq \mu_7$)

Estadístico de prueba de hipótesis: Análisis de varianza

La prueba de hipótesis se realizó mediante la aplicación del análisis de varianza (ANVA) de los rendimientos obtenidos con los tratamientos en estudio, asimismo, se realizó la comparación de los promedios de rendimiento que alcanzaron cada tratamiento.

Tabla 24

Prueba de hipótesis mediante Análisis de varianza para el rendimiento

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	11220,743	5	2244,149	518,310	,000
Dentro de grupos	51,957	12	4,330		
Total	11272,700	17			

En la tabla del análisis de varianza se observa que en la fuente de grupos existe significación estadística, esto quiere decir que ubo efecto de las simulaciones de daño por precipitación sólidas dadas como defoliaciones y quiebre de tallo de las plantas de arveja para el carácter: rendimiento de grano seco.

Conclusión

Del análisis se concluye que la hipótesis nula es rechazada y la hipótesis alterna es aceptada, porque los promedios de los tratamientos difieren entre sí.

CONCLUSIONES

Del estudio realizado se tiene las siguientes conclusiones:

- La altura de las plantas de arveja no fue afectada por los diferentes niveles de daño foliar simulado.
- Los diferentes niveles de defoliación presentaron efectos en el tamaño de las vainas, el 100% de defoliación con quiebre de tallos mostró el menor promedio con sólo 4.37 cm mientras que el tratamiento testigo sin defoliación mostró el promedio de 6.87 cm de longitud; 36.39 % menos respecto del primero.
- En el diámetro de las vainas de arveja se encontró que el tratamiento 100% de defoliación con quiebre de tallo mostró el mayor efecto negativo, con un resultado del 33.9% menos respecto del mayor tamaño de diámetro mostrado por el tratamiento testigo.
- El número de granos de arveja por vaina también fue afectado por los niveles de daño foliar simulado, encontrándose una diferencia de hasta el 47.09 % con respecto de tratamiento testigo.
- Los efectos en el rendimiento de vainas verdes de las arvejas por macetero, se observaron diferencias estadísticas entre tratamientos, el menor rendimiento fue mostrado por el tratamiento 100% de daño foliar con quiebre de tallo con apenas 40.04 gramos, 63.32 % menos respecto del tratamiento testigo.

RECOMENDACIONES

- ✓ Profundizar la investigación con estudios similares considerando daños foliares en todas las etapas de desarrollo fenológico de las plantas de arveja.
- ✓ Realizar estudios con propuestas de tratamientos que permitan recuperar y mitigar los efectos negativos en el crecimiento y rendimiento del cultivo en relación con el nivel de daño foliar de las plantas del cultivo de arveja incorporando variedades.
- ✓ Contrastar los resultados del daño foliar con las tablas de estimación de daños utilizados por las empresas aseguradoras de cultivos agrícolas.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Acuña Valverde, D., & Robles Sánchez, D. (2017). *Manual de meteorología y gestión de la información climática*. Ancash: USAID.
- AgroRural. (2017). *Manual de Abonamiento con Guano de Islas*. Lima: MINAGRI.
- Aldás Jarrín, J. C., Zurita Vásquez, H., Cruz Tobar, S. E., Villacís Aldaz, L., Pomboza Tamaquiza, P. P., & León Gordón, O. A. (2016). Efecto bioestimulante de azolla - anabaena en el cultivo de maíz (*Zea mays* L). *Journal of the Selva Andina Biosphere*, 109 - 115.
- Alvarado Sanchez, V. V. (2019). *Efecto de tres abonos orgánicos en el rendimiento de Zea mays L var Blanco Imperial en Quiruvilca, Santiago de Chuco, La Libertad*. Universidad Nacional de Trujillo, tesis para optar el título profesional de Ingeniero Agrónomo.
- Alvino Gonzales, Y. D., & Paucar Muñoz, A. L. (2018). *Estudio comparativo de rendimiento de vaina verde con cinco variedades de arveja (Pisum sativum L) en la comunidad de Yanatambon a 3350 msnm"*. Cerro de Pasco: Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión.
- Anchivilca Rojas, G. H. (2018). *Abonamiento orgánico y fertilización NPK en arveja verde (Pisum sativum L) cv Rondo, bajo riego por goteo en Tupicocha, Huarochirí*. Lima - Perú: Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo en la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Arévalo, C., & Ortega, V. (2003). Uso de tutores en el cultivo de arveja. *INIA*, 8-15. Obtenido de http://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/20.500.12955/908/1/Arevalo-Tutores_Arveja.pdf
- Arroyo M, J., Estrella C, G. F., & Cabrales H, E. (2019). "Efecto de la micorrización y la fertilización fosfórica en el rendimiento del maíz (*Zea mays*) en suelos arenosos de montería. *Suelos Ecuatoriales*. [https://doi.org/10.47864/SE\(49\)2019p9-18_100](https://doi.org/10.47864/SE(49)2019p9-18_100).

- Bautista Gómez, R. (2019). *Dosis de gallinaza procesada en rendimiento y calidad de mazorca de variedades de Zea Mays L Ayacucho, 2018*. Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga. <https://doi.org/10.51440/unsch.revistainvestigacion.2019.1.101>.
- Bautista Gómez, R., & Rondinel Ruíz, R. (2014). *Rendimiento en vaina verde de tres variedades de arveja (Pisum sativum L.) en tres modalidades de siembra bajo el sistema de agricultura de conservación. Canaán a 2750 msnm – Ayacucho*. Ayacucho - Perú: Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo en la Escuela Profesional de Agronomía, Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de San Cristobal de Huamanga.
- Bidwell, R. G. (1993). *Fisiología vegetal*. México: A. G. T. Editor S. A.
- Blanco, L. (2019). Pisum sativum: Características, Variedades, Hábitat, Cultivo. *Lifeder*, 3-4. Obtenido de <https://www.lifeder.com/pisum-sativum/>
- Cabada S. y Ahumada M. (2016). *Incidencia del daño foliar sobre el rendimiento del cultivo de maíz (Zea mays)*. Paraná - Argentina: INTA.
- Cadena, M., Yepes, D., & Merchancano, J. (2020). *Manual Técnico Para la Producción Artesanal de Semilla de Arveja*. Mosquera: AGROSAVIA. Obtenido de <http://editorial.agrosavia.co/index.php/publicaciones/catalog/view/90/76/726-1>
- Camarena, F., Huarina, A., & Osorio, U. (2014). *Innovación Fitotécnica del Haba (Vicia faba L.), arveja (Pisum sativum L.) y Lenteja (Lens culinaris Medik.)*. Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina. Obtenido de <http://www.fondoeditorialunalm.com/wp-content/uploads/2020/09/Habas-Arveja-y-Lenteja.pdf>
- Carrasco Díaz, S. (2013). *Metodología de la Investigación Científica. Pautas metodológicas para diseñar y elaborar el proyecto de investigación*. Lima - Perú: San Marcos.

- Castillo Mendoza, J. (2018). *Comportamiento agronómico de once accesiones de maíz amiláceo altiplánico (Zea mays L.), bajo condiciones del distrito de Tiabaya-Arequipa*. Arequipa - Perú.: Universidad Nacional San Agustín de Arequipa.
- Chichipe Puscan, A. K. (2017). Efecto de abonos orgánicos en el rendimiento de variedades de maíz amarillo (*Zea mays L*) en Quipachacha, distrito Levanto, Chachapoyas - Amazonas. *Journal of research in Agroproduction*. ISSN:2520-9760., 44 -52.
- Choriego Marín, R. A. (2018). *“Impacto del cambio climático en el rendimiento del cultivo de maíz (Zea maysL.) en El Salvador*. Zamorano: Escuela Agrícola Panamericana.
- Chunhuay Ruíz, Y. (2017). *Evaluación del rendimiento del maíz amiláceo mediante la aplicación del guano de islas y trebol asociado al maíz en Allpas - Acobamba*. Huancavelica - Perú.: Universidad Nacional de Huancavelica.
- Chunhuay Ruíz, Y. (2017). Evaluación del rendimiento del maíz amiláceo mediante la aplicación del guano de islas y trébol asociado al maíz en Allpas - Acobamba. *Evaluación del rendimiento del maíz amiláceo mediante la aplicación del guano de islas y trébol asociado al maíz en Allpas - Acobamb*. Huancavelica, Acobamba, Perú: Universidad Nacional de Huancavelica.
- Cieza Ruiz, I., Jara Calvo, T. W., Terrones Monteza, R., Figueroa Cobeñas, Y. C., & Valdera Cajusol, A. (2020). “Características agronómicas, componentes de producción y rendimiento de grano de híbridos de maíz (*Zea mays*). *Manglar* . *Universidad Nacional de Tumbes*, 261 - 267.
- Collazos Silva, R., Neri Chávez, J. C., & Huamán Huamán, E. (2018). Rendimiento de tres cultivares de arveja (*Pisum sativum L.*) con aplicación de fertilizantes químicos y orgánicos en el anexo de Taquia, Chachapoyas. *Journal of research in Sustainable Agroproduction*, 26 - 33.
- Cooper, L. D. (2014). *Agrociencia, Fundamentos y Aplicaciones*. México: Delmar.
- Cortes, D. (2011). Cultivo de Arveja. *Blogger*, 4-5. Obtenido de <http://cultivodearveja.blogspot.com/2011/09/taxonomia-y-morfologia.html>

- Cruz Ramírez, M. S. (2017). *Efecto de cuatro densidades de siembra y cuatro dosis de fertilizante N-P-K en el desarrollo y rendimiento del maíz (Zea mays L.)*. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano .
- De la Cruz Marcos, R. N. (2014). *El proyecto de tesis. Manual autoinstructivo para elaborar el proyecto de tesis*. Huancavelica: UNH.
- Deras Flores, H. (2017). *Guía técnica El Cultivo de maíz*. El Salvador: IICA.
- Díaz , E., Morales E, J., Franco, O., & Domínguez , A. (2010). Atenuación de luz, radiación interceptada y rendimiento de maíz en función del fósforo. *Terra Latinoamericana*, 65 - 72.
- Dionisio F, Á., Ricse N, J. C., Sánchez R, F., Chunhuay R, Y., & Casavilca H, M. (2019). *El cultivo del maíz blanco amiláceo en la cuenca media del Mantaro*. Huancayo: Centro de estudios y promoción del desarrollo - Desco .
- Dirección Regional Agraria . (2016). *Informe técnico de tempestad meteorológica*. Acobamba - Huancavelica: AAA-Dirección Regional Agraria.
- Dirección Regional Agraria de Huancavelica. (2020). *Compendio Estadístico Agropecuario Región Huancavelica 2005 - 2015*. Huancavelica - Perú: Oficina de Estadística e Informática de la Dirección Regional Agraria de Huancavelica.
- ENAH0. (1 de Abril de 2020). *Encuesta Nacional de Hogares sobre condiciones de vida y pobreza 2015*. Obtenido de Encuesta Nacional de Hogares sobre condiciones de vida y pobreza 2015: https://webinei.inei.gob.pe/anda_inei/index.php/catalog/276/related_materials
- Flores Martinez, L., Leléndez Mejía, F., Luna, G., & González Lazo, E. (2012). Influencia de las feses lunares sobre el rendimiento del maíz (Zea mays) variedad BN6. *Ciencia e Interculturalidad: revista para el diálogo intercientífico e intercultural*, 132 - 148.
- García Montesinos, L. E., Fernández Reynoso, D. S., Rubio Granados, E., Martínez Menez, M. R., & Tijerina Chávez, L. (2021). Rendimiento de maíz (Zea mays L.) en la mixteca, calculado con DSSAT. *Terra Latinoam.* <https://doi.org/10.28940/terra.v38i4.751> .

- Guerra Caso, E. G. (2016). *Microorganismos eficaces en el rendimiento de arveja (Pisum sativum L) variedad INIA 103 remate en condiciones de la E.E.A. El Mantaro*. Jauja - Perú: Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Agrónomo, en la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional del Centro del Perú.
- Héctor, M. (2012). Manejo Fitosanitario del Cultivo de Hortalizas. *Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural*, 19-28. Obtenido de <https://www.ica.gov.co/getattachment/bb883b42-80da-4ae5-851f-4db05edf581b/Manejo-fitosanitario-del-cultivo-de-hortalizas.aspx>
- Hernández Córdova, N., & Soto Carreño, F. (2013). Determinación de índices de eficiencia en los cultivos de maíz y sorgo establecidos en diferentes fechas de siembra y su influencia sobre el rendimiento. *Cultivos tropicales - Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas de Cuba*, 24 - 29.
- Hernández Trejo, A., Estrada Drouaillet, B., Rodríguez Herrera, R., García Giron, J. M., Patiño Arellano, S. A., & Osorio Hernández, E. (2019). Importancia de control biológico en maíz (*Zea mays L*). *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 803 - 813.
- Iglesias Abad, S., Alegre, J., Salas Macías, C., & Eguez, J. (2018). El rendimiento de maíz (*Zea mays L*) mejora con el uso del biochar de eucalipto. *Scientia Agropecuaria*, 25 - 32.
- INIA. (30 de marzo de 2017). https://www.inia.gob.pe/wp-content/uploads/investigacion/programa/sistProductivo/variedad/arveja/INIA_103.pdf. Obtenido de https://www.inia.gob.pe/wp-content/uploads/investigacion/programa/sistProductivo/variedad/arveja/INIA_103.pdf: https://www.inia.gob.pe/wp-content/uploads/investigacion/programa/sistProductivo/variedad/arveja/INIA_103.pdf
- Intriago Défaz, D. I., & Torres Orellana, J. R. (2018). *Efecto de la densidad y arreglo de siembra en el crecimiento, desarrollo y rendimiento del maíz (Zea mays L.)*. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano.

- Jara Calvo, W. (2015). *Manejo del maíz amiláceo INIA 618 - Blanco Quispicanchi*. Cusco: INIA.
- Jaramillo S, M. A., Tercero, J., & León, J. (2018). *Evaluación de cobertura vegetal en el suelo y el rendimiento del cultivo de maíz (Zea mays) en la finca agroecológica, Zamorano*". Zamorano: Escuela Agrícola Panamericana. <http://hdl.handle.net/11036/6377>.
- Jiménez Ortiz, M. M., Gómez Álvarez, R., Oliva Hernández, J., Granados Zurita, L., Pat Fernández, J. M., & Arande Ibáñez, E. M. (2020). Influencia del estiércol compostado y micorriza arbuscular sobre la composición química del suelo y el rendimiento productivo de maíz forrajero (*Zea mays* L). *Nova scientia*. <https://doi.org/10.21640/ns.v11i23.1957> , 1 - 36.
- López Aucapiña, N. V. (2021). *Efecto de bioestimulantes con dos dosis en el desarrollo y rendimiento del cultivo de arveja (Pisum sativum L) variedad alderman en Choclococha – Pomacocha Huancavelica*. Acobamba - Perú: Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo en la Escuela Profesional de Agronomía de la Facultad de Ciencias Agrarias en la Universidad Nacional de Huancavelica.
- Machaca Quispe, A. H. (2018). *Niveles de guano de islas y té de estiércol de cuy en el rendimiento del cultivo de arveja verde (Pisum sativum L) en la irrigación Majes de Arequipa*. Arequipa - Perú: Escuela Profesional de Agronomía - Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.
- Manrique Chávez, A. (1997). *El maíz en el Perú*. Lima: CONCYTEC.
- Martínez Mera, E., Valencia, E., & Cuevas, H. (2016). Evaluación del rendimiento de maíz dulce (*Zea mays*) con las leguminosas cobertoras mucuna enana (*Mucuna pruriens*) y crotalaria (*Crotalaria juncea*' Topic Sun') en un oxisol de Puerto Rico. *Agric. Univ. PR. Researchgate.net*.
- Martínez Reyes, L., Aguilar Jiménez, C. E., Carcaño Montiel, M. G., Galdámez Galdámez, J., Morales Cabrera, J. A., Matrínez Aguilar, F. B., . . . Gómez

- Padilla, E. (2018). Biofertilización y fertilización química en maíz (*Zea mays* L.) en Villalores, Chiapas.México. *Siembra*, 26 - 37.
- Minchala, L., & Guamán, M. (2004). El Cultivo de la Arveja en la Sierra Sur. *INIAP*, 2. Obtenido de <https://repositorio.iniap.gob.ec/jspui/bitstream/41000/2326/1/BD332.pdf>
- Ministerio de Agricultura y Riego. (2012). *Maíz Amiláceo. Principales Aspectos de la Cadena Agroproductiva*. Lima: CENDOC.
- Ministerio de Agricultura y Riego. (2019). *Requerimiento Agroclimático del Cultivo de Maíz Amiláceo*. Lima.
- Ministerio de Agricultura y Riego. (2019). *Requerimientos Agroclimáticos del Cultivo de Maíz Amiláceo. Ficha Técnica N° 07*. Lima.
- Municipalidad Provincial de Acobamba. (2017). *Plan de Desarrollo Concertado de Acobamba 2017 - 2021*. Acobamba: Municipalidad Provincial de Acobamba - Huancavelica.
- Muñoz Z, K., Checa C, Ó., & Pantoja D, D. (2014). Evaluación y correlación de componentes de rendimiento en líneas avanzadas de arveja *Pisum sativum* con gen afila. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 24 - 39.
- Muro Erreguerena, J. (1988). Efectos de simulación de daños de pedrisco en maíz (*Zea mays* L.). Madrid, España: DIALNET plus.
- NATUREDUCA. (30 de Abril de 2020). *Naturaleza educativa. Geografía Física: Climatología*. Obtenido de Naturaleza educativa. Geografía Física: Climatología: <https://natureduca.com/geografia-fisica-climatologia-08.php>
- Orneta Duran, M. E. (2018). *Sistemas de siembra en el rendimiento de maíz (Zea mays L) amiláceo INIA 618 blanco quispicanchi, en condiciones edafoclimaticas del distrito de Panao, provincia Pachitea, región Huánuco*. Huánuco: Universidad Nacional Hermilio Valdizan.
- Orozco-Ramírez, Q. P. (23 de Febrero de 2017). *Distribución geográfica y diversidad de razas de maíz (Zea mays L. subsp. Mays) en México*. Obtenido de Waayback Machine: <https://doi.org/10.1007/s10722-016-0405-0>

- Ospina Rojas, J. G., & Duarte Pérez, C. J. (2016). Fisiología de la planta de maíz. En *Aspectos técnicos de la producción de maíz en Colombia* (págs. 34 - 59). Colombia: FENALCE.
- Pari Olortegui, E. A. (2019). *Efectos de bioestimulante en el rendimiento del cultivo de arveja verde Usui (Pisum sativum L) en valle de Huaral – 2015*. Huaral - Perú: Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo en la Escuela Profesional de Ingeniería Agrónoma de la Facultad de Ingeniería en la Universidad San Pedro.
- Portillo, G. (30 de Abril de 2020). *Meteorología en Red*. Obtenido de Meteorología en Red: <https://www.meteorologiaenred.com/las-precipitaciones.html>
- Prieto, G., Alamo, J. F., Appella, C., Casciani, A., Espósito, A., Gallego, J. J., . . . Zubillaga, F. (2020). *Rendimiento de cultivares de Arveja (Pisum sativum, L) en diferentes ambientes de la República Argentina*. Argentina: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria Centro Regional Santa Fe. Estación Experimental Agropecuaria Oliveros. Agencia de Extensión Rural Arroyo Seco.
- Reyas Meléndez, F. M., & Martínez Villachica, A. M. (2018). *Efecto del biol en el crecimiento y rendimiento del cultivo de maíz (Zea mays L) Cv NB-9043, finca El Plantel, Masaya 2017*. Universidad Nacional Agraria, <http://repositorio.una.edu.ni/id/eprint/3800>.
- Rios Pérez, M. (2009). *Efecto en el rendimiento de grano de maíz (Zea mays L.) amarillo duro, var. marginal 28 t. según ubicación de la semilla en la mazorca en un entisol de Pucallpa*. Ucayali.
- Rivera, M. (2015). Labores Culturales. *Alternativas Cutivando Comunidades*, 24-25. Obtenido de https://alternativascc.org/wp-content/uploads/2018/05/labores-culturales_web-1.pdf
- Rodríguez Mendoza, A. (2018). *Densidad de plantas y niveles de guano de isla en el rendimiento de maíz amiláceo (Zea mays L.), Huayaupuquio 3040 msnm - Ayacucho*. Ayacucho.

- Rodríguez Torres, G. (2016). *Adaptación y rendimiento de variedades de maíz choclero (Zea mays L) en consiciones edafoclimáticas de Santo Domingo de Puqui - Huacrachuco 2015*. UNHEVAL .
<http://repositorio.unheval.edu.pe/handle/UNHEVAL/1116>.
- Rodríguez, G. (2015). *Evaluación de 12 cultivares de arveja (Pisum sativum L.) de tipo industrial para cosecha en verde en condiciones de Tarma*. Tarma: Universidad Nacional del Centro del Perú. Obtenido de <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/977>
- Rojas Huacoto, C. A. (2017). *Producción de arveja verde Quantum (Pisum sativum L) con aplicaciones de humus de lombriz, guanode islas y biol en condiciones agroclimáticas de Tiabaya – Arequipa*. Arequipa - Perú: Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.
- Sarochar, H. E. (2018). *Introducción a la meteorología general*. La Plata: Facultad de Ciencias astronómicas y geofísicas. Universidad Nacional de la Plata.
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología. (2019). *Eventos Meteorológicos en Huancavelica*. Huancayo: SENAMHI.
- Sevilla, R. (2009). *Incremento de rendimiento de Maíz en sierra Central del Perú a través de conservación de razas Junín, Huancavelica y Ayacucho. Estudio de línea de base*. Huancayo - Perú.: INIA - Estación Experimental Agraria Santa Ana.
- Tamayo, M. (2012). *El proceso de la investigación científica*. México: Limusa.
- Tamayo, P. (2000). Enfermedades del Cultivo de Arveja en Colombia: Guía de Reconocimiento y Control. *Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria*, 36-43. Obtenido de https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/13448/42351_46119.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Tanta Vilca, F. A. (2015). *Efecto de citoquininas, boro y poliaminas en el rendimiento de Zea mays L híbrido dekalb 7088 en Chepén, La Libertad*. Universidad Nacional de Trujillo, Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo.

- Tovar Laura, W. A. (2017). *Efecto de la interacción del ácido triiodo benzoico con citoquininas en el rendimiento de maíz (Zea mays L.)*. Universidad Nacional de Huancavelica, tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo.
- Tucuch Haas, C. J., Alcántar González, G., Trejo Tréllez, L. I., Volke Haller, H., Salinas Moreno, Y., & Larqué Saavedra, A. (2017). Efecto del ácido salicílico en el crecimiento, estatus nutricional y rendimiento en maíz (Zea mays). *Agrociencia*, 771 - 781.
- Vaca García, V. M., Matínez Villanueva, J. J., González Huerta, A., Morales Rosales, E. J., Zamudio González, B., & Gutiérrez Rodríguez, F. (2014). Compactación de un vertizol bajo tres sistemas de labranza en maíz (Zea mays L). *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 1495 - 1507.
- Valladolid, A. (2016). *Leguminosas de Grano*. Lima: Ministerio de Agricultura y Riego. Obtenido de <https://www.midagri.gob.pe/portal/download/legumbres/catalogo-leguminosas.pdf>
- Vásquez Aguilar, A. (2019). *Efecto de tres dosis de fertilización en el rendimiento de tres variedades de maíz amiláceo (Zea mays L.) en tres localidades del distrito de Cutervo, 2016-2017*. Lambayeque: Universidad Nacional Pedro Ruíz Gallo.
- Vilcapoma, G. (1991). *Manual de Botánica Sistemática*. Lima.
- Woo Reza, J. L., Vásquez Alavarado, R., Olivares Sáenz, E., Zavala G, F., González G, R., Valdez C, R., & Gallegos Vázquez, C. (2004). Análisis de crecimiento en maíz (Zea mays L) aplicando lodos activados y urea. *Agrofaz: Publicación semestral de investigación científica*, 437 - 442.
- Yzarra, J., & López, F. (2011). *Manual de Observaciones Fenológicas*. Lima: Ministerio de Agricultura. Obtenido de <https://www.senamhi.gob.pe/load/file/01401SENA-11.pdf>

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	MÉTODO/ INSTRUMENTO
<p>Problema central</p> <p>¿Cuál sería el efecto de diferentes niveles de defoliación ocasionada por precipitación sólida simulada en el crecimiento y rendimiento del cultivo de arveja en la localidad de Acobamba-Huancavelica?</p> <p>Problemas específicos</p> <p>¿Cómo repercutirá el efecto de la precipitación sólida simulada en el</p>	<p>Objetivo general</p> <p>Evaluar el efecto de diferentes niveles de defoliación ocasionada por precipitación sólida simulada en el crecimiento y rendimiento del cultivo de arveja en la localidad de Acobamba-Huancavelica.</p> <p>Objetivos específicos</p> <p>Determinar la repercusión del efecto de la precipitación sólida simulada en el crecimiento de las plantas de arveja,</p> <p>Estimar el efecto de las precipitaciones solidas</p>	<p>Ho: El efecto de las defoliaciones de precipitaciones sólidas simuladas no disminuye el rendimiento del cultivo de arveja en la localidad de Acobamba. ($H_o = \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \mu_5 = \mu_6 = \mu_7$)</p> <p>Ha: El efecto de las defoliaciones de precipitaciones sólidas simuladas disminuye el rendimiento del cultivo de arveja en la localidad de Acobamba. ($H_a \neq \mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3 \neq \mu_4 \neq \mu_5 \neq \mu_6 \neq \mu_7$)</p>	<p>Variable independiente:</p> <p>Daño foliar por precipitación sólida simulada.</p> <p>Variable dependiente:</p> <p>Crecimiento de plantas</p> <p>Rendimiento de vainas verdes</p>	<p>Método de investigación</p> <p>En el estudio se utilizó el método experimental, en el procedimiento se buscó probar el efecto de la precipitación sólida en el crecimiento y rendimiento del cultivo.</p> <p>Diseño de investigación</p> <p>En el estudio se utilizó el Diseño Completamente al Azar, con siete (6) tratamientos y tres (3) repeticiones.</p> <p>Técnicas de procesamiento y análisis de datos</p> <p>El registro de datos se realizó en función al desarrollo fenológico del cultivo de arveja, asimismo, se tuvo en</p>

<p>crecimiento de las plantas de arveja?</p> <p>¿En cuánto reducirá las precipitaciones solidas el rendimiento de la arveja en vainas verdes?</p>	<p>simuladas en el rendimiento de la arveja en vainas verdes.</p>			<p>cuenta las variables en estudio, según las características de cada uno de ellos.</p> <p>Los datos registrados se tabularon en función a las variables en estudio. Asimismo, se tuvo en consideración tanto para el ANVA y para la comparación de los promedios de los tratamientos de la prueba da Tukey, el valor de $\alpha = 0.05$ para la significación. Además de utilizaron herramientas estadísticas descriptivas para la presentación de los datos procesados.</p> <p>Descripción de la prueba de hipótesis</p> <p>La prueba de hipótesis se realizó mediante la aplicación del método estadístico de análisis de varianza (ANVA).</p>
---	---	--	--	---

PANEL FOTOGRÁFICO

Figura 1

Unidad experimental de estudio con arvejas



Figura 2

Simulación de daño foliar por precipitación sólida



Figura 3

Inicio de formación de vainas de arvejas



Figura 4

Vaina de arveja en maduración



Figura 5

Vainas de arveja cosechadas variedad Usui: testigo



Figura 6

Cosecha de vainas después de 25% de daño foliar



Figura 7

Cosecha de vainas después de 50% de daño foliar



Figura 8

Cosechas de vainas después de 75% de daño foliar



Figura 9

Cosecha de vainas después de 100 % de daño foliar



Figura 10

Cosecha de vainas después de 100% de daño foliar y quiebre de tallo



Figura 11

Longitud de vainas de 100% de daño foliar y quiebre de tallo





CERTIFICADO DE SIMILITUD

Por medio del presente y de acuerdo al siguiente detalle:

- Trabajo de investigación, titulado:

“PRECIPITACIÓN SOLIDA SIMULADA COMO FACTOR METEOROLÓGICO INFLUYENTE EN EL RENDIMIENTO DE LA ARVEJA (*Pisum sativum*) EN ACOBAMBA”

- Presentado por:
CORDOVA DAMIAN, Marysabel Eugenia.
- Docente asesor:
Dr. DE LA CRUZ MARCOS, Ruggerths Neil.
- Para obtener:
EL GRADO DE DOCTOR en: CIENCIAS AGROPECUARIAS.

La Unidad de Promoción, Difusión y Repositorio, certifica **que el presente trabajo de investigación**, se encuentra dentro del porcentaje permitido de coincidencia por la Universidad Nacional de Huancavelica.

Por tanto, en cumplimiento del Art.4° del Reglamento del Software Anti plagio de la Universidad Nacional de Huancavelica, se dictamina que el trabajo de investigación fue analizado por el software anti plagio TURNITIN (realizado por el docente Asesor), se expide el presente.

ORIGINALIDAD	SIMILITUD
80.0 %	20 .0 %

El Certificado se expide el 21 de junio del año 2023.

N° 020-2023



ESPINOZA QUISPE CARLOS ENRIQUE
DE LA UNIDAD DE PROMOCIÓN, DIFUSIÓN Y REPOSITORIO