

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y ZOOTECNIA
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



TESIS

SELECCIÓN PARA TAMAÑO DE GRANO Y DETERMINACIÓN DE CALIBRE EN
***Lupinus mutabilis* Sweet, EN EL GERMOPLASMA DE TARWI DEL CICA – FAZ**
K'AYRA – CUSCO

PRESENTADO POR:

Br. ADELAIDA JUDITH CONDORI TTITO

PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL
DE INGENIERO AGRÓNOMO

ASESOR:

Dr. TEÓFILO POMPEYO COSIO CUENTAS

CUSCO – PERÚ

2024

INFORME DE ORIGINALIDAD

(Aprobado por Resolución Nro. CU-303-2020-UNSAAC)

El que suscribe, **Asesor** del trabajo de investigación/tesis titulada: SELECCIÓN PARA TAMAÑO DE GRANO Y DETERMINACIÓN DE CALIBRE EN *Lupinus mutabilis* Sweet, EN EL GERMOPLASMA DE TARWI DEL CICA-FAZ K'AYRA-CUSCO

presentado por: Adelaida Judith Condori Tito con DNI Nro.: 78111062 presentado por: con DNI Nro.: 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 Antiplagio, conforme al Art. 6° del **Reglamento para Uso de Sistema Antiplagio de la UNSAAC** y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de 4%.

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 se considera plagio.	X
Del 11 al 30 %	Devolver al usuario para las correcciones.	
Mayor a 31%	El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, quien a su vez eleva el informe a la autoridad académica para que tome las acciones correspondientes. Sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a Ley.	

Por tanto, en mi condición de asesor, firmo el presente informe en señal de conformidad y **adjunto** la primera página del reporte del Sistema Antiplagio.

Cusco, 25 de Enero de 2024



Firma

Post firma Dr. Teofilo Pompeyo Cosío Cuentas

Nro. de DNI 23867703

ORCID del Asesor 0000-0003-2369-268x

Se adjunta:

1. Reporte generado por el Sistema Antiplagio.
2. Enlace del Reporte Generado por el Sistema Antiplagio: oid: 27259:313280646

NOMBRE DEL TRABAJO

**TESIS FINAL ADELAIDA JUDITH CONDO
RI TTITO.pdf**

RECUENTO DE PALABRAS

29776 Words

RECUENTO DE CARACTERES

126170 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

91 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

2.4MB

FECHA DE ENTREGA

Jan 25, 2024 5:54 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Jan 25, 2024 5:55 PM GMT-5**● 4% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos

- 4% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de Crossref
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

- Base de datos de Internet
- Base de datos de trabajos entregados
- Material bibliográfico
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 8 palabras)

DEDICATORIA

A Dios por darme la fortaleza, la perseverancia y la inteligencia para lograr cada objetivo propuesto.

A mi madre querida **Simeona Ttito Ttito** por siempre darme todo su amor y apoyo incondicional, a mi padre **Juan Condori Puma** por todas sus motivaciones y exigencias, a mi hermana **Yamileth Condori Ttito** y a mi abuela **Paula Ttito Ttito** por su acompañamiento incesante.

A mi tía **Irma Arnado Ttito** por su colaboración incondicional en toda la etapa de mi formación académica.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco, Facultad de Agronomía y Zootecnia; Escuela Profesional de Agronomía, por haberme permitido formarme en sus aulas. También expresar mi más sincero agradecimiento a los docentes de la Facultad de Agronomía y Zootecnia, y en especial a todos los docentes de la Escuela Profesional de Agronomía por la importante labor que desarrollan en esta prestigiosa casa de estudios, impartiendo conocimientos y experiencias los cuales fueron fundamentales para mi formación académica y profesional.

A mi asesor, Dr. **Teófilo Pompeyo Cosio Cuentas** por su gran apoyo. Sus conocimientos, su persistencia y sus recomendaciones han sido fundamentales para la conclusión de este proyecto de investigación.

A todos mis amigos y amigas quienes contribuyeron en la realización de este trabajo.

