

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE AGRONOMÍA Y ZOOTECNIA

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



TESIS

**COMPARATIVO DE RENDIMIENTO DE DIEZ POBLACIONES DE
SELECCIÓN MASAL DE TARWI (*Lupinus mutabilis* Sweet.) POR MAYOR
TAMAÑO DE GRANO EN K'AYRA – SAN JERONIMO – CUSCO**

PRESENTADO POR:

Br. RUTH KARLA CUSIHUALLPA
HUAMANTTUPA

**PARA OPTAR AL TÍTULO
PROFESIONAL DE INGENIERO
AGRÓNOMO**

ASESOR:

Dr. TEÓFILO POMPEYO COSIO
CUENTAS

COASESOR:

Mg. VICTOR MINAURO ROJAS

CUSCO - PERÚ

2025



Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco

INFORME DE SIMILITUD

(Aprobado por Resolución Nro.CU-321-2025-UNSAAC)

El que suscribe, el Asesor Dr. Teófilo Pompeyo Casio Cuentas
..... quien aplica el software de detección de similitud al
trabajo de investigación/tesis titulada: COMPARATIVO DE RENDIMIENTO DE
DIEZ POBLACIONES DE SELECCIÓN MASAL DE TARWI CLupinus
mutabilis Sweet.) POR MAYOR TAMAÑO DE GRANO EN K'AYRA -
SAN JERONIMO - CUSCO

Presentado por: Ruth Karla Cusihualpa Huamantupa DNI N° 75160746 ;
presentado por: DNI N°:
Para optar el título Profesional/Grado Académico de Ingeniero Agrónomo


Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por 1 veces, mediante el
Software de Similitud, conforme al Art. 6° del **Reglamento para Uso del Sistema Detección de**
Similitud en la UNSAAC y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de 2 %.

Evaluación y acciones del reporte de coincidencia para trabajos de investigación conducentes a grado académico o título profesional, tesis

Porcentaje	Evaluación y Acciones	Marque con una (X)
Del 1 al 10%	No sobrepasa el porcentaje aceptado de similitud.	<input checked="" type="checkbox"/>
Del 11 al 30 %	Devolver al usuario para las subsanaciones.	<input type="checkbox"/>
Mayor a 31%	El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, conforme al reglamento, quien a su vez eleva el informe al Vicerrectorado de Investigación para que tome las acciones correspondientes; Sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a Ley.	<input type="checkbox"/>

Por tanto, en mi condición de Asesor, firmo el presente informe en señal de conformidad y adjunto las primeras páginas del reporte del Sistema de Detección de Similitud.

Cusco, 30 de septiembre de 2025


Firma

Post firma Teófilo Pompeyo Casio Cuentas

Nro. de DNI 23867703

ORCID del Asesor 0000-0003-2369-268x

Se adjunta:

- Reporte generado por el Sistema Antiplagio.
- Enlace del Reporte Generado por el Sistema de Detección de Similitud: oid: 27259:496436109

TESIS DE RUTH KARLA CUSIHUALLPA HUAMANTTUPA.pdf

 Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::27259:496436109

Fecha de entrega

11 sep 2025, 5:34 a.m. GMT-5

Fecha de descarga

11 sep 2025, 6:08 a.m. GMT-5

Nombre del archivo

TESIS DE RUTH KARLA CUSIHUALLPA HUAMANTTUPA.pdf

Tamaño del archivo

4.8 MB

135 páginas

41.510 palabras

163.919 caracteres




2% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe


- Bibliografía
- Texto citado
- Texto mencionado
- Coincidencias menores (menos de 8 palabras)
- Trabajos entregados
- Fuentes de Internet

Fuentes principales

- 0%  Fuentes de Internet
- 2%  Publicaciones
- 0%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alerta de integridad para revisión

-  **Texto oculto**
31 caracteres sospechosos en N.º de página
El texto es alterado para mezclarse con el fondo blanco del documento.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

DEDICATORIA

A mi madre Genara Huamantupa Huaman, por haberme brindado siempre su amor y apoyo incondicional, por todos sus sacrificios y fortaleza, por haberme dado la vida y ser mi razón para vivirla. Por ser mi fuente de inspiración y motivo de todos mis objetivos. Te estoy eternamente agradecida y te dedico mi trabajo de investigación con todo mi amor.

A mi padre Gumercindo Cusihualpa Melo, por sus valiosos consejos y apoyo motivacional, por inculcarme valores y la importancia del conocimiento, trabajo y esfuerzo, por su admirable trabajo y sacrificio día a día, por todo ello te dedico mi trabajo con mucho amor.

A mis hermanos Kevin y Melany Diana, por ser causantes de mis grandes alegrías y risas, por ser mis ejemplos a seguir y siempre influencia positiva en mí. Por regalarme momentos con un valor incalculable y siempre apoyarme, todo ello ayudándome a seguir adelante ante los obstáculos. Compañeros de vida en los momentos más difíciles y en los más felices, a los cuales eternamente tendré en mi corazón.

A todos mis familiares por los gratos momentos que me dieron.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Facultad de Agronomía y Zootecnia; Escuela Profesional de Agronomía, por haberme brindado la oportunidad de crecer académicamente y formarme profesionalmente.

Al Centro de Investigación en Cultivos Andinos (CICA), por brindarme los recursos necesarios para la ejecución del presente trabajo de investigación.

A mi asesor, Dr. Teófilo Pompeyo Cosio Cuentas por su valiosa colaboración, orientación, apoyo, tiempo y paciencia en la planificación y redacción del presente trabajo de investigación. Su guía ha sido invaluable y fundamental no solo para permitirme culminar con el trabajo de investigación, sino también para crecer como profesional. Llevaré grabados para siempre en la memoria sus enseñanzas en mi futuro profesional.

A mi coasesor, Mgt. Victor Minauro Rojas por haberme brindado sus valiosos consejos, tiempo, orientación, apoyo técnico y motivación, su amplia experiencia y conocimiento compartidos conmigo han sido fundamentales para el desarrollo del presente trabajo de investigación. Estaré siempre profundamente agradecida por su confianza en mí.

Al Ing. Pedro Arosquipa Quispe por haberme brindado su apoyo incondicional, y valioso tiempo y ayuda en la ejecución de la parte experimental del presente trabajo de investigación.

A todos mis amigos y de forma especial a: Lia, Edwin, Isabel, Sefora, Elodia, Melisa, Janeth, Diana, Judith, Eli, Mariza, Milkon, Ale, Aracely, Yumara, Mary, Lili, Estrella, Jaz, Melani, Fernando, Aldo, Jhon y Wili, por su compañía y apoyo incondicional, que estuvieron conmigo en los momentos de agobio y alegría, con quienes disfrute muchas experiencias gratificantes durante mi vida académica y personal, de igual manera a todos mis compañeros del código 2018-I y a los practicantes del (CICA) que colaboraron conmigo en la ejecución de la parte experimental del presente trabajo de investigación.

CONTENIDO

RESUMEN	X
INTRODUCCIÓN	1
I. PROBLEMA OBJETO DE INVESTIGACIÓN	2
1.1. Planteamiento del problema objeto de investigación.....	2
1.2. Formulación del problema	3
<i>1.2.1. Problema general</i>	<i>3</i>
<i>1.2.2. Problemas específicos</i>	<i>3</i>
II. OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN	4
2.1. Objetivos.....	4
<i>2.1.1. Objetivo general</i>	<i>4</i>
<i>2.1.2. Objetivos específicos</i>	<i>4</i>
2.2. Justificación	4
III. HIPOTESIS	6
3.1. Hipótesis general.....	6
3.2. Hipótesis específicas	6
IV. MARCO TEÓRICO	7
4.1. Antecedentes de la investigación	7
4.2. Bases teóricas.....	10
4.3. Marco conceptual.....	26
V. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	32
5.1. Tipo de investigación.....	32
5.2. Ubicación espacial	32
5.3. Datos meteorológicos.....	35
5.4. Ubicación temporal	36
5.5. Historial del campo experimental	36
5.6. Material genético	37

5.7. Metodología	46
5.8. Conducción del experimento	50
5.9. Métodos de evaluación	52
5.10. Análisis estadístico.....	54
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	56
6.1. Resultados para componentes primarios de rendimiento.....	56
6.2. Comparativo de rendimiento de grano.....	78
6.3. Resultados para tamaño de grano	86
6.4. Regresiones y correlaciones para las variables de tamaño de grano y peso de 100 semillas	89
VII. CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS	93
7.1. Conclusiones	93
7.2. Sugerencias	96
VIII. BIBLIOGRAFÍA.....	97
ANEXOS.....	101

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Perú: Producción anual de tarwi según principales departamentos 2017-2022	24
Tabla 2 Datos meteorológicos estación “Granja K’ayra” campaña 2023-2024	35
Tabla 3 Historial del campo experimental	36
Tabla 4 Accesiones que aportaron a la selección masal-1 y sus pesos por 100 semillas	38
Tabla 5 Accesiones que aportaron a la selección masal-2 y sus pesos por 100 semillas	39
Tabla 6 Accesiones que aportaron a la selección masal-3 y sus pesos por 100 semillas	40
Tabla 7 Accesiones que aportaron a la selección masal-4 y sus pesos por 100 semillas	41
Tabla 8 Accesiones que aportaron a la selección masal-5 y sus pesos por 100 semillas	42
Tabla 9 Accesiones que aportaron a la selección masal-6 y sus pesos por 100 semillas	42
Tabla 10 Accesiones que aportaron a la selección masal-7 y sus pesos por 100 semillas	43
Tabla 11 Accesiones que aportaron a la selección masal-8 y sus pesos por 100 semillas	44
Tabla 12 Accesiones que aportaron a la selección masal-9 y sus pesos por 100 semillas	45
Tabla 13 Accesiones que aportaron a la selección masal-10 y sus pesos por 100 semillas	46
Tabla 14 Tratamientos del experimento	47
Tabla 15 Cuadro ANVA- DBCA	55
Tabla 16 Fenología de la población masal M-1	56
Tabla 17 Fenología de la población masal M-2	57
Tabla 18 Fenología de la población masal M-3	57
Tabla 19 Fenología de la población masal M-4	58
Tabla 20 Fenología de la población masal M-5	59
Tabla 21 Fenología de la población masal M-6	59
Tabla 22 Fenología de la población masal M-7	60

Tabla 23	Fenología de la población masal M-8.....	61
Tabla 24	Fenología de la población masal M-9.....	61
Tabla 25	Fenología de la población masal M-10.....	62
Tabla 26	Altura de planta (cm) por tratamiento	63
Tabla 27	Análisis de varianza para altura de planta	63
Tabla 28	Número de ramas primarias por tratamiento	64
Tabla 29	Análisis de varianza para número de ramas primarias	64
Tabla 30	Comparación de medias para número de ramas según la prueba de Tukey ...	65
Tabla 31	Longitud de inflorescencia principal (cm) por tratamiento	66
Tabla 32	Análisis de varianza para longitud de inflorescencia principal	67
Tabla 33	Número de flores en inflorescencia principal por tratamiento	68
Tabla 34	Análisis de varianza para número de flores en inflorescencia principal	68
Tabla 35	Número de vainas en eje principal por tratamiento	69
Tabla 36	Análisis de varianza para número de vainas en eje principal	69
Tabla 37	Longitud de vaina (cm) por tratamiento	70
Tabla 38	Análisis de varianza para longitud de vaina en eje principal	70
Tabla 39	Comparación de medias para longitud de vaina (cm) según la prueba de Tukey	71
Tabla 40	Ancho de vaina (cm) por tratamiento	72
Tabla 41	Análisis de varianza para ancho de vaina	73
Tabla 42	Comparación de medias para ancho de vaina (cm) según la prueba de Tukey	73
Tabla 43	Espesor de vaina (cm) por tratamiento	75
Tabla 44	Análisis de varianza para espesor de vainas	75
Tabla 45	Comparación de medias para espesor de vaina (cm) según la prueba de Tukey	76
Tabla 46	Número de granos por vaina por tratamiento	77
Tabla 47	Análisis de varianza para número de granos por vaina	77
Tabla 48	Resultados de rendimiento de grano (t/ha) por tratamiento	78
Tabla 49	Análisis de varianza para rendimiento de grano.....	78
Tabla 50	Comparación de medias para rendimiento de grano (t/ha) según la prueba de Tukey	79
Tabla 51	Longitud de grano (mm) por tratamiento	80
Tabla 52	Análisis de variancia para longitud de grano.....	81

Tabla 53 Comparación de medias para longitud de grano (mm) según la prueba de Tukey	81
Tabla 54 Ancho de grano (mm) por tratamiento	83
Tabla 55 Análisis de varianza para ancho de grano	83
Tabla 56 Comparación de medias para ancho de grano (mm) según la prueba de Tukey	84
Tabla 57 Espesor de grano (mm) por tratamiento	85
Tabla 58 Análisis de varianza para espesor de grano	86
Tabla 59 Peso de 100 semillas (g) por tratamiento.....	87
Tabla 60 Análisis de varianza para peso de 100 semillas.....	87
Tabla 61 Comparación de medias para peso de 100 semillas (g) según la prueba de Tukey	88
Tabla 62 Matriz de regresiones y correlaciones	90
Tabla 63 Evaluación de componentes primarios de rendimiento y características de vaina.....	102

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Planta de tarwi (<i>Lupinus mutabilis</i> Sweet.) y sus partes.....	14
Figura 2 Perú: Comportamiento de la producción nacional de tarwi 2017-2022 (t).....	22
Figura 3 Cusco: Comportamiento de la producción, superficie cosechada y rendimiento de tarwi 2017-2022.....	23
Figura 4 Valor nutricional del tarwi	25
Figura 5 Ubicación del departamento de Cusco	33
Figura 6 Ubicación de la provincia de Cusco.....	33
Figura 7 Ubicación del distrito de San Jerónimo	34
Figura 8 Vista satelital del campo experimental	34
Figura 9 Temperatura máxima, mínima y media (°C), estación meteorológica Granja K'ayra.....	35
Figura 10 Precipitación total mensual (mm) y humedad relativa (%), estación meteorológica Granja K'ayra	36
Figura 11 Croquis del campo experimental.....	49
Figura 12 Unidad experimental	49
Figura 13 Fenología de la población masal M-1	56
Figura 14 Fenología de la población masal M-2	57
Figura 15 Fenología de la población masal M-3	58
Figura 16 Fenología de la población masal M-4	58
Figura 17 Fenología de la población masal M-5	59
Figura 18 Fenología de la población masal M-6	60
Figura 19 Fenología de la población masal M-7	60
Figura 20 Fenología de la población masal M-8	61
Figura 21 Fenología de la población masal M-9	62
Figura 22 Fenología de la población masal M-10	62
Figura 23 Grafico de número de ramas por tratamiento.....	66
Figura 24 Grafico de longitud de vaina por tratamientos.....	72
Figura 25 Grafico de ancho de vaina por tratamientos.....	74
Figura 26 Espesor de vainas por tratamientos	76
Figura 27 Grafico de rendimiento de grano por tratamientos	80
Figura 28 Gráfico de longitud de grano por tratamientos	82
Figura 29 Grafico de ancho de grano por tratamientos	85

Figura 30 Gráfico de peso de 100 semillas por tratamientos	89
Figura 31 Regresión de longitud de grano con ancho de grano	91
Figura 32 Regresión de ancho de grano con peso de 100 semillas	92
Figura 33 Preparación del campo experimental	112
Figura 34 Siembra de tres semillas por golpe con un distanciamiento de 30 cm.....	112
Figura 35 Siembra y tapado de la semilla	113
Figura 36 Inicio de emergencia de tarwi	113
Figura 37 Riego del campo experimental en la fase de emergencia de plántulas	114
Figura 38 Desarrollo vegetativo de la planta de tarwi.....	114
Figura 39 Deshierbe del campo experimental	115
Figura 40 Inicio de formación de botón floral.....	115
Figura 41 Inicio de floración	116
Figura 42 Segundo aporque del cultivo.....	116
Figura 43 Plena floración con más del 50% por tratamiento	117
Figura 44 Detalle de longitud de inflorescencia en el tratamiento M-3	117
Figura 45 Evaluación de número de flores	118
Figura 46 Evaluación de altura de planta	118
Figura 47 Inicio de formación de vainas en el tratamiento M-1	119
Figura 48 Vainas del eje central en proceso de llenado en el tratamiento M-1.....	119
Figura 49 Madurez de vainas	120
Figura 50 Variabilidad de tamaño de grano en la fase de madurez.....	120
Figura 51 Maduración completa del campo experimental	121
Figura 52 Aspecto de cosecha en los diferentes tratamientos	121
Figura 53 Pesado de grano de tarwi por unidad experimental	122
Figura 54 Evaluación de espesor de grano	122
Figura 55 Evaluación de ancho de grano del tratamiento M-10	123
Figura 56 Evaluación de peso de 100 semillas del tratamiento M-5.....	123
Figura 57 Pesado de 100 semillas de tarwi	124

RESUMEN

El presente trabajo de investigación intitulado “COMPARATIVO DE RENDIMIENTO DE DIEZ POBLACIONES DE SELECCIÓN MASAL DE TARWI (*Lupinus mutabilis* Sweet.) POR MAYOR TAMAÑO DE GRANO EN K'AYRA – SAN JERONIMO – CUSCO”, fue realizado durante la campaña agrícola 2023 – 2024.

Los objetivos específicos fueron describir los componentes primarios de rendimiento; comparar los rendimientos y características de grano, y determinar el tamaño de grano mediante el peso de 100 semillas en diez poblaciones de selección masal por mayor tamaño de grano en tarwi.

El tipo de investigación fue experimental explicativo y se aplicó el diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA), con diez tratamientos y cuatro repeticiones. El material genético fue proveniente de la selección de accesiones campaña 2022-2023 del Banco de Germoplasma del Centro de Investigación en Cultivo Andinos (CICA).

Para los componentes primarios de rendimiento los resultados fueron: para número de ramas primarias, longitud, ancho y espesor de vaina, se encontraron diferencias estadísticas significativas, siendo las poblaciones M-3, M-5 y M-6 las más destacadas.

Respecto al rendimiento y características de grano los resultados fueron: la población M-3 obtuvo el mayor rendimiento con 1.059 t/ha, y M-5 el de mayor promedio de longitud y ancho de grano con 12.19 mm y 10.01 mm respectivamente.

Respecto al tamaño de grano se tiene que las poblaciones M-3, M-6, M-5, M-7, M-10, M-9, M-8, M-1 y M-2 son estadísticamente iguales y superiores a la población M-4 con 31.89 g/100 semillas, siendo M-3 el que obtuvo un mayor promedio con 37.61 g/100 semillas.

Palabras clave: Tarwi, Componentes primarios de rendimiento, Rendimiento, Tamaño de grano.

INTRODUCCIÓN

El tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet.) es un cultivo ancestral muy nutritivo e importante en la alimentación familiar andina, se cultiva en zonas altoandinas y valles interandinos. Gracias a su adaptabilidad y rusticidad, es poco exigente en cuanto a calidad de sustrato y requiere de poca agua (entre 400 y 800 mm) en comparación a otros cultivos, además, gracias a la simbiosis con bacterias del género *Rhizobium*, el cultivo permite la fijación de nitrógeno atmosférico al suelo, lo que mejora su fertilidad. A esto se suma su contenido de alcaloides, que brinda una protección moderada contra plagas y aves, por lo cual los agricultores no suelen aplicar pesticidas. Por estas razones, se considera un producto orgánico y adecuado para ser utilizado como cultivo rotativo en sistemas de agricultura ambientalmente sostenibles y de biodiversidad.

En cuanto a la composición nutricional, las semillas son excepcionalmente nutritivas ya que las proteínas y aceites constituyen más de la mitad de su peso. En base a un análisis bromatológico, posee en promedio 35.5% de proteína, 16.9% de aceites, 7.65% de fibra cruda y 35.77% de carbohidratos (Jacobsen & Mujica, 2006). Además, contiene lisina un aminoácido esencial en la absorción de calcio y la construcción del tejido muscular (Porrás et al., 2013).

El cultivo de tarwi en la región de Cusco incremento sus volúmenes de rendimiento en 14%, lo que lo convirtió en el segundo departamento con mayor producción en el año 2021. En el año 2022, el nivel de rendimiento a octubre se incrementó en 38% respecto de octubre del año anterior, con lo cual superó su nivel de producción, pasando de 2 mil 779 toneladas a 3 mil 913 toneladas (MIDAGRI, 2023).

El presente trabajo de investigación aborda el comparativo de rendimiento de diez poblaciones de selección masal de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet.) por mayor tamaño de grano, con la finalidad de incrementar la calidad de grano y el rendimiento por cuanto existe demanda de la población urbana por mayor tamaño de grano por los usos especiales que tiene esta leguminosa en la Región del Cusco.

El Programa de Tarwi del CICA ha generado poblaciones masales superiores por tamaño de grano, los que requieren una evaluación rigurosa antes de formar un compuesto masal como nueva variedad.

La autora

I. PROBLEMA OBJETO DE INVESTIGACIÓN

1.1. Planteamiento del problema objeto de investigación

El tarwi es considerado un cultivo importante por su valor alimenticio, alto en proteínas y aceites esenciales, así como, su adaptación a diferentes sistemas agroecológicos. Razón por la cual en la escuela profesional de agronomía en el CICA-UNSAAC se viene realizando investigaciones para diferentes objetivos; siendo uno de estos la obtención de cultivares con mayor tamaño de grano.

El tamaño de grano del tarwi es un problema prioritario por la demanda de la población consumidora de tarwi, por lo que los procesadores de tarwi desamargado se ven en la necesidad de realizar una selección o tamizado previo para obtener granos más grandes, lo que afecta la rentabilidad de los comerciantes de grano desamargado. Por otra parte, el uso de tarwi en sus diversas formas de consumo como ensaladas y guisos es de grano entero. Sin embargo, cuando el grano es de tamaño reducido, la presentación de estos potajes se ve afectada, lo que genera la necesidad de contar con granos de mayor tamaño, problema que puede ser superado mediante programas de mejoramiento genético orientados a incrementar el tamaño del grano.

En el Centro de Investigación en Cultivos Andinos (CICA), se ha iniciado desde hace varios años el mejoramiento de tamaño de grano en base al Banco de Germoplasma de Tarwi, teniéndose avances muy favorables que han permitido la formación de poblaciones con tamaños de grano superiores al del cultivar tradicional, que requieren ser evaluados para determinar sus incrementos en tamaño de grano.

Concretamente en el presente trabajo se evalúa los rendimientos e incrementos de tamaño de grano en diez poblaciones de selección masal por mayor tamaño de grano, a fin de estabilizar este carácter en una población superior y de esta manera contribuir a la mayor producción de tarwi en la región e incentivar su mayor consumo en las poblaciones urbanas de la región.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Cuánto será el rendimiento de las diez poblaciones de selección masal de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet.) por mayor tamaño de grano en K'ayra – San Jerónimo – Cusco?

1.2.2. Problemas específicos

1. ¿Cuáles serán las características de los componentes primarios de rendimiento de diez poblaciones de selección masal por mayor tamaño de grano en tarwi?
2. ¿Cuánto serán los rendimientos de grano de diez poblaciones de selección masal por mayor tamaño de grano de tarwi bajo condiciones de K'ayra?
3. ¿Cuáles serán los tamaños de grano en diez poblaciones de selección masal de tarwi mediante el peso de cien semillas y será posible identificar las poblaciones mayores a treinta y cinco gramos?

II. OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN

2.1. Objetivos

2.1.1. *Objetivo general*

Comparar el rendimiento de diez poblaciones de selección masal de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet.) por mayor tamaño de grano en K'ayra – San Jerónimo – Cusco.

2.1.2. *Objetivos específicos*

1. Describir los componentes primarios de rendimiento; altura de planta (eje principal), número de ramas primarias por planta, longitud de inflorescencia principal, número de flores en inflorescencia principal, número de vainas en eje principal y características de vaina en diez poblaciones de selección masal por mayor tamaño de grano en tarwi.
2. Comparar los rendimientos y características de grano de diez poblaciones de selección masal de tarwi por mayor tamaño de grano bajo condiciones del centro agronómico K'ayra.
3. Determinar el tamaño de grano en diez poblaciones de selección masal de tarwi mediante el peso de cien semillas e identificar las poblaciones mayores a treinta y cinco gramos.

2.2. Justificación

El presente trabajo de investigación se justifica por los siguientes fundamentos:

- **Económico:** El tarwi es un cultivo de alta importancia económica y nutricional por tener un alto contenido proteico de 48 g por cada 100 g, además que presenta muchos beneficios y características especiales, que le otorgan gran potencial no solo nutricional sino también comercial. Se considera un cultivo rentable, especialmente con variedades mejoradas. La obtención de un compuesto masal superior en tamaño de grano, permitirá mayores ingresos a los agricultores productores de tarwi por generar mayor demanda en los mercados regionales y nacionales, e inducirá a mayor consumo de este grano por sus cualidades superiores.
- **Social:** El tarwi es un alimento básico en las poblaciones rurales de los andes, por ello es una necesidad encontrar una variedad de tarwi con mayor tamaño de grano para así poder contribuir a la seguridad alimentaria de nuestro país. Dicho esto,

este cultivo es una alternativa para mejorar la calidad de vida de las familias de las zonas rurales y alto andinas del país.

- **Ambiental:** El tarwi tiene un amplio rango de adaptación ambiental en los valles interandinos de la sierra peruana por ello cualquier investigación por mejorar las características agronómicas de esta especie es de mucha importancia. Las poblaciones masales en evaluación también fueron seleccionadas por su resistencia a las enfermedades por lo tanto al obtener una población superior de grano grande será una contribución al ambiente porque no permitirá el uso de pesticidas en el futuro.
- **De investigación:** Los resultados que se obtendrán en el presente trabajo de investigación servirán para continuar con el proceso de selección de genotipos de tarwi con características de tamaño de grano superiores al promedio y así continuar con el mejoramiento genético de este cultivo. También será importante reconocer las características agronómicas de las plantas con mayor tamaño de grano, fundamentalmente los componentes de rendimiento como número de ramas, número de vainas en eje central, número de granos por vaina, y peso de semillas por planta.

III. HIPOTESIS

3.1. Hipótesis general

Existe diferencias entre los rendimientos de diez poblaciones de selección masal de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet.) por mayor tamaño de grano bajo condiciones de K'ayra – San Jerónimo – Cusco.

3.2. Hipótesis específicas

1. Al menos una de las poblaciones de selección masal de tarwi tiene componentes primarios de rendimiento superiores al resto.
2. Entre las diez poblaciones seleccionadas por mayor tamaño de grano existe una población con rendimiento y características de grano superiores al resto.
3. Entre las diez poblaciones de selección masal de tarwi por mayor tamaño de grano existe al menos una población con tamaño de grano superior a treinta y cinco gramos por cien semillas.

IV. MARCO TEÓRICO

4.1. Antecedentes de la investigación

4.1.1. Antecedentes nacionales

De La Cruz (2018), en su trabajo de investigación titulada “Caracterización fenotípica y de rendimiento preliminar de ecotipos de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet), bajo condiciones del Callejón de Huaylas – Ancash”, realizado en la Universidad Nacional Agraria La Molina, tuvo como objetivo evaluar las características fenotípicas y morfoagronómicas de los ecotipos de tarwi procedentes de las regiones centro y sur en las condiciones del Callejón de Huaylas-Ancash, entre los resultados que obtuvo observó lo siguiente: el peso de 100 semillas para los ecotipos del centro del Perú fue de 23.63 g, con un rango de variación de 10.11 g, con un valor máximo de 28.33 g correspondiente al ecotipo Yanamucllo 008-1 y un valor mínimo de 18.22 g correspondiente al ecotipo Huancavelica. Para los ecotipos del Sur del país, el promedio obtenido fue de 20.73 g, con un rango de variación de 7.2 g, con un valor máximo de 24.6 g correspondiente al ecotipo Apurímac II y un valor mínimo de 17.4 g correspondiente al ecotipo blanquita.

Villanueva (2020), en su trabajo de investigación titulada “Rendimiento de ecotipos regionales y variedades de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) en el valle del Mantaro, Jauja, Junín”, realizado en la Universidad Nacional Agraria La Molina, tuvo como objetivo evaluar el comportamiento morfoagronómico y productivo de ecotipos regionales y variedades de tarwi en condiciones del Valle del Mantaro, Jauja, Junín. Con entradas que procedieron del Banco de Germoplasma de la Universidad Nacional Agraria La Molina y la Universidad Nacional del Altiplano, entre los resultados que obtuvo resaltó lo siguiente: el peso de 100 semillas promedio fue de 21.72 g, el rango de variación fue de 8.5 g con un valor máximo de 25.83 g para el ecotipo patón grande y un valor mínimo de 17.33 g correspondiente al ecotipo cholo fuerte, el coeficiente de variabilidad fue de 12.16%.

4.1.2. Antecedentes regionales

Mamani (2020), en su trabajo de investigación titulada “Caracterización agrobotánica de 103 entradas de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) en la comunidad campesina de Yutto - Andahuaylillas - Quispicanchi Cusco”, realizado en la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, tuvo como objetivo evaluar las características

botánicas, agronómicas y fenológicas de 103 accesiones de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) de la región de Cusco bajo condiciones de la comunidad campesina de Yutto - Andahuaylillas – Cusco, con material genético procedente del Banco de Germoplasma del Instituto Nacional de Innovación Agraria, entre los resultados que obtuvo resaltó los siguientes: longitud de grano promedio 9.95 mm, rango de variación 3.19 mm con un valor máximo de 11.25 mm y un valor mínimo de 8.06 mm, desviación estándar 0.5873 mm y coeficiente de variación de 5.9%. Ancho de semilla promedio 8.12 mm, rango de variación 2.14 mm, con un valor máximo de 8.7 mm y un valor mínimo de 6.56 mm, desviación estándar 4.7125 y 5.86% de coeficiente de variación.

4.1.3. Antecedentes locales

Chavez (2020), en su trabajo de investigación titulada “Selección de líneas para tamaño de grano en tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) CICA - FCA – UNSAAC”, tuvo como objetivo seleccionar líneas de tarwi por mayor tamaño de grano superiores a 30 gramos por 100 semillas. Obtuvo los siguientes resultados: en las líneas evaluadas se encontró un promedio de 3.00 ramas primarias productivas, fluctuaron entre una rama primaria productiva hasta 9.00 ramas, que determina un coeficiente de variabilidad 60.29% que es muy alto, la manifestación de mayor número de ramas hay mayor producción. Presenta un valor máximo 37.00 cm y un valor mínimo de 8.00 cm con rango de 29.00 cm y un promedio de 20.80, ± 5.16 y un coeficiente de variabilidad de 24.80%; como se muestra el rango es superior al promedio; esto indica una alta variabilidad. La Regresión y correlación entre altura de planta (eje central) con número de ramas primarias productivas, indica que existe regresión con 99% de confianza, estableciéndose que, por cada centímetro de incremento de la altura de planta, el número de ramas primarias productivas se incrementa en 0.03 la correlación alcanza un coeficiente de determinación 16.95%, lo que indica que las variaciones de número de ramas productivas quedan explicadas en un 16.95%, por las variaciones de altura de la planta. Existe regresión y correlación entre largo de vaina con ancho de vaina, por cada cm que se incrementa la longitud de vaina su ancho se incrementa en 0.01cm, con un 99% de confianza. La correlación indica 86% de coeficiente de determinación por lo tanto es posible seleccionar vainas grandes con tamaño de grano grande que permita formar líneas estables para este carácter. Presenta largo de grano un valor máximo de 13.36 mm, y un valor mínimo de 8.24 mm, con un rango de 5.12 mm, el promedio alcanza 11.18 mm con una desviación estándar 0.79 y un coeficiente de variabilidad 7.12%, todo esto indica que hay facilidad

para mejorar tamaño de grano más de un milímetro. Ancho de grano varía de 10.45 a 5.32 mm, con un rango de 5.13 mm, promedio alcanza 9.01mm, con una desviación estándar 0.67 y un coeficiente de variabilidad de 7.49%, esto indica que hay uniformidad en ancho de grano en las líneas seleccionadas. El Promedio de espesor de grano alcanza 5.17mm, valor máximo de 9.28 mm, y un valor mínimo de 3.15 mm, con rango 6.23 mm, por lo tanto, esto indica que hay granos grandes pero un poco aplanados en espesor, la desviación estándar es 0.64 mm y un coeficiente de variabilidad de 12.33 % hay alta variabilidad. En las líneas evaluadas el máximo 40.06 gr, y un valor mínimo de 17.86gr, con un rango 66.58gr, promedio es 26.27 gr de peso de 100 semillas, desviación estándar 4.29 y coeficiente de variabilidad 16.32% por lo tanto hay alta variabilidad, esto indica cuando el grano es de mayor tamaño probablemente el peso aumenta.

Condori (2024), en su trabajo de investigación titulado “Selección para tamaño de grano y determinación de calibre en *Lupinus mutabilis* Sweet, en el germoplasma de tarwi del CICA – FAZ – K’ayra – Cusco”, realizado durante la campaña agrícola 2019 - 2020. Con los objetivos específicos de seleccionar accesiones de tarwi cuyo tamaño de grano sea mayor de 35 gramos por peso de 100 semillas; determinar la variabilidad de calibre de grano y proponer una clasificación comercial, en base a la evaluación de 278 accesiones del Banco de Germoplasma de Tarwi del CICA cultivadas en condiciones del Centro Agronómico K’ayra.

Obtuvo los siguientes resultados: respecto al primer objetivo específico; longitud de grano promedio de 10.69 mm, con un coeficiente de variabilidad de 8.31%. Ancho de grano promedio de 8.91 mm, con un coeficiente de variabilidad de 8.50%. Espesor de grano promedio de 4.87 mm, con un coeficiente de variabilidad de 6.83% y peso de 100 semillas promedio de 27.34 g, con un coeficiente de variabilidad de 19.16%. Sobre esta información se ha seleccionado 18 accesiones con pesos superiores a 35 g por 100 semillas, siendo la línea L-TG-001 con peso máximo de 50 gramos por 100 semillas.

Respecto al segundo objetivo específico obtuvo que entre el material genético evaluado se ha determinado cinco categorías de calibre, siendo estos: calibre muy grande comprendida de 18 accesiones, con un peso promedio de 37.43 g; calibre grande comprendida de 63 accesiones, con un peso promedio de 31.82 g; calibre mediano comprendida de 124 accesiones, con un peso promedio de 27.62 g; calibre pequeño comprendida de 41 accesiones, con un peso promedio de 22.57 g; y calibre muy pequeño comprendida de 32 accesiones, con un peso promedio de 17.91 g.

4.2. Bases teóricas

4.2.1. Citogenética del tarwi

Gross (1982) citado por Huaman (1999), indica que el número cromosómico de *Lupinus mutabilis* Sweet. es de $2n = 48$, de *Lupinus albus* $2n = 50$ y el de *Lupinus luteus* $2n = 52$.

4.2.2. Clasificación taxonómica del tarwi

La clasificación de acuerdo a Arthur Cronquist (1988) citado por Berduzco (2005), el tarwi corresponde a:

REINO:	Plantae
SUB REINO:	Embriobionta
DIVISIÓN:	Magnoliophyta
SUB DIVISIÓN:	Angiospermas
CLASE:	Magnoliopsida
SUB CLASE:	Rosidae
ORDEN:	Fabales
FAMILIA:	Fabaceae
SUB FAMILIA:	Faboideae
TRIBU:	Genisteae
GÉNERO:	Lupinus
ESPECIE:	<i>Lupinus mutabilis</i> Sweet.

4.2.3. Descripción botánica

- **Raíz**

Tapia (2015), señala que la raíz del tarwi es de tipo pivotante y robusto, siendo su característica principal la formación de nódulos, en cuyo interior se realiza la fijación biológica del nitrógeno atmosférico, la fuerte simbiosis establecida con la especie

Rhizobium lupini puede generar una gran cantidad de nódulos, habiéndose reportado hasta 50 g de nódulos por planta.

Chacon (1987), afirma que el tarwi presenta una radícula que comienza a crecer hacia abajo durante la germinación y forma la raíz principal, esta es gruesa, robusta de longitud corta, las raíces secundarias son en número reducido, presentando apariencia general de cabellera laxa.

Tapia & Fries (2007), indican que el aspecto más resaltante es la presencia en las raíces de un gran número de nódulos, pesando unos 50 gramos por planta, con bacterias llamadas *Rhizobium*, que pueden fijar nitrógeno del aire y que aportan entre 40 y 80 kg/ha de nitrógeno.

- **Tallo**

Tapia (2015), sostiene que el tallo es el órgano aéreo y que, en la mayoría de las variedades, está constituido por un tallo único de forma cilíndrica a veces ligeramente aplanado. Existe una alta variación en cuanto a la estructura de la planta sea con un tallo principal prominente o no; así como de un tallo casi sin ramificación o uno con pocas ramas secundarias o con mucha ramificación.

Zavaleta (2018), menciona que la altura de planta del tarwi varía de 0.5 a 2.0 m y depende del eje o tallo principal, el cual es muy leñoso debido a su alto contenido de fibra y celulosa y puede ser utilizado como leña en los hogares de los agricultores, en la especie cultivada, el color es de verde oscuro a castaño, mientras en especies silvestres de rojizo a morado oscuro.

- **Ramas**

Enriquez (1981), indica que la ramificación del tarwi es simpodial, típicamente alterna, siendo las características morfológicas igual al tallo; nacen yemas axilares a los costados del tallo central, formando las ramas secundarias; a su vez sub ramas con 3 a 8 ramitas terciarias, de estas ramitas dan origen a ramas cuaternarias en algunas plantas. En estas ramas cuaternarias llegan a formar flores, pero generalmente caen a los 4 o 5 días después de la aparición de las flores. La primera rama axilar aparece a la distancia de 10 a 25 cm, del cuello de la raíz, en su mayoría éstas llegan a superar al tallo principal en altura. Con el eje central las ramas forman un Angulo de 75° como máximo y 35° como mínimo, siendo las primeras ramas o ramas basales las que tienen mayor grado angular

que las ramas contiguas. El diámetro de expansión mayor de las ramas se registra en su máxima expresión con 110 cm. Y un mínimo de 20 cm, promedio de 53,92 cm.

Zavaleta (2018), menciona que el número de ramas secundarias y terciarias varia ampliamente, se ha registrado hasta 52 ramas por planta. La autora agrega que se presenta dos tipos de ramificación, la primera se da cuando el eje central predomina y se generan ramas secundarias tipo candelabro, a partir de la mitad del tallo hacia arriba, el segundo tipo de ramificación se presenta cuando las ramas secundarias nacen de la base del tallo principal y tiene la misma altura que el eje principal.

Huaman (1999), precisa “que en una población de cultivares precoces, el promedio de altura a la primera rama es de 40.23 cm, porte erecto, tipo de crecimiento herbáceo y ramificado promedio de 5 ramas por planta”

- **Hojas**

Tapia (2015), sostiene que las hojas están constituidas por unas láminas de tipo digitada con un número variable de 5 a 12 foliolos, de forma oblonga con pequeñas estípulas en la base del peciolo. Los foliolos pueden ser elípticos o ensanchados hacia el extremo y variar de glabras o tenuemente pubescentes.

- **Inflorescencia**

Lescano (1994), afirma que la inflorescencia presenta un racimo terminal con flores verticiladas. Alcanza su mayor longitud en el eje principal disminuyendo progresivamente en los laterales. En una inflorescencia se puede desarrollar hasta 60 flores, aunque no todas lleguen a fructificar, sobre todo las flores que están en el extremo del eje.

Huaman (1999), menciona que la inflorescencia, registró una longitud de 21.58 cm, e inserción de flores todas verticiladas con un número de 5.82 verticilos en promedio.

- **Flores**

Zavaleta (2018), menciona que la flor del tarwi tiene la forma típica de la familia Fabácea, presenta corola con cinco pétalos, dos de los cuales forman la quilla al unirse en su extremo, dos pétalos forman las alas y un pétalo forma el estandarte, la quilla de la flor envuelve 10 estambres, la coloración de la flor varia de azul claro al inicio hasta un azul intenso, este hecho da el nombre a la especie.

Lescano (1994), indica que la forma de las flores es la típica de las papilionáceas. La corola de 1- 2 cm es relativamente grande y consta de cinco pétalos, un estandarte, dos quillas y dos alas. La quilla ciliada envuelve al pistilo y a los 10 estambres monodelfos. Las anteras son de dos tamaños dispuestas alternadamente. El estilo es curvado y el cáliz presenta un borde dentado muy pubescente.

Enriquez (1981), manifiesta que las partes de la inflorescencia son:

- El pedúnculo es un tallo desnudo que sostiene la inflorescencia y la une a los tallos vegetativos, es terminal y prolongado en relación a la última rama, la longitud del pedúnculo varía de 15 a 45 cm.
- El raquis es la continuación del pedúnculo en el que se insertan las flores, siendo raquis simple en el tarwi.
- Pedicelos o Pedunculillos cuya función es el sostén de las flores variando su longitud de 10 a 14 mm.
- Bractéolas son hojitas muy estrechas de 8 mm de longitud, de color verde a morado suave, que nacen en el pedicelo muy cerca del receptáculo floral; después de 5 a 8 días de la apertura de la flor. La bractéola cae siendo por esta razón caduca.

- **Fruto**

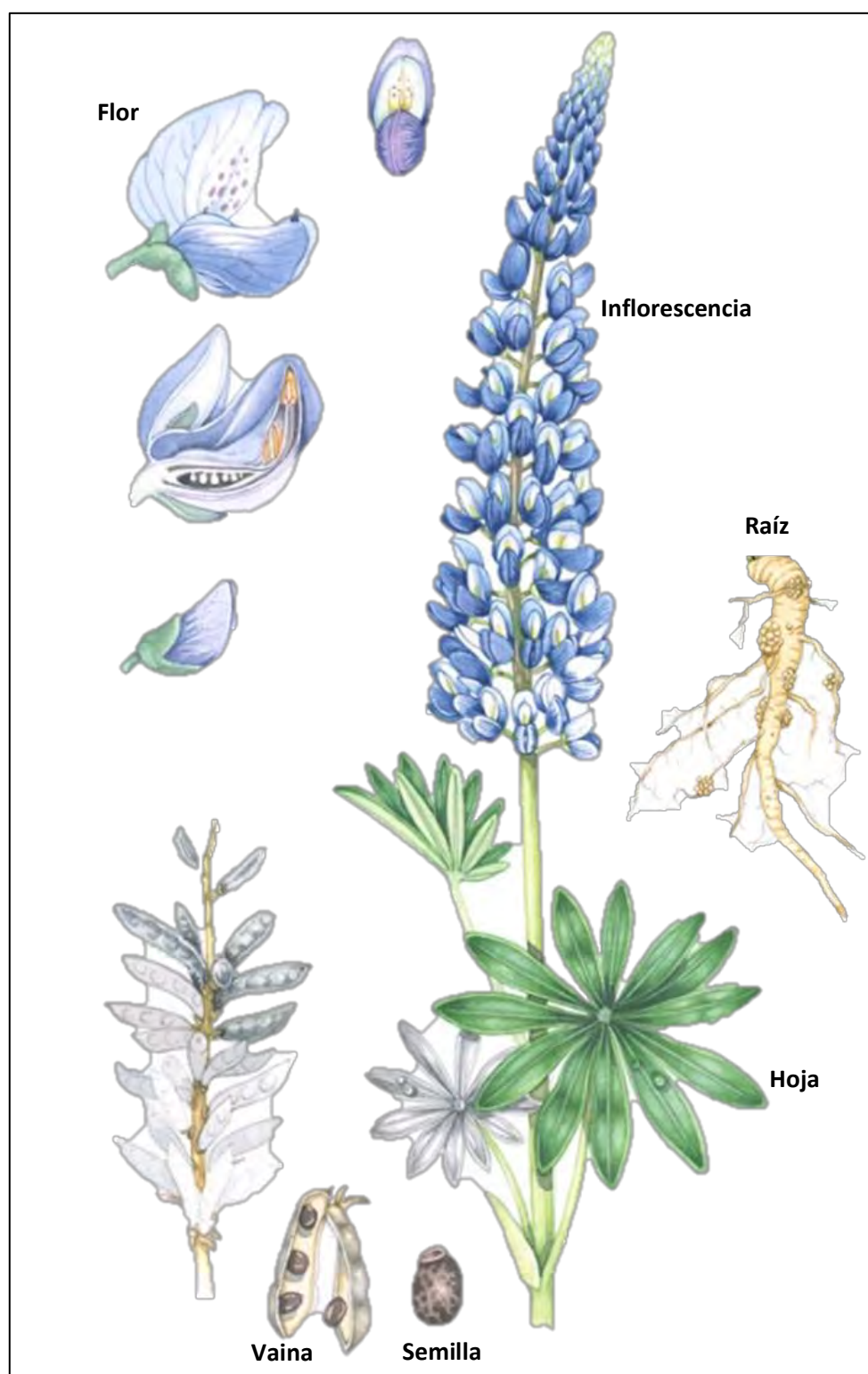
Tapia & Fries (2007), definen que el fruto está constituido por una vaina, algo dehiscente; las semillas se acomodan en la vaina en una hilera, su tamaño varía de 4 hasta 15 cm, la forma de las semillas es elipsoidal, lenticular, algunas redondeadas y otras más bien con bordes más definidos y en forma semicuadrada.

- **Semilla**

Camarena et al. (2012), afirma que las semillas son de diferentes formas: redondas, ovaladas o casi cuadrangulares, su tamaño es de 0.5 a 1.5 cm, el número de semillas por vaina es de 5 a 12. Un kilogramo contiene aproximadamente de 3500 a 5000 semillas, el tamaño de la semilla depende de las condiciones en que desarrolla el cultivo como del ecotipo. La semilla está cubierta por un tegumento endurecido que puede llegar hasta el 10% de su peso total. Los granos son de color variado blancos, amarillos, grises, ocre, pardos, castaños, marrones; así como combinaciones de estos como marmoleado, media luna, ceja y salpicado.

Figura 1

Planta de tarwi (Lupinus mutabilis Sweet.) y sus partes



Nota. Adaptado de Garden Lupin Sketchbook study [Ilustración], por Harper, 2020, Lizzie Harper, <https://lizzieharper.co.uk/2020/08/garden-lupin-sketchbook-study/>

4.2.4. Fases fenológicas del cultivo

Lescano (1994), define las fases fenológicas en las siguientes:

- **Emergencia**

Esta fase ocurre cuando los dos cotiledones están completamente desplegados horizontalmente sobre el nivel del suelo, entre los 15 a 25 días de la siembra.

- **Primera hoja verdadera**

Del epicótilo aparece la primera hoja verdadera y la fase se da cuando esta hoja llega a desplegarse completamente.

- **Formación del racimo en el tallo central**

Del brote terminal aparece el primer racimo floral, lo cual coincide con la ramificación tricotómica y las plántulas tienen de 4 a 5 hojas.

- **Floración**

Se abre la primera flor del racimo del tallo central, esto ocurre de los 80 a 120 días después de la siembra. Esta fase es susceptible a granizadas.

- **Envainado**

Se inicia cuando la corola de la primera flor se marchita y aparece la primera vainita, teniendo la forma característica de “uña de gato”.

- **Maduración de las vainas**

Las semillas alcanzan un tamaño normal y adquieren el color característico de la variedad.

- **Madurez fisiológica**

En esta fase, las vainas se decoloran y se secan completamente.

4.2.5. Requerimientos del cultivo

- **Temperatura**

Gross (1982) citado por Huaman (1999), menciona que este cultivo se adapta a ambientes de bajas temperaturas, en Perú y Bolivia se encuentra hasta más de 4,000 metros de altitud, por ende, hay ecotipos que se desarrollan a temperaturas bajo cero.

Gross (1982) citado por Huaman (1999), indica que la diferencia de temperaturas diurna y nocturna es muy marcada en la zona altoandina, y se incrementa durante el desarrollo del cultivo, estas condiciones ambientales favorecen la reserva de grasa. Si por el contrario en la noche presentara alta temperaturas metabolizarían gran parte de grasa acumulada en el día por eso en zonas de Europa Central disminuyo la producción de aceite de tarwi cultivado.

Tapia (2015), menciona que el cultivo en estadios iniciales es muy susceptible a bajas temperaturas, las condiciones diurnas de temperatura 20 a 25 °C y durante la noche de 8 °C.

- **Suelo**

Tapia (2015), sostiene que el lupino se adapta muy bien a suelos de textura gruesa y arenosa de laderas con relativa baja fertilidad. En suelos orgánicos el crecimiento vegetativo será estimulado, retardándose la floración. En suelos pesados con menos aireación y mal drenaje, la producción de *Rhizobium* se reduce y se puede estimular la presencia de enfermedades fungosas.

Huaman (1999), indica que el pH debe oscilar entre 5 a 7. En suelos ácidos la fijación de nitrógeno por *Rhizobium* es muy escasa.

- **Precipitación**

FAO (2018), refiere que el cultivo de tarwi requiere lluvias mínimas de entre 300 y 850 mm/año, pero es susceptible tanto al exceso de humedad como a sequías. La falta de agua es crítica especialmente durante la floración y llenado de vainas, ya que causa el aborto y la caída de flores, lo que resulta en un menor rendimiento. Con baja humedad, las semillas germinan con dificultad, en forma dispareja, porque no llegan a romper la costra del suelo. Así, se obtiene una población menor a la programada y de bajo vigor.

Gross (1982) citado por Huaman (1999), menciona que este cultivo desarrolla toda su fase fenológica en un ámbito de precipitación entre 500 a 700 mm, y es en la fase crítica el mayor requerimiento hídrico como desarrollo de flores y frutos.

4.2.6. Manejo agronómico del cultivo

- **Preparación del terreno**

Guzmán et al. (2015), refieren que antes de preparar el terreno es necesario ejecutar prácticas de conservación de suelos, tales como: construir zanjas de infiltración cuando los campos de cultivo tienen pendientes elevadas y realizar rotación de cultivos con otros que no sean fabáceas, recomienda también que la labranza del terreno debe realizarse en curvas de nivel y que la preparación del terreno permite incorporar residuos de cosecha y mejorar el nivel de materia orgánica, permite exponer las larvas del suelo a sus enemigos naturales y ayuda el control de malezas. Recomienda preparar el terreno con tractor agrícola o motocultor en suelos planos y pendientes menores a 5%, en suelos inclinados recomienda yunta.

- **Siembra**

Tineo (2002) citado por Condori (2024), recomienda a nivel de sierra peruana, sembrar el tarwi entre los meses de septiembre a noviembre, cuando comienza la época lluviosa, ya que, el tarwi se cultiva mayormente en terrenos con seco, sin embargo, la fecha exacta de siembra depende de la presencia de lluvias. El autor recomienda una distancia entre surcos de 0.8 m y la distancia entre golpes varia de 0.3 a 0.6 m, recomienda además sembrar cinco semillas por golpe y a la emergencia dejar solamente tres plantas por golpe, utilizando de 80 a 100 kg de semilla/ha.

- **Control de malezas**

Meneses (1996) citado por Condori (2024), refiere que el control de malezas es una práctica de gran importancia, ya que elimina las malezas que compiten con el cultivo por agua, luz, nutrientes y espacio vital, generando reducción de rendimiento y calidad de granos, el periodo crítico de control según estos autores es durante las primeras semanas de crecimiento, etapa en el cual el cultivo se establece en el campo y no tiene la misma capacidad de competencia que las malezas de gran rusticidad y rápido crecimiento y establecimiento en el campo, en esta etapa el control se realiza en forma manual.

FAO (2018), indica que el control de malezas es necesario, especialmente en los primeros 45 días de crecimiento. Para esto se realiza un deshierbe entre los 45 y 60 días, con la finalidad de eliminar malezas, airear el suelo y evitar el volcamiento de las plantas. En muchas zonas productoras no se acostumbra aporcar; sin embargo, es recomendable realizar esta práctica junto con el deshierbe o al inicio de la formación de las vainas, y así evitar el tumbado.

- **Fertilización**

Camarena et al. (2012), afirman que en el caso de nitrógeno, el tarwi no requiere altas dosis, esto debido a que es una leguminosa que recoge nitrógeno del aire y los fija en el suelo. No se tienen resultados claros que cuantifiquen el nitrógeno aportado al suelo después de un año de cultivo, debido a la diversidad de suelos en que se cultiva. En suelos suficientemente profundos y con buen contenido de materia orgánica, se estima un aporte de entre 60 a 80 kg/ha de nitrógeno, estas estimaciones son calculadas de acuerdo al rendimiento obtenidos con papa en campos de rotación, al año siguiente de haberse cultivado esta leguminosa

- **Riego**

Meneses (1996), citado por Condori (2024), indica que el primer riego se debe realizar entre los 20 y 30 días después de la siembra, el número de riegos posteriores está en función a las necesidades hídricas del cultivo, afirma que la necesidad hídrica es mayor durante la formación de flores y frutos, generalmente son cuatro a cinco riegos por campaña.

Gross y Von Baer (1981) citado por Huanca (2018), menciona que los requerimientos de humedad son variables y depende del ecotipo y las condiciones climáticas, pero en promedio el tarwi requiere de 400 a 800 mm de agua por campaña. El tarwi es susceptible a sequías durante la formación de flores y frutos, afectando seriamente el rendimiento.

- **Aporque**

Zavaleta (2018), refiere que el aporque debe realizarse cuando las plantas de tarwi alcanzan como máximo 30 cm de altura, el objetivo de remover el suelo y acumular suelo al pie de la planta es controlar las malezas existentes, mejorar la aireación del suelo al romper la costra superficial formada por la lluvia o riego, mejorar la infiltración del agua,

incrementar la disponibilidad hídrica debido a la mejora de la retención, favorecer la formación de mayor cantidad de raíces, otorgar a las plantas mayor estabilidad contra la acción del viento, facilitar el drenaje de la lluvia en exceso.

- **Cosecha**

FAO (2018), señala que la maduración desigual de las vainas dificulta la cosecha y se hace una vez completada la maduración, cuando las vainas adquieren una coloración amarillenta. El punto óptimo se reconoce cuando el movimiento de la planta produce el sonido de una sonaja, ocasionado por el golpe de la semilla dentro de la vaina. Se realiza manualmente con ayuda de una hoz, cortando los tallos y colocándolos en parvas en el campo, con el fin de terminar el secado. Puede tener dos cosechas: la primera, cuando los ejes centrales están secos, y esos granos son guardados como semilla por ser más uniformes y tener mejor tamaño; y la segunda, luego de 25 a 40 días cuando las ramas laterales están maduras o secas y presentan entre 15% a 18% de humedad.

Zavaleta (2018), indica que los tallos se colocan en las parvas en mismo sentido, generalmente con la inflorescencia hacia arriba, estas parvas se forman en el mismo campo y se secan entre tres semanas y un mes.

Guzmán et al. (2015), mencionan que los índices de cosecha en tarwi son varias: la planta al llegar a la madurez comienza a defoliarse, el tallo se lignifica, las vainas pierden humedad y se secan, los granos resisten a la presión de las uñas.

4.2.7. Manejo poscosecha del cultivo

- **Trilla**

Guzmán et al. (2015), mencionan que la trilla consiste en separar el grano de las vainas y ramas, esta labor se puede realizar en forma manual, usando varas de madera, con el cual se golpea en forma enérgica hasta separar los granos, puede utilizarse también animales que pisotean los tallos y vainas y separan los granos, finalmente es posible utilizar maquinaria agrícola como trilladoras de granos.

- **Limpieza y clasificado**

FAO (2018), señala que la limpieza comienza luego del trillado y consiste en ventear los granos con horquetas y separar los granos de la paja, agrega que la

clasificación debe realizarse en zarandas o seleccionando en forma manual, eliminando granos dañados, dejando el producto limpio y con alta calidad.

Zavaleta (2018), indica que la limpieza y la clasificación tiene el objetivo de obtener productos de calidad, que reciban un mejor precio, la limpieza consiste en eliminar granos partidos, residuos de cosecha y material inerte como gravillas y otros materiales.

- **Secado**

FAO (2018), menciona que el secado mayormente es por exposición directa al sol, se tiende los granos sobre mantas o bandejas hasta que el contenido de humedad se mantenga en el rango de 12 a 14%.

Guzmán et al. (2015), recomiendan que si el grano es para semilla el secado debe realizarse bajo sombra, si el grano es para consumo entonces debes secarse en tendales expuestos al sol, o en secaderos artificiales, agregan además que el secado al sol puede durar de 6 a 8 horas.

- **Almacenaje**

Zavaleta (2018), sugiere almacenar los granos en lugares con adecuada ventilación y libre de insectos, se debe utilizar tarimas para evitar que los sacos no entren en contacto con el suelo.

4.2.8. Plagas y enfermedades

- **Gusanos cortadores**

Gutierrez (1988) , menciona que el ataque de esta plaga se nota a dos semanas después de la siembra, donde las plantas son tiernas, causan daño en el cuello de la planta, cortando en forma de media luna, muestra como síntoma el marchitamiento de la planta que posteriormente produce la muerte.

- **Minador de hoja**

INIA hoja divulgativa 03 (2014), informa que en grandes poblaciones esta plaga puede ser muy perjudicial al cultivo, porque su alimentación es del tejido celular esponjoso de las hojas (parénquima), razón por la cual las plantas se inhiben de realizar

la fotosíntesis, como consecuencia ocasiona la muerte temprana de la planta. El ataque de esta plaga se inicia principalmente en los cortos periodos de veranillos

Molina (1981), indica que es una larva de *Liriomiza* sp, esta plaga ataca a las hojas, abriendo galerías primeramente sinuosas y luego lagunares en los foliolos; este ataque se presenta entre los 65 a 80 días después de la siembra, no causa la muerte.

- **Roya del tarwi**

Tapia (2015), concluye que, aunque se encuentra en toda la zona andina, es más común las áreas húmedas. El hongo causante no ha sido estudiado adecuadamente, pero se estima que son las especies *Uromyces lupini* y *Chrysocelis lupini*, aunque se requiere mayores estudios para definir el hongo causante.

- **Antracnosis**

INIA hoja divulgativa 03 (2014), detalla que es una enfermedad de importancia, producida por el hongo *Colletotrichum gloeosporioides*, este hongo primeramente ataca el tallo de la planta, produciendo manchas necróticas; si existe condiciones climáticas favorables la enfermedad se prolonga hasta los frutos con consecuencias de muerte para la planta; la diseminación de las enfermedades a través de la semilla.

Hanco (1972) citado por Chavez (2020), manifiesta que es producto del hongo *Colletotrichum gloeosporioides*, se presenta a partir de los 40 días; inicia su ataque en los cotiledones luego en los foliolos, tornándose de un color anaranjado, posteriormente lesiones chancrosas cuando su ataque es fuerte en tallos y vainas estas lesiones son de forma más o menos circulares y de color anaranjado, con un halo oscuro. Para el control de esta enfermedad se recomienda desinfectantes.

- **Rhizoctonia**

INIA hoja divulgativa 03 (2014), informa que *Rhizoctonia* es una enfermedad que causa daños en menor grado, se inicia en el cuello de la planta. Se presenta cuando existe mucha humedad y falta de drenaje, consecuentemente para evitar este problema es recomendable realizar en forma oportuna las labores culturales como el deshierbo.

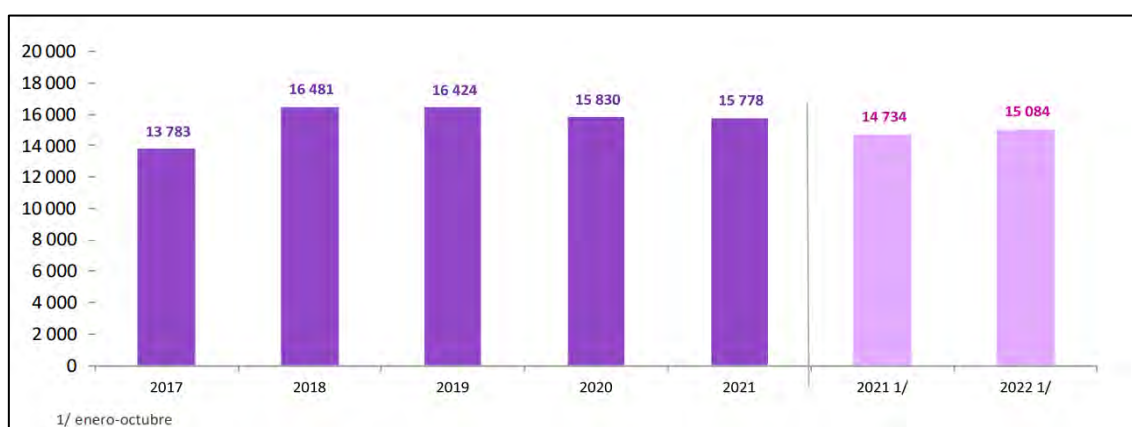
4.2.9. Producción, rendimiento y área cosechada nacional y regional de tarwi

MIDAGRI (2023), indica que en el año 2021, la producción nacional de tarhui alcanzó las 15 mil 778 toneladas, lo que representa un aumento de 14,5% respecto al año

2017 y una ligera disminución de 0,3% respecto al año 2020. En el período de enero a octubre de 2022, el nivel de producción fue de 15 mil 084 toneladas, que representa un incremento de 2% respecto al mismo periodo del año anterior y un avance de 96% de la producción total obtenida del año 2021. A octubre del 2022, se registraron 10 mil 045 hectáreas cosechadas, que representan el 96% del total de la superficie cosechada si se compara con el año anterior. Además, para el mismo periodo, se evidencia un incremento del rendimiento nacional de 6%.

Figura 2

Perú: Comportamiento de la producción nacional de tarwi 2017-2022 (t)



Nota. De Producción y comercio del Tarhui [Grafico], por MIDAGRI, 2023, <https://repositorio.midagri.gob.pe/bitstream/20.500.13036/1398/1/Producci%C3%B3n%20y%20comercio%20del%20Tarhui.pdf>

MIDAGRI (2023), indica que la producción de tarhui está presente en 11 departamentos del Perú, de los cuales destacan La Libertad (36%), Cusco (18%), Apurímac (14%) y Puno (10%), que representan el 77% de la producción nacional y el 65% de la superficie cosechada del 2021. Entre los departamentos con mayor rendimiento destacan Apurímac (2030 kilogramos por hectárea), Huancavelica (1822 kilogramos por hectárea) y Junín (1502 kilogramos por hectárea), los cuales se encuentran por encima de los niveles de rendimiento nacional.

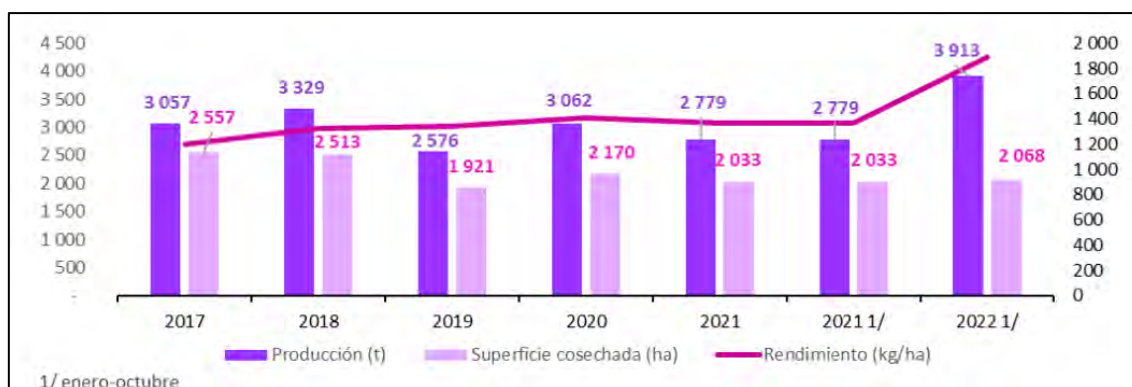
MIDAGRI (2023), indica que La Libertad se ha consolidado como el principal productor de tarhui, con una producción de 4 mil 681 toneladas en las 2017 y 5 mil 632 toneladas en el 2021, lo que representa un crecimiento de 20% de su producción, esto acompañado de un crecimiento de 16% en la superficie cosechada y 3% en su rendimiento

para el mismo periodo. Hacia octubre de 2022, presenta una ligera baja (2%) comparado con ese mismo mes del año 2021, debido a que la superficie cosechada también disminuyó (-3%).

MIDAGRI (2023), indica que en Cusco, la producción cayó 9% en el periodo 2017-2021. Esto se puede explicar por la disminución de la superficie cosechada (-20%), que decreció de 2 mil 557 hectáreas a 2 mil 033 hectáreas. Sin embargo, en el mismo período, el rendimiento mejoró en 14%, lo que lo convierte en el segundo departamento con mayor producción en el 2021. En el año 2022, el nivel de rendimiento a octubre se incrementó en 38% respecto de octubre del año anterior, con lo cual superó su nivel de producción, pasando de 2 mil 779 toneladas a 3 mil 913 toneladas.

Figura 3

Cusco: Comportamiento de la producción, superficie cosechada y rendimiento de tarwi 2017-2022



Nota. De Producción y comercio del Tarhui [Grafico], por MIDAGRI, 2023, <https://repositorio.midagri.gob.pe/bitstream/20.500.13036/1398/1/Producci%C3%B3n%20y%20comercio%20del%20Tarhui.pdf>

MIDAGRI (2023), indica que con respecto a la superficie cosechada, el promedio del último quinquenio (2017-2021) ascendió a 11 mil 273 hectáreas, con un incremento acumulado de 7,6% de hectáreas respecto al año 2017 y con máximo nivel de hectárea anual en el 2019 (11 mil 904 hectáreas). A octubre del 2022, la superficie cosechada ascendió a 10 mil 045 hectáreas, lo cual está por debajo (-4%) del nivel de hectáreas cosechadas en el 2021.

Tabla 1*Perú: Producción anual de tarwi según principales departamentos 2017-2022*

Departamento	2017	2018	2019	2020	2021	2021 ^{1/}	2022 ^{1/}
Producción (t)							
Nacional	13783	16481	16424	15830	15778	14734	15084
La libertad	4681	6083	5803	5132	5632	4627	4532
Cusco	3057	3329	2576	3062	2779	2779	3913
Apurímac	1807	2437	2409	2491	2248	2248	1695
Puno	1445	1401	1411	1428	1562	1562	1545
Huánuco	1079	1024	1251	1346	1518	1514	1407
Junín	562	595	651	732	832	832	905
Cajamarca	315	415	445	448	426	392	428
Huancavelica	387	279	832	595	328	328	272
Ancash	159	386	577	430	324	324	277
Amazonas	64	89	70	62	69	69	30
Ayacucho	219	444	399	105	60	60	80
Otros	8	-	-	-	-	-	-
Superficie cosechada (ha)							
Nacional	10326	11706	11904	11321	11106	10427	10045
La libertad	3472	4256	4233	3853	4040	3404	3317
Cusco	2557	2513	1921	2170	2033	2033	2068
Apurímac	810	1124	1056	1103	1107	1107	882
Puno	1070	1046	1051	1062	1100	1100	1101
Huánuco	959	878	1032	1081	1169	1166	1034
Junín	438	441	472	505	554	554	587
Cajamarca	359	477	633	574	505	465	496
Huancavelica	217	181	527	381	180	180	187
Ancash	160	375	570	426	290	290	268
Amazonas	97	120	101	90	85	85	47
Ayacucho	185	296	309	77	44	44	59
Otros	3	-	-	-	-	-	-
Rendimiento (kg/ha)							
Nacional	1335	1408	1380	1398	1421	1413	1502
La libertad	1348	1429	1371	1332	1394	1359	1366
Cusco	1196	1325	1341	1411	1367	1367	1892
Apurímac	2232	2168	2283	2259	2030	2030	1922
Puno	1350	1339	1342	1344	1420	1420	1403
Huánuco	1126	1167	1213	1245	1298	1298	1361
Junín	1282	1350	1379	1449	1502	1502	1542
Cajamarca	877	871	703	781	844	843	864
Huancavelica	1783	1541	1580	1561	1822	1822	1456
Ancash	995	1029	1012	1009	1117	1117	1032
Amazonas	657	740	697	697	813	813	635
Ayacucho	1184	1500	1291	1364	1364	1364	1356
Otros	2800	-	-	-	-	-	-

Nota. Adaptado de Producción y comercio del Tarhui, por MIDAGRI, 2023.

4.2.10. Contenido nutricional del tarwi

MIDAGRI (2021), indica que en 100 g de tarwi se encuentran 490 kcal y 48 g de proteínas, además de 17.5 g de ácidos grasos insaturados. Esto lo sitúa en una posición bastante ventajosa respecto de otras leguminosas como la soya (ver figura 4).

Figura 4

Valor nutricional del tarwi

	En 100g	Porción 20g	%VD*
Proteínas (Kcal)	490	98	5%
Proteínas (g)	48	9.6	18%
Grasas totales (g)	26	5.2	6%
Oleico(w9) + linoleico (w6) + linolenico (w3) (g)	17.5	3.5	-
Grasas Saturadas (g)	0	0	0%
Grasas trans (g)	0	0	0%
Coresterol (mg)	0	0	0%
Carbohidratos (g)	20	4	1%
Azúcares totales (g)	0	0	0%
Fibra dietética (g)	15	3	12%
Sodio (mg)	0	0	0%
Hierro (mg)	7.3	1.5	10%
Calcio (mg)	180	36.0	4%

Nota. De Súper Granos - Súper Tarwi [Cuadro], por PROMPERÚ, s.f., Comisión de Promoción del Perú para la Exportación y el Turismo, <https://sites.peru.info/es-pe/superfoods/detalle/super-tarwi>

Porras et al. (2013), menciona que el tarwi contiene lisina, aminoácido esencial en la absorción de calcio y la construcción de tejido muscular.

Laurente (2016) citado por MIDAGRI (2021), menciona que el tarwi contiene la leucina, el cual se le considera apropiado para los niños en etapa de crecimiento, mujeres embarazadas y durante la lactancia; y se señala que mezclada con otros cereales podría lograrse una combinación que junta posibilitaría ser comparable con alimentos de origen animal como la leche, queso, carne y huevo.

Jacobsen & Mujica (2006), señalan que las semillas son excepcionalmente nutritivas ya que las proteínas y aceites constituyen más de la mitad de su peso, como demuestran los estudios realizados a más de 300 diferentes genotipos que demuestran que la cantidad de proteína varía entre 14-51% y el aceite de 14-24%. En esa misma línea,

señala que, en base al análisis bromatológico, posee un promedio de 35.5% de proteína, 16.9% de aceites, 7.65% de fibra cruda, etc.

4.2.11. Consumo per cápita

Rendón et al. (2019) citado por MIDAGRI (2021), dice que el consumo per cápita de legumbres en el Perú es aproximadamente de 7.5 kilos por año, una cifra que está por debajo de la recomendación de la Organización Mundial de la Salud (OMS) de 9 kilos. La segunda región donde más se consume tarwi es el Cusco donde se calcula 5 kg por habitante al año.

4.2.12. Usos y formas de consumo

Rendón et al. (2019) citado por MIDAGRI (2021), menciona que el grano de tarwi es utilizado en un plato muy popular denominado “ceviche serrano” o “ceviche de chocho”, muy común en el Callejón de Huaylas. Se comercializa para su presentación como grano fresco o seco.

Rendón et al. (2019) citado por MIDAGRI (2021), también menciona que la harina de tarwi puede ser empleada para las “entradas” en las comidas como “Chocho a la huancaína” o en ensaladas en los platos denominados “salpicón de chocho” o en guisos como “Picante de papas con tarwi”, o en diferentes adaptaciones desde pizzas, tortas, mazamorras, etc.

4.3. Marco conceptual

4.3.1. Tamaño de grano en las leguminosas

Mateo (1961) citado por Huaman (1999), indica que las leguminosas pueden mostrar una amplia variabilidad en el tamaño de grano y que esta variabilidad puede estar influida por factores genéticos y ambientales. También, se plantea la posibilidad de que existan diferencias genéticas que afecten características cuantitativas importantes para la producción y calidad de los cultivos.

Valladolid (2016), sostiene que el tamaño de grano en fabáceas clasificado como grande, mediano o pequeño es un concepto relativo y depende de cada especie, ya que, lo que es grande en lenteja puede ser pequeño en frijol o pallar, motivo por el cual se utiliza dos criterios principales para definir el tamaño de grano:

- Peso de grano expresado en gramos por 100 semillas
- Gramaje o calibre, expresado en número de semillas contenidas en 100 gramos, se puede utilizar también el concepto de calibre como el porcentaje de grano retenido por una malla calibrada, por ejemplo, granos de calibre 5.5 mm significa que el 95% de los granos han sido retenidos por una malla de 5.5 mm de diámetro.

Según el autor mencionado ambos criterios permiten realizar comparaciones entre las fabáceas y dan una idea clara del tamaño de grano.

4.3.2. Tamaño de grano de tarwi

Ortega et al. (2010), mencionan que la semilla de *L. mutabilis* posee un color blanco opaco y una forma ovoide con longitudes variables en las tres dimensiones. El diámetro promedio ortogonal varía entre 7.5083 mm, con una desviación estándar de 0.4416 mm. La forma de cada cotiledón es de casquete y el volumen, promedio, es de 0.3368 cm³/semilla, variando entre 0.2975 y 0.3722 cm³ de acuerdo con la desviación estándar del diámetro ortogonal.

Gross (1982) citado por Chavez (2020), menciona que las semillas de tarwi están incluidas en número variable en una vaina de 5 a 12 cm y varían de forma (redonda, ovalada a casi cuadrangular), miden entre 0,5 a 1,5 cm. Un kilogramo tiene 3500 a 5000 semillas. La variación en tamaño depende tanto de las condiciones de crecimiento como del ecotipo o variedad. La semilla está recubierta por un tegumento endurecido que puede constituir hasta el 10% del peso total.

Condori (2024) en su trabajo de investigación propone cinco categorías de calibre de tarwi, siendo estos:

- Muy grande; con calibre ≥ 35 g/100 granos
- Grande; con calibre entre 30 – 35 g/100 granos
- Mediano; con calibre entre 25 – 30 g/100 granos
- Pequeño; con calibre entre 20 – 25 g/100 granos
- Muy pequeño; con calibre < 20 g/100 granos

Florez (2013), haciendo referencia a la Norma técnica ITINTEC 205.056 (1989) menciona que la clasificación de los granos de Tarwi se puede realizar bajo dos criterios:

- Por tamaño: los granos de tarwi pueden tomar las siguientes categorías:
 - Granos grandes: son granos que en número de 100 pesan más de 27 g.
 - Granos medianos: son granos que en número de 100 pesan entre 20 y 27 g.
 - Granos pequeños: son granos que en número de 100 pesan menos de 20 g.
- Por color: los granos de tarwi pueden tener las siguientes categorías:
 - Grano blanco: pueden ser de color entero o combinados.
 - Grano bayo: enteros o combinados
 - Grano pardo: color entero o combinado
 - Grano negro: color entero o combinado
 - Grano marmorizado y otros. Color entero o combinado.

4.3.3. Selección masal

Arzate et al. (2019), describen el procedimiento como la selección de cientos de plantas con fenotipos semejantes y deseables de una población original, las semillas se mezclan y se obtiene una muestra para efectuar la próxima siembra, este procedimiento se debe repetir tantas veces como sea necesaria hasta que la población se vuelva homogénea. En este tipo de selección no se conoce si las plantas son homocigotas o heterocigotas y si los fenotipos superiores se deben a la carga genética o son de influencia ambiental. La efectividad del método depende de la heredabilidad del carácter deseado.

Alvarez & Cespedes (2017), explican que este método se basa en cultivar en forma masal, las generaciones de la F2, y a partir de la F6 o F7, iniciar con la selección panoja - surco, para identificar a los genotipos promisorios. Debido a que el grado de homocigosis, aumenta en cada generación, generalmente, en la F6, una gran proporción de las plantas, serán homocigotas, para la mayor parte de las características. En este método de mejoramiento, toda la semilla proveniente de la F1, se mezcla y se siembra, en una parcela grande, de la cual, se logra la generación F2. La semilla proveniente, de la F2 se siembra en la misma forma, hasta obtener, la generación F6; a partir de la cual, se seleccionan las panojas, previa evaluación, para seguir la selección, por el método de panoja - surco; la semilla proveniente de cada generación, se debe sembrar, en cantidad suficiente, para lograr una población, de unas 30000 plantas. Este método es usado por los propios agricultores andinos, para purificar una variedad o ecotipo local, mediante la eliminación de genotipos no deseados. En la selección masal se eligen plantas

individuales, las cuales se cosechan y se juntan todas las semillas, sin pruebas de la descendencia, para proseguir a producir la siguiente generación puesto que la selección se basa en el progenitor femenino, y no se controla la polinización, la selección masal es una forma de apareamiento al azar que tiene como finalidad el aumento de la proporción de genotipos superiores en la población.

De la Loma (1954), manifiesta que el mejoramiento por medio de selección masal consiste en escoger dentro de una población a los individuos que más se aproximen al ideal que se busca y recoger su semilla para sembrar con el conjunto de ellas una nueva parcela en donde se vuelven a elegir las plantas más deseables. Para obtener su semilla y continuar de esta manera, generación tras generación el proceso de selección.

4.3.4. Selección masal en tarwi

Gross (1982) citado por Chavez (2020), menciona que la rica variabilidad genética del *Lupinus mutabilis* Sweet. en su región de origen permite rápidos avances mediante la selección. Además, se produce una constante selección natural, debido a la extraordinaria heterogeneidad ecológica en la región andina de Sudamérica, en la que en un mínimo espacio varían extremadamente los factores climáticos y edáficos.

Gross (1982) citado por Chavez (2020), indica que existen fundamentalmente dos principios en la selección masal. En la selección masal negativa, llamada también “selección negativa” se eliminan las plantas inferiores o genéticamente contaminadas, mientras que en la selección masal positiva o “selección – positiva” se separa de la población total un pequeño porcentaje (5 – 15%) de las mejores plantas con las características.

Gross (1982) citado por Chavez (2020), menciona que mediante la selección se pueden manipular otras características de transmisión poligénica como, por ejemplo, el contenido de proteínas o de aceite en el grano de lupinos, el rendimiento, la maduración precoz y otros.

4.3.5. Rendimiento

Huaman (1999), respecto a rendimiento, menciona que es un concepto agronómico que indica la cantidad de producto físico obtenido por unidad de superficie y por unidad de tiempo. El producto físico puede ser expresado en kilogramos o toneladas

y la unidad de superficie en hectáreas. La unidad de tiempo generalmente es la campaña agrícola, aunque también puede ser un año.

Lescano (1994), menciona que uno de los principales objetivos y metas de un fitomejorador, es obtener una variedad de alto rendimiento, adaptada a un área de mayor difusión y que tenga características importantes para el agricultor.

4.3.6. Medidas de rendimiento

Huaman (1999), menciona como medidas de rendimiento a los siguientes:

- Número de vainas y semillas.
- Rendimiento por hectárea.

4.3.7. Componentes primarios de rendimiento

Huamán (1999), menciona que los componentes de rendimiento, son definidos como los diversos caracteres de la planta que tienen influencia directa e indirecta sobre la expresión del rendimiento y que son de control poligénico. Constituyen entidades orgánicas que cumplen una función biológica en la planta, cuya culminación puede ser, por ejemplo, la producción del grano.

Lescano (1994), indica que la mejora de cualquier cultivo está en última instancia dirigida a incrementar los rendimientos. El rendimiento es evidentemente un carácter complejo, ya que es el producto de una serie de factores causales que actúan activamente o interrelacionado entre ellos. Es interesante, por tanto, el conocimiento del monto con que cada factor contribuye en el rendimiento, su variabilidad genética y sus relaciones de heredabilidad, si son factores intrínsecos de las plantas y el modo de proceder a un manejo eficiente que determine una máxima expresividad del cultivo si son factores medio ambientales.

4.3.8. Población

FAO (2014), afirma que es un grupo de plantas o animales que comparten una misma área geográfica o región y que tienen rasgos comunes.

Morlans (2004), menciona que una población biológica se define como un conjunto de organismos (individuos) de la misma especie; esto significa que comparten propiedades biológicas que ocasionan una alta cohesión reproductiva y ecológica del grupo. La cohesión reproductiva implica el intercambio de material genético entre los

individuos. La cohesión ecológica está referida a la presencia de interacciones entre ellos, resultantes de poseer requerimientos similares para la supervivencia y la reproducción. Las características de una población son el efecto resultante de la interacción entre elementos intrínsecos de la biología de los organismos y extrínsecos del medio en el cual habitan. Los factores intrínsecos contienen lo suele denominarse “propiedades biológicas de una población”. En muchos casos estas propiedades pueden ser vistas como el resultado de la expresión de los genes compartidos por sus integrantes.

4.3.9. *Accesión*

FAO (2014), detalla que una muestra distinta, singularmente identificable de semillas que representa un cultivar, una línea de cría o una población y que se mantiene almacenada para su conservación y uso.

FAO (2014), detalla que una accesión se define como una muestra de semillas, materiales de plantación o plantas que representan una población silvestre, una variedad autóctona, una línea de mejora o un cultivar mejorado, que se conserva en un banco de genes. Cada accesión debe ser distinta y, en términos de integridad genética, lo más cercana posible a la muestra proporcionada originalmente.

V. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

5.1. Tipo de investigación: El trabajo de investigación es de tipo experimental explicativa.

5.2. Ubicación espacial

El presente trabajo de investigación se realizó en el potrero pedregal del Centro Agronómico K'ayra, que pertenece a la Facultad de Agronomía y Zootecnia (FAZ), propiedad de la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco (UNSAAC), ubicado en el distrito de San Jerónimo, provincia de Cusco - Cusco.

5.2.1. Ubicación política

Región : Cusco
Provincia : Cusco
Distrito : San Jerónimo
Lugar : K'ayra

5.2.2. Ubicación geográfica

Altitud : 3219 m
Latitud Sur : 13° 33' 15" sur
Longitud Oeste : 71° 52' 26" Oeste

5.2.3. Ubicación hidrográfica

Cuenca : Vilcanota
Sub cuenca : Watanay
Micro cuenca : Wanacauri

Figura 5

Ubicación del departamento de Cusco



Nota. Adaptado de Mapas y Dependencias Judiciales, 2010, Sub Gerencia de Estadística de la Gerencia de Planificación, <https://surl.li/qldeih>

Figura 6

Ubicación de la provincia de Cusco



Nota. Distritos de la Provincia del Cusco, SIAR, 2010, Sistema de Información Ambiental Regional, <http://www.map-peru.com/es/descargar/1128249650317.jpg-mapas-Cusco>

Figura 7

Ubicación del distrito de San Jerónimo



Nota. Adaptado de Google Earth, <https://www.google.es/intl/es/earth/index.html>

Figura 8

Vista satelital del campo experimental



Nota. Google Earth, <https://www.google.es/intl/es/earth/index.html>

5.2.4. Ubicación ecológica

De acuerdo a la clasificación de zonas de vida de Holdridge A., la zona de vida del ámbito de influencia del trabajo de investigación, Centro Agronómico K'ayra, pertenece a la zona de vida natural: Bosque seco -Montano Bajo Subtropical (bs-MBST).

5.3. Datos meteorológicos

Tabla 2

Datos meteorológicos estación “Granja K'ayra” campaña 2023-2024

MES	Temperatura Max. (°C)	Temperatura Min. (°C)	Temperatura Media (°C)	Humedad Relativa (%)	Precipitación Total (mm)
Diciembre	22.07	8.14	15.11	76.73	147.00
Enero	22.86	8.13	15.50	75.94	73.60
Febrero	21.55	8.14	14.85	78.99	83.60
Marzo	21.73	7.51	14.62	77.72	129.30
Abril	23.05	3.39	13.22	75.67	55.20
Mayo	23.73	3.33	13.53	73.22	14.80
Junio	22.54	-0.15	11.20	68.75	0.10

Nota. Registros diarios SENAMHI- CUSCO, Estación meteorológica Granja K'ayra

Figura 9

Temperatura máxima, mínima y media (°C), estación meteorológica Granja K'ayra

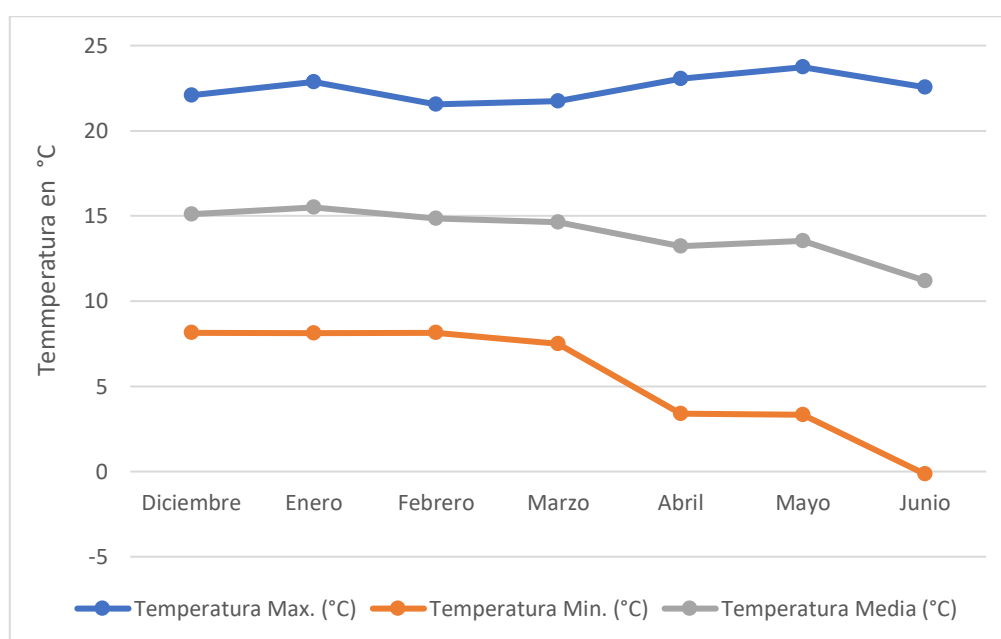
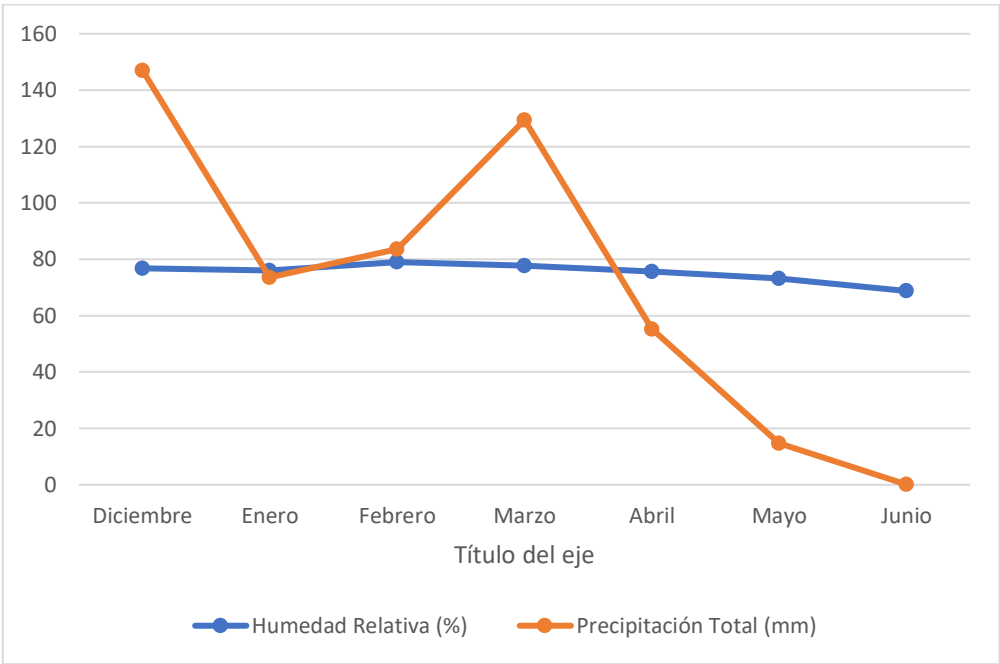


Figura 10

Precipitación total mensual (mm) y humedad relativa (%), estación meteorológica Granja K'ayra



5.4. Ubicación temporal

El trabajo de investigación se realizó en la campaña 2023-2024.

5.5. Historial del campo experimental

Tabla 3

Historial del campo experimental

Campaña agrícola	Cultivo
2019-2020	Tarwi
2020-2021	Papa
2021-2022	Tarwi
2022-2023	Papa
2023-2024	Presente trabajo de investigación (tarwi)

5.6. Material genético

El material genético que se utilizó en el trabajo de investigación fue proporcionado por el Programa de Tarwi del Centro de Investigación en Cultivos Andinos (CICA), de su línea de investigación por tamaño de grano. Se utilizó diez poblaciones de selección masal de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet.) de acuerdo al tamaño de grano. La composición de las diez poblaciones que se evaluaron en el presente trabajo específicamente fueron obtenidas como selección masal de diferente número de plantas en las diferentes accesiones del Banco de Germoplasma en la campaña agrícola 2022-2023, que se muestran en las siguientes tablas:

Tabla 4*Accesiones que aportaron a la selección masal-1 y sus pesos por 100 semillas*

Nº	Código	Peso de 100 semillas (g)	Nº	Código	Peso de 100 semillas (g)
1	CTC-173	25.90	32	CTC-109	26.95
2	CTC-530	25.70	33	CTC-106	26.95
3	CTC-334	25.95	34	CTC-513	26.70
4	CTC-115	25.95	35	CTC-2136	26.75
5	CTC-023	25.85	36	CTC-047	26.95
6	CTC-551	26.00	37	CTC-2150	26.90
7	CTC-273	26.15	38	CTC-647	26.80
8	CTC-143	26.05	39	CTC-939	26.45
9	CTC-077	26.00	40	CTC-108	26.45
10	CTC-070	25.95	41	CTC-269	26.40
11	CTC-636	26.45	42	CTC-521	26.85
12	CTC-537	26.70	43	CTC-084	26.85
13	CTC-002	26.85	44	CTC-098	26.75
14	CTC-413	26.45	45	CTC-111	25.90
15	CTC-296	26.85	46	CTC-509	26.75
16	CTC-196	26.95	47	CTC-114	26.75
17	CTC-543	26.00	48	CTC-931	26.75
18	CTC-293	25.95	49	CTC-158	26.00
19	CTC-213	26.85	50	CTC-2145	26.05
20	CTC-358	26.90	51	CTC-033	26.90
21	CTC-174	26.55	52	CTC-700	26.70
22	CTC-271	26.55	53	CTC-596	25.85
23	CTC-164	26.85	54	CTC-037	26.75
24	CTC-520	26.75	55	CTC-193	26.85
25	CTC-322	26.85	56	CTC-156	26.95
26	CTC-604	26.95	57	CTC-071	26.95
27	CTC-088	26.90	58	CTC-041	26.85
28	CTC-2147	26.85	59	CTC-318	26.75
29	CTC-370	26.35	60	CTC-327	25.85
30	CTC-2199	25.95	61	CTC-298	26.95
31	CTC-561	25.90	62	CTC-075	26.90

Nota. CTC= Colección Tarwi Cusco

Tabla 5*Accesiones que aportaron a la selección masal-2 y sus pesos por 100 semillas*

N°	Código	Peso de 100 semillas (g)	N°	Código	Peso de 100 semillas (g)
1	CTC-2161	27.05	35	CTC-0676	27.80
2	CTC-175	27.95	36	CTC-0861	27.90
3	CTC-549	27.80	37	CTC-590	27.65
4	CTC-2146	27.90	38	CTC-581	27.80
5	CTC-342	27.85	39	CTC-595	31.70
6	CTC-518	27.75	40	CTC-2144	31.70
7	CTC-272	27.75	41	CTC-533	31.80
8	CTC-698	27.65	42	CTC-235	31.75
9	CTC-1004	27.90	43	CTC-427	27.90
10	CTC-511	27.95	44	CTC-011	27.95
11	CTC-540	27.90	45	CTC-010	27.80
12	CTC-570	27.85	46	CTC-152	27.85
13	CTC-427	27.75	47	CTC-69	27.60
14	CTC-790	27.60	48	CTC-374	27.60
15	CTC-503	27.65	49	CTC-079	27.75
16	CTC-2138	27.75	50	CTC-031	27.80
17	CTC-0448	27.85	51	CTC-104	27.10
18	CTC-674	27.55	52	CTC-0102	27.05
19	CTC-361	27.95	53	CTC-035	27.25
20	CTC-592	27.65	54	CTC-051	27.70
21	CTC-507	28.00	55	CTC-345	27.95
22	CTC-2126	27.05	56	CTC-432	27.65
23	CTC-598	27.85	57	CTC-371	27.65
24	CTC-217	27.80	58	CTC-083	27.50
25	CTC-2070	27.65	59	CTC-030	27.70
26	CTC-862	27.75	60	CTC-074	27.45
27	CTC-105	27.95	61	CTC-223	27.40
28	CTC-2014	27.10	62	CTC-195	27.85
29	CTC-2133	27.75	63	CTC-181	27.90
30	CTC-805	27.10	64	CTC-137	27.95
31	CTC-104	27.90	65	CTC-614	27.90
32	CTC-138	27.95	66	CTC-335	27.85
33	CTC-773	27.60	67	CTC-101	27.60
34	CTC-2155	27.60	68	CTC-007	27.20

Nota. CTC= Colección Tarwi Cusco

Tabla 6*Accesiones que aportaron a la selección masal-3 y sus pesos por 100 semillas*

N°	Código	Peso de 100 semillas (g)	N°	Código	Peso de 100 semillas (g)
1	CTC-327	31.90	22	CTC-653	31.05
2	CTC-0838	31.95	23	CTC-582	31.85
3	CTC-927	31.90	24	CTC-527	31.80
4	CTC-2115	31.90	25	CTC-504	31.65
5	CTC-622	31.85	26	CTC-583	31.75
6	CTC-258	31.85	27	CTC-630	31.95
7	CTC-661	31.75	28	CTC-624	31.90
8	CTC-2158	31.65	29	CTC-468	31.90
9	CTC-0815	31.90	30	CTC-524	31.85
10	CTC-696	31.95	31	CTC-1948	31.80
11	CTC-2163	31.90	32	CTC-800	31.75
12	CTC-603	31.85	33	CTC-351	31.70
13	CTC-73	31.75	34	CTC-508	31.80
14	CTC-867	31.60	35	CTC-529	31.85
15	CTC-619	31.65	36	CTC-627	31.90
16	CTC-2124	31.75	37	CTC-220	31.95
17	CTC-732	31.85	38	CTC-638	31.80
18	CTC-605	31.55	39	CTC-651	31.85
19	CTC-368	31.95	40	CTC-639	31.60
20	CTC-2000	31.65	41	CTC-522	31.70
21	CTC-813	31.00	42	CTC-356	31.75

Nota. CTC= Colección Tarwi Cusco

Tabla 7*Accesiones que aportaron a la selección masal-4 y sus pesos por 100 semillas*

N°	Código	Peso de 100 semillas (g)	N°	Código	Peso de 100 semillas (g)
1	CTC-0480	30.15	33	CTC-0150	30.90
2	CTC-474	30.25	34	CTC-0129	30.95
3	CTC-476	30.75	35	CTC-502	30.65
4	CTC-0343	30.65	36	CTC-0453	30.25
5	CTC-392	30.80	37	CTC-0447	30.65
6	CTC-0315	30.90	38	CTC-180	30.50
7	CTC-0454	30.15	39	CTC-225	30.30
8	CTC-0162	30.25	40	CTC-231	30.35
9	CTC-0341	30.95	41	CTC-260	30.60
10	CTC-0176	30.85	42	CTC-367	30.65
11	CTC-0354	30.15	43	CTC-0368	30.70
12	CTC-801	30.25	44	CTC-039	30.80
13	CTC-0360	30.70	45	CTC-113	30.70
14	CTC-0166	30.75	46	CTC-0291	30.75
15	CTC-948	30.65	47	CTC-038	30.65
16	CTC-123	30.65	48	CTC-0227	30.10
17	CTC-216	30.30	49	CTC-0234	30.00
18	CTC-299	30.35	50	CTC-0848	30.25
19	CTC-1031	30.05	51	CTC-060	30.05
20	CTC-0839	30.00	52	CTC-113	30.10
21	CTC-0244	30.70	53	CTC-0452	30.15
22	CTC-0803	30.75	54	CTC-0340	30.20
23	CTC-366	30.60	55	CTC-0233	30.00
24	CTC-208	30.35	56	CTC-062	30.55
25	CTC-203	30.40	57	CTC-0472	30.30
26	CTC-440	30.45	58	CTC-049	30.85
27	CTC-0149	30.65	59	CTC-0460	30.55
28	CTC-169	30.65	60	CTC-0433	30.75
29	CTC-130	30.80	61	CTC-0387	30.25
30	CTC-870	30.85	62	CTC-0283	30.65
31	CTC-814	30.85	63	CTC-0490	30.80
32	CTC-0488	30.80	64	CTC-0457	30.75

Nota. CTC= Colección Tarwi Cusco

Tabla 8*Accesiones que aportaron a la selección masal-5 y sus pesos por 100 semillas*

N°	Código	Peso de 100 semillas (g)
1	CTC- 250	32.20
2	CTC- 515	31.90
3	CTC- 011	31.80
4	CTC- 580	29.95
5	CTC-399	32.00
6	L1- 528	31.70
7	CTC- 508	30.95
8	CTC- 10	30.80
9	CTC- 301	30.70
10	CTC- 0712	30.20
11	CTC- 0807	30.00

Nota. CTC= Colección Tarwi Cusco, L= Línea**Tabla 9***Accesiones que aportaron a la selección masal-6 y sus pesos por 100 semillas*

N°	Código	Peso de 100 semillas (g)
1	CTC- 609	29.70
2	CTC- 0550	29.50
3	CTC-0238	29.50
4	CTC-0843	29.45
5	CTC-133	29.35
6	CTC- 141	29.30
7	CTC-177	28.90
8	CTC- 064	28.80
9	CTC- 165	28.35
10	CTC- 487	28.20
11	CTC- 181	28.20

Nota. CTC= Colección Tarwi Cusco

Tabla 10

Accesiones que aportaron a la selección masal-7 y sus pesos por 100 semillas

N°	Código	Peso de 100 semillas (g)
1	CTC- 0463	29.50
2	CTC- 0490	29.40
3	CTC- 246	29.25
4	CTC- 1001	28.90
5	CTC- 245	28.75
6	CTC- 512	28.70
7	CTC- 0741	28.70
8	CTC- 528	28.60
9	CTC- 16	28.40
10	CTC- 0403	28.25
11	CTC- 548	28.25
12	CTC- 197	28.20
13	L2- 113	28.10

Nota. CTC= Colección Tarwi Cusco, L= Línea

Tabla 11

Accesiones que aportaron a la selección masal-8 y sus pesos por 100 semillas

N°	Código	Peso de 100 semillas (g)
1	L1- 549	27.90
2	CTC- 489	27.65
3	CTC- 0437	27.55
4	CTC- 525	27.50
5	CTC-585	27.40
6	L1- 250	27.40
7	CTC- 019	27.15
8	CTC- 570	26.75
9	CTC- 074	26.65
10	CTC- 658	26.65
11	CTC- 0779	26.60
12	CTC- 388	26.55
13	CTC- 019	26.40
14	L- 131	26.40
15	CTC- 0633	26.00
16	CTC- 0772	26.00
17	CTC- 558	25.45
18	CTC- 165	25.15
19	CTC- 0436	25.10
20	CTC- 824	25.00
21	CTC- 0425	24.55

Nota. CTC= Colección Tarwi Cusco, L= Línea

Tabla 12

Accesiones que aportaron a la selección masal-9 y sus pesos por 100 semillas

N°	Código	Peso de 100 semillas (g)
1	CTC- 075	27.90
2	CTC- 599	27.10
3	CTC- 026	27.00
5	CTC- 0178	26.40
6	CTC- 062	26.25
7	CTC- 504	26.10
8	CTC- 284	25.55
9	L2- 133	25.20
10	CTC- 076	25.05
11	CTC- 2116	24.95
12	CTC- 0188	24.80
13	CTC- 090	24.50

Nota. CTC= Colección Tarwi Cusco, L= Línea

Tabla 13

Accesiones que aportaron a la selección masal-10 y sus pesos por 100 semillas

N°	Código	Peso de 100 semillas (g)
1	CTC- 169	24.30
2	CTC- 0479	24.30
3	CTC- 099	24.10
4	CTC- 257	24.00
5	13-D-3-6-4	23.90
6	CTC- 0472	23.70
7	CTC- 810	23.30
8	CTC- 773	23.25
9	CTC- 506	23.05
10	CTC- 0411	22.80
11	CTC- 065	22.70
12	CTC- 173	22.35
13	CTC- 224	21.95
14	CTC- 139	21.75
15	CTC- 2139	20.65
16	CTC- 592	20.50

Nota. CTC= Colección Tarwi Cusco

5.7. Metodología

5.7.1. Diseño experimental

El diseño experimental que se utilizó en el presente trabajo de investigación es el Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA), con diez tratamientos y cuatro repeticiones. Las diez poblaciones de selección masal de tarwi por mayor tamaño de grano representan los tratamientos y estos fueron asignados aleatoriamente a cada unidad experimental.

Seguidamente, se explica la denominación de cada tratamiento como, tratamiento 1 (M-1), tratamiento 2 (M-2), tratamiento 3 (M-3), tratamiento 4 (M-4), tratamiento 5 (M-5), tratamiento 6 (M-6), tratamiento 7 (M-7), tratamiento 8 (M-8), tratamiento 9 (M-9) y tratamiento 10 (M-10).

Tabla 14*Tratamientos del experimento*

N°	Tratamientos	Composición
1	M-1	Mezcla masal de 62 accesiones de tarwi
2	M-2	Mezcla masal de 68 accesiones de tarwi
3	M-3	Mezcla masal de 42 accesiones de tarwi
4	M-4	Mezcla masal de 62 accesiones de tarwi
5	M-5	Mezcla masal de 11 accesiones de tarwi
6	M-6	Mezcla masal de 11 accesiones de tarwi
7	M-7	Mezcla masal de 13 accesiones de tarwi
8	M-8	Mezcla masal de 21 accesiones de tarwi
9	M-9	Mezcla masal de 13 accesiones de tarwi
10	M-10	Mezcla masal de 16 accesiones de tarwi

5.7.2. Análisis de varianza

Para el estudio de los resultados se manejó análisis de varianza (ANVA) según el diseño para las diferentes variables de los componentes primarios de rendimiento, rendimiento y tamaño de grano. Para la comparación de medias se manejó la prueba Tukey al 95% y 99% de confianza.

5.7.3 Características del campo experimental

- **Dimensiones de las parcelas:** En el presente trabajo de investigación no se tuvo efecto borde, por el material genético disponible y por tratarse de caracteres genéticos.

Largo de la parcela..... 6.00 m

Ancho de la parcela..... 3.6 m

Área total de la parcela.....21.6 m²

Número de parcelas por bloque.....10

Número de parcelas por experimento.....40

- **Dimensiones de los bloques**

Largo del bloque..... 36 m

- | | |
|-----------------------|--------------------|
| Ancho del bloque..... | 6.00 m |
| Área total..... | 216 m ² |
- **Dimensiones del campo experimental**

Largo.....	36 m
Ancho.....	28 m
Área total con calles.....	1008 m ²
Área total sin calles.....	864 m ²
 - **Dimensiones de los surcos**

Largo del surco.....	6.00 m
Distancia entre surcos.....	0.90 m
Distancia entre golpes.....	0.30 m
Número de surcos por parcela.....	4
Número de surcos por bloque.....	40
 - **Dimensiones de las calles**

Largo de la calle.....	36.00 m
Ancho de la calle.....	1.00 m
Área de calle.....	36.00 m ²
Número de calles.....	4
 - **Número de plantas**

Número de plantas/ surco.....	63
Número de plantas/ unidad experimental.....	252
Número de plantas/ tratamiento.....	1008
Número de plantas/ experimento.....	10080

Figura 11

Croquis del campo experimental

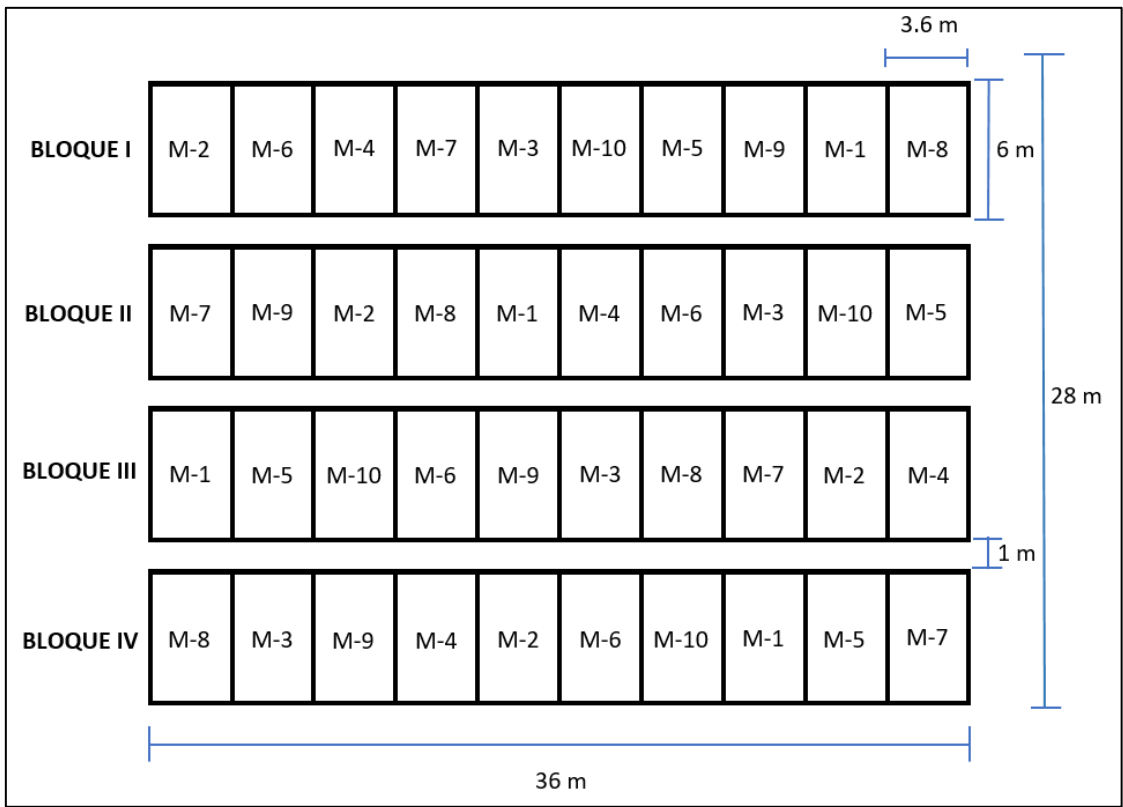
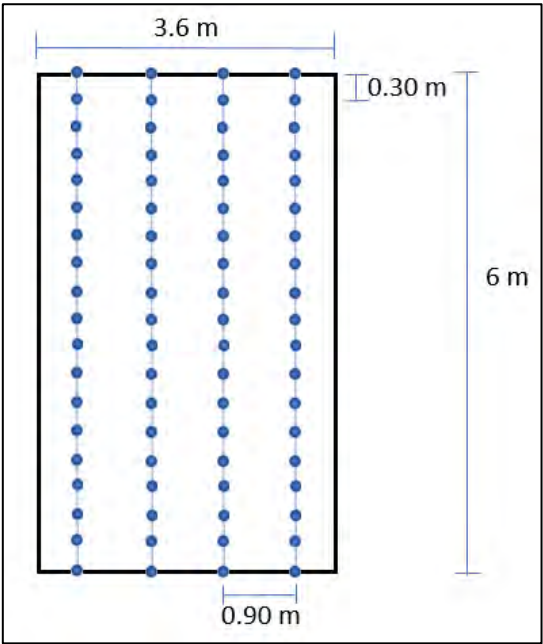


Figura 12

Unidad experimental



5.8. Conducción del experimento

5.8.1. Preparación del campo experimental

Esta actividad se realizó el 5 de diciembre del 2023, el rastrado y surcado se ejecutó con un tractor agrícola, dejando un distanciamiento entre surcos de 0.90 m.

5.8.2. Marcado del campo experimental

Se realizó el trazo del campo experimental el 13 de diciembre del 2023, se utilizaron estacas, cinta métrica, rafia y dolomita para delimitar, medir y marcar el campo experimental. Se marcaron 4 bloques de 6 m de ancho cada uno y 36 m de largo, se dejaron calles de acceso de 1 m de ancho en cada bloque.

5.8.3. Preparación de semilla

En esta actividad se tamizó cada población de selección masal y se seleccionaron las semillas de un tamaño uniforme y sin ningún daño por hongos. De acuerdo al número de golpes por parcela, número de surcos y número de bloques se embolsaron 252 semillas seleccionadas inicialmente, se colocó cuidadosamente los códigos respectivos en las bolsas. Se realizó los mismos pasos en las diez poblaciones de selección masal.

5.8.4. Instalación del experimento

Previamente a la siembra se ubicaron las semillas de tarwi en la cabecera de cada unidad experimental de acuerdo al diseño experimental DBCA. La siembra se realizó el 14 de diciembre del año 2023, se colocó en cada surco 3 semillas por golpe con un distanciamiento de 30 cm, teniéndose un total de 21 golpes por surco. Finalmente se taparon los surcos cuidadosamente tratando de no dejar las semillas a una profundidad excesiva.

5.8.5. Riego

Esta labor se realizó durante el mes de enero, febrero y marzo, hasta la normalización de las precipitaciones pluviales.

El primer riego se realizó el 2 de enero del 2024, en la etapa fenológica de emergencia del cultivo. El tipo de riego aplicado fue por aspersión, en intervalos de riego de 2 días, el tiempo de riego fue de 1 hora por bloque de acuerdo a la necesidad hídrica del cultivo.

De acuerdo a las dimensiones del campo experimental, se realizó una división de áreas para la distribución de aspersores, estos fueron conectados con una manguera de línea de distribución de $\frac{3}{4}$, cada bloque constaba de 3 aspersores, y los cuales se iban desplazando a los siguientes bloques al finalizar el tiempo de riego en cada bloque.

5.8.6. Deshierbo

Esta labor se realizó manualmente a los 30 y 58 días después de la siembra, así como trabajos adicionales posteriores en diversas oportunidades de acuerdo a la necesidad de limpieza del cultivo, todo ello con la finalidad de evitar competencia por nutrientes, agua, luz y espacio.

5.8.7. Aporque

Se realizaron dos aporques, el primero se realizó a los 38 días después de la siembra, y el segundo se efectuó a los 65 días después de la siembra. La finalidad de esta labor fue favorecer la estabilidad de la planta y así mismo ayudar en el desarrollo de esta.

5.8.8. Control fitosanitario

La incidencia de enfermedades como roya y antracnosis y la presencia del gusano cortador (*Agrotis* sp.) obligaron a utilizar fungicida e insecticida para su control, la misma que se realizó en función al nivel de incidencia observado en las diferentes fases fenológicas del cultivo, los productos aplicados fueron:

- El insecticida Fulminate (Fipronil 250 g/L) en una dosis de 13.10 ml/15L (350-400 ml/ha), para el control del gusano cortador (*Agrotis* sp.). La primera aplicación se realizó el 31 de diciembre del 2024, mientras que la segunda aplicación se realizó el 7 de enero del 2024.
- El fungicida Folicur (Tebuconazole 250 g/L) en una dosis de 9.50 ml/15L (0.5 l/ha), para el control de roya (*Uromyces lupini*) y antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides*). La primera aplicación se realizó el 16 de marzo del 2024, mientras que la segunda aplicación se realizó el 30 de marzo del 2024.

5.8.8. Cosecha

Esta actividad se realizó el 25 y 26 de junio, cuando todas las plantas se encontraban en su madurez fisiológica, es decir cuando las vainas presentaron un color amarillo y así mismo al mover la planta se escuche el sonido del grano dentro de la vaina.

La cosecha consistió en cortar las vainas de cada unidad experimental de manera manual y colocarlas en un saco con su respectivo código, teniéndose al finalizar 40 sacos.

5.8.9. Trilla y limpieza de granos

Esta actividad se realizó el 5 de julio. Se trasladaron las vainas cosechadas al área de fitotoldos del CICA, donde se trillaron manualmente, pisando las vainas para así poder separar los granos de las cascarras, posterior a ello se limpiaron los granos de las impurezas y restos de cascarras. Por último, se embolsarán los granos teniendo en cuenta su etiquetado respectivo.

5.9. Métodos de evaluación

5.9.1. Evaluaciones para primer objetivo específico

- **Evaluación de características fenológicas**
 - **Emergencia:** Esta etapa se registró en días desde la siembra y fue evaluada en la fecha que se tuvo más del 50% de cotiledones de tarwi emergidos en la superficie de cada unidad experimental.
 - **Formación de botón floral:** Esta etapa se registró en días desde la siembra y fue evaluada cuando más del 50% de plantas presentaron brotes florales en la zona apical del eje principal de las plantas en cada unidad experimental.
 - **Floración:** Esta etapa se registró en días desde la siembra y fue evaluada cuando más del 50% de plantas presentaron una inflorescencia bien desarrollada en el eje principal en cada unidad experimental.
 - **Formación de vainas:** Esta etapa se registró en días desde la siembra y fue evaluada cuando más del 50% de las plantas presentaron vainas en el eje principal en cada unidad experimental.
 - **Madurez fisiológica de granos:** Esta etapa se registró en días desde la siembra y fue evaluada cuando más del 50% de las plantas presentaban vainas con coloración marrón y semillas desprendidas dentro de las vainas en cada unidad experimental.
- **Altura de planta (eje principal):** Se midió con una cinta métrica desde la base del suelo hasta el ápice de la inflorescencia, la longitud de 20 plantas

seleccionadas al azar por cada unidad experimental. La unidad de medida fue en centímetros (cm) y la evaluación se realizó en plena floración.

- **Longitud de inflorescencia principal:** Se midió la longitud de la inflorescencia del eje principal de 20 plantas seleccionadas al azar por cada unidad experimental. La unidad de medida fue en centímetros (cm) y la evaluación se realizó en plena floración.
- **Número de flores en inflorescencia principal:** Para esta evaluación se contabilizó cada flor de la inflorescencia del eje principal de 20 plantas seleccionadas al azar por cada unidad experimental. La evaluación se realizó en plena floración.
- **Número de ramas primarias:** Se contabilizó el número de ramas primarias de 20 plantas seleccionadas al azar por cada unidad experimental. Esta evaluación se realizó post floración.
- **Número de vainas en eje principal:** Se contabilizó el número de vainas del eje central de 20 plantas seleccionadas al azar por cada unidad experimental. La evaluación se realizó en etapa de senescencia.
- **Longitud de vainas:** Se midió la longitud de 20 vainas seleccionadas al azar. La unidad de medida fue en centímetros (cm) y la evaluación se realizó en etapa de senescencia de las plantas.
- **Ancho de vainas:** Se midió el ancho de 20 vainas seleccionadas al azar. La unidad de medida fue en centímetros (cm) y la evaluación se realizó en etapa de senescencia de las plantas.
- **Espesor de vainas:** Se midió el espesor de 20 vainas seleccionadas al azar. La unidad de medida fue en centímetros (cm) y la evaluación se realizó en etapa de senescencia de las plantas.
- **Número de granos por vaina:** Se contabilizó el número de granos por vaina del eje principal, para ello se tomaron 20 vainas seleccionadas al azar. La evaluación se realizó en etapa de senescencia de las plantas.

5.9.2. Evaluaciones para segundo objetivo específico

- **Rendimiento:** Después de la trilla y limpieza de grano, se procedió a pesar en una balanza las semillas pertenecientes a cada una de las unidades experimentales en

kg. El rendimiento de grano por parcela fue convertido a t/ha para su análisis estadístico.

- **Longitud de grano:** Se midió la longitud de 20 granos seleccionados al azar, con un vernier digital. La unidad de medida fue en milímetros (mm) y la evaluación se realizó poscosecha.
- **Ancho de grano:** Se midió el ancho de 20 granos seleccionados al azar, con un vernier digital. La unidad de medida fue en milímetros (mm) y la evaluación se realizó poscosecha.
- **Espesor de grano:** Se midió el espesor de 20 granos seleccionados al azar, con un vernier digital. La unidad de medida fue en milímetros (mm) y la evaluación se realizó poscosecha.

5.9.3. Evaluación para tercer objetivo específico

- **Peso de 100 semillas:** Se peso 100 semillas tomadas al azar por cada parcela experimental. La unidad de medida fue en gramos (g) y la evaluación se realizó poscosecha.

5.10. Análisis estadístico

5.10.1. Modelo aditivo

$$Y_{ij} = \mu_{ij} + t_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

$i = 1, 2, 3, \dots t$ = Tratamientos

$j = 1, 2, 3, \dots r$ = Repeticiones o Bloques

Tabla 15

Cuadro ANVA- DBCA

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	E (CM)		F _C
				Modelo I	Modelo II	
Bloques	(r - 1)	$\frac{\sum_{j=1}^r Y_{.j}^2}{t} - \frac{Y_{..}^2}{rt}$	$\frac{SC_{\text{Bloques}}}{(r - 1)}$	$\delta_e^2 + \frac{t \sum_{j=1}^r \beta_j^2}{(r - 1)}$	$\delta_e^2 + t \delta_\beta^2$	$\frac{CM_{\text{Bloques}}}{CM_{\text{error}}}$
Tratamientos	(t - 1)	$\frac{\sum_{i=1}^t Y_{i.}^2}{r} - \frac{Y_{..}^2}{rt}$	$\frac{SC_{\text{Tratam.}}}{(t - 1)}$	$\delta_e^2 + \frac{r \sum_{i=1}^t \tau_i^2}{(r - 1)}$	$\delta_e^2 + r \delta_{\tau_i}^2$	$\frac{CM_{\text{Tratam.}}}{CM_{\text{error}}}$
Error	(r - 1) (t - 1)	$\sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^r Y_{ij}^2 - \frac{\sum_{i=1}^t Y_{i.}^2}{r} - \frac{\sum_{j=1}^r Y_{.j}^2}{t} + \frac{Y_{..}^2}{rt}$	$\frac{SC_{\text{Error}}}{(r - 1)(t - 1)}$	δ_e^2	δ_e^2	
Total	(rt - 1)	$\sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^r Y_{ij}^2 - \frac{Y_{..}^2}{rt}$				

Nota. De Experimentación agrícola (p.82), por V. Vasquez, 1990, AMARU Editores S.A.

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo a los objetivos del presente trabajo de investigación a continuación se presenta los resultados obtenidos.

6.1. Resultados para componentes primarios de rendimiento

6.1.1. Evaluación fenológica

Las evaluaciones fenológicas forman parte del manejo agronómico y de interés para conocer las poblaciones en estudio, cuyos resultados se presentan a continuación.

Tabla 16

Fenología de la población masal M-1

Fases fenológicas	Plena emergencia	Inicio de formación del botón floral	Floración	Formación de vainas	Madurez fisiológica de granos
Días desde la siembra	11	68	79	100	179
T° Max. (°C)	22.80	19.80	21.40	22.40	23.40
T° Min. (°C)	6.00	8.20	8.20	8.00	-6.80
T° Media (°C)	14.40	14.00	14.80	15.20	8.30
H. R. (%)	79.90	77.90	76.70	86.10	63.70
P (mm/día)	0.00	3.00	0.00	0.00	0.00

Figura 13

Fenología de la población masal M-1

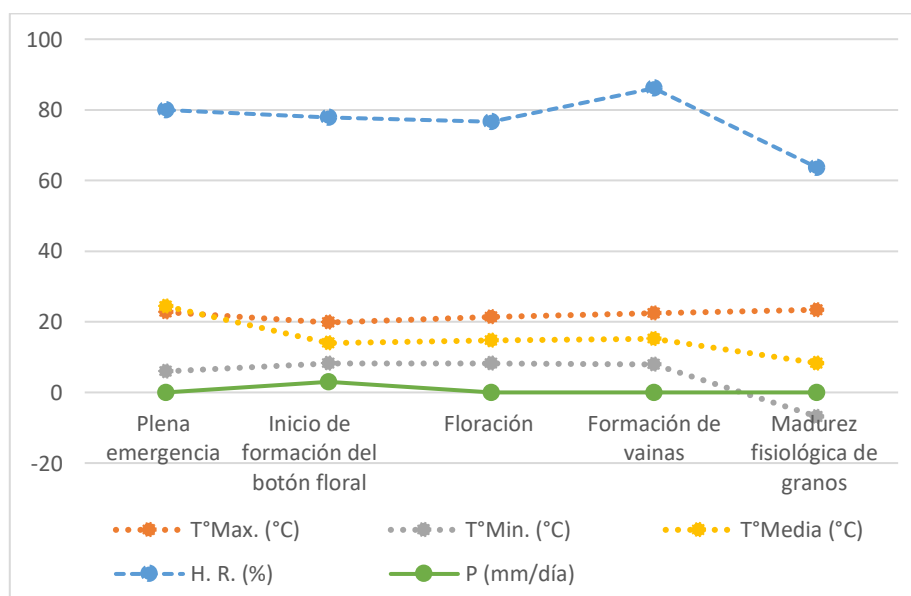


Tabla 17

Fenología de la población masal M-2

Fases fenológicas	Plena emergencia	Inicio de formación del botón floral	Floración	Formación de vainas	Madurez fisiológica de granos
Días desde la siembra	11	69	82	103	181
T° Max. (°C)	22.80	20.40	20.00	19.00	23.40
T° Min. (°C)	6.00	8.50	8.50	9.00	-0.10
T° Media (°C)	14.40	14.45	14.25	14.00	11.65
H. R. (%)	79.90	74.50	79.20	79.70	68.80
P (mm/día)	0.00	0.00	0.00	10.10	0.00

Figura 14

Fenología de la población masal M-2

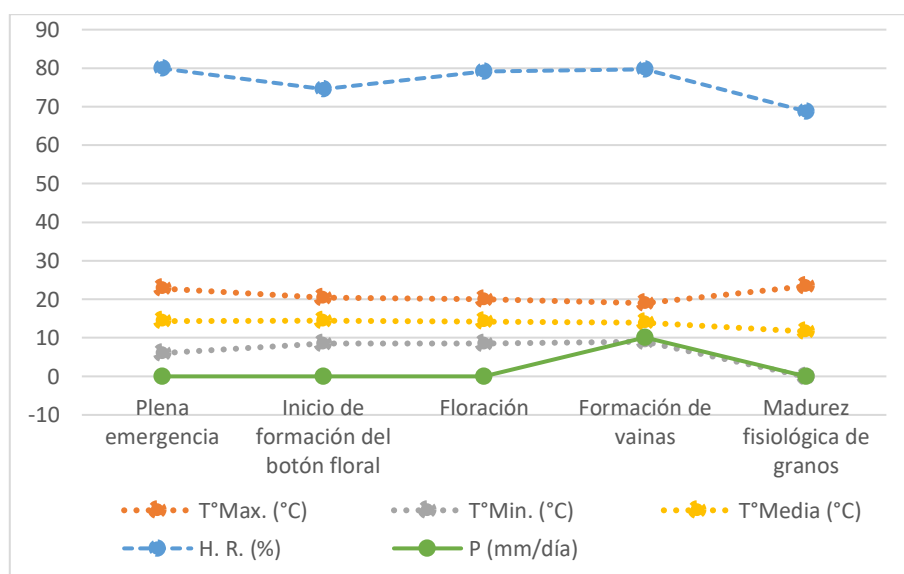


Tabla 18

Fenología de la población masal M-3

Fases fenológicas	Plena emergencia	Inicio de formación del botón floral	Floración	Formación de vainas	Madurez fisiológica de granos
Días desde la siembra	12	70	83	103	183
T° Max. (°C)	17.80	22.00	22.40	19.00	23.40
T° Min. (°C)	7.80	5.50	6.20	9.00	1.80
T° Media (°C)	12.80	13.75	14.30	14.00	12.60
H. R. (%)	83.90	75.00	74.00	79.70	67.30
P (mm/día)	0.40	0.00	0.00	10.10	0.00

Figura 15

Fenología de la población masal M-3

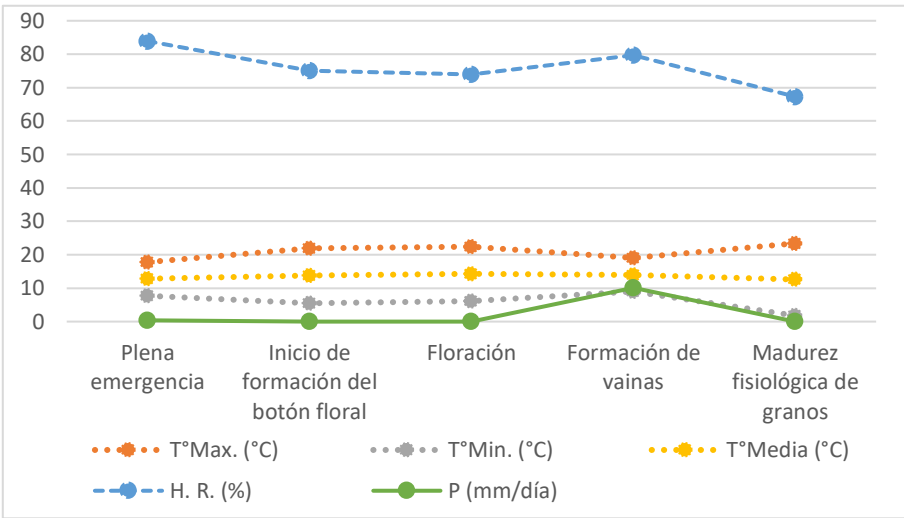


Tabla 19

Fenología de la población masal M-4

Fases fenológicas	Plena emergencia	Inicio de formación del botón floral	Floración	Formación de vainas	Madurez fisiológica de granos
Días desde la siembra	10	69	82	103	181
T° Max. (°C)	22.60	20.40	20.00	19.00	23.40
T° Min. (°C)	7.50	8.50	8.50	9.00	-0.10
T° Media (°C)	15.05	14.45	14.25	14.00	11.65
H. R. (%)	77.50	74.50	79.20	79.70	68.80
P (mm/día)	0.00	0.00	0.00	10.10	0.00

Figura 16

Fenología de la población masal M-4

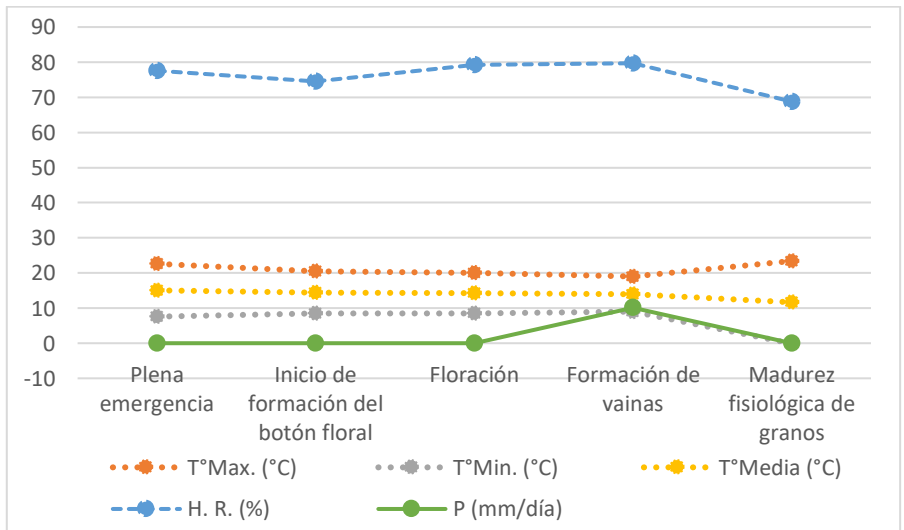


Tabla 20

Fenología de la población masal M-5

Fases fenológicas	Plena emergencia	Inicio de formación del botón floral	Floración	Formación de vainas	Madurez fisiológica de granos
Días desde la siembra	11	69	81	101	183
T° Max. (°C)	22.80	20.40	22.20	24.20	23.40
T° Min. (°C)	6.00	8.50	4.50	7.50	1.80
T° Media (°C)	14.40	14.45	13.35	15.85	12.60
H. R. (%)	79.90	74.50	73.40	69.60	67.30
P (mm/día)	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00

Figura 17

Fenología de la población masal M-5

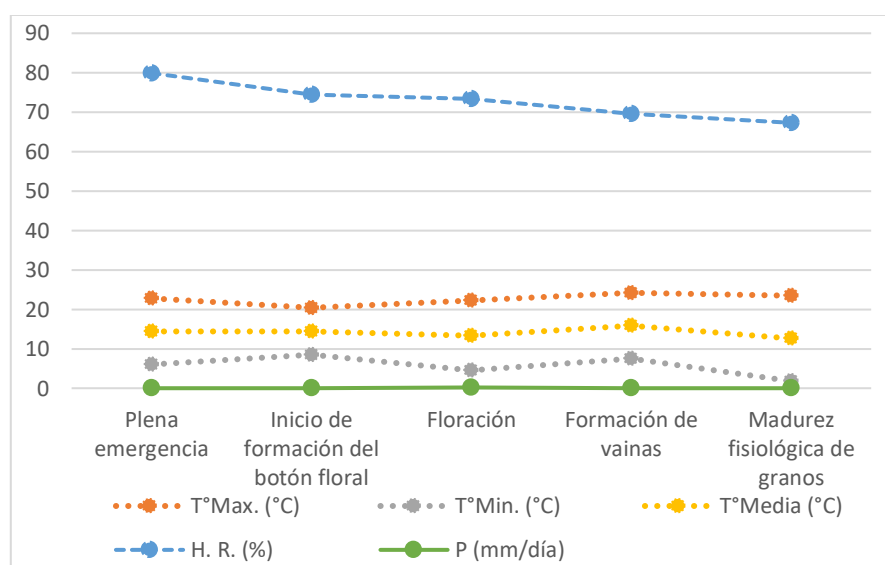


Tabla 21

Fenología de la población masal M-6

Fases fenológicas	Plena emergencia	Inicio de formación del botón floral	Floración	Formación de vainas	Madurez fisiológica de granos
Días desde la siembra	11	69	81	101	182
T° Max. (°C)	22.80	20.40	22.20	24.20	24.20
T° Min. (°C)	6.00	8.50	4.50	7.50	0.00
T° Media (°C)	14.40	14.45	13.35	15.85	12.10
H. R. (%)	79.90	74.50	73.40	69.60	66.60
P (mm/día)	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00

Figura 18

Fenología de la población masal M-6

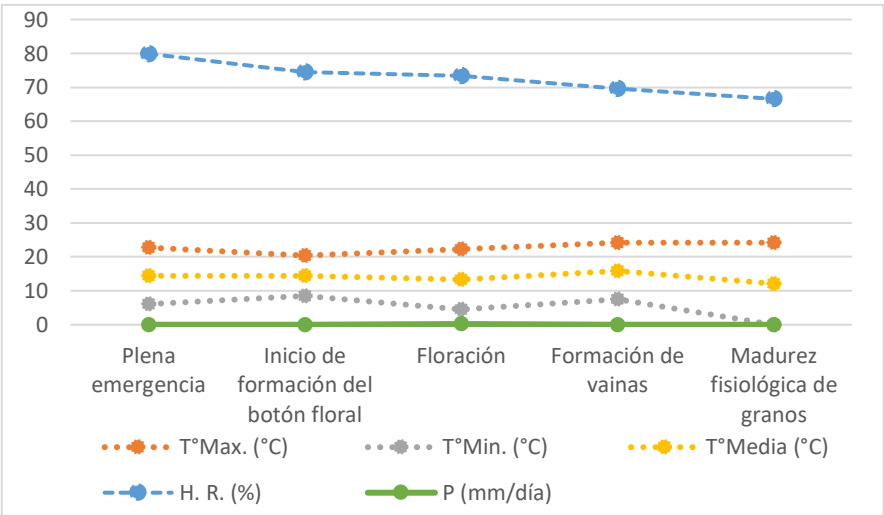


Tabla 22

Fenología de la población masal M-7

Fases fenológicas	Plena emergencia	Inicio de formación del botón floral	Floración	Formación de vainas	Madurez fisiológica de granos
Días desde la siembra	11	68	80	101	182
T° Max. (°C)	22.80	19.80	23.40	24.20	24.20
T° Min. (°C)	6.00	8.20	7.80	7.50	0.00
T° Media (°C)	14.40	14.00	15.60	15.85	12.10
H. R. (%)	79.90	77.90	73.70	69.60	66.60
P (mm/día)	0.00	3.00	7.00	0.00	0.00

Figura 19

Fenología de la población masal M-7

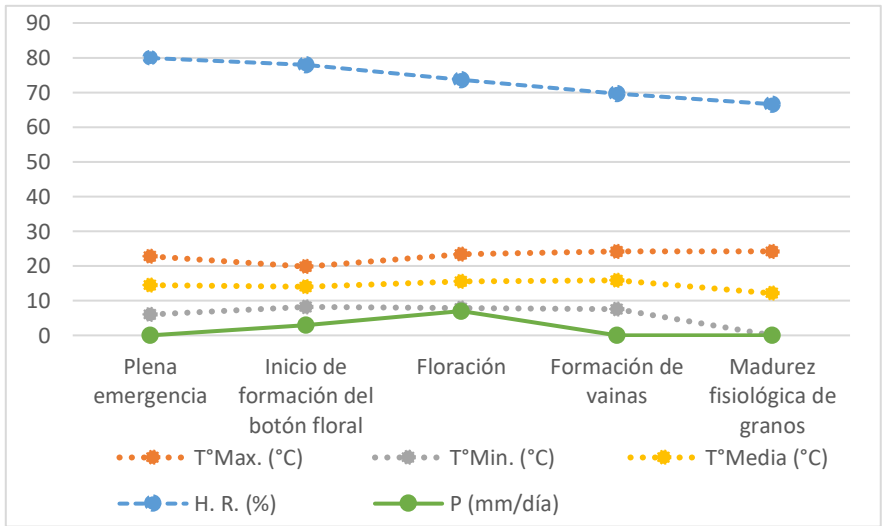


Tabla 23

Fenología de la población masal M-8

Fases fenológicas	Plena emergencia	Inicio de formación del botón floral	Floración	Formación de vainas	Madurez fisiológica de granos
Días desde la siembra	12	69	82	103	183
T° Max. (°C)	17.80	20.40	20.00	19.00	23.40
T° Min. (°C)	7.80	8.50	8.50	9.00	1.80
T° Media (°C)	12.80	14.45	14.25	14.00	12.60
H. R. (%)	83.90	74.50	79.20	79.70	67.30
P (mm/día)	0.40	0.00	0.00	10.10	0.00

Figura 20

Fenología de la población masal M-8

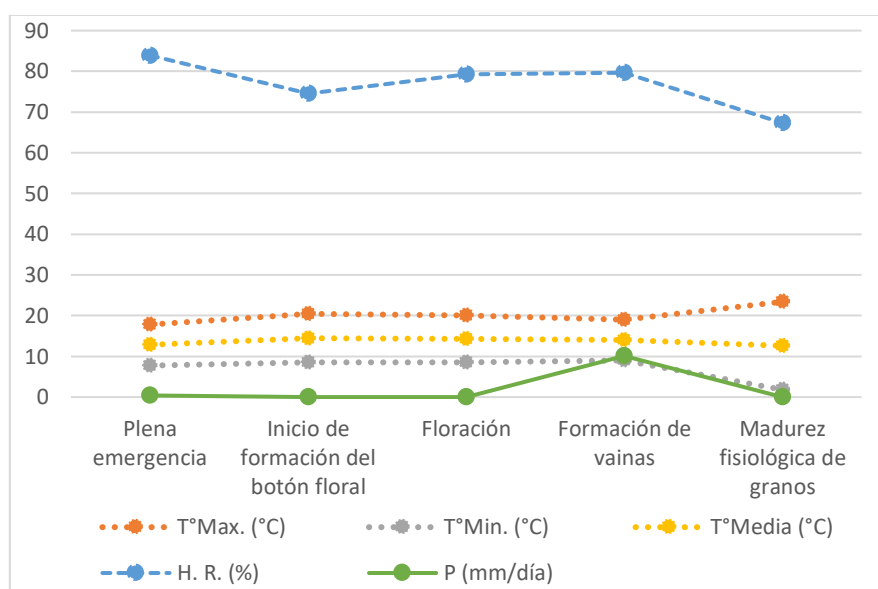


Tabla 24

Fenología de la población masal M-9

Fases fenológicas	Plena emergencia	Inicio de formación del botón floral	Floración	Formación de vainas	Madurez fisiológica de granos
Días desde la siembra	10	69	81	102	182
T° Max. (°C)	22.60	20.40	22.20	23.60	24.20
T° Min. (°C)	7.50	8.50	4.50	6.50	0.00
T° Media (°C)	15.05	14.45	13.35	15.05	12.10
H. R. (%)	77.50	74.50	73.40	83.10	66.60
P (mm/día)	0.00	0.00	0.20	7.20	0.00

Figura 21

Fenología de la población masal M-9

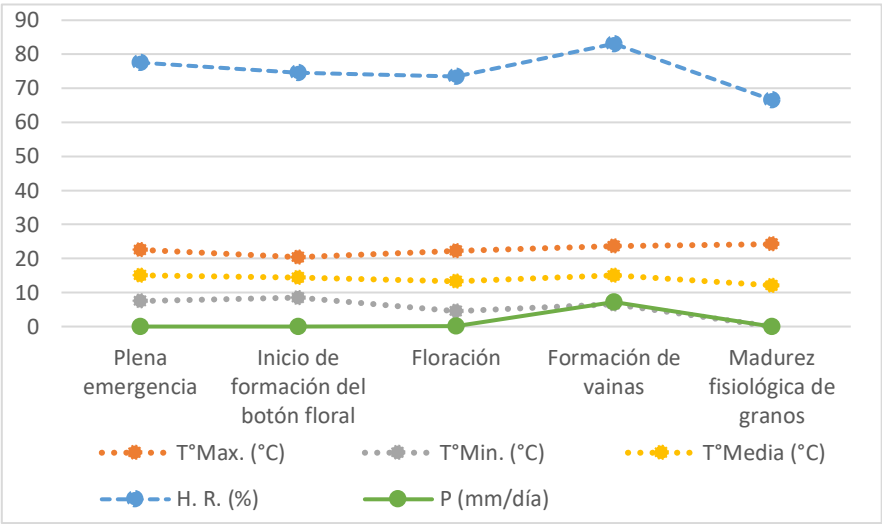


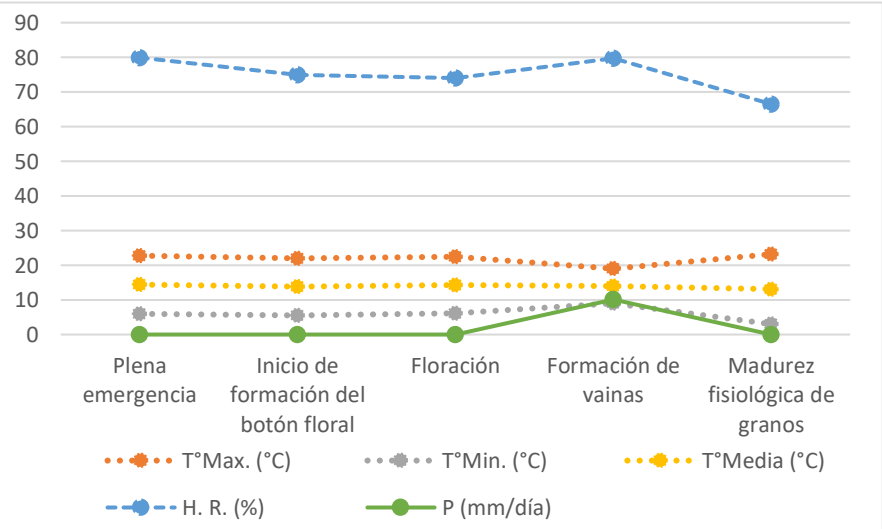
Tabla 25

Fenología de la población masal M-10

Fases fenológicas	Plena emergencia	Inicio de formación del botón floral	Floración	Formación de vainas	Madurez fisiológica de granos
Días desde la siembra	11	70	83	103	184
T° Max. (°C)	22.80	22.00	22.40	19.00	23.20
T° Min. (°C)	6.00	5.50	6.20	9.00	3.00
T° Media (°C)	14.00	13.75	14.30	14.00	13.10
H. R. (%)	79.90	75.00	74.00	79.70	66.50
P (mm/día)	0.00	0.00	0.00	10.10	0.00

Figura 22

Fenología de la población masal M-10



6.1.2. Altura de planta

Tabla 26

Altura de planta (cm) por tratamiento

N°	Tratamiento	Bloque- I	Bloque- II	Bloque- III	Bloque- IV	Total	Promedio
1	M-1	97.48	116.51	126.76	103.04	443.79	110.95
2	M-2	147.97	142.86	111.89	126.43	529.15	132.29
3	M-3	130.07	111.98	119.43	124.59	486.07	121.52
4	M-4	135.13	117.46	104.03	119.32	475.94	118.99
5	M-5	121.13	104.53	133.23	107.62	466.51	116.63
6	M-6	130.70	105.55	114.12	115.32	465.69	116.42
7	M-7	130.49	135.55	105.60	106.32	477.96	119.49
8	M-8	99.98	127.88	103.66	134.61	466.13	116.53
9	M-9	108.58	131.25	114.01	106.26	460.10	115.03
10	M-10	118.11	106.25	128.94	116.87	470.17	117.54
Total		1219.64	1199.82	1161.67	1160.38	4741.51	118.54

En las poblaciones masales evaluadas la altura de planta alcanza un máximo de 132.29 cm y una mínima de 110.95 cm que muestra uniformidad para esta variable.

Tabla 27

Análisis de varianza para altura de planta

F de V	G.L.	S.C.	C.M.	F _c	F _t		Sig.	
					0.05	0.01		
Bloques	3	256.942528	85.647509	0.47	2.96	4.60	N.S.	N.S.
Tratamientos	9	1128.510173	125.390019	0.69	2.25	3.15	N.S.	N.S.
Error	27	4874.051198	180.520415					
Total	39	6259.503898						

CV= 11.33%

El análisis de varianza para altura de planta tiene un coeficiente de variabilidad de 11.33% lo que indica que esta variable presenta un nivel de precisión muy buena y los resultados son confiables. Respecto al promedio de altura de planta de las diez poblaciones masales, el ANVA indica que no existe diferencias estadísticas hasta con

99% de confianza. Esto se explica porque las diez poblaciones provienen de la mezcla de diferentes números de accesiones entre 11 accesiones para M-5 y M-6 y para M-2 mezcla de 68 accesiones. (ver tabla 14)

6.1.3. Número de ramas primarias

Esta variable fue evaluada sobre veinte muestras al azar cuyos resultados promedio se tiene en la siguiente tabla.

Tabla 28

Número de ramas primarias por tratamiento

N°	Tratamiento	Bloque- I	Bloque- II	Bloque- III	Bloque- IV	Total	Promedio
1	M-1	7.30	7.90	8.30	7.80	31.30	7.83
2	M-2	9.45	9.15	8.90	9.10	36.60	9.15
3	M-3	9.50	8.80	8.95	9.45	36.70	9.18
4	M-4	9.05	8.95	8.45	9.70	36.15	9.04
5	M-5	9.05	8.60	9.35	9.55	36.55	9.14
6	M-6	9.05	9.05	8.55	9.15	35.80	8.95
7	M-7	8.60	8.80	8.70	9.10	35.20	8.80
8	M-8	8.20	8.65	9.35	9.45	35.65	8.91
9	M-9	8.65	8.95	8.75	8.85	35.20	8.80
10	M-10	8.05	9.10	9.20	9.25	35.60	8.90
Total		86.9	87.95	88.5	91.4	354.75	8.87

Tabla 29

Análisis de varianza para número de ramas primarias

F de V	G.L.	S.C.	C.M.	F _c	F _t		Sig.	
					0.05	0.01		
Bloques	3	1.113188	0.371063	2.73	2.96	4.60	N.S.	N.S.
Tratamientos	9	5.527813	0.614201	4.52	2.25	3.15	*	*
Error	27	3.667438	0.135831					
Total	39	10.308438						

CV= 4.16%

El ANVA indica que para la variable de número de ramas primarias entre las diez poblaciones masales evaluadas existe alta uniformidad con 4.16% de variabilidad lo que valida el nivel de precisión excelente para esta variable.

Entre los promedios de las diez poblaciones masales existe diferencias estadísticas hasta con 99% de confianza para este efecto se aplica la prueba de Tukey para comparación de medias.

Tabla 30

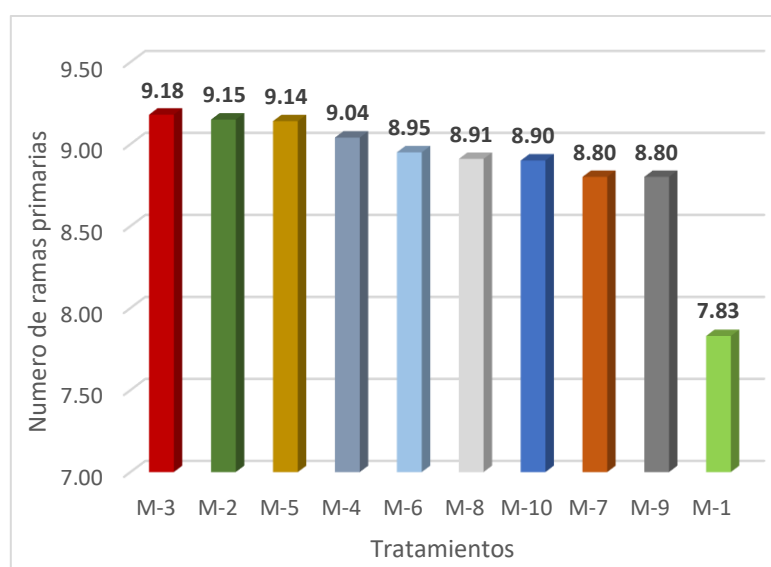
Comparación de medias para número de ramas según la prueba de Tukey

OM	Promedios	Significancia	
		0.05	0.01
I	M-3= 9.18	a	a
II	M-2= 9.15	a	a
III	M-5= 9.14	a	a
IV	M-4= 9.04	a	a
V	M-6= 8.95	a	a
VI	M-8= 8.91	a	a
VII	M-10= 8.90	a	a
VIII	M-7= 8.80	a	a b
IX	M-9= 8.80	a	a b
X	M-1= 7.83	b	b
<hr/>			
ALS _{(T) 0.05=}	4.88 x 0.184276= 0.90		
ALS _{(T) 0.01=}	5.84 x 0.184276= 1.08		

Entre las primeras nueve poblaciones masales presentadas en el cuadro anterior se tiene que el promedio de número de ramas primarias comprendidos desde M-3 con 9.18 ramas hasta M-9 con 8.8 ramas, no existe diferencias estadísticas y todas son superiores a M-1 con 7.83 ramas, con 99% de confianza.

Figura 23

Grafico de número de ramas por tratamiento



6.1.4. Longitud de inflorescencia principal

Tabla 31

Longitud de inflorescencia principal (cm) por tratamiento

N°	Tratamiento	Bloque- I	Bloque- II	Bloque- III	Bloque- IV	Total	Promedio
1	M-1	29.12	31.64	37.84	32.07	130.67	32.67
2	M-2	31.12	36.42	29.81	32.68	130.03	32.51
3	M-3	32.15	31.11	31.18	34.40	128.84	32.21
4	M-4	32.60	30.58	27.78	31.06	122.02	30.51
5	M-5	29.50	29.22	35.51	32.53	126.76	31.69
6	M-6	31.48	31.52	33.84	31.49	128.33	32.08
7	M-7	31.15	34.71	30.11	28.66	124.63	31.16
8	M-8	26.92	33.53	28.34	32.95	121.74	30.44
9	M-9	27.91	36.25	34.46	32.24	130.86	32.72
10	M-10	32.08	29.47	38.19	33.43	133.17	33.29
Total		304.03	324.45	327.06	321.51	1277.05	31.93

Tabla 32*Análisis de varianza para longitud de inflorescencia principal*

F de V	G.L.	S.C.	C.M.	F _C	F _t		Sig.	
					0.05	0.01		
Bloques	3	32.479148	10.826383	1.37	2.96	4.60	N.S.	N.S.
Tratamientos	9	33.486263	3.720696	0.47	2.25	3.15	N.S.	N.S.
Error	27	213.869928	7.921108					
Total	39	279.835338						

CV= 8.81%

La longitud de inflorescencia en tarwi es un componente de rendimiento muy importante porque de esto depende el número de vainas que aportan al rendimiento de grano por planta y por área. En este experimento el coeficiente de variabilidad de 8.81% indica que el nivel de precisión es excelente, y los resultados de evaluación para esta variable son altamente confiables.

El ANVA indica que las diez poblaciones masales presentan longitud de inflorescencia principal muy uniformes por cuanto no existe diferencias estadísticas. La selección masal realizada para cada población fue tomando en cuenta las plantas con mayor longitud de inflorescencia esto explica la falta de diferencias entre tratamientos para esta variable.

6.1.5. Número de flores por inflorescencia principal

Tabla 33

Número de flores en inflorescencia principal por tratamiento

Nº	Tratamiento	Bloque- I	Bloque- II	Bloque- III	Bloque- IV	Total	Promedio
1	M-1	44.45	42.10	43.90	36.95	167.40	41.85
2	M-2	41.20	43.95	41.45	44.60	171.20	42.80
3	M-3	44.05	40.40	43.90	38.95	167.30	41.83
4	M-4	43.05	41.55	42.45	41.60	168.65	42.16
5	M-5	41.35	38.70	42.70	43.75	166.50	41.63
6	M-6	39.50	38.85	44.05	41.10	163.50	40.88
7	M-7	40.90	40.95	43.10	42.50	167.45	41.86
8	M-8	41.00	41.70	41.70	35.90	160.30	40.08
9	M-9	35.25	42.25	43.45	41.15	162.10	40.53
10	M-10	40.25	45.05	37.15	44.75	167.20	41.80
Total		393.3	407.6	431.75	428.95	1661.6	41.54

Tabla 34

Análisis de varianza para número de flores en inflorescencia principal

F de V	G.L.	S.C.	C.M.	F _c	F _t		Sig.	
					0.05	0.01		
Bloques	3	10.799500	3.599833	0.50	2.96	4.60	N.S.	N.S.
Tratamientos	9	23.799750	2.644417	0.37	2.25	3.15	N.S.	N.S.
Error	27	195.021750	7.223028					
Total	39	229.621000						

CV= 6.37%

En el presente experimento el coeficiente de variabilidad de 6.37% indica que los resultados tienen un nivel de precisión excelente. Las diez poblaciones masales no presentan diferencia estadística para el promedio de número de flores en inflorescencia principal hasta con 99% de confianza, este resultado guarda relación con longitud de inflorescencia principal que tampoco presenta diferencias, de esto se infiere que las poblaciones presentan alta uniformidad para estos caracteres.

6.1.6. Número de vainas en eje principal

Tabla 35

Número de vainas en eje principal por tratamiento

Nº	Tratamiento	Bloque- I	Bloque- II	Bloque- III	Bloque- IV	Total	Promedio
1	M-1	14.20	13.95	14.55	14.35	57.05	14.26
2	M-2	16.00	16.70	12.60	13.30	58.60	14.65
3	M-3	14.50	13.25	13.35	12.05	53.15	13.29
4	M-4	13.30	13.75	12.45	14.50	54.00	13.50
5	M-5	14.10	11.45	14.25	11.60	51.40	12.85
6	M-6	15.30	14.50	12.25	14.25	56.30	14.08
7	M-7	14.35	15.50	12.85	11.55	54.25	13.56
8	M-8	14.30	11.50	12.05	11.00	48.85	12.21
9	M-9	14.65	13.95	14.10	14.95	57.65	14.41
10	M-10	14.80	14.80	13.05	14.90	57.55	14.39
Total		145.50	139.35	131.50	132.45	548.8	13.72

Tabla 36

Análisis de varianza para número de vainas en eje principal

F de V	G.L.	S.C.	C.M.	F _c	F _t		Sig.
					0.05	0.01	
Bloques	3	12.85650	4.285500	3.30	2.96	4.60	* N.S.
Tratamientos	9	22.00025	2.444472	1.88	2.25	3.15	N.S. N.S.
Error	27	35.02725	1.297306				
Total	39	69.88400					

CV= 8.30%

El ANVA indica que para la variable número de vainas en eje principal entre las diez poblaciones masales evaluadas existe alta uniformidad con 8.30 % de coeficiente de variabilidad lo que valida el nivel de precisión excelente para esta variable. Entre los promedios de las diez poblaciones masales no existe diferencias estadísticas hasta con 99% de confianza.

6.1.7. Características de vaina

- Resultados para longitud de vaina

Tabla 37

Longitud de vaina (cm) por tratamiento

N°	Tratamiento	Bloque- I	Bloque- II	Bloque- III	Bloque- IV	Total	Promedio
1	M-1	8.96	9.07	9.01	8.78	35.82	8.96
2	M-2	9.08	8.95	8.71	8.84	35.58	8.90
3	M-3	10.46	10.21	9.77	9.95	40.39	10.10
4	M-4	8.90	8.17	8.71	8.70	34.48	8.62
5	M-5	9.99	9.85	9.36	9.74	38.94	9.74
6	M-6	9.76	9.32	9.51	9.42	38.01	9.50
7	M-7	8.95	9.66	9.62	9.27	37.50	9.38
8	M-8	9.31	9.36	9.33	9.31	37.31	9.33
9	M-9	9.24	9.06	9.11	8.45	35.86	8.97
10	M-10	9.03	9.21	9.13	9.17	36.54	9.14
Total		93.68	92.86	92.26	91.63	370.43	9.26

La longitud de vaina es un carácter de componente primario muy importante porque constituye un indicador para seleccionar por tamaño de grano en las plantas de tarwi a mayor tamaño de vaina se tiene mayor tamaño de grano por lo tanto el tamaño de esta variable permite lograr mayor tamaño de grano.

Tabla 38

Análisis de varianza para longitud de vaina en eje principal

F de V	G.L.	S.C.	C.M.	F _c	F _t		Sig.	
					0.05	0.01		
Bloques	3	0.229028	0.076343	1.37	2.96	4.60	N.S.	N.S.
Tratamientos	9	6.968453	0.774273	13.85	2.25	3.15	*	*
Error	27	1.509598	0.055911					
Total	39	8.707078						

CV= 2.55%

El ANVA indica que para la variable de longitud de vaina entre las diez poblaciones masales evaluadas existe alta uniformidad con un coeficiente de variabilidad de 2.55%, lo que valida el nivel de precisión muy alta para esta variable.

Entre los promedios para longitud de vaina de las diez poblaciones masales existe diferencias estadísticas hasta con 99% de confianza, para este efecto se aplica la prueba de Tukey para la comparación de medias.

Tabla 39

Comparación de medias para longitud de vaina (cm) según la prueba de Tukey

OM	Promedios	Significancia	
		0.05	0.01
I	M-3= 10.10	a	a
II	M-5= 9.74	a b	a b
III	M-6= 9.50	b c	a b c
IV	M-7= 9.38	b c d	b c
V	M-8= 9.33	b c d	b c
VI	M-10= 9.14	c d e	b c d
VII	M-9= 8.97	c d e	c d
VIII	M-1= 8.96	c d e	c d
IX	M-2= 8.90	d e	c d
X	M-4= 8.62	e	d
ALS (T) 0.05= 4.88 x 0.118228= 0.58			
ALS (T) 0.01= 5.84 x 0.118228= 0.69			

La longitud de vaina entre las diez poblaciones masales presenta alta variabilidad de acuerdo a la prueba de Tukey, se establece hasta cuatro grupos de igualdad, los que se interpretan a continuación:

Entre las poblaciones M-3 con 10.10 cm, M-5 con 9.74 cm y M-6 con 9.50 cm no existe diferencias estadísticas y ambas son superiores a M-7, M-8, M-10, M-9, M-1, M-2 y M-4, con 99% de confianza.

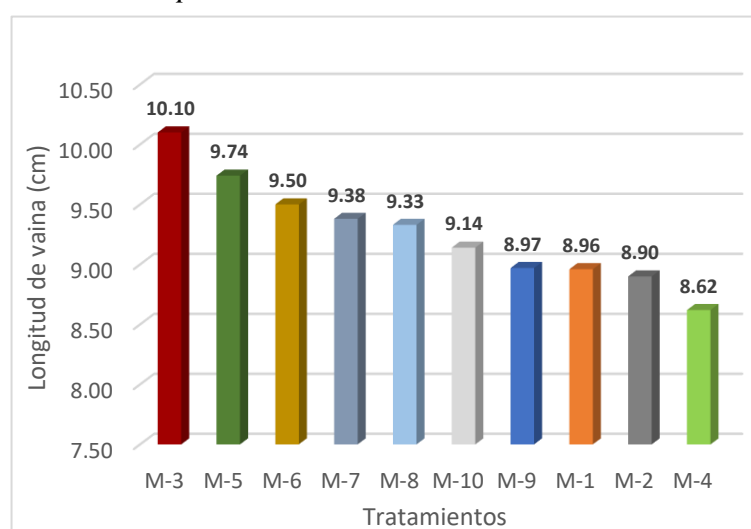
Un segundo grupo de igualdad lo constituyen M-5 con 9.74 cm, M-6 con 9.50 cm, M-7 con 9.38 cm y M-8 con 9.33 cm, M-10 con 9.14 cm, que son estadísticamente iguales entre sí, y superiores a M-9, M-1, M-2 y M-4, con 99% de confianza.

Un tercer grupo de igualdad lo constituyen M-6 con 9.50 cm, M-7 con 9.38 cm y M-8 con 9.33 cm, M-10 con 9.14 cm, M-9 con 8.97 cm, M-1 con 8.96 cm y M-2 con 8.90 cm, que son estadísticamente iguales entre sí y superiores a M-4, con 99% de confianza.

Finalmente, se tiene el cuarto grupo de igualdad que ocupa el último lugar, se tiene M-10 con 9.14 cm, M-9 con 8.97 cm, M-1 con 8.96 cm, M-2 con 8.90 cm y M-4 con 8.62 cm, son iguales entre sí, con 99% de confianza.

Figura 24

Grafico de longitud de vaina por tratamientos



- **Resultado para ancho de vaina**

Tabla 40

Ancho de vaina (cm) por tratamiento

N°	Tratamiento	Bloque- I	Bloque- II	Bloque- III	Bloque- IV	Total	Promedio
1	M-1	1.90	1.88	1.91	1.88	7.57	1.89
2	M-2	1.94	1.90	1.87	1.89	7.60	1.90
3	M-3	1.99	1.96	1.95	1.98	7.88	1.97
4	M-4	1.90	1.80	1.90	1.87	7.47	1.87
5	M-5	1.99	1.96	1.93	1.94	7.82	1.96
6	M-6	1.95	1.90	1.92	1.93	7.70	1.93
7	M-7	1.87	1.95	1.94	1.90	7.66	1.92
8	M-8	1.90	1.92	1.91	1.90	7.63	1.91
9	M-9	1.88	1.91	1.88	1.85	7.56	1.89
10	M-10	1.89	1.91	1.90	1.90	7.60	1.90
Total		19.35	19.18	19.14	19.08	76.49	1.91

Tabla 41*Análisis de varianza para ancho de vaina*

F de V	G.L.	S.C.	C.M.	F _C	F _t		Sig.	
					0.05	0.01		
Bloques	3	0.001528	0.000509	0.72	2.96	4.60	N.S.	N.S.
Tratamientos	9	0.036313	0.004035	5.67	2.25	3.15	*	*
Error	27	0.019198	0.000711					
Total	39	0.057038						

CV= 1.4%

El ANVA indica que para la variable ancho de vaina entre las diez poblaciones masales evaluadas existe alta uniformidad con 1.4% de variabilidad lo que valida el nivel de precisión excelente para esta variable.

Entre los promedios para ancho de vaina de las diez poblaciones masales existe diferencias estadísticas hasta con 99% de confianza, para este efecto se aplica la prueba de Tukey para la comparación de medias.

Tabla 42*Comparación de medias para ancho de vaina (cm) según la prueba de Tukey*

OM	Promedios	Significancia	
		0.05	0.01
I	M-3= 1.97	a	a
II	M-5= 1.96	a b	a b
III	M-6= 1.93	a b c	a b c
IV	M-7= 1.92	a b c	a b c
V	M-8= 1.91	a b c	a b c
VI	M-2= 1.90	a b c	a b c
VII	M-10= 1.90	a b c	a b c
VIII	M-1= 1.89	b c	a b c
IX	M-9= 1.88	c	b c
X	M-4= 1.87	c	c
ALS _{(T) 0.05} = 4.88 x 0.013332= 0.07			
ALS _{(T) 0.01} = 5.84 x 0.013332= 0.08			

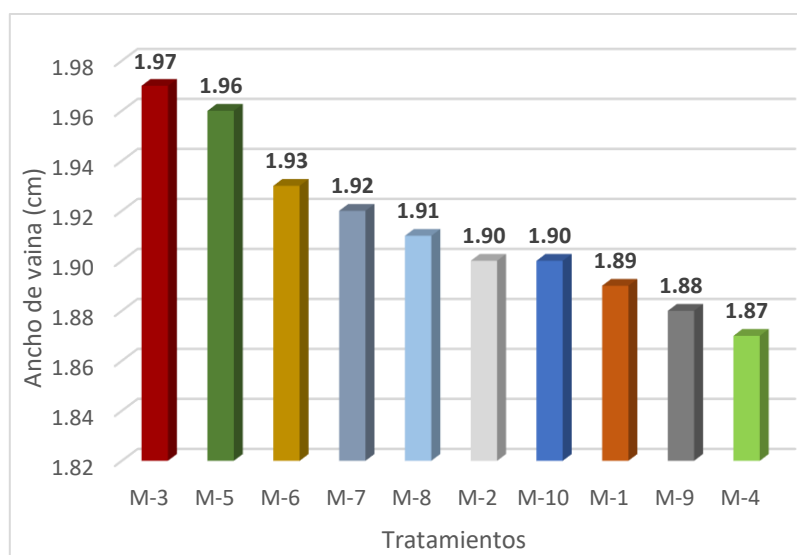
Entre las primeras siete poblaciones masales presentadas en la Tabla 31 se tiene que el promedio de ancho de vaina comprendidos desde M-3 con 1.97 cm hasta M-1 con 1.89 cm, no existe diferencias estadísticas y son superiores a M-9 y M-4, con 99% de confianza.

El segundo grupo de igualdad, está comprendida desde M-5 con un promedio de ancho de vaina de 1.96 cm hasta M-9 con 1.88 cm, son estadísticamente iguales entre sí, y superiores a M-4, con 99% de confianza.

Finalmente, se tiene el tercer grupo de igualdad que está comprendida desde M-6 con un promedio de ancho de vaina de 1.93 cm hasta M-4 con 1.87 cm, que son estadísticamente iguales entre sí, con 99% de confianza.

Figura 25

Grafico de ancho de vaina por tratamientos



- **Resultados para espesor de vaina**

Tabla 43

Espesor de vaina (cm) por tratamiento

N°	Tratamiento	Bloque- I	Bloque- II	Bloque- III	Bloque- IV	Total	Promedio
1	M-1	0.98	1.01	0.97	0.97	3.93	0.98
2	M-2	0.97	0.95	0.97	0.94	3.83	0.96
3	M-3	1.04	1.05	1.02	1.01	4.12	1.03
4	M-4	1.01	0.99	0.99	0.95	3.94	0.99
5	M-5	1.04	0.99	1.01	1.22	4.26	1.07
6	M-6	1.05	1.06	1.03	1.01	4.15	1.04
7	M-7	0.99	1.01	0.98	1.00	3.98	0.10
8	M-8	0.99	1.01	1.01	0.98	3.99	0.10
9	M-9	0.98	1.04	0.95	0.96	3.93	0.98
10	M-10	0.96	0.97	0.94	0.99	3.86	0.97
Total		10.01	10.08	9.87	10.03	39.99	1.00

Tabla 44

Análisis de varianza para espesor de vainas

F de V	G.L.	S.C.	C.M.	F _c	F _t		Sig.	
					0.05	0.01		
Bloques	3	0.002428	0.000809	0.49	2.96	4.60	N.S.	N.S.
Tratamientos	9	0.041723	0.004636	2.82	2.25	3.15	*	N.S.
Error	27	0.044348	0.001643					
Total	39	0.088498						

CV= 4.05%

El ANVA indica que para la variable espesor de vaina entre las diez poblaciones masales evaluadas existe alta uniformidad con 4.05% de variabilidad lo que valida el nivel de precisión excelente para esta variable.

Entre los promedios para ancho de vaina de las diez poblaciones masales existe diferencias estadísticas hasta con 95% de confianza, para este efecto se aplica la prueba de Tukey para la comparación de medias.

Tabla 45

Comparación de medias para espesor de vaina (cm) según la prueba de Tukey

OM	Promedios	Significancia
		0.05
I	M-5= 1.07	a
II	M-6= 1.04	a b
III	M-3= 1.03	a b
IV	M-8= 1.00	a b
V	M-7= 1.00	a b
VI	M-4= 0.99	a b
VII	M-1= 0.98	a b
VIII	M-9= 0.98	a b
IX	M-10= 0.96	b
X	M-2= 0.96	b

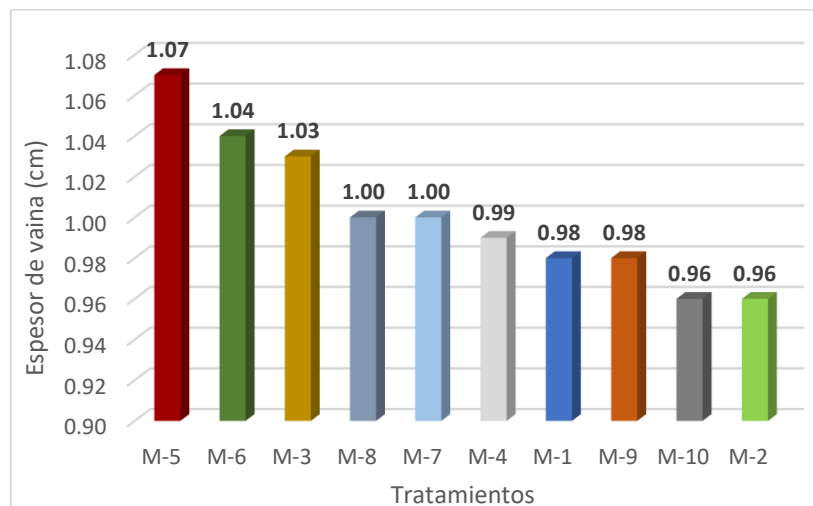
$$ALS_{(T) 0.05} = 4.88 \times 0.020264 = 0.1$$

Los promedios de las primeras ocho poblaciones masales presentadas en la tabla 34 comprendidos desde M-5 con 1.07 cm hasta M-9 con 0.98 cm, no existe diferencias estadísticas entre sí y son superiores a M-10 y M-2, con 95% de confianza.

Finalmente, las poblaciones M-6 con 1.04 cm hasta M-2 con 0.96 cm, son iguales estadísticamente entre sí, con 95% de confianza, y ocupan el último lugar.

Figura 26

Espesor de vainas por tratamientos



- **Resultados para número de granos por vaina**

Tabla 46

Número de granos por vaina por tratamiento

Nº	Tratamiento	Bloque- I	Bloque- II	Bloque- III	Bloque- IV	Total	Promedio
1	M-1	4.95	4.90	5.00	5.05	19.90	4.98
2	M-2	5.00	4.95	5.00	4.05	20.00	5.00
3	M-3	5.00	5.10	5.30	5.10	20.50	5.13
4	M-4	4.80	5.00	5.05	4.90	19.75	4.94
5	M-5	5.00	5.00	5.05	5.05	20.10	5.03
6	M-6	5.25	5.00	5.10	5.30	20.65	5.16
7	M-7	4.95	4.80	5.15	5.00	19.90	4.98
8	M-8	5.15	4.90	4.90	5.05	20.00	5.00
9	M-9	4.90	5.15	5.05	4.90	20.00	5.00
10	M-10	5.05	5.15	5.05	5.00	20.25	5.06
Total		50.05	49.95	50.65	50.04	198.48	5.03

Tabla 47

Análisis de varianza para número de granos por vaina

F de V	G.L.	S.C.	C.M.	F _c	F _t		Sig.	
					0.05	0.01		
Bloques	3	0.031188	0.010396	0.95	2.96	4.60	N.S.	N.S.
Tratamientos	9	0.179313	0.019924	1.83	2.25	3.15	N.S.	N.S.
Error	27	0.294438						
Total	39	0.504938	0.010905					

CV= 2.81%

El número de granos por vaina es una característica agronómica muy importante porque influye en la capacidad de rendimiento de la planta, en el presente experimento las poblaciones presentan alta uniformidad para esta variable.

En este experimento para la variable de número de granos por vaina entre las diez poblaciones masales, el coeficiente de variabilidad es de 2.81 % lo cual indica un nivel de precisión excelente.

El ANVA indica que las diez poblaciones masales presentan número de granos por vaina, muy uniformes por cuanto no existe diferencias estadísticas. El promedio general de las diez poblaciones alcanza un valor de 5.03 granos por vaina, lo cual se considera un valor cercano al límite superior de vainas por grano de esta especie.

6.2. Comparativo de rendimiento de grano

Esta variable es producto del rendimiento de grano del área total de cada unidad experimental llevado a la hectárea, que se presenta a continuación.

Tabla 48

Resultados de rendimiento de grano (t/ha) por tratamiento

N°	Tratamiento	Bloque- I	Bloque- II	Bloque- III	Bloque- IV	Total	Promedio
1	M-1	0.825	0.847	0.814	0.866	3.352	0.838
2	M-2	1.086	0.988	0.801	0.854	3.729	0.932
3	M-3	1.308	0.847	0.975	1.106	4.236	1.059
4	M-4	0.998	0.808	0.907	0.979	3.692	0.923
5	M-5	0.949	1.019	1.063	0.913	3.944	0.986
6	M-6	0.814	0.871	0.829	0.852	3.366	0.842
7	M-7	1.035	0.965	0.951	0.972	3.923	0.981
8	M-8	0.602	0.813	0.606	0.917	2.938	0.735
9	M-9	0.815	1.006	0.947	0.831	3.599	0.900
10	M-10	0.796	0.772	0.838	0.861	3.267	0.817
Total		9.328	8.386	9.081	9.251	36.046	0.901

Tabla 49

Análisis de varianza para rendimiento de grano

F de V	G.L.	S.C.	C.M.	F _C .	F _t		Sig.	
					0.05	0.01		
Bloques	3	0.015071	0.005024	0.45	2.96	4.60	N.S.	N.S.
Tratamientos	9	0.329362	0.036596	3.31	2.25	3.15	*	*
Error	27	0.298660	0.011061					
Total	39	0.643093						

CV= 11.67%

El ANVA indica que para la variable de rendimiento de grano entre las diez poblaciones masales evaluadas el coeficiente de variabilidad es de 11.67% lo cual ese considera un nivel de precisión muy buena para esta variable.

Entre los promedios para rendimiento de grano de las diez poblaciones masales existe diferencias estadísticas hasta con 99% de confianza, para este efecto se aplica la prueba de Tukey para la comparación de medias.

Tabla 50

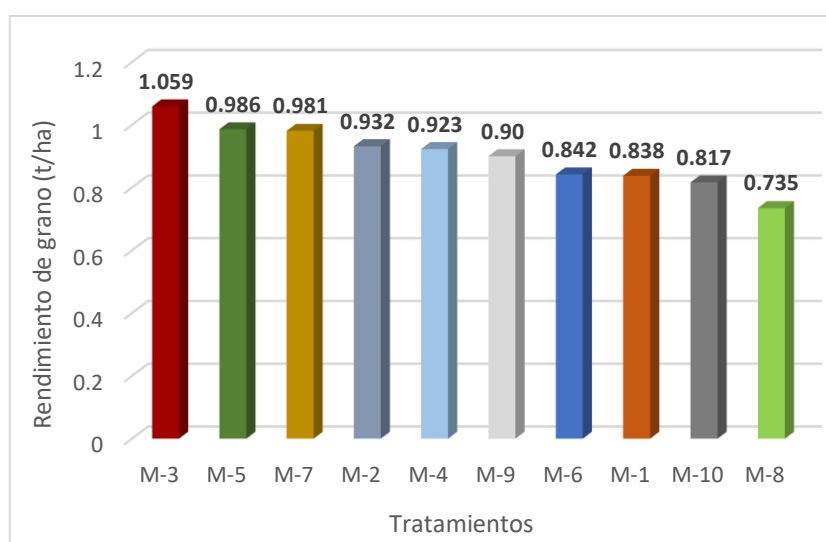
Comparación de medias para rendimiento de grano (t/ha) según la prueba de Tukey

OM	Promedios	Significancia	
		0.05	0.01
I	M-3= 1.059	a	a
II	M-5= 0.986	a b	a b
III	M-7= 0.981	a b	a b
IV	M-2= 0.932	a b	a b
V	M-4= 0.923	a b	a b
VI	M-9= 0.900	a b	a b
VII	M-6= 0.842	a b	a b
VIII	M-1= 0.838	a b	a b
IX	M-10= 0.817	a b	a b
X	M-8= 0.735	b	b
ALS _{(T) 0.05} = 4.88 x 0.052587= 0.257			
ALS _{(T) 0.01} = 5.84 x 0.052587= 0.307			

Las diez poblaciones masales en el presente experimento presentan alta uniformidad para su capacidad de rendimiento de grano por ser mezcla de ecotipos y líneas con capacidad de rendimiento homogéneo. Razón por la cual las poblaciones presentan rendimientos de grano muy uniformes siendo iguales al 95% y 99% con la excepción a la población masal M-8 con 0.735 t/ha que ocupa el último lugar. El cultivo de tarwi bajo condiciones de campo alcanza rendimientos de grano relativamente bajos, respecto a otros granos. En el presente caso los rendimientos fluctuaron en un rango desde un máximo de 1.059 t/ha para la población M-3 hasta un rendimiento de 0.817 t/ha para la población M-10, sin diferencias estadísticas.

Figura 27

Grafico de rendimiento de grano por tratamientos



6.2.1. Características de grano

- **Para longitud de grano**

Tabla 51

Longitud de grano (mm) por tratamiento

N°	Tratamiento	Bloque- I	Bloque- II	Bloque- III	Bloque- IV	Total	Promedio
1	M-1	11.16	11.47	11.32	11.26	45.21	11.30
2	M-2	11.55	11.19	11.12	11.27	45.13	11.28
3	M-3	11.65	12.07	11.88	12.26	47.86	11.97
4	M-4	11.35	11.45	11.38	11.51	45.69	11.42
5	M-5	11.94	12.14	12.35	12.31	48.74	12.19
6	M-6	11.73	11.84	11.73	11.57	46.87	11.72
7	M-7	11.46	11.63	11.19	11.10	45.38	11.35
8	M-8	12.02	11.03	12.30	11.21	46.56	11.64
9	M-9	11.10	11.51	11.56	10.88	45.05	11.26
10	M-10	10.66	10.98	11.54	10.87	44.05	11.01
Total		114.62	115.31	116.37	114.24	460.54	11.51

Tabla 52*Análisis de variancia para longitud de grano*

F de V	G.L.	S.C.	C.M.	F _c .	F _t		Sig.	
					0.05	0.01		
Bloques	3	0.26221	0.087403	1.02	2.96	4.60	N.S.	N.S.
Tratamientos	9	4.64376	0.515973	6.01	2.25	3.15	*	*
Error	27	2.31874	0.085879					
Total	39	7.22471						

CV=2.55%

El ANVA indica que para la variable ancho de grano entre las diez poblaciones masales evaluadas existe alta uniformidad con 2.55% de variabilidad lo que valida el nivel de precisión excelente para esta variable. Entre los promedios de las diez poblaciones masales existe diferencias estadísticas hasta con 99% de confianza, para conocer las diferencias de medias se aplica la prueba de Tukey.

Tabla 53*Comparación de medias para longitud de grano (mm) según la prueba de Tukey*

OM	Promedios	Significancia	
		0.05	0.01
I	M-5= 12.19	a	a
II	M-3= 11.97	a b	a b
III	M-6= 11.72	a b c	a b c
IV	M-8= 11.64	a b c	a b c
V	M-4= 11.42	b c	a b c
VI	M-7= 11.35	b c	a b c
VII	M-1= 11.30	b c	b c
VIII	M-2= 11.28	b c	b c
IX	M-9= 11.26	b c	b c
X	M-10= 11.01	c	c

ALS_{(T) 0.05}= 4.88 x 0.146526= 0.72ALS_{(T) 0.01}= 5.84 x 0.146526= 0.86

La longitud de grano es el componente intrínseco directo para el rendimiento, por cuanto guarda relación directa con las variables de ancho y espesor de grano. En el presente experimento se tiene tres grupos de igualdad que son:

El primer grupo de igualdad está comprendido por M-5 con 12.19 cm, M-3 con 11.97 cm, M-6 con 11.72 cm, M-8 con 11.64 cm y M-4 con 11.42 cm y M-7 con 11.35 cm, no existe diferencias estadísticas entre sí y son superiores a M-1, M-2, M-9 y M-10, con 99% de confianza.

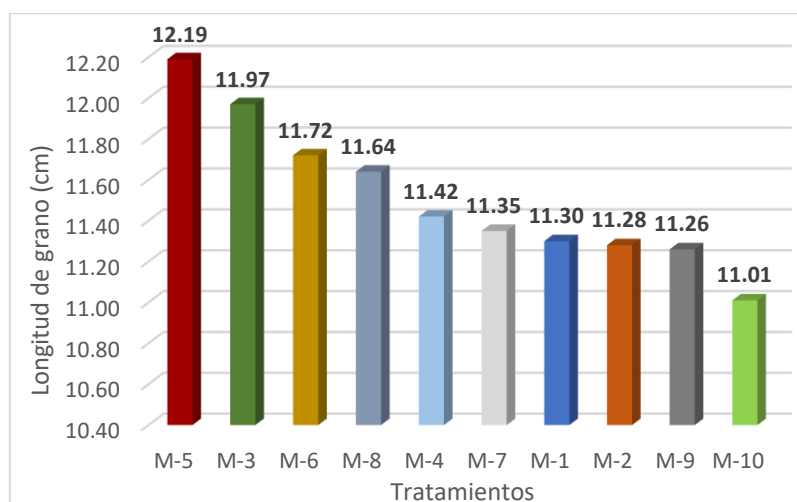
El segundo grupo de igualdad está formado por M-3 con 11.97 cm, M-6 con 11.72 cm, M-8 con 11.64 cm, M-4 con 11.42 cm, M-7 con 11.35 cm, M-1 con 11.30 cm, M-2 con 11.28 cm y M-9 con 11.26 cm, que son estadísticamente iguales entre sí y son superiores a M-10 con 11.01 cm, todo esto con 99% de confianza.

El tercer grupo de igualdad está formado por M-6 con 11.72 cm, M-8 con 11.64 cm, M-4 con 11.42 cm, M-7 con 11.35 cm, M-1 con 11.30 cm, M-2 con 11.28 cm, M-9 con 11.26 cm y M-10 con 11.01 cm, que son estadísticamente iguales entre sí y ocupan el último lugar, todo esto con 99% de confianza.

Para esta variable Chávez (2020), obtuvo un valor promedio de 11.18 mm, sobre 130 líneas evaluadas, habiendo obtenido un valor máximo de 13.36 mm y un mínimo de 8.24 mm, por otra parte, Condori (2024), obtuvo una longitud de grano promedio de 10.69 mm sobre 278 accesiones evaluadas, con un valor máximo de 12.98 mm y con un valor mínimo de 6.96 mm.

Figura 28

Gráfico de longitud de grano por tratamientos



- **Para ancho de grano**

Tabla 54

Ancho de grano (mm) por tratamiento

N°	Tratamiento	Bloque-I	Bloque- II	Bloque- III	Bloque- IV	Total	Promedio
1	M-1	8.87	9.08	9.40	9.06	36.41	9.10
2	M-2	9.15	8.91	9.13	8.84	36.03	9.01
3	M-3	9.36	10.13	9.71	10.08	39.28	9.82
4	M-4	9.47	9.39	9.02	9.10	36.98	9.25
5	M-5	9.72	10.19	10.06	10.07	40.04	10.01
6	M-6	9.95	9.32	9.84	9.24	38.35	9.59
7	M-7	9.22	9.32	9.27	9.66	37.47	9.37
8	M-8	9.37	9.61	9.67	9.28	37.93	9.48
9	M-9	9.06	9.50	9.04	8.85	36.45	9.11
10	M-10	8.74	9.41	9.41	8.93	36.49	9.12
Total		92.91	94.86	94.55	93.11	375.43	9.39

Tabla 55

Análisis de varianza para ancho de grano

F de V	G.L.	S.C.	C.M.	F _c	F _t		Sig.	
					0.05	0.01		
Bloques	3	0.294108	0.098036	1.50	2.96	4.60	N.S.	N.S.
Tratamientos	9	4.062953	0.451439	6.91	2.25	3.15	*	*
Error	27	1.764318	0.065345					
Total	39	6.121378						

CV= 2.72%

El ANVA indica que para variable de ancho de grano entre las diez poblaciones masales evaluadas alcanza 2.72% de coeficiente variabilidad que se considera un nivel de precisión excelente para esta variable.

Entre los promedios de las diez poblaciones masales existe diferencias estadísticas hasta con 99% de confianza para este efecto se aplica la prueba de Tukey para la comparación de medias

Tabla 56

Comparación de medias para ancho de grano (mm) según la prueba de Tukey

OM	Promedios	Significancia	
		0.05	0.01
I	M-5= 10.01	a	a
II	M-3= 9.82	a b	a b
III	M-6= 9.59	a b c	a b c
IV	M-8= 9.48	a b c	a b c
V	M-7= 9.37	b c	a b c
VI	M-4= 9.25	b c	b c
VII	M-10= 9.12	c	b c
VIII	M-9= 9.11	c	b c
IX	M-1= 9.10	c	b c
X	M-2= 9.01	c	c
<hr/>			
ALS _{(T) 0.05=}	4.88 x 0.127813= 0.62		
ALS _{(T) 0.01=}	5.84 x 0.127813= 0.75		

Entre las poblaciones masales presentadas en el cuadro anterior se tiene que el ancho promedio de grano comprendidos por M-5 con 10.01 cm, M-3 con 9.82 cm, M-6 con 9.59 cm, M-8 con 9.48 cm y M-7 con 9.37 cm, son estadísticamente iguales entre sí y son superiores a M-4, M-10, M-9, M-1 y M-2, con 99% de confianza.

El segundo grupo de igualdad está formado por M-3 con 9.82 cm, M-6 con 9.59 cm, M-8 con 9.48 cm, M-7 con 9.37 cm, M-4 con 9.25 cm, M-10 con 9.12 cm, M-9 con 9.11 y M-1 con 9.10 cm, son estadísticamente iguales entre sí y son superiores M-2, con 99% de confianza.

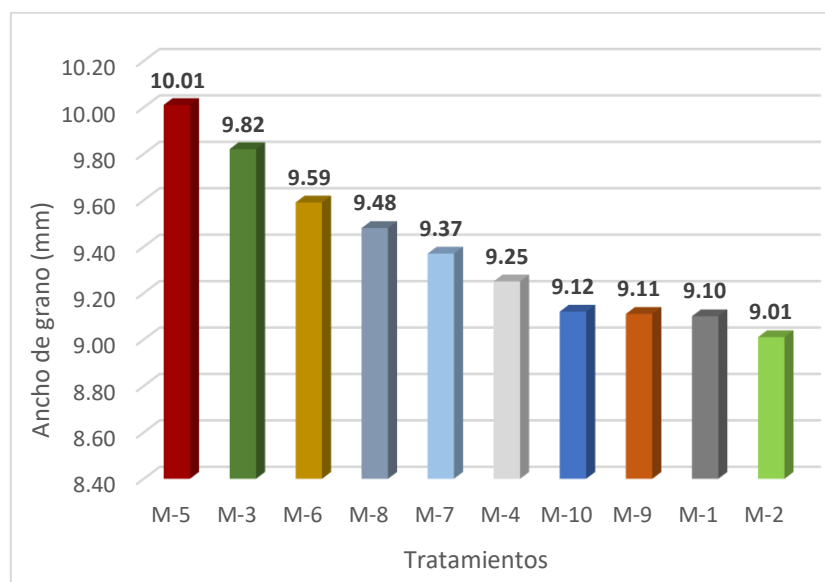
El tercer grupo de igualdad está formado por M-6 con 9.59 cm, M-8 con 9.48 cm, M-7 con 9.37 cm, M-4 con 9.25 cm, M-10 con 9.12 cm, M-9 con 9.11 cm, M-1 con 9.10 cm, M-2 con 9.01 cm, son estadísticamente iguales entre sí, con 99% de confianza y ocupan el último lugar.

Para esta variable Chávez (2020), obtuvo un valor promedio de 9.01 mm, sobre 130 líneas evaluadas, habiendo obtenido un valor máximo de 10.45 mm y un mínimo de 5.32 mm, por otra parte, Condori (2024), obtuvo un ancho de grano promedio de 8.91

mm sobre 278 accesiones evaluadas, con un valor máximo de 10.74 mm y con un valor mínimo de 6.51 mm.

Figura 29

Grafico de ancho de grano por tratamientos



- **Para espesor de grano**

Tabla 57

Espesor de grano (mm) por tratamiento

N°	Tratamiento	Bloque- I	Bloque- II	Bloque- III	Bloque- IV	Total	Promedio
1	M-1	4.57	4.54	4.66	4.55	18.32	4.58
2	M-2	4.36	4.73	4.50	4.37	17.96	4.49
3	M-3	4.42	4.67	4.38	4.53	18.00	4.50
4	M-4	4.63	4.45	4.47	4.51	18.06	4.52
5	M-5	4.64	4.51	4.54	4.59	18.28	4.57
6	M-6	4.65	4.61	4.68	4.59	18.53	4.63
7	M-7	4.70	4.59	4.41	4.54	18.24	4.56
8	M-8	4.55	4.31	4.47	4.41	17.74	4.44
9	M-9	4.58	4.34	4.45	4.44	17.81	4.45
10	M-10	4.61	4.84	4.51	4.31	18.27	4.57
Total		45.71	45.59	45.07	44.84	181.21	4.53

Tabla 58*Análisis de varianza para espesor de grano*

F de V	G.L.	S.C.	C.M.	F _C	F _t		Sig.	
					0.05	0.01		
Bloques	3	0.051668	0.017223	1.09	2.96	4.60	N.S.	N.S.
Tratamientos	9	0.138673	0.015408	1.22	2.25	3.15	N.S.	N.S.
Error	27	0.379958	0.014073					
Total	39	0.570298						

CV= 2.62%

El análisis de varianza para la variable espesor de grano entre las diez poblaciones masales indica un coeficiente de variabilidad de 2.62% lo cual indica un nivel de precisión excelente y los resultados son altamente confiables.

El espesor de grano es una variable constante, fluctúa poco por el ancho y largo razón por la cual en las diez poblaciones evaluadas los resultados fueron estables y el ANVA realizado indica que presentan espesor de grano muy similares no habiéndose determinado diferencias estadísticas hasta con 99% de confianza.

Para esta variable Chávez (2020), obtuvo un valor promedio de 5.17 mm, sobre 130 líneas evaluadas, habiendo obtenido un valor máximo de 9.28 mm y un mínimo de 3.15 mm, por otra parte, Condori (2024), obtuvo un espesor de grano promedio de 4.87 mm sobre 278 accesiones evaluadas, con un valor máximo de 6.00 mm y con un valor mínimo de 4.25 mm.

6.3. Resultados para tamaño de grano

Considerando que el peso de 100 semillas en gramos constituye la mejor medida de tamaño de grano, esta variable permitió el resultado definitivo para clasificar las poblaciones por su tamaño de semilla, cuyos resultados se presentan a continuación.

Tabla 59*Peso de 100 semillas (g) por tratamiento*

N°	Tratamiento	Bloque- I	Bloque- II	Bloque- III	Bloque- IV	Total	Promedio
1	M-1	32.00	36.55	34.65	31.30	134.50	33.63
2	M-2	34.20	33.45	31.45	31.85	130.95	32.74
3	M-3	38.00	38.55	36.55	37.35	150.45	37.61
4	M-4	34.60	29.70	31.05	32.20	127.55	31.89
5	M-5	37.00	36.80	32.90	36.45	143.15	35.79
6	M-6	38.20	34.30	37.15	34.70	144.35	36.09
7	M-7	34.50	36.30	36.75	34.60	142.15	35.54
8	M-8	31.15	37.65	31.90	34.65	135.35	33.84
9	M-9	33.65	33.35	35.85	33.80	136.65	34.16
10	M-10	32.75	35.20	34.50	34.50	136.95	34.24
Total		346.05	351.85	342.75	341.40	1382.05	34.55

Tabla 60*Análisis de varianza para peso de 100 semillas*

F de V	G.L.	S.C.	C.M.	F _c	F _t		Sig.	
					0.05	0.01		
Bloques	3	6.499688	2.166563	0.64	2.96	4.60	N.S.	N.S.
Tratamientos	9	104.938063	11.659785	3.47	2.25	3.15	*	*
Error	27	90.754688	3.361285					
Total	39	202.192438						

CV=5.31%

El análisis de varianza para la variable peso de 100 semillas entre las diez poblaciones masales indica un coeficiente de variabilidad de 5.31% lo cual indica un nivel de precisión excelente.

El ANVA indica que entre los promedios de las diez poblaciones masales existe diferencias estadísticas hasta con 99% de confianza para este efecto se aplica la prueba de Tukey para la comparación de medias.

Tabla 61

Comparación de medias para peso de 100 semillas (g) según la prueba de Tukey

OM	Promedios	Significancia	
		0.05	0.01
I	M-3= 37.61	a	a
II	M-6= 36.09	a b	a b
III	M-5= 35.79	a b	a b
IV	M-7= 35.54	a b	a b
V	M-10= 34.24	a b	a b
VI	M-9= 34.16	a b	a b
VII	M-8= 33.84	a b	a b
VIII	M-1= 33.63	a b	a b
IX	M-2= 32.74	b	a b
X	M-4= 31.89	b	b

$ALS_{(T) 0.05} = 4.88 \times 0.916690 = 4.47$
 $ALS_{(T) 0.01} = 5.84 \times 0.916690 = 5.35$

La prueba de Tukey para la variable peso de 100 semillas indica que el grupo formado por las poblaciones masales M-3 con 37.61 g, M-6 con 36.09 g, M-5 con 35.79 g, M-7 con 35.54 g, M-10 con 34.24 g, M-9 con 34.16 g, M-8 con 33.84 g, M-1 con 33.63 g y M-2 con 32.74 g, son estadísticamente iguales entre sí y superiores a M-4, con 99% de confianza.

De acuerdo al tercer objetivo del presente trabajo queda demostrado que las poblaciones masales M-3 con 37.61 g, M-6 con 36.09 g, M-5 con 35.79 g, M-7 con 35.54 g superan los 35 g por peso de 100 semillas.

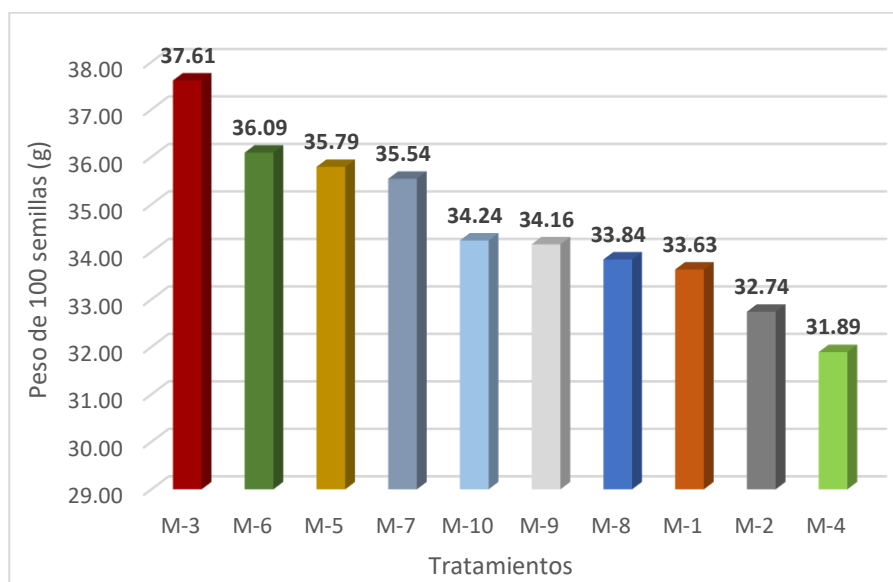
El Segundo grupo de igualdad está formado por las poblaciones masales M-6 con 36.09 g, M-5 con 35.79 g, M-7 con 35.54 g, M-10 con 34.24 g, M-9 con 34.16 g, M-8 con 33.84 g y M-1 con 33.63 g y M-4 con 31.89 g, son estadísticamente iguales entre sí, con 99% de confianza.

Para esta variable Chávez (2020), obtuvo un valor promedio de 26.27 g sobre 130 líneas, habiendo obtenido un máximo de 40.06 g y un mínimo de 17.86 gr, por otra parte, Condori (2024), obtuvo el peso de grano promedio sobre 278 accesiones evaluadas de

27.34 g, \pm 5.24 g, con un valor máximo de 50 g por 100 granos y con un valor mínimo de 15.35 g por 100 granos.

Figura 30

Gráfico de peso de 100 semillas por tratamientos



6.4. Regresiones y correlaciones para las variables de tamaño de grano y peso de 100 semillas

Es muy importante conocer las interrelaciones entre las variables de tamaño de grano como longitud, ancho y espesor que determinan el tamaño de grano, que es evaluado como peso de 100 semillas, razón por la cual se realiza los análisis de regresión y correlación entre estas variables.

Tabla 62*Matriz de regresiones y correlaciones*

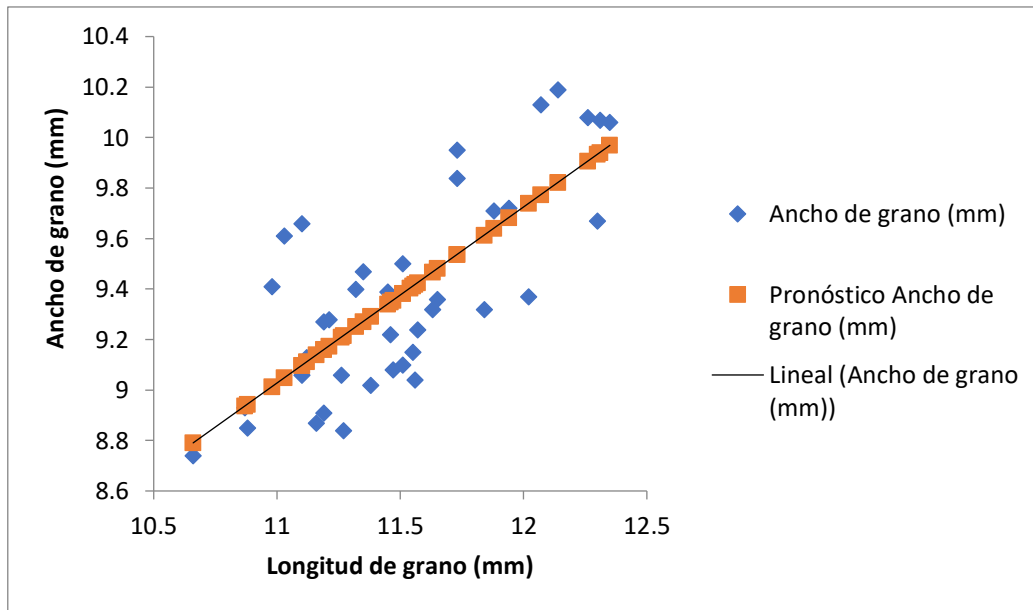
	Longitud de grano	Ancho de grano	Espesor de grano
Ancho de grano	a: 1.356582 b₁: 0.697370 r: 0.757615 CD: 57.40% Sig.: * *		
Espesor de grano	a: 4.215883 b₁: 0.027304 r: 0.097183 CD: 0.94% Sig.: N.S N.S	a: 4.039537 b₁: 0.052283 r: 0.171290 CD: 2.93% Sig.: N.S N.S	
Peso de 100 semillas	a: 18.179392 b₁: 1.421971 r: 0.268793 CD: 7.22% Sig.: N.S N.S	a: 5.345118 b₁: 3.111753 r: 0.541436 CD: 29.32% Sig.: * *	a: 23.859182 b₁: 2.360150 r: 0.125345 CD: 1.57% Sig.: N.S N.S

6.4.1. Para longitud de grano con ancho de grano

Existe una alta regresión positiva entre longitud de grano y ancho de grano hasta con 99% de confianza. Por cada milímetro que se incrementa la longitud de grano, el ancho de grano se incrementa en un 0.697 mm. La regresión queda explicada con un 57.40% de coeficiente de determinación, es decir las fluctuaciones de ancho de grano quedan explicadas en un 57.40% por las variaciones de la longitud de grano. En la siguiente grafica se presenta los resultados:

Figura 31

Regresión de longitud de grano con ancho de grano



6.4.2. Longitud de grano con espesor de grano

Estas dos variables no presentan relaciones de interdependencia, no existe regresión ni correlación con 99% confianza, es decir la longitud de grano es independiente del espesor de grano.

6.4.3. Longitud con peso de 100 semillas

De la evaluación de las diez poblaciones masales se determina que entre longitud de grano y peso de 100 semillas no existe regresión ni correlación hasta con 99% de confianza.

6.4.4. Ancho de grano con espesor de grano

No existe relación del ancho de grano con el espesor en promedio de las diez poblaciones masales evaluadas hasta con 99% de confianza. Esta respuesta se explica en que cuando el ancho de grano se incrementa también el espesor de grano se incrementa en la misma magnitud, razón por la cual no hay relación de interdependencia.

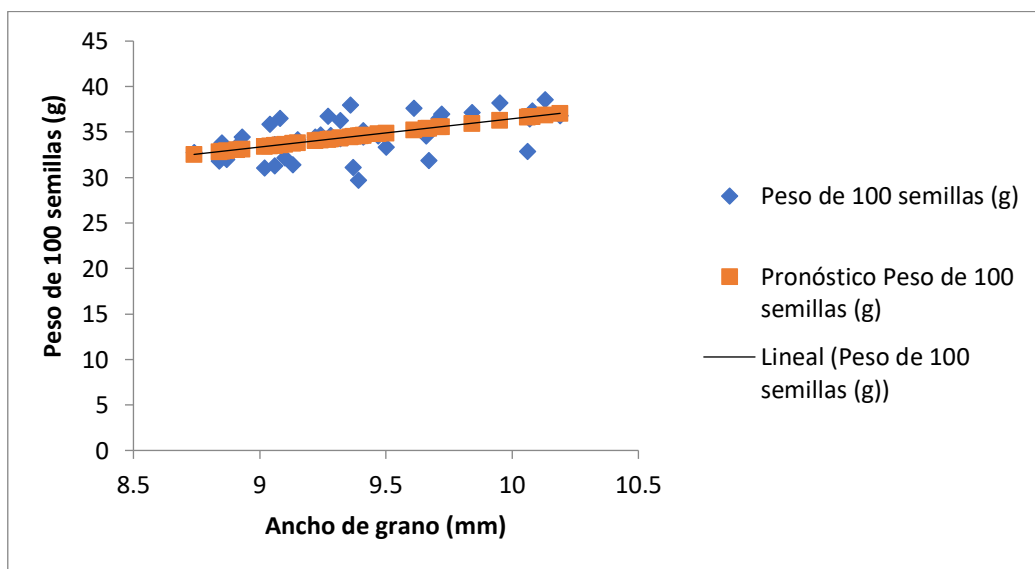
6.6.5. Ancho de grano con peso de 100 semillas

El ancho de grano es un componente directo del peso de 100 semillas cuando hay incremento de ancho de grano se incrementa el peso, esto se ve de manera directa porque

el incremento de un milímetro en el ancho de grano, el peso de grano por cada 100 semillas se incrementa en 3.112 g, alcanzando alta significación estadística con 99% de confianza. Por otra parte, el coeficiente de regresión de 0.541 expresado como coeficiente de determinación alcanza 29.32% con alta significación estadística, indicando que las variaciones del peso de 100 semillas quedan explicadas por las variaciones del ancho de grano. En la siguiente grafica se presenta los resultados:

Figura 32

Regresión de ancho de grano con peso de 100 semillas



6.4.6. Espesor de grano con peso de 100 semillas

El espesor de grano en relación a longitud, ancho, y peso de 100 semillas no presenta relaciones de interdependencia, por lo tanto, esta variable no es determinante en cuanto a tamaño de grano ni peso de 100 semillas.

VII. CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS

7.1. Conclusiones

7.1.1. Conclusiones respecto a componentes primarios de rendimiento

- La altura de planta de las diez poblaciones masales en estudio no presentan diferencias estadísticas según el análisis de variancia, teniendo un promedio general de 118.54 cm.
- Para número de ramas primarias entre las diez poblaciones masales el análisis de variancia indica que existe diferencias estadísticas hasta con 99% de confianza. Los tratamientos M-3 con 9.18 ramas, M-2 con 9.15, M-5 con 9.14, M-4 con 9.04, M-6 con 8.95, M-8 con 8.91, M-10 con 8.90, M-7 con 8.80, M-9 con 8.80 ramas, son estadísticamente iguales y superiores a M-1 con 7.83 ramas en promedio.
- Para longitud de inflorescencias las diez poblaciones masales no presentan diferencias estadísticas. Por tratarse de selecciones masales esta variable alcanza alta uniformidad con un promedio de 31.93 cm.
- Para número de flores por inflorescencia, las diez poblaciones en estudio no presentan diferencias estadísticas hasta con 99% de confianza. El promedio general de las diez poblaciones alcanza 41.54 flores.
- Para número de vainas en eje principal las diez poblaciones masales no presentan diferencias estadísticas hasta con 99% de confianza. Para esta variable el promedio general es de 13.72 vainas.
- Para longitud de vaina, en el presente experimento las diez poblaciones masales presentan diferencias estadísticas hasta con 99% de confianza. Las poblaciones M-3 con 10.10 cm y M-5 con 9.74 cm y M-6 con 9.50 cm son estadísticamente iguales y superiores a los siete restantes.
- Para ancho de vaina, existe diferencias estadísticas con 99% de confianza estableciéndose que M-3 con 1.97, M-5 con 1.96, M-6 con 1.93, M-7 con 1.92, M-8 con 1.91, M-2 con 1.90, M-10 con 1.90 y M-1 con 1.89 cm son estadísticamente iguales y superiores al resto de los tratamientos.
- Para espesor de vaina, esta variable muestra también relación directa respecto a largo y ancho mostrando diferencias estadísticas al 95% de confianza, la prueba de Tukey permite afirmar dos grupos, siendo el primero conformado por los tratamientos M-5 con 1.07, M-6 con 1.04, M-3 con 1.03, M-8 con 1.00, M-7 con

1.00, M-4 con 0.99, M-1 con 0.98 y M-9 con 0.98 cm que son estadísticamente iguales y superiores al resto de los tratamientos.

- Para número de granos por vaina, las diez poblaciones masales no presentan diferencias estadísticas hasta con 99% de confianza. Para esta variable el promedio general de las diez poblaciones es de 4.96 granos por vaina.

7.1.2. Conclusiones respecto a rendimiento y características de grano

- Para rendimiento de grano las diez poblaciones masales presentan diferencias estadísticas al 99% de confianza, siendo estadísticamente iguales M-3 con 1.059, M-5 con 0.986, M-7 con 0.981, M-2 con 0.932, M-4 con 0.923, M-9 con 0.900, M-6 con 0.842, M-1 con 0.838 y M-10 con 0.817 t/ha siendo iguales y estadísticamente superiores a M-8 con 0.735 t/ha en promedio de rendimiento.
- Para longitud de grano, el tamaño de grano es función directa de la longitud de grano y por consiguiente del peso de grano, en las diez poblaciones evaluadas esta variable presenta diferencias hasta con 99% de confianza, los tratamientos M-5 con 12.19, M-3 con 11.97, M-6 con 11.72, M-8 con 11.64, M-4 con 11.42 y M-7 con 11.35 mm son estadísticamente iguales y superiores al resto.
- Para ancho de grano, en las diez poblaciones evaluadas también existe diferencias estadísticas hasta con 99% de confianza para esta variable. Los tratamientos M-5 con 10.01, M-3 con 9.82, M-6 con 9.59, M-8 con 9.48 y M-7 con 9.37 mm son estadísticamente iguales y superiores al resto.
- Para espesor de grano las diez poblaciones masales no presentan diferencias estadísticas hasta con 99% de confianza. Para esta variable el espesor de grano el promedio para las diez poblaciones es de 4.53 mm.

7.1.3. Conclusiones para tamaño de grano y sus interrelaciones

- Para tamaño de grano entre las diez poblaciones evaluadas existe diferencias estadísticas con 99% de confianza para tamaño de grano, determinándose que los tratamientos M-3 con 37.61, M-6 con 36.09, M-5 con 35.79, M-7 con 35.54, M-10 con 34.24, M-9 con 34.16, M-8 con 33.84, M-1 con 33.63 y M-2 con 32.74 g/100 semillas son estadísticamente iguales y superiores al tratamiento M-4 con 31.89 g/100 semillas que ocupa el último lugar. En el presente trabajo queda demostrado que las poblaciones masales M-3, M-6, M-5, M-7 superan los 35 g/100 semillas

- Regresión y correlación para longitud de grano con ancho de grano, existe una alta regresión con 99% de confianza, por cada milímetro que se incrementa la longitud de grano, el ancho de grano se incrementa en un 0.697 mm. La correlación queda explicada con un CD de 57.40% de coeficiente de determinación.
- Regresión y correlación para ancho de grano con peso de 100 semillas, existe una alta regresión con 99% de confianza, por cada milímetro que se incrementa el ancho de grano, el peso de 100 semillas se incrementa en un 3.112 g. La correlación queda explicada con un CD de 29.32% de coeficiente de determinación.

7.2. Sugerencias

Tomando en cuenta las conclusiones alcanzadas en el presente trabajo se sugiere:

1. Mediante trabajos de investigación continuar con la selección masal dentro de cada población con un índice de selección de mayor rigor o alta presión de selección.
2. Mediante tesis probar las diez poblaciones en diferentes altitudes para comprobar su estabilidad genética para tamaño de grano.
3. Con trabajos de investigación probar los niveles de resistencia de las diez poblaciones frente al daño de antracnosis.
4. Con más investigaciones probar los niveles de resistencia de las diez poblaciones frente al daño de la roya

VIII. BIBLIOGRAFÍA

- Alvarez, A., & Cespedes, E. (2017). *Fitomejoramiento general*. Cusco, Perú: Ediciones PIKA-CICA-FAZ.
- Berduzco, V. (2005). *Rendimiento de cuatro genótipos de tarwi (Lupinus mutabilis Sweet) en tres épocas de siembra bajo condiciones de K`ayra* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco]. Cusco, Perú.
- Camarena, F., Huaranga, A., Jimenez, J., & Mostacero, E. (2012). *Revalorización de un cultivo subutilizado: Chocho o Tarwi (Lupinus mutabilis Sweet)*. Lima, Perú: Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Chacon, L. (1987). *Evaluación agro botánica de 86 entradas del germoplasma de tarwi (Lupinus mutabilis Sweet) de la colección tarwi Cusco (CTC)* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco]. Cusco, Perú.
- Chavez, Z. (2020). *Selección de líneas para tamaño de grano en tarwi (Lupinus mutabilis Sweet) CICA- FCA- UNSAAC* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco]. Cusco, Perú. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.12918/6245>
- Condori, A. (2024). *Selección para tamaño de grano y determinación de calibre en Lupinus mutabilis Sweet, en el germoplasma de tarwi del CICA-FAZ K`ayra-Cusco*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco]. Cusco, Perú.
- De la Loma, J. (1954). *Genética general y aplicada*. Mexico, Mexico: Editorial Hispano Americana.
- Enriquez, A. (1981). *Evaluación del Incremento de Nitrógeno al Suelo por el Cultivo de Tarwi (Lupinus mutabilis S.)* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco]. Cusco, Perú.
- FAO. (2014). *Normas para bancos de germoplasma de recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura*. Roma, Italia: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). Obtenido de <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/82beb317-a4a4-427b-88ee-d13b363827ea/content>

- FAO. (2018). *Legumbres. Pequeñas semillas, grandes soluciones*. Ciudad de Panamá, Panamá: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO).
- Florez, D. (2013). *Procesamiento de leguminosas- Tarwi*. Apurímac, Perú: Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac. Obtenido de <https://es.slideshare.net/slideshow/09-proc-tarwi-16724707/16724707>
- Gutierrez, L. (1988). *Evaluación agro botánica de 55 entradas del germoplasma de tarwi (Lupinus mutabilis Sweet)* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco]. Cusco, Perú.
- Guzman, A., Gusqui, R., Moran, N., & Inoue, H. (2015). *Manejo Integrado del Cultivo del Chocho (Lupinus mutabilis Sweet)*. Riobamba, Ecuador: Proyecto de Desarrollo Rural Integral Sostenible en la Provincia de Chimborazo "Minga Sumak Kawsay".
- Harper, L. (2020). *Lizzie Harper*. Obtenido de <https://lizzieharper.co.uk/2020/08/garden-lupin-sketchbook-study/>
- Huaman, G. (1999). *Selección y caracterización de entradas precoces de tarwi (Lupinus mutabilis Sweet) bajo condiciones del centro agronomico Kayra* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco]. Cusco, Perú.
- Huanca, M. (2018). *Comportamiento de dos ecotipos de tarwi (Lupinus mutabilis Sweet.) bajo riego deficitario controlado y temperaturas bajas extremas en la Estación Experimental Choquenaira – Viacha*. [Tesis de pregrado, Universidad Mayor de San Andres]. La Paz, Bolivia.
- INIA, H. d. (2014). *Plagas y Enfermedades de Tarwi*. Santa Ana, Huancayo: Ministerio de Agricultura y Riego.
- Jacobsen, E., & Mujica, A. (2006). *El tarwi (Lupinus mutabilis Sweet.) y sus parientes silvestres*. La Paz, Bolivia: Botánica Económica de los Andes Centrales. Universidad Mayor de San Andrés.
- Lescano, J. (1994). *Genética y mejoramiento de cultivo altoandinos*. Convenio INADE/PELT. La Paz, Bolivia: Convenio INADE/PELT-COTESU. PIWA.

- MIDAGRI. (2021). *Análisis de Mercado - Tarwi 2021*. Lima, Perú: Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego.
- MIDAGRI. (2023). *Producción y comercio del TARHUI*. Lima , Perú: Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego.
- Molina, J. (1981). *Evaluación de 254 líneas de tarwi (Lupinus mutabilis Sweet) en su segundo ciclo de selección individual* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco]. Cusco, Perú.
- Morlans, M. (2004). *Introducción a la ecología de poblaciones*. Catamarca, Argentina: Editorial Científica Universitaria .
- Ortega, E., Rodríguez, A., David, A., & Zamora, A. (2010). *Caracterización de semillas de lupino (Lupinus mutabilis) sembrado en los Andes de Colombia*. pp. 111-118. Palmira, Colombia: Acta Agronómica.
- Porras, J., Guemez, N., Montañez, J., & Carmen, M. (2013). *Comparative study of functional properties of protein isolates obtained from three Lupinus species*. Hidalgo, Mexico: Advances in Bioresearch.
- PROMPERÚ. (s.f.). *Súper granos - Súper Tarwi*. Lima, Perú: Comisión de Promoción del Perú para la Exportación y el Turismo. Obtenido de <https://sites.peru.info/es-pe/superfoods/detalle/super-tarwi>
- SENAMHI. (2023). *Datos Hidrometeorológicos a nivel nacional*. Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú. Lima, Perú.
- SIAR. (2010). *Distritos de la provincia de Cusco*. Cusco, Perú: Sistema de Informacion Ambiental Regional. Obtenido de <http://www.map-peru.com/es/descargar/1128249650317.jpg-mapas-Cusco>
- Tapia, M. (2015). *El tarwi, lupino andino: tarwi, tauri o chocho (lupinus mutabilis sweet)* . Lima, Perú: Fondo Ítalo Peruano.
- Tapia, M., & Fries, A. M. (2007). *Guía de campo de los cultivos andinos*. Lima, Perú: FAO y ANPE.
- Valladolid, A. (2016). *Leguminosas de Grano cultivares y clases comerciales del Perú*. Lima, Perú: Ministerio de Agricultura y Riego.

- Vasquez, V. (1990). *Experimentación agrícola*. Lima, Perú: AMARU editores.
- Villanueva, C. (2020). *Rendimiento de ecotipos regionales y variedades de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) en el valle del Mantaro, Jauja, Junín* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria La Molina]. Junín, Perú. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12996/4733>
- Zavaleta, A. (2018). *Lupinus mutabilis (tarwi). Leguminosa andina con gran potencial industrial*. Lima, Perú: Fondo Editorial de la Universidad Nacional de San Marcos.

ANEXOS

Anexo 1: Evaluación de variables

Tabla 63

Evaluación de componentes primarios de rendimiento y características de vaina

M-1																	
Bloque I									Bloque II								
Altura de planta (eje principal) (cm)	Número de ramas primarias	Longitud de inflorescencia principal (cm)	Número de flores en inflorescencia principal	Número de vainas en eje principal	Longitud de vaina (cm)	Ancho de vaina (cm)	Espesor de vaina (cm)	Número de granos por vaina	Altura de planta (eje principal) (cm)	Número de ramas primarias	Longitud de inflorescencia principal (cm)	Número de flores en inflorescencia principal	Número de vainas en eje principal	Longitud de vaina (cm)	Ancho de vaina (cm)	Espesor de vaina (cm)	Número de granos por vaina
106.30	9	33.20	44	18	8.3	1.9	0.9	5	118.60	5	34.00	47	15	9.2	1.9	0.8	5
95.60	8	28.50	41	15	7.6	1.9	0.9	5	119.00	4	25.00	39	14	8.3	1.9	0.9	4
104.00	5	28.40	50	15	9.5	1.9	1.2	5	113.50	5	32.60	43	11	8.8	2.2	0.9	5
102.50	12	26.50	34	12	8.7	1.7	0.9	4	113.20	7	38.50	53	18	9.9	1.8	1.2	5
77.80	7	27.30	46	15	9.8	1.9	0.9	5	113.00	11	26.10	35	21	9.1	1.9	0.8	5
90.60	6	25.20	57	14	7.6	2.1	0.8	4	114.50	11	32.40	40	15	9.3	1.8	0.9	5
88.00	12	32.50	42	15	9.7	1.9	1.2	7	112.40	8	29.50	40	14	9.2	1.9	1.2	5
91.50	11	25.50	45	15	8.4	1.9	1.1	5	111.60	10	27.60	41	11	7.8	1.9	1.1	4
104.60	7	21.40	45	10	9.8	1.8	0.9	4	114.70	10	32.40	38	16	8.2	1.7	0.9	5
92.00	8	33.60	41	15	9.5	1.9	1.1	5	120.30	7	42.60	50	7	9.3	1.8	1.3	5
104.70	5	30.60	37	14	8.9	2.2	0.9	5	124.60	8	35.00	45	14	8.6	1.9	0.9	5
86.40	5	26.70	47	18	8.9	1.9	0.9	6	112.10	5	27.10	43	18	9.3	1.8	1.1	5
91.00	8	26.80	37	15	8.8	1.7	1.1	5	136.00	10	19.80	39	18	9.1	1.9	1.1	5
93.40	7	33.60	43	14	8.5	1.9	1.2	5	125.00	9	33.40	44	17	8.4	1.8	1.2	4
103.50	5	35.70	42	12	8.5	1.8	1.1	5	100.80	7	30.50	38	8	9.8	1.9	0.9	5
94.60	6	30.30	48	14	8.9	1.9	0.9	5	100.70	9	37.30	40	22	9.7	1.9	0.9	6
100.00	8	32.10	49	9	9.9	1.9	0.8	6	97.50	10	24.00	31	10	10.4	2.2	0.9	5
101.50	5	26.70	48	16	8.7	2.2	0.9	4	145.50	9	38.00	56	11	8.8	1.9	1.1	5
105.10	5	24.50	49	14	9.5	1.9	0.9	5	115.70	7	33.20	44	11	8.2	1.8	0.9	5
116.50	7	33.30	44	14	9.7	1.7	0.9	4	121.50	6	33.70	36	8	9.9	1.7	1.2	5
97.48	7.3	29.12	44.45	14.2	8.96	1.9	0.975	4.95	116.51	7.9	31.64	42.10	13.95	9.065	1.88	1.01	4.9
Bloque III									Bloque IV								
102.40	5	31.60	33	16	7.9	2.1	0.8	4	90.10	6	32.40	40	17	9.8	1.9	1.2	6
132.50	5	39.30	48	15	9.1	1.9	0.9	5	125.00	8	28.10	36	9	8.5	1.7	1.1	5
117.10	5	37.40	40	11	8.2	1.9	0.9	5	109.30	11	37.50	35	6	8.5	1.9	0.9	6
115.00	6	36.40	38	16	9.4	2.2	0.8	6	84.80	8	28.20	37	16	9	1.9	0.9	5
135.00	12	38.50	58	23	9.1	1.8	0.9	5	89.00	8	32.30	29	16	9.2	2.2	0.8	4
133.10	12	44.00	57	15	9.8	1.9	0.9	5	108.10	8	39.50	35	17	6.5	1.8	0.9	5
135.00	9	38.10	49	15	8.7	2.1	0.9	5	100.50	8	33.00	37	16	9.5	1.9	1.2	5
118.40	11	37.00	46	12	9.4	1.9	0.9	5	116.30	6	31.20	38	11	8.2	1.9	0.9	5
127.50	10	33.20	44	16	9.8	1.9	0.8	4	116.50	6	26.80	43	12	9.6	1.7	0.9	5
118.40	9	35.40	39	7	8.8	1.8	1.3	5	100.20	8	29.10	44	22	9.7	1.8	0.8	6
129.60	8	34.10	49	14	9.1	1.9	1.2	5	98.40	8	32.10	34	17	9.7	1.9	0.9	4
118.70	5	35.50	45	18	10.1	1.8	1.1	6	95.20	5	26.50	35	12	8.5	1.8	1.2	5
148.00	9	35.00	37	19	9.3	1.9	0.9	5	119.30	5	25.50	32	10	7.5	1.9	1.1	5
104.60	9	41.00	42	18	7.6	1.7	1.2	5	108.30	6	29.30	34	21	8.5	1.8	0.9	4
157.60	7	42.50	56	7	9.7	1.9	1.1	5	86.50	9	36.00	36	18	9.8	1.9	0.9	5
112.50	10	33.40	32	22	8.2	1.8	0.9	4	100.10	8	29.20	37	6	9.2	2.1	0.9	5
137.50	10	48.40	57	10	9.9	1.9	0.9	5	101.50	12	30.30	39	15	8.5	1.8	0.9	5
157.40	11	45.30	32	16	9.4	1.9	0.9	6	106.40	9	38.40	34	16	7	1.9	0.8	5
123.60	7	32.40	40	14	8.5	1.8	0.8	5	109.30	10	43.00	34	12	8.4	1.9	0.8	6
111.20	6	38.30	36	7	8.1	2.1	1.2	5	96.00	7	33.00	50	18	9.9	1.8	1.3	5
126.76	8.3	37.84	43.90	14.55	9.005	1.91	0.965	5	103.04	7.8	32.07	36.95	14.35	8.775	1.875	0.965	5.05

Continua.....

Viene tabla 54.....

M-2																	
Bloque I									Bloque II								
Altura de planta (eje principal) (cm)	Número de ramas primarias	Longitud de inflorescencia principal (cm)	Número de flores en inflorescencia principal	Número de vainas en eje principal	Longitud de vaina (cm)	Ancho de vaina (cm)	Espesor de vaina (cm)	Número de granos por vaina	Altura de planta (eje principal) (cm)	Número de ramas primarias	Longitud de inflorescencia principal (cm)	Número de flores en inflorescencia principal	Número de vainas en eje principal	Longitud de vaina (cm)	Ancho de vaina (cm)	Espesor de vaina (cm)	Número de granos por vaina
153.30	8	37.50	42	14	8.5	2.3	0.9	5	124.30	6	38.50	42	15	8.9	2.1	0.9	4
159.20	8	36.00	49	8	9.2	1.8	0.9	5	165.50	7	40.50	42	8	8.5	1.9	0.8	6
135.10	7	18.70	35	16	9.5	1.9	1.3	4	140.00	6	27.40	46	20	7.5	1.8	0.9	4
127.50	9	28.60	41	17	9.8	1.9	1.1	6	133.20	10	37.30	46	17	8.1	1.9	0.9	5
141.20	10	27.40	38	19	9.1	1.8	0.9	5	149.30	10	39.40	43	20	9.9	2.2	0.9	5
163.00	9	31.00	45	18	9.5	1.9	1.2	4	160.30	9	37.60	37	19	8.8	1.8	1.1	5
155.40	11	32.90	42	21	8	2.2	0.9	5	139.50	10	31.30	42	20	8.9	1.9	0.9	4
146.40	10	20.50	45	13	9.8	1.8	0.8	5	141.00	11	34.50	42	14	7.9	2.2	0.8	5
134.50	10	28.70	39	18	8.3	1.9	1.2	4	146.00	10	41.30	48	17	8.8	1.8	0.8	4
110.00	9	33.70	49	16	8.7	1.9	1.1	5	126.70	8	38.60	41	18	8.3	1.7	0.9	6
113.50	10	37.30	33	15	8.6	1.8	0.9	5	123.50	10	31.00	33	13	9.5	1.9	0.8	6
168.20	9	28.00	41	18	7.9	2.1	0.8	5	140.60	10	37.00	46	18	8.8	1.9	0.9	5
140.30	10	31.00	23	12	9.9	1.9	0.9	6	144.70	10	34.00	39	12	9.5	1.8	0.9	5
142.50	11	24.30	37	20	9.5	1.8	0.9	4	175.00	9	51.20	64	17	9.6	1.9	1.2	5
175.50	11	29.80	35	18	8.6	1.9	0.8	5	120.60	11	36.50	37	25	9.9	1.7	1.2	5
179.70	9	46.20	59	13	9.2	2.1	0.9	6	131.50	10	38.30	45	13	9.7	1.9	0.9	4
150.50	10	35.40	54	17	9.3	1.9	0.8	5	144.70	10	37.00	51	15	9.5	1.9	0.8	5
141.50	9	34.50	33	13	9.3	2.2	0.9	6	142.50	9	33.50	50	14	8.6	1.9	1.2	5
146.50	8	29.20	48	19	9.8	1.8	1.3	5	178.00	6	36.00	39	19	9.2	1.9	1.3	6
175.60	11	31.60	36	15	9.1	1.9	0.9	5	130.20	11	27.40	46	20	9.1	1.9	0.9	5
147.97	9.45	31.12	41.2	16	9.08	1.94	0.97	5	142.86	9.15	36.42	43.95	16.7	8.95	1.9	0.95	4.95
Bloque III									Bloque IV								
109.30	7	38.00	41	15	8	1.9	0.9	4	114.00	9	29.30	45	11	8.9	1.8	0.9	4
102.00	6	36.20	49	7	8.1	1.8	0.9	4	116.50	11	24.20	37	6	9.7	1.9	0.9	5
126.20	11	30.20	49	3	10.3	1.7	0.8	6	149.00	8	27.40	39	15	8.2	2.2	0.8	6
96.50	8	30.40	38	15	8.7	1.9	1.1	5	139.10	9	34.50	44	12	8.6	1.9	0.9	5
140.20	11	41.60	49	11	9.2	2.2	0.9	4	133.40	12	40.30	39	13	8.5	1.8	0.9	6
110.30	10	27.00	38	10	8.5	1.8	1.4	5	117.50	10	27.10	33	26	9.8	1.8	1.2	5
110.10	9	29.50	44	17	7.1	1.7	0.8	5	129.40	9	41.00	38	20	8.1	1.7	0.9	4
110.50	6	28.40	39	19	8.1	1.9	0.9	6	158.30	11	27.40	65	7	9.5	1.9	0.9	6
96.30	12	27.00	38	12	7.6	1.8	1.1	5	109.40	9	41.50	44	11	8.9	1.9	0.8	5
114.00	7	28.10	37	7	9.5	1.9	0.9	5	132.20	7	27.00	42	14	8.6	2.2	1.3	4
98.30	7	23.30	31	15	9.1	1.8	1.3	5	129.40	11	30.20	54	13	7.6	1.9	0.9	5
102.40	10	21.50	28	13	9.2	2.1	0.9	5	123.40	8	39.00	41	8	8.1	1.8	1.1	4
140.20	5	35.00	54	12	9.5	1.8	0.9	4	131.50	8	30.50	48	14	8.4	1.9	0.8	5
91.30	12	25.10	46	12	8	1.9	0.9	5	132.00	10	35.20	47	15	8.5	1.9	0.9	5
99.10	8	34.60	47	11	9.4	1.8	0.8	6	126.50	7	35.10	48	9	9.8	1.7	0.9	5
129.40	11	33.30	46	17	8.3	1.7	0.9	4	115.60	7	37.00	39	16	9.1	2.1	0.9	6
111.20	9	26.00	38	12	8.6	1.8	0.9	5	112.50	11	30.70	50	12	9.6	1.8	0.8	5
123.50	11	27.20	42	20	10	1.9	1.3	6	104.70	8	36.60	44	10	9.1	1.9	1.2	6
115.00	10	22.50	36	16	8.2	2.2	0.9	6	136.00	9	22.50	40	13	8.7	1.9	0.9	5
112.00	8	31.30	39	8	8.8	1.8	0.9	5	118.10	8	37.00	55	21	9.1	1.8	0.9	5
111.89	8.9	29.81	41.45	12.6	8.71	1.87	0.97	5	126.43	9.1	32.68	44.6	13.3	8.84	1.89	0.94	5.05

Continua.....

Viene tabla 54.....

M-3																	
Bloque I									Bloque II								
Altura de planta (eje principal) (cm)	Número de ramas primarias	Longitud de inflorescencia principal (cm)	Número de flores en inflorescencia principal	Número de vainas en eje principal	Longitud de vaina (cm)	Ancho de vaina (cm)	Espesor de vaina (cm)	Número de granos por vaina	Altura de planta (eje principal) (cm)	Número de ramas primarias	Longitud de inflorescencia principal (cm)	Número de flores en inflorescencia principal	Número de vainas en eje principal	Longitud de vaina (cm)	Ancho de vaina (cm)	Espesor de vaina (cm)	Número de granos por vaina
139.60	10	31.00	37	19	10.2	1.8	1	5	115.50	10	34.00	46	25	10.8	1.7	1	5
113.00	9	32.00	41	16	10.1	1.9	1.2	4	112.40	8	25.00	38	8	10	2.1	1.3	4
121.20	13	39.00	49	18	9.8	2.1	1.1	5	105.30	9	36.50	29	17	9.8	1.9	1.1	5
132.10	11	31.00	45	13	12	1.8	0.9	6	94.40	8	23.70	35	11	9.7	1.8	0.8	4
115.50	8	29.00	49	16	9.9	1.9	1.1	5	113.60	11	30.30	38	12	10.2	1.7	1.2	5
131.40	10	33.00	47	13	10	2.1	0.9	6	125.70	8	36.10	45	10	11.5	2.1	0.9	5
129.30	9	38.50	36	18	9.9	2.2	1.2	5	130.60	6	27.40	45	11	8.9	1.9	0.8	5
127.60	9	39.00	42	12	11.5	1.9	0.9	5	110.30	7	33.00	39	8	12.1	2.2	1.1	5
125.70	9	25.50	46	11	10.2	1.8	0.8	4	118.40	9	32.30	49	18	9.7	1.9	0.9	5
140.00	12	38.00	41	18	10.3	1.9	1.2	4	100.20	8	34.40	43	9	10.6	1.8	1.2	5
123.00	11	36.00	50	16	11.1	2.2	0.9	5	99.70	12	31.50	39	10	9.8	2.1	0.9	5
142.50	9	33.00	58	15	9.8	2.1	1.3	6	122.60	7	34.20	43	12	10.5	2.1	1.1	6
134.00	10	30.00	58	10	10	2.1	1.2	5	104.30	8	34.60	39	11	9.7	1.9	1.3	5
122.50	11	27.00	45	14	10.5	2.1	0.9	6	122.50	9	30.10	41	23	9.6	1.8	0.8	5
142.40	7	22.50	35	12	10	1.9	0.8	5	102.60	10	22.60	29	9	10.4	2.3	0.9	4
119.50	9	24.50	34	11	10.7	2.2	1.2	4	111.50	8	31.60	38	8	8.6	2.2	1.1	6
122.60	6	22.00	45	12	9.9	1.8	0.9	5	114.20	10	33.50	52	17	10.5	1.9	0.9	5
131.50	10	38.00	42	17	11.6	1.9	1.1	6	120.00	9	30.20	42	20	12.3	1.9	1.1	5
140.20	8	50.00	41	14	11.5	2.2	0.8	5	93.70	8	29.60	37	15	9.8	1.8	1.4	6
147.80	9	24.00	40	15	10.1	1.9	1.3	4	122.00	11	31.50	41	11	9.6	2.1	1.2	7
130.07	9.5	32.15	44.05	14.5	10.455	1.99	1.035	5	111.98	8.8	31.11	40.4	13.25	10.205	1.96	1.05	5.1
Bloque III									Bloque IV								
108.00	10	30.40	37	25	9	2.2	1.2	5	124.40	10	26.30	37	10	9.2	2.3	1.2	5
135.30	8	31.40	40	8	10.4	1.7	1.1	5	140.20	8	38.50	40	10	10.7	1.9	0.9	5
130.10	12	24.30	43	17	8.8	2.2	1.1	5	118.10	12	34.00	40	13	9	1.8	1.1	5
121.30	11	38.00	57	11	9.5	2.1	0.9	6	132.30	8	35.10	43	20	9.1	1.9	0.9	6
112.00	7	33.60	53	12	9.7	2.1	1.2	5	143.00	6	44.00	34	13	10.8	2.1	1.1	6
114.50	10	37.50	49	10	11.6	1.8	0.8	6	140.10	6	32.20	44	13	9.7	1.9	0.7	5
127.00	9	35.10	44	11	8.8	1.7	0.9	5	128.67	6	34.30	43	11	8.9	2.2	0.9	4
112.10	11	27.40	47	8	9.9	1.8	0.9	5	132.00	9	30.50	38	10	10.4	1.8	1.2	5
119.60	7	30.40	47	19	9.7	1.9	1.3	4	145.50	11	34.60	34	12	9.6	2.3	1.2	6
118.50	12	32.30	43	9	9.8	2.2	0.9	5	101.50	7	29.10	47	11	9.5	1.9	0.9	4
106.20	10	34.50	53	10	9.6	1.8	0.9	6	125.10	8	49.00	40	2	11.1	2.3	1.2	5
120.50	7	33.10	40	11	10.5	1.9	1.2	5	125.40	10	42.00	37	8	10.6	1.8	0.8	5
121.70	9	26.50	40	11	9.7	1.8	0.9	4	115.60	11	39.50	39	14	10	1.9	1.2	5
130.40	11	30.00	40	25	9.5	1.7	1.2	5	115.70	9	37.40	28	15	9.5	1.7	0.9	6
112.50	6	30.00	39	9	9.8	2.1	0.9	6	118.20	12	31.20	40	16	10.8	1.8	1.1	5
117.10	8	29.50	44	8	10.7	1.8	1.1	5	120.40	12	23.50	33	12	9.5	2.1	0.9	5
129.00	8	24.20	42	17	9.3	1.9	1.2	6	120.40	12	27.10	34	9	10.4	2.2	1.3	5
116.40	9	28.10	43	20	10.3	2.1	0.9	5	110.30	12	33.70	41	16	9.8	1.8	0.9	6
112.40	7	36.20	45	14	9.8	2.3	0.8	7	114.00	9	33.20	47	11	9.6	1.9	0.8	5
124.00	7	31.00	32	12	8.9	1.9	0.9	5	121.00	11	32.80	40	15	10.7	1.9	0.9	4
119.43	8.95	31.18	43.9	13.35	9.765	1.95	1.015	5.25	124.59	9.45	34.40	38.95	12.05	9.945	1.975	1.005	5.1

Continua.....

Viene tabla 54.....

M-4																	
Bloque I									Bloque II								
Altura de planta (eje principal) (cm)	Número de ramas primarias	Longitud de inflorescencia principal (cm)	Número de flores en inflorescencia principal	Número de vainas en eje principal	Longitud de vaina (cm)	Ancho de vaina (cm)	Espesor de vaina (cm)	Número de granos por vaina	Altura de planta (eje principal) (cm)	Número de ramas primarias	Longitud de inflorescencia principal (cm)	Número de flores en inflorescencia principal	Número de vainas en eje principal	Longitud de vaina (cm)	Ancho de vaina (cm)	Espesor de vaina (cm)	Número de granos por vaina
126.60	9	33.00	37	23	8.1	1.9	1.1	4	128.60	9	29.00	48	7	8.2	1.8	1.1	6
150.00	12	36.00	47	12	9.2	1.8	0.9	5	110.00	7	33.20	44	16	7.5	2.1	1	5
146.00	10	30.50	47	12	8.9	1.9	1.3	5	142.30	11	31.50	39	11	7.9	1.9	1.1	5
131.20	9	32.00	24	15	8.7	1.7	0.9	5	114.50	12	36.40	44	8	8.7	1.7	0.8	5
145.50	10	39.50	38	21	7.8	1.9	0.9	5	90.70	7	33.50	48	14	8.5	1.7	1.1	5
129.40	9	37.50	47	17	8.9	1.8	0.8	4	128.40	9	30.30	46	13	7.7	1.8	0.9	6
137.60	8	38.50	49	10	9.6	1.9	1.2	4	124.00	9	31.50	50	12	8.7	1.8	0.9	5
142.50	6	20.50	31	12	9.8	1.9	0.9	5	119.20	9	21.60	33	10	8.6	1.7	0.8	4
131.50	8	43.00	60	16	7.3	2.2	0.9	4	106.80	6	25.70	30	16	9.5	1.8	1.2	5
124.50	10	36.50	61	11	9.4	1.9	1.3	6	81.60	10	25.20	35	21	6.5	1.9	1.1	5
118.50	7	33.50	38	13	8.6	1.9	0.9	4	113.50	9	30.00	44	15	8.1	1.7	1.2	5
130.50	9	26.50	40	15	9.8	1.9	1.1	5	113.60	11	29.30	41	13	6.8	1.8	0.9	5
121.70	11	25.50	35	14	8.1	1.7	0.9	5	137.30	8	38.70	52	16	8.3	1.7	1.1	5
109.60	11	31.00	35	15	8.3	2.1	0.9	5	118.40	9	34.20	43	14	7.9	1.5	0.8	4
151.40	9	41.00	53	4	9.2	1.9	0.9	5	105.20	7	33.40	45	16	8.4	1.8	0.9	5
138.70	7	34.00	38	9	9.4	1.8	1.2	5	108.40	10	19.00	33	13	8.7	1.9	0.8	6
153.40	8	29.50	50	13	9.2	2.3	1.1	6	135.10	7	30.00	36	16	6.4	1.7	1.1	5
130.00	10	22.50	34	14	9	1.8	1.2	4	136.40	12	43.60	52	9	8.3	1.9	1.2	5
133.70	9	37.00	50	12	9.4	1.9	0.9	5	112.60	9	27.50	35	19	9.1	1.8	1.1	4
150.30	9	24.50	47	8	9.3	1.8	0.9	5	122.50	8	28.00	33	16	9.5	1.9	0.7	5
135.13	9.05	32.60	43.05	13.3	8.9	1.9	1.01	4.8	117.46	8.95	30.58	41.55	13.75	8.165	1.795	0.99	5
Bloque III									Bloque IV								
94.50	6	26.50	45	9	9.2	2.1	0.9	6	116.30	9	32.40	39	9	8.4	1.9	0.8	5
95.20	9	33.40	52	11	8.5	1.9	0.9	5	113.50	8	36.20	50	18	8.1	1.9	0.9	4
110.10	8	30.10	45	15	8.5	1.8	0.8	5	110.50	11	30.10	45	12	8.3	1.8	0.9	6
94.50	10	25.30	42	11	8.6	1.9	1.2	6	116.30	12	27.00	37	10	7.9	1.7	0.8	5
114.30	8	30.30	48	14	8.6	1.7	0.9	5	101.00	7	29.10	37	15	8.5	1.9	1.2	5
93.20	9	26.30	42	13	8.3	1.9	0.8	5	106.00	10	27.70	45	14	9.2	1.9	0.9	6
98.30	8	26.00	31	19	7.8	2.2	1.1	5	140.00	9	38.00	39	12	8.9	1.8	0.8	5
104.10	10	31.10	44	8	9.3	2.1	0.9	4	130.40	9	32.30	44	9	8.4	2.2	1.1	5
108.40	12	21.50	28	15	8.5	1.9	1.2	4	119.30	6	31.20	40	16	8.9	1.7	0.8	5
101.20	9	28.40	41	12	8.7	1.8	0.9	5	125.20	11	29.40	39	22	8.8	1.9	0.9	5
98.50	12	25.20	37	10	9.5	1.9	1.2	6	89.70	12	29.40	45	13	9.8	1.9	0.9	5
111.00	7	27.30	40	16	9.2	2.1	1.2	5	122.40	10	36.20	44	14	9	1.8	0.8	5
102.70	10	30.60	52	7	8.4	1.8	0.9	5	143.00	11	25.70	41	17	7.9	1.9	1.2	5
112.60	5	27.30	41	14	7.4	1.9	0.9	6	125.50	9	25.20	37	13	9.3	1.8	0.8	4
112.10	6	34.00	48	9	7.8	1.8	0.8	4	108.30	7	33.10	46	16	8.9	2.1	0.8	4
96.00	9	24.10	45	13	8.7	1.9	0.9	5	120.70	12	21.00	36	15	8.5	1.8	0.9	6
113.50	11	26.60	40	7	8.9	1.8	1.2	5	115.20	9	34.00	47	16	7.5	1.7	1.3	5
110.20	7	32.50	51	17	9.5	1.7	1.3	6	122.50	9	29.50	42	13	8.8	1.9	1.1	4
103.10	8	26.30	45	13	9.6	1.8	0.8	5	118.50	11	36.40	48	19	9.2	1.8	1.2	4
107.00	5	22.70	32	16	9.1	1.9	0.9	4	142.10	12	37.20	31	17	9.6	1.9	0.9	5
104.03	8.45	27.78	42.45	12.45	8.705	1.895	0.985	5.05	119.32	9.7	31.06	41.6	14.5	8.695	1.865	0.95	4.9

Continua.....

Viene tabla 54.....

M-5																	
Bloque I									Bloque II								
Altura de planta (eje principal) (cm)	Número de ramas primarias	Longitud de inflorescencia principal (cm)	Número de flores en inflorescencia principal	Número de vainas en eje principal	Longitud de vaina (cm)	Ancho de vaina (cm)	Espesor de vaina (cm)	Número de granos por vaina	Altura de planta (eje principal) (cm)	Número de ramas primarias	Longitud de inflorescencia principal (cm)	Número de flores en inflorescencia principal	Número de vainas en eje principal	Longitud de vaina (cm)	Ancho de vaina (cm)	Espesor de vaina (cm)	Número de granos por vaina
126.50	9	27.00	45.00	12	9.1	2.1	0.9	5	87.60	7	28.00	28	11	9.1	1.9	0.9	5
117.50	9	27.00	43.00	13	10	1.9	1.2	5	112.60	9	39.00	49	14	10.6	1.8	1.1	5
119.30	10	25.30	36.00	14	10.3	2.4	0.9	5	82.50	10	26.30	30	15	10.4	1.9	1.2	7
135.60	9	23.00	41.00	12	10.8	1.9	1	5	103.60	9	32.10	47	18	9.9	1.9	1	5
117.40	8	30.50	40.00	12	9.7	1.8	1.1	5	97.20	7	27.50	41	10	9.9	2.2	0.8	6
140.30	13	34.50	53.00	19	9.8	2.1	1.2	4	104.00	6	23.00	38	8	8.4	2.1	0.9	5
113.50	7	28.00	45.00	12	9.8	2.3	1.2	5	101.20	10	20.20	33	16	10.1	1.9	1.1	4
120.00	9	37.20	43.00	15	10.3	1.9	1.1	5	103.40	8	28.00	37	13	9.8	1.8	1	6
114.00	10	26.40	33.00	16	9.8	1.8	1	6	96.00	12	29.40	29	9	9.6	1.9	0.8	5
107.00	8	26.50	35.00	17	9.7	1.8	0.9	5	104.50	9	32.00	43	7	8.8	1.9	1.1	5
116.60	9	24.80	39.00	11	10.4	1.9	1.2	4	106.50	5	30.50	46	12	10.5	2.3	0.9	4
107.40	11	27.60	36.00	15	9.7	2.2	1.2	5	94.70	8	30.10	42	13	9.7	1.8	0.8	5
118.20	9	23.30	30.00	14	9.9	1.9	1	5	107.10	11	26.40	37	11	10.3	1.9	1.1	4
121.00	7	38.70	49.00	13	9.8	1.8	1.3	5	109.30	7	28.40	39	12	9.7	2.2	1.2	5
135.50	10	33.50	49.00	12	10.5	2.2	0.9	5	118.00	10	34.30	48	7	9.9	1.9	1	5
118.50	9	26.20	41.00	16	9.8	1.9	0.8	4	122.00	11	27.00	35	9	10.6	2.1	0.9	5
126.70	8	36.50	58.00	14	10.1	2.1	0.9	6	96.20	9	29.10	39	9	9.8	2.2	0.9	5
117.20	9	27.80	37.00	16	9.7	1.8	1	5	105.30	7	32.00	39	5	9.4	1.7	1	4
123.80	7	35.00	36.00	14	10.6	2.1	0.9	6	122.50	9	24.10	31	15	9.7	1.9	1	5
126.50	10	31.10	38.00	15	10	1.9	1.1	5	116.30	8	37.00	43	15	10.8	1.8	1.1	5
121.13	9.05	29.50	41.35	14.1	9.99	1.99	1.04	5	104.53	8.6	29.22	38.7	11.45	9.85	1.955	0.99	5
Bloque III									Bloque IV								
122.40	10	33.00	52	20	9	1.9	0.9	5	109.50	9	32.00	45	11	10.1	1.9	1.1	5
151.20	5	33.50	45	14	9.7	1.8	1.1	5	91.50	12	29.20	47	14	9.8	1.9	1	5
136.50	9	31.20	34	15	10.4	1.9	1	4	116.30	11	30.40	45	16	9.9	2.3	1.2	6
120.10	10	35.60	45	10	7.2	1.7	1.1	5	102.10	10	27.10	36	20	8.8	1.9	0.9	5
158.40	12	42.50	35	20	8	1.8	1.2	6	94.30	9	31.20	47	9	10	2.1	0.9	6
135.00	11	40.50	45	9	8.9	2.2	1	5	103.00	6	39.40	50	8	10.1	1.8	1	5
115.10	12	38.20	36	14	9.7	1.8	0.9	5	110.30	11	29.10	47	17	9.7	1.8	1.1	6
162.00	12	44.30	64	12	9.5	1.9	1.1	5	112.40	11	28.50	45	14	9.8	1.9	4	5
143.00	8	31.40	45	17	10.5	2.1	1.1	5	119.00	12	24.00	38	10	9.7	1.7	1.2	5
128.50	9	46.00	54	20	9.5	1.9	0.9	5	71.80	10	23.20	39	8	10.5	1.9	1.2	4
123.40	9	40.20	43	8	9.8	1.8	0.8	4	126.20	5	28.00	46	12	8.8	1.8	1.1	5
130.30	5	22.20	25	7	8.5	1.8	1.2	6	85.70	11	30.50	40	11	9.8	2.2	1.4	5
148.00	11	31.60	53	12	9	1.9	0.9	6	112.30	12	38.00	35	10	9.7	1.8	1	6
112.60	10	29.50	34	18	9	2.2	0.9	5	127.10	7	36.20	40	12	9.8	1.9	1.1	4
145.40	11	34.30	45	8	9.5	2.1	0.8	5	102.50	9	41.00	47	8	10.3	1.9	1.2	4
110.70	12	29.50	35	16	10.6	1.9	1.1	4	107.80	11	35.60	49	9	9.7	2.1	1	5
109.50	10	30.10	39	16	8.5	1.9	0.9	5	132.00	9	39.00	43	6	9.9	1.8	0.9	5
127.00	11	38.00	43	18	9.5	1.8	1.1	6	118.10	8	30.40	39	8	9.6	1.9	0.9	5
124.50	7	37.50	43	15	10.6	1.9	1.2	5	104.40	11	37.70	46	13	10	2.2	1	5
161.00	3	41.00	39	16	9.7	2.3	0.9	5	106.00	7	40.10	51	16	8.8	1.9	1.1	5
133.23	9.35	35.51	42.7	14.25	9.355	1.93	1.005	5.05	107.62	9.55	32.53	43.75	11.6	9.74	1.935	1.215	5.05

Continua.....

Viene tabla 54.....

M-6																	
Bloque I									Bloque II								
Altura de planta (eje principal) (cm)	Número de ramas primarias	Longitud de inflorescencia principal (cm)	Número de flores en inflorescencia principal	Número de vainas en eje principal	Longitud de vaina (cm)	Ancho de vaina (cm)	Espesor de vaina (cm)	Número de granos por vaina	Altura de planta (eje principal) (cm)	Número de ramas primarias	Longitud de inflorescencia principal (cm)	Número de flores en inflorescencia principal	Número de vainas en eje principal	Longitud de vaina (cm)	Ancho de vaina (cm)	Espesor de vaina (cm)	Número de granos por vaina
147.70	7	34.50	45	20	10	1.9	0.9	5	108.50	10	26.50	32	15	8.3	1.9	0.9	5
127.50	11	29.00	40	14	9.7	2.2	0.9	4	134.20	11	35.00	49	12	10.5	2.1	0.8	6
139.20	11	36.00	44	12	9	1.7	0.9	5	95.60	7	30.20	31	15	9.1	1.9	0.9	5
136.50	7	33.50	35	11	8.8	1.8	1.3	5	94.30	6	33.40	39	16	8.3	1.8	1.3	6
126.00	7	23.50	41	12	9.8	1.9	0.9	5	96.50	11	26.50	33	14	7.8	1.7	0.9	4
134.00	8	15.50	36	17	10.9	2.2	1.2	7	116.40	8	40.00	54	10	9.4	1.9	1.2	5
157.20	7	32.00	46	14	9.9	1.9	1.2	5	95.40	10	24.50	27	20	8.6	1.9	1.1	5
108.40	11	36.00	35	10	11	1.9	0.9	6	113.50	6	21.30	33	15	8.3	2.1	0.9	5
129.80	7	39.00	51	13	10.7	2.3	0.9	4	108.30	9	35.30	35	14	9.5	1.9	1.2	5
135.00	10	28.50	35	19	9.1	1.9	1.3	5	110.20	8	28.60	34	22	8.9	2.2	1.3	5
120.30	9	28.00	36	14	10.2	1.9	1.3	5	93.50	11	29.10	37	16	9.2	1.9	0.9	6
118.30	11	26.50	31	25	9.8	2.3	0.9	6	103.40	8	39.60	46	9	9.4	1.9	1.3	4
119.10	11	32.00	41	16	9.8	2.1	0.8	5	120.40	11	47.60	56	13	10.3	1.8	0.9	4
137.60	7	41.00	22	15	9.7	1.6	1.2	5	112.50	11	27.70	36	14	9.9	2.2	1.2	4
137.00	9	40.00	46	15	9	1.7	1.1	6	91.60	9	28.50	39	9	8.7	1.7	0.8	5
120.50	10	28.00	43	17	7.9	2.1	0.9	6	93.40	10	23.60	29	14	9.8	1.5	1.2	4
136.40	8	37.50	42	16	9.8	1.8	1.1	5	83.50	9	27.50	31	14	10.7	1.9	0.9	5
115.50	8	23.00	39	17	9.8	1.8	0.9	5	115.60	9	28.20	45	14	10	1.9	1.2	6
133.50	11	28.00	40	15	10.4	1.7	1.2	6	107.60	6	39.00	48	17	9.5	2	0.9	6
134.50	11	38.00	42	14	9.8	2.3	1.1	5	116.50	11	38.30	43	17	10.2	1.8	1.3	5
130.70	9.05	31.48	39.5	15.3	9.755	1.95	1.045	5.25	105.55	9.05	31.52	38.85	14.5	9.32	1.9	1.055	5
Bloque III									Bloque IV								
126.20	8	35.00	43	17	10.2	2.1	0.9	5	124.20	10	32.40	34	14	9.6	1.9	0.9	5
139.30	11	31.30	42	15	8.4	1.9	1.3	4	103.50	12	38.10	53	11	9.5	1.8	0.8	6
135.00	7	33.50	38	20	10.6	1.8	0.9	6	120.50	6	26.60	34	14	8.7	1.9	1.2	5
116.50	10	38.50	56	9	11.5	1.7	0.8	5	97.50	6	30.10	42	16	8.5	1.9	1.1	4
112.60	9	27.00	33	16	8.3	1.8	1.2	5	111.30	11	40.00	43	12	9.1	2.1	0.9	5
100.20	7	33.20	41	6	8.9	1.9	1.1	5	133.80	8	26.00	44	10	9.4	2.2	1.2	5
122.40	8	39.10	57	7	9	2.2	0.9	6	120.10	12	31.50	39	22	8.4	1.9	0.8	6
86.80	12	24.20	34	6	10	1.8	1.1	5	104.50	5	20.20	33	14	10.2	1.8	1.1	5
126.50	6	33.70	39	20	9.6	1.9	1.2	6	123.00	9	37.00	37	13	9.2	1.8	0.9	6
120.00	10	32.50	51	11	9.1	1.9	0.9	6	121.20	7	20.70	38	21	8.5	1.9	0.9	5
76.50	7	29.60	47	7	8.6	2.2	0.9	5	120.30	11	32.30	38	16	10.5	2.3	1.2	5
104.00	12	44.00	51	17	10.8	1.9	1.2	5	110.30	8	30.10	39	9	9.4	1.8	0.9	6
122.00	7	41.10	46	13	8.1	2.1	0.9	4	116.30	10	41.00	53	13	10.5	1.9	1.3	5
118.50	10	33.20	43	15	9.1	1.8	1.2	5	113.50	11	32.50	45	14	8.7	1.8	0.9	6
115.30	7	37.00	46	6	11.5	1.9	0.9	5	119.10	10	30.10	46	9	8.9	1.9	0.9	4
100.50	8	32.30	42	6	9.4	2.2	0.9	5	119.60	11	34.20	44	15	9.5	2.2	1.1	5
115.40	5	23.10	35	10	9.9	1.9	0.8	6	102.40	9	32.10	42	13	10.6	1.9	0.8	6
134.00	8	40.00	54	17	9.5	1.8	0.9	5	122.20	10	35.40	49	15	10	1.8	1.1	6
110.50	9	35.50	41	12	9.3	1.9	1.3	5	106.60	6	27.50	32	17	9.7	1.9	0.9	5
100.20	10	33.00	42	15	8.4	1.7	1.2	4	116.50	11	32.00	37	17	9.5	1.8	1.2	6
114.12	8.55	33.84	44.05	12.25	9.51	1.92	1.025	5.1	115.32	9.15	31.49	41.1	14.25	9.42	1.925	1.005	5.3

Continua.....

Viene tabla 54.....

M-7																	
Bloque I									Bloque II								
Altura de planta (eje principal) (cm)	Número de ramas primarias	Longitud de inflorescencia principal (cm)	Número de flores en inflorescencia principal	Número de vainas en eje principal	Longitud de vaina (cm)	Ancho de vaina (cm)	Espesor de vaina (cm)	Número de granos por vaina	Altura de planta (eje principal) (cm)	Número de ramas primarias	Longitud de inflorescencia principal (cm)	Número de flores en inflorescencia principal	Número de vainas en eje principal	Longitud de vaina (cm)	Ancho de vaina (cm)	Espesor de vaina (cm)	Número de granos por vaina
118.50	9	32.50	41	12	8.7	1.7	0.9	5	91.70	9	29.50	36	11	10.8	2.1	0.8	5
153.50	9	33.50	44	16	9	1.7	0.9	5	158.00	9	33.00	45	16	9.5	1.8	0.9	5
125.50	10	25.00	42	11	8.4	1.6	1.2	5	114.00	8	30.30	33	11	9.4	1.9	0.9	4
126.00	10	32.00	32	16	9.7	1.9	0.9	5	156.50	10	40.10	44	17	10.2	1.9	0.8	5
121.70	12	25.00	38	16	7.8	2.3	1.3	4	148.30	12	26.20	44	16	9.4	2.2	1.2	5
136.30	10	34.00	46	15	8.5	1.8	0.9	5	128.30	9	30.40	38	18	9.3	2.3	1.3	4
126.20	10	28.00	39	14	9.1	1.9	1.1	5	149.40	10	35.60	40	14	9.8	1.8	0.8	4
128.60	10	37.00	45	15	9.2	1.9	0.9	5	141.50	10	44.50	51	13	10	2.1	0.9	6
133.50	6	38.00	32	17	9.7	1.9	0.8	5	133.60	6	38.10	45	16	10.4	1.9	1.1	4
103.40	6	33.00	43	13	8.4	1.8	0.9	6	130.20	7	46.00	45	13	10.2	1.9	0.8	5
141.80	6	28.00	40	14	7.9	2.1	0.9	5	142.40	6	36.50	43	14	9.5	1.8	1.1	5
114.60	7	31.00	38	17	9.1	1.8	0.8	4	154.20	7	36.50	45	17	9.5	1.9	0.9	4
130.00	5	37.00	52	14	9.6	1.9	1.3	5	137.50	9	38.00	44	15	9.4	1.8	0.9	5
126.50	8	27.00	34	13	8.8	1.7	1.1	4	140.00	8	30.10	35	13	8.8	2.2	1.1	6
142.70	8	30.00	38	12	8.8	1.9	0.9	5	130.00	10	32.20	40	12	10.3	1.9	1.2	5
133.00	9	30.00	38	14	8	1.8	0.9	5	137.50	9	37.00	42	14	10.6	1.9	0.9	5
152.40	10	34.00	49	13	9.6	2.2	1.2	5	141.10	10	25.20	36	13	8	1.7	1.3	4
130.10	10	25.00	38	16	8.7	1.8	1.1	6	127.30	9	25.50	30	17	9.9	1.8	0.9	5
152.00	11	33.00	46	15	10.1	1.7	0.9	5	125.60	11	40.40	41	15	9.6	1.9	1.1	5
113.50	6	30.00	43	14	9.8	1.9	0.8	5	123.80	7	39.10	42	14	8.5	2.1	1.2	5
130.49	8.6	31.15	40.9	14.35	8.945	1.865	0.985	4.95	135.55	8.8	34.71	40.95	14.45	9.655	1.945	1.005	4.8
Bloque III									Bloque IV								
87.20	9	34.40	42	6	10	1.8	1.1	5	88.50	4	30.40	47	7	9.4	1.8	1.1	6
106.60	11	38.20	33	11	10.5	1.9	0.9	6	117.30	6	26.20	48	12	9.1	2.1	1.1	5
86.30	11	29.30	42	19	9.6	1.9	0.8	6	106.50	8	25.10	39	17	9.2	1.9	1	4
108.50	9	40.50	55	12	10.7	2.1	1	5	123.10	10	35.20	48	8	9.4	1.8	0.9	5
113.30	12	26.00	40	12	9.5	1.8	0.9	5	95.70	11	28.10	38	8	9.4	1.9	0.9	5
111.80	7	22.10	37	11	8.5	2.3	1.1	5	110.40	7	20.50	40	9	10.3	2.3	1.1	6
120.00	5	25.20	45	14	9.4	1.9	0.8	6	104.00	5	24.30	37	14	8.4	1.8	1.3	5
95.20	6	36.00	49	14	10.4	1.9	1.2	5	84.20	9	29.10	43	12	9.3	1.7	0.8	5
98.50	4	30.00	49	10	9	1.8	0.9	4	100.00	8	26.20	46	11	8.4	1.8	0.8	4
112.30	10	27.20	35	19	9.9	2.2	1.2	5	93.50	14	25.30	41	7	9.3	1.6	0.9	6
115.10	6	27.30	46	11	8.4	1.9	0.8	5	82.40	6	26.70	38	9	9.8	2.1	0.9	5
108.30	14	27.50	38	14	9.1	1.8	1.2	6	125.30	9	27.00	41	12	8.9	1.6	0.9	5
103.50	8	35.10	31	17	9.8	1.7	0.9	4	99.40	13	33.00	45	13	9.7	2.1	0.9	4
101.00	9	23.00	37	13	9.6	2.2	1.2	5	98.50	10	27.20	41	17	10.3	1.9	0.8	6
106.20	9	25.30	40	10	10.4	1.9	0.8	5	130.00	15	28.50	44	9	8.9	1.8	0.9	5
115.40	9	25.60	50	15	10.5	1.8	0.9	5	116.10	8	37.00	41	16	9.6	1.7	0.9	5
107.50	10	30.00	49	12	8.9	2.2	0.9	6	98.50	8	33.80	40	13	10	2.2	1.1	5
100.10	9	35.10	54	17	9.7	1.8	1.2	4	125.30	13	34.00	48	20	7.6	1.9	1.2	5
117.20	5	31.00	43	12	8.5	1.9	0.9	6	120.40	8	26.10	42	8	9.7	1.7	1.3	4
98.00	11	33.40	47	8	9.9	1.9	0.8	5	107.20	10	29.50	43	9	8.6	2.3	1.1	5
105.60	8.7	30.11	43.1	12.85	9.615	1.935	0.975	5.15	106.32	9.1	28.66	42.5	11.55	9.265	1.9	0.995	5

Viene tabla 54.....

M-8																	
Bloque I									Bloque II								
Altura de planta (eje principal) (cm)	Número de ramas primarias	Longitud de inflorescencia principal (cm)	Número de flores en inflorescencia principal	Número de vainas en eje principal	Longitud de vaina (cm)	Ancho de vaina (cm)	Espesor de vaina (cm)	Número de granos por vaina	Altura de planta (eje principal) (cm)	Número de ramas primarias	Longitud de inflorescencia principal (cm)	Número de flores en inflorescencia principal	Número de vainas en eje principal	Longitud de vaina (cm)	Ancho de vaina (cm)	Espesor de vaina (cm)	Número de granos por vaina
108.70	8	29.50	37	19	10.3	2.1	0.9	5	122.00	10	29.10	33	14	10.2	2.1	0.9	5
87.60	10	23.60	45	14	9.6	1.8	1.1	5	150.50	7	31.50	44	13	9.8	1.9	1.1	5
101.50	7	20.40	48	20	9.5	2.2	0.9	4	137.20	6	34.00	46	15	9.7	2.2	0.9	5
96.60	9	31.20	49	15	10.2	1.9	1.1	5	135.00	9	40.00	42	8	8.5	1.9	0.8	5
113.00	7	33.50	37	17	9.8	1.7	0.8	5	133.40	12	27.50	41	15	9.6	1.9	1.1	5
102.00	6	30.10	53	11	8.7	1.9	0.9	5	116.70	7	27.10	43	11	8.5	1.8	1.2	6
103.50	10	30.40	35	19	9.7	1.8	0.9	6	130.30	10	28.60	34	8	8.8	1.9	0.9	6
102.00	7	25.60	49	13	9.7	1.9	0.9	5	147.60	9	37.60	48	14	9.1	1.8	1.3	5
106.30	4	26.40	40	12	9.5	2.1	1.2	5	114.50	7	38.40	39	13	9.3	2.2	1.2	5
107.40	8	30.40	35	11	8.6	1.9	1.1	4	134.00	9	41.30	53	15	10.1	1.9	0.9	4
113.70	9	24.50	37	12	10.1	1.7	0.9	5	126.80	4	35.10	45	9	10.1	1.9	0.8	5
85.00	7	20.10	27	16	10.2	1.9	1.2	5	144.00	10	27.60	41	14	9.7	1.8	0.9	4
11.60	6	24.60	53	17	9.7	1.8	1.2	5	125.00	11	36.40	36	5	9.6	1.9	0.9	4
110.00	10	17.50	44	11	8.6	1.9	0.8	6	119.70	7	39.50	34	8	8.5	1.9	0.9	5
105.20	8	31.50	37	14	9.6	1.9	1.2	5	102.60	9	30.60	41	8	8.3	1.9	1.1	5
114.10	12	31.20	31	13	9.9	1.7	1	6	125.40	11	26.30	42	13	7.9	1.8	1.3	4
86.70	9	27.40	39	12	8.6	1.8	0.9	5	130.60	10	38.00	39	15	8.9	1.7	0.8	4
120.60	10	22.80	37	14	7.5	1.8	0.9	6	119.80	8	32.00	41	12	9.8	1.8	0.9	5
100.00	9	24.20	39	15	7.8	1.9	0.9	5	126.50	9	33.00	43	11	10.3	1.9	1.1	5
124.00	8	33.50	48	11	8.6	2.3	0.9	6	116.00	8	37.00	49	9	10.5	2.1	1.1	6
99.98	8.2	26.92	41	14.3	9.31	1.9	0.985	5.15	127.88	8.65	33.53	41.7	11.5	9.36	1.915	1.005	4.9
Bloque III									Bloque IV								
104.20	12	22.00	32	13	10.3	2.1	0.9	6	140.20	11	30.50	38	15	10	2	1.1	5
102.00	9	25.00	39	17	10.2	1.9	1	6	141.10	8	30.20	29	13	8.8	1.8	0.9	5
101.50	8	32.00	47	8	9.8	1.8	1.2	5	138.00	7	33.30	35	17	9.7	1.8	0.8	4
110.40	11	29.50	43	10	10.2	1.9	1.1	5	172.20	11	35.60	38	7	7.8	2	0.9	4
113.30	9	29.20	39	19	9.7	2.1	1.1	5	136.50	11	26.20	43	12	10.5	2	1.3	6
131.70	7	29.50	38	17	9.4	1.9	0.9	4	138.00	7	39.10	44	10	7.8	1.9	0.9	4
92.20	6	23.70	31	6	8.4	1.8	0.9	4	149.40	12	24.00	39	8	8.4	1.8	1.2	4
103.60	9	35.20	40	8	8.5	1.9	0.8	5	146.60	9	44.20	39	14	8.5	1.7	0.8	6
104.50	9	38.30	44	8	8.2	1.9	0.8	4	146.50	7	39.30	38	12	9.4	2	0.9	4
108.10	12	31.30	52	15	9.5	1.9	0.9	5	108.10	10	23.50	41	16	10.6	1.9	0.9	5
121.00	11	29.00	46	14	9.1	1.8	1.3	5	124.00	4	35.00	32	9	9.5	2	1.3	5
96.30	10	31.60	46	12	9.7	1.7	1.1	5	121.30	12	44.60	28	13	11	2.1	1.1	6
96.50	8	26.40	43	18	9.8	1.9	1.2	4	147.50	11	47.50	31	5	7.8	2.1	0.9	6
81.10	8	24.80	41	12	8.4	1.9	1.1	5	128.10	7	22.80	27	8	9.5	1.9	0.9	5
97.00	10	23.00	37	7	8.3	2.2	0.9	5	128.00	11	20.10	37	7	9.4	1.8	1.2	5
115.00	11	29.10	49	11	9.1	1.9	0.9	4	114.60	12	23.00	37	10	10.5	1.7	0.9	5
94.50	5	29.50	46	9	9.2	1.8	0.8	6	118.50	10	34.40	38	14	8.5	1.9	0.9	6
97.20	9	25.50	39	6	9.7	1.7	1.1	5	137.20	11	30.10	28	11	9	1.9	0.9	5
101.00	13	26.20	38	15	9.5	1.9	0.9	5	132.30	9	35.50	36	11	10.2	1.9	0.8	6
102.10	10	26.00	44	16	9.6	2.1	1.3	5	124.10	9	40.00	40	8	9.2	1.8	0.9	5
103.66	9.35	28.34	41.7	12.05	9.33	1.905	1.01	4.9	134.61	9.45	32.95	35.9	11	9.305	1.9	0.975	5.05

Viene tabla 54.....

M-9																	
Bloque I									Bloque II								
Altura de planta (eje principal) (cm)	Número de ramas primarias	Longitud de inflorescencia principal (cm)	Número de flores en inflorescencia principal	Número de vainas en eje principal	Longitud de vaina (cm)	Ancho de vaina (cm)	Espesor de vaina (cm)	Número de granos por vaina	Altura de planta (eje principal) (cm)	Número de ramas primarias	Longitud de inflorescencia principal (cm)	Número de flores en inflorescencia principal	Número de vainas en eje principal	Longitud de vaina (cm)	Ancho de vaina (cm)	Espesor de vaina (cm)	Número de granos por vaina
126.50	12	34.40	41	14	8.7	1.9	0.7	5	130.30	6	36.50	37	13	7.3	2.2	0.9	5
94.80	8	26.60	27	16	8.4	1.8	0.9	4	97.80	8	30.10	35	15	8.4	1.9	0.8	6
103.50	6	31.30	38	17	9.5	1.9	1.1	5	124.40	10	40.40	49	15	9.4	1.7	0.9	5
120.20	8	30.50	41	15	8.6	1.8	1.2	4	140.50	13	30.50	33	17	8.1	1.8	0.9	5
115.30	6	31.10	39	12	8.7	1.9	1.1	5	138.50	7	42.50	48	10	8.3	2.2	1.1	5
122.10	10	31.20	41	16	8.6	1.7	0.9	5	140.50	8	35.70	37	10	8.2	1.9	0.9	6
125.70	7	35.30	40	11	8.5	2.1	0.9	5	131.50	7	38.50	32	3	9.3	1.8	1.2	5
93.70	12	32.40	36	15	9.8	1.8	0.8	5	148.00	8	36.40	48	13	9.1	1.9	1	4
112.50	9	19.40	25	14	9.7	1.9	1.2	5	113.00	8	41.60	46	15	10.2	1.8	1.1	5
140.20	9	28.20	33	15	9.9	1.9	1.3	5	146.30	7	33.40	54	9	9.6	2.1	0.9	4
102.20	10	20.10	25	16	10.2	1.8	1.1	4	126.50	8	37.50	45	17	9.6	1.9	1.3	5
106.30	8	27.10	42	11	9.8	1.9	0.9	6	139.50	8	40.00	56	14	9.3	1.8	1.2	4
104.00	8	26.60	38	17	10.4	2.1	0.9	4	125.00	9	38.00	39	15	10.4	2.1	0.9	6
95.70	6	21.70	27	13	9.4	1.7	0.8	5	141.60	10	28.00	39	21	10.3	1.8	1.1	6
97.80	10	20.60	27	18	8.7	1.9	1.1	5	131.30	8	40.00	41	11	8.9	1.9	1.2	6
86.50	10	29.50	32	16	8.8	2.1	0.9	5	134.70	10	38.00	48	14	9.8	1.8	0.9	5
85.00	11	21.60	27	15	9.6	1.7	1.2	5	128.00	11	35.50	34	17	8.8	1.9	1.3	6
110.00	10	26.40	42	14	8.5	1.9	0.9	6	140.00	11	32.00	42	18	8.5	1.9	1.1	5
117.50	5	30.50	43	13	8.8	1.9	0.8	5	122.50	13	35.30	40	18	8.6	1.8	0.9	5
112.00	8	33.70	41	15	10.1	1.8	0.8	5	125.00	9	35.10	42	14	9.1	1.9	1.1	5
108.58	8.65	27.91	35.25	14.65	9.235	1.875	0.975	4.9	131.25	8.95	36.25	42.25	13.95	9.06	1.905	1.035	5.15
Bloque III									Bloque IV								
113.00	5	33.60	49	11	8.7	1.9	0.9	4	100.00	7	30.40	43	18	8.8	1.9	1.1	4
118.50	8	25.40	36	17	8.4	1.8	0.9	5	85.50	10	32.10	47	10	7.2	2.2	1	5
115.30	11	39.20	46	15	9.5	1.8	0.9	5	111.50	7	36.00	38	15	8.7	1.9	0.9	5
91.70	12	30.40	35	19	7.8	1.9	0.8	4	124.30	9	33.50	32	14	9.9	1.9	0.9	5
116.50	9	30.50	38	11	9.8	1.8	0.8	4	98.40	11	33.10	50	16	8.7	1.7	0.8	4
120.50	7	28.30	39	9	9.2	2.1	0.7	5	90.30	5	27.50	40	12	8.4	1.8	0.9	5
110.30	7	34.50	41	3	9.5	1.9	0.9	5	127.40	7	34.00	41	15	7.1	2.1	0.8	5
128.10	6	34.00	46	12	8.6	1.8	0.8	6	110.10	8	32.20	36	15	7.8	1.9	1	5
119.20	8	27.50	37	16	8.4	1.9	0.8	5	115.20	9	38.10	47	13	7.3	1.8	1.1	6
107.00	7	35.00	42	9	8.9	1.8	1.1	5	110.20	10	25.50	38	17	8.7	1.5	0.9	5
100.00	9	36.20	44	18	10.2	1.9	1.1	4	115.30	11	32.40	47	13	8.8	1.8	0.8	4
108.40	7	39.50	46	14	9.4	1.9	1.2	5	112.00	9	29.00	38	17	8.3	1.7	0.9	5
114.40	8	36.10	49	16	9.2	1.7	0.9	6	64.80	7	17.80	17	12	8.8	1.9	1.1	5
136.30	9	35.40	47	20	8.6	1.9	0.9	6	117.00	6	35.80	45	17	9.5	1.7	1.2	5
112.10	9	36.60	38	9	9.5	1.9	1.3	5	98.20	12	33.50	45	15	8.9	1.8	0.9	5
99.50	10	38.00	43	15	8	2.1	0.9	5	124.50	10	38.10	46	13	7.1	1.9	0.8	4
118.40	11	41.20	50	18	10.2	1.8	1.1	5	121.30	12	24.50	37	14	9.2	2.1	1.3	5
127.10	11	45.00	51	18	9.5	1.9	0.9	6	99.50	8	43.00	49	19	7.7	1.7	0.9	6
123.40	12	34.50	51	19	8.8	2.1	1.1	5	88.10	11	37.00	47	21	8.5	1.8	0.9	5
100.50	9	28.20	41	13	9.9	1.7	0.9	6	111.50	8	31.20	40	13	9.5	1.9	0.9	5
114.01	8.75	34.46	43.45	14.1	9.105	1.88	0.945	5.05	106.26	8.85	32.24	41.15	14.95	8.445	1.85	0.955	4.9

Viene tabla 54.....

M-10																	
Bloque I									Bloque II								
Altura de planta (eje principal) (cm)	Número de ramas primarias	Longitud de inflorescencia principal (cm)	Número de flores en inflorescencia principal	Número de vainas en eje principal	Longitud de vaina (cm)	Ancho de vaina (cm)	Espesor de vaina (cm)	Número de granos por vaina	Altura de planta (eje principal) (cm)	Número de ramas primarias	Longitud de inflorescencia principal (cm)	Número de flores en inflorescencia principal	Número de vainas en eje principal	Longitud de vaina (cm)	Ancho de vaina (cm)	Espesor de vaina (cm)	Número de granos por vaina
117.50	9	26.00	35	16	9.8	2.2	1.1	6	115.60	8	30.60	38.00	27	9.1	2.2	1	5
133.20	10	37.00	45	19	9.7	1.8	1.3	5	107.50	9	40.00	48.00	8	9.9	1.8	0.9	4
119.20	7	32.00	42	12	8.8	1.9	0.8	5	104.10	8	27.20	34.00	12	10.1	1.9	1.1	7
123.50	8	26.00	31	17	8.7	1.9	0.9	5	101.20	10	29.50	54.00	16	9.4	1.8	0.8	4
123.40	8	39.00	38	16	10.1	1.9	0.9	5	105.00	12	30.50	48.00	13	9.7	1.9	1.1	5
112.00	9	35.50	42	17	8.7	1.8	1.2	4	115.00	11	33.00	40.00	16	9.9	1.8	0.9	6
127.50	9	31.00	39	16	9.2	1.9	0.9	6	125.00	9	26.00	43.00	17	7.6	2.2	0.9	5
132.60	5	35.00	40	12	8.4	1.7	0.9	4	91.20	6	28.30	45.00	16	9.8	1.7	1.3	5
112.40	6	38.00	34	13	9.2	1.8	1.1	4	89.00	12	28.50	52.00	11	8.9	1.9	1.1	4
110.30	8	34.00	38	12	9.4	2.2	0.8	6	101.20	5	30.10	55.00	17	9.4	1.8	0.9	6
118.50	7	28.00	45	11	8.6	1.9	0.9	5	101.30	9	22.40	41.00	11	9.5	1.8	0.8	5
115.60	10	39.00	49	13	9.6	1.8	0.9	6	106.40	10	20.50	50.00	18	8.7	2.2	1.2	5
107.70	9	30.00	45	19	8.7	1.9	0.8	5	110.00	13	30.40	53.00	19	10.2	1.9	0.9	6
121.50	9	33.00	41	15	8.1	1.8	0.8	6	95.50	12	34.00	34.00	15	9.1	1.8	0.9	5
91.50	9	23.00	33	16	9.3	2.1	1.2	5	94.20	9	28.60	42.00	11	7	1.9	0.9	5
125.40	8	35.00	49	12	9.4	1.9	0.9	5	139.00	7	38.10	44.00	17	8.4	1.9	1.2	5
126.00	9	34.00	45	17	8.8	1.9	0.8	4	121.00	9	31.50	43.00	9	9.7	1.7	0.9	5
109.30	6	23.00	33	15	8.9	1.7	0.9	5	109.20	6	27.50	45.00	17	9.1	1.9	0.8	6
110.00	7	30.00	33	13	7.9	1.8	0.8	5	88.00	10	26.70	46.00	11	9.8	1.9	0.9	5
125.00	8	33.00	48	15	9.2	1.9	1.2	5	105.50	7	26.00	46.00	15	8.9	2.1	0.9	5
118.11	8.05	32.08	40.25	14.8	9.025	1.89	0.955	5.05	106.25	9.1	29.47	45.05	14.8	9.21	1.905	0.97	5.15
Bloque III									Bloque IV								
115.60	10	42.40	37	16	8.5	1.9	0.9	5	119.50	10	36.00	46	29	9.3	2.1	0.9	5
158.30	5	39.10	34	11	9.3	1.8	1.2	5	138.30	10	23.50	33	7	9.6	1.8	0.8	5
128.30	11	36.40	31	10	8.8	2.1	1.1	5	115.20	7	33.50	45	11	8.6	1.9	1.1	5
137.00	11	48.10	32	11	9.6	1.8	0.8	5	113.10	10	33.10	44	16	8.7	1.7	1.2	5
121.30	9	44.30	39	18	7.8	2.1	1.2	5	133.50	11	35.20	50	14	9.5	1.9	1.2	6
127.10	8	32.00	47	18	8.7	1.9	1.1	6	125.60	11	20.10	53	21	8.7	1.8	1.1	5
141.00	10	33.00	39	18	10.4	1.8	0.9	5	100.00	10	29.00	33	18	9.3	1.7	0.9	4
125.40	7	40.60	36	6	9.4	1.7	0.9	6	97.30	6	33.70	41	16	9.8	1.8	0.9	4
136.40	10	42.40	28	15	8.5	1.8	1	5	115.10	13	27.30	47	10	9.7	1.8	1.2	5
118.30	7	40.30	34	15	8.1	2.2	1.2	5	107.30	5	46.00	38	17	8.5	2.1	0.9	6
116.10	8	44.10	32	10	8.4	1.7	0.9	4	105.20	10	32.40	33	10	9.1	1.9	1.1	5
123.00	8	40.10	33	13	8.2	1.9	0.8	5	123.50	10	40.00	58	18	8.6	1.8	1	5
141.00	11	41.50	43	11	9.4	2.1	0.8	6	121.10	12	32.30	48	20	9.6	1.9	0.9	4
116.50	7	31.50	44	5	9.3	1.9	1.1	4	116.30	11	32.40	41	12	8.5	1.8	1.2	5
132.30	12	31.30	35	15	8.5	1.8	0.9	5	115.00	9	31.10	50	11	10.3	2.2	0.8	5
118.60	10	39.40	39	16	9.9	1.9	0.9	4	127.50	7	38.60	49	17	10.4	2.1	0.9	6
147.10	9	32.30	56	8	9.7	1.7	0.7	5	130.00	11	38.30	49	9	9.7	1.9	0.8	5
109.50	12	37.20	39	9	9.8	2.2	0.8	6	112.60	6	38.00	50	19	8.6	1.9	0.8	6
138.50	9	32.40	32	19	9.9	1.9	0.8	5	110.20	10	37.10	45	10	8.7	1.8	1.1	4
127.50	10	35.30	33	17	10.4	1.8	0.8	5	111.00	6	31.00	42	13	8.2	2.1	0.9	5
128.94	9.2	38.19	37.15	13.05	9.13	1.9	0.94	5.05	116.87	9.25	33.43	44.75	14.9	9.17	1.9	0.985	5

Anexo 2: Medios fotográficos de verificación

Figura 33

Preparación del campo experimental



Figura 34

Siembra de tres semillas por golpe con un distanciamiento de 30 cm



Figura 35

Siembra y tapado de la semilla



Figura 36

Inicio de emergencia de tarwi



Figura 37

Riego del campo experimental en la fase de emergencia de plántulas



Figura 38

Desarrollo vegetativo de la planta de tarwi



Figura 39

Deshierbe del campo experimental



Figura 40

Inicio de formación de botón floral



Figura 41

Inicio de floración



Figura 42

Segundo aporque del cultivo



Figura 43

Plena floración con más del 50% por tratamiento



Figura 44

Detalle de longitud de inflorescencia en el tratamiento M-3



Figura 45

Evaluación de número de flores



Figura 46

Evaluación de altura de planta



Figura 47

Inicio de formación de vainas en el tratamiento M-1



Figura 48

Vainas del eje central en proceso de llenado en el tratamiento M-1



Figura 49

Madurez de vainas



Figura 50

Variabilidad de tamaño de grano en la fase de madurez



Figura 51

Maduración completa del campo experimental



Figura 52

Aspecto de cosecha en los diferentes tratamientos



Figura 53

Pesado de grano de tarwi por unidad experimental



Figura 54

Evaluación de espesor de grano



Figura 55

Evaluación de ancho de grano del tratamiento M-10



Figura 56

Evaluación de peso de 100 semillas del tratamiento M-5

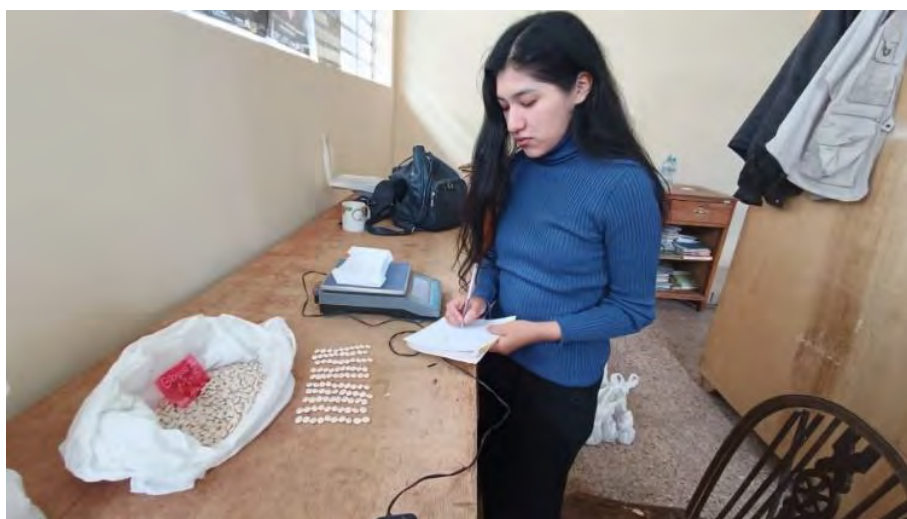


Figura 57

Pesado de 100 semillas de tarwi