ÍNDICE

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
RESUMEN	xi
INTRODUCCIÓN	1
I. PROBLEMA OBJETO DE INVESTIGACIÓN	3
1.1. Planteamiento del problema objeto de investigación.....	3
1.2. Formulación del problema.....	3
1.2.1. <i>Problema general</i>	3
1.2.2. <i>Problemas específicos</i>	3
II. OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN	4
2.1. Objetivo general.....	4
2.2. Objetivos específicos	4
2.3. Justificación	4
III. HIPÓTESIS	5
3.1. Hipótesis general	5
3.2. Hipótesis específicas	5
IV. MARCO TEÓRICO	6
4.1. Antecedentes de la investigación	6
4.2. Tarwi.....	9
4.2.1. <i>Origen y distribución</i>	9
4.2.2. <i>Posición taxonómica</i>	10
4.2.3. <i>Descripción morfológica</i>	10
4.2.4. <i>Requerimientos climáticos y edáficos</i>	12
4.2.5. <i>Prácticas de cultivo</i>	13
4.2.6. <i>Enfermedades</i>	16
4.2.7. <i>Cosecha</i>	17
4.2.8. <i>Usos</i>	19

4.3.	Mejoramiento genético del tarwi	20
4.3.1.	<i>Variedades</i>	20
4.3.2.	<i>Germoplasma de tarwi</i>	20
4.3.3.	<i>Métodos de mejoramiento utilizados en tarwi</i>	20
4.3.4.	<i>Tamaño de grano y clasificación</i>	23
V.	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	26
5.1.	Tipo de investigación	26
5.2.	Ubicación temporal del experimento	26
5.3.	Ubicación del campo experimental.....	26
5.4.	Variables climáticas en la etapa de investigación.....	27
5.5.	Materiales y equipos	27
5.5.1.	<i>Material genético</i>	27
5.5.2.	<i>Materiales de campo</i>	30
5.5.3.	<i>Herramientas</i>	30
5.5.4.	<i>Equipos</i>	30
5.6.	Métodos	31
5.6.1.	<i>Características del campo experimental</i>	31
5.6.2.	<i>Conducción del cultivo</i>	36
5.6.3.	<i>Evaluaciones</i>	38
5.6.4.	<i>Metodología de calibración</i>	39
VI.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	43
6.1.	Resultados de longitud, ancho, espesor de grano y peso de 100 semillas para las 278 accesiones	43
6.1.1.	<i>Respecto a la longitud de grano</i>	48
6.1.2.	<i>Respecto al ancho de grano</i>	50
6.1.3.	<i>Respecto al espesor de grano</i>	51
6.1.4.	<i>Respecto al peso de grano</i>	53
6.2.	Regresión y correlación para componentes primarios de grano	54

6.2.1.	<i>Sobre la regresión de longitud de grano con ancho de grano</i>	55
6.2.2.	<i>Sobre la regresión de longitud de grano con espesor de grano</i>	55
6.2.3.	<i>Sobre la regresión de longitud de grano con peso de 100 semillas .</i>	56
6.2.4.	<i>Sobre la regresión de ancho de grano con espesor de grano</i>	56
6.2.5.	<i>Sobre la regresión de ancho de grano con peso de 100 semillas</i>	57
6.2.6.	<i>Sobre la regresión de espesor de grano con peso de 100 semillas .</i>	57
6.3.	Determinación de calibre de grano.....	58
6.4.	Evaluación estadística para las cinco categorías de calibre	58
6.4.1.	<i>Para la categoría con calibre muy grande.....</i>	59
6.4.2.	<i>Para la categoría con calibre grande</i>	63
6.4.3.	<i>Para la categoría con calibre mediano.....</i>	68
6.4.4.	Para la categoría con calibre pequeño	73
6.4.5.	Para la categoría con calibre muy pequeño	78
VII.	CONCLUSIONES.....	83
	SUGERENCIAS.....	85
	BIBLIOGRAFÍA.....	86
	ANEXOS.....	90
	ANEXO 1: VARIABLES TAMAÑO DE GRANO.....	91
	ANEXO 2: RESULTADOS CALIBRACIÓN	96
	ANEXO 3: FOTOGRAFÍAS DE 18 ACCESIONES CON TAMAÑO DE GRANO MAYOR A 35G POR 100 SEMILLAS.....	101
	ANEXO 4: FOTOGRAFÍAS DE EVALUACIÓN DE TAMAÑO DE GRANO	103

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Variables climáticas</i>	27
Tabla 2 <i>Resumen de las variables climáticas</i>	27
Tabla 3 <i>Identificación de accesiones y líneas evaluadas</i>	28
Tabla 4 <i>Categorías de calibración de <i>Lupinus mutabilis</i> o tarwi</i>	40
Tabla 5 <i>Resultados de longitud de grano, ancho, espesor de grano y peso de 100 semillas</i>	43
Tabla 6 <i>Resumen estadístico de longitud de grano, ancho, espesor de grano y peso de 100 semillas</i>	48
Tabla 7 <i>Tabla de distribución de frecuencias para longitud de grano</i>	49
Tabla 8 <i>Tabla de distribución de frecuencias para ancho de grano</i>	50
Tabla 9 <i>Tabla de distribución de frecuencias para espesor de grano</i>	52
Tabla 10 <i>Tabla de distribución de frecuencias para peso de 100 semillas</i>	53
Tabla 11 <i>Resumen de coeficientes de regresión y correlación</i>	54
Tabla 12 <i>Categorías de calibre y porcentaje sobre la muestra total</i>	58
Tabla 13 <i>Parámetros para calibre muy grande (18 accesiones)</i>	59
Tabla 14 <i>Resumen de coeficientes de regresión y correlación para categoría muy grande</i>	59
Tabla 15 <i>Parámetros para calibre grande (63 accesiones)</i>	63
Tabla 16 <i>Resumen de coeficientes de regresión y correlación</i>	64
Tabla 17 <i>Parámetros para calibre mediano (124 accesiones)</i>	68
Tabla 18 <i>Resumen de coeficientes de regresión y correlación</i>	69
Tabla 19 <i>Parámetros para calibre pequeño (41 accesiones)</i>	73
Tabla 20 <i>Resumen de coeficientes de regresión y correlación</i>	74
Tabla 21 <i>Parámetros para calibre muy pequeño (32 accesiones)</i>	78
Tabla 22 <i>Resumen de coeficientes de regresión y correlación</i>	79
Tabla 23 <i>Longitud, ancho y espesor de grano de tarwi y peso de 100 granos</i>	91
Tabla 24 <i>Accesiones con calibre de grano muy grande</i>	96
Tabla 25 <i>Accesiones con calibre de grano grande</i>	97
Tabla 26 <i>Accesiones con calibre de grano mediano</i>	97
Tabla 27 <i>Accesiones con calibre de grano pequeño</i>	99
Tabla 28 <i>Accesiones con calibre de grano muy pequeño</i>	100

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Variables climáticas para la etapa de investigación</i>	27
Figura 2 <i>Croquis del campo experimental – Surco 1 al 11</i>	32
Figura 3 <i>Croquis del campo experimental – Surco 12 al 23</i>	33
Figura 4 <i>Croquis del campo experimental – Surco 24 al 35</i>	34
Figura 5 <i>Croquis del campo experimental – Surco 36 al 47</i>	35
Figura 6 <i>Croquis de la parcela experimental</i>	36
Figura 7 <i>Categoría muy grande. Ejemplo de Límite superior de grano muy grande Peso de 100 semillas en accesión L-TG-001</i>	40
Figura 8 <i>Categoría grande. Ejemplo de Límite superior de grano grande Peso de 100 semillas en accesión CTC-140</i>	41
Figura 9 <i>Categoría mediana. Ejemplo de límite superior de grano mediano Peso de 100 semillas en accesión CTC-0434</i>	41
Figura 10 <i>Categoría pequeña. Ejemplo de límite superior de grano pequeño Peso de 100 semillas en accesiones CTC – 0462 y CTC – 260</i>	42
Figura 11 <i>Categoría muy pequeña. Ejemplo de límite superior de grano muy pequeño Peso de 100 semillas en accesión CTC-587</i>	42
Figura 12 <i>Histograma de longitud de grano</i>	50
Figura 13 <i>Histograma de ancho de grano</i>	51
Figura 14 <i>Histograma de espesor de grano</i>	52
Figura 15 <i>Histograma de peso de 100 semillas</i>	54
Figura 16 <i>Regresión lineal para longitud de grano (mm) y ancho de grano (mm)</i>	55
Figura 17 <i>Regresión lineal para longitud de grano (mm) y espesor de grano (mm)</i>	55
Figura 18 <i>Regresión lineal para longitud de grano (mm) y peso de 100 semillas (g)</i>	56
Figura 19 <i>Regresión lineal para ancho de grano (mm) y espesor de grano (mm)</i>	56
Figura 20 <i>Regresión lineal para ancho de grano (mm) con peso de 100 semillas (g)</i>	57
Figura 21 <i>Regresión lineal para espesor de grano (mm) con peso de 100 semillas (g)</i>	57
Figura 22 <i>Regresión lineal para longitud de grano (mm) y ancho de grano (mm) para tamaño de grano muy grande</i>	60

Figura 23 <i>Regresión lineal para longitud de grano (mm) y espesor de grano (mm) para tamaño de grano muy grande</i>	60
Figura 24 <i>Regresión lineal para longitud de grano (mm) y peso de 100 semillas (g) para tamaño de grano muy grande</i>	61
Figura 25 <i>Regresión lineal para ancho de grano (mm) y espesor de grano (mm) para tamaño de grano muy grande</i>	62
Figura 26 <i>Regresión lineal para ancho de grano (mm) y peso de 100 semillas (g) para tamaño de grano muy grande</i>	62
Figura 27 <i>Regresión lineal para espesor de grano (mm) y peso de 100 semillas (g) para tamaño de grano muy grande</i>	63
Figura 28 <i>Regresión lineal para longitud de grano (mm) y ancho de grano (mm) para tamaño de grano grande</i>	64
Figura 29 <i>Regresión lineal para longitud de grano (mm) y espesor de grano (mm) para tamaño de grano grande</i>	65
Figura 30 <i>Regresión lineal para longitud de grano (mm) y peso de 100 semillas (g) para tamaño de grano grande</i>	66
Figura 31 <i>Regresión lineal ancho de grano (mm) y espesor de grano (mm) para tamaño de grano grande</i>	66
Figura 32 <i>Regresión lineal para ancho de grano (mm) y peso de 100 semillas (g) para tamaño de grano grande</i>	67
Figura 33 <i>Regresión lineal para espesor de grano (mm) con peso de 100 semillas (g) para tamaño de grano grande</i>	68
Figura 34 <i>Regresión lineal para longitud de grano (mm) y ancho de grano (mm) para tamaño de grano mediano</i>	69
Figura 35 <i>Regresión lineal para longitud de grano (mm) con espesor de grano (mm) para tamaño de grano mediano</i>	70
Figura 36 <i>Regresión lineal para longitud de grano (mm) con peso de 100 semillas (g) para tamaño de grano mediano</i>	71
Figura 37 <i>Regresión lineal para ancho de grano (mm) y espesor de grano (mm) para tamaño de grano mediano</i>	71
Figura 38 <i>Regresión lineal para ancho de grano (mm) y peso de 100 semillas (g) para tamaño de grano mediano</i>	72
Figura 39 <i>Regresión lineal para espesor de grano (mm) y peso de 100 semillas (g) para tamaño de grano mediano</i>	73

Figura 40 <i>Regresión lineal de longitud de grano (mm) con ancho de grano (mm) para tamaño de grano pequeño</i>	74
Figura 41 <i>Regresión lineal de longitud de grano (mm) con espesor de grano (mm) para tamaño de grano pequeño</i>	75
Figura 42 <i>Regresión lineal de longitud de grano (mm) con peso de 100 semillas (g) para tamaño de grano pequeño</i>	76
Figura 43 <i>Regresión lineal de ancho de grano (mm) con espesor de grano (mm) para tamaño de grano pequeño</i>	76
Figura 44 <i>Regresión lineal de ancho de grano (mm) con peso de 100 semillas (g) para tamaño de grano pequeño</i>	77
Figura 45 <i>Regresión lineal de espesor de grano (mm) con peso de 100 semillas (g) para tamaño de grano pequeño</i>	78
Figura 46 <i>Regresión lineal de longitud de grano (mm) con ancho de grano (mm) para tamaño de grano muy pequeño</i>	79
Figura 47 <i>Regresión lineal de longitud de grano (mm) con espesor de grano (mm) para tamaño de grano muy pequeño</i>	80
Figura 48 <i>Regresión lineal de longitud de grano (mm) con peso de 100 semillas (g) para tamaño de grano muy pequeño</i>	81
Figura 49 <i>Regresión lineal de ancho de grano (mm) con espesor de grano (mm) para tamaño de grano muy pequeño</i>	81
Figura 50 <i>Regresión lineal de ancho de grano (mm) con peso de 100 semillas (g) para tamaño de grano muy pequeño</i>	82
Figura 51 <i>Regresión lineal de espesor de grano (mm) con peso de 100 semillas (g) para tamaño de grano muy pequeño</i>	82

RESUMEN

El presente 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”, fue realizado durante la campaña agrícola 2019 - 2020.

Los objetivos específicos fueron 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.

El tipo de investigación fue experimental con enfoque descriptivo y explicativo, con diseño no experimental. El área que ocupó el campo experimental fue de 2,271.51 m², en el cual, se instalaron las 278 accesiones de tarwi procedentes del programa de investigación en tarwi del Centro de Investigación de Cultivos Andinos (CICA).

Los resultados fueron: 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. 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.

Palabras clave: Tarwi, tamaño de grano, categorización por calibre.

INTRODUCCIÓN

El tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet), cultivado principalmente en la zona andina del país, tiene gran potencial como alimento altamente nutritivo por su contenido elevado de proteínas, como afirma PROINPA (s.f.) en comparación con otras leguminosas, el tarwi puede alcanzar hasta un 50% de contenido de proteínas.

Según Rendón et al. (2019), citado por SIERRA Y SELVA EXPORTADORA (2021) en la region Cusco el cosumo percapita es de 5 kg por habitante por año y asimismo ocupa el segundo lugar en consumo de tarwi a nivel nacional. Además de su valor nutritivo, el tarwi tiene gran importancia para recuperar y mejorar suelos degradados, por la simbiosis a nivel radicular, establecida con bacterias del género *Rhizobium*.

A nivel nacional según los registros de Midagri (2023) para el año 2021 la producción fue de 15,778 toneladas, el principal productor fue La Libertad con 5,632 toneladas equivalente al 35.69% de la producción nacional, seguido de la región Cusco con 2,779 toneladas equivalente al 17.61% de la producción nacional. A nivel regional según el mapa de provincias productoras de tarwi de Swisscontact (s.f.) para el año 2018 muestra que habido una producción de tarwi a nivel de todas las provincias de la región Cusco, resaltando las provincias de Anta y Cusco con una producción mayor a 250 toneladas.

Existen varias alternativas para mejorar la producción del cultivo de tarwi, entre ellas tiene gran importancia el mejoramiento genético, cuyo objetivo es obtener variedades de alto rendimiento y buena calidad de grano, en ese sentido el Centro de Investigaciones en Cultivos Andinos (CICA) de la Facultad de Agronomía y Zootecnia de la UNSAAC, realiza procesos de selección de líneas promisorias de tarwi, considerando el tamaño de grano y otras características que permitan mejorar la producción de tarwi.

En la presente investigación se evaluó 278 accesiones de tarwi del Banco de Germoplasma del CICA con la finalidad de clasificar la variabilidad de tarwi según su calibre de grano y caracterizar los componentes primarios de rendimiento

del grano considerando longitud, ancho, espesor de grano y el peso de 100 granos en gramos. La evaluación realizada ha permitido categorizar sobre esta muestra amplia toda la variabilidad de tamaño de grano, determinando cinco categorías de calibre desde granos muy grandes hasta granos muy pequeños. Dentro de esta especie no se tiene clasificación de tamaño por calibre por lo tanto este trabajo de investigación aporta al conocimiento de la especie.

La autora.

I. PROBLEMA OBJETO DE INVESTIGACIÓN

1.1. Planteamiento del problema objeto de investigación

Según el Midagri (2023) la producción de tarwi, en la región Cusco, se ha reducido de 3,048 a 2,779 toneladas de grano, considerando el periodo 2016 al 2021. Igual comportamiento ha tenido la superficie cosechada, que se redujo de 2,331 a 2,033 hectáreas, esto ha sucedido a pesar de que, el rendimiento se ha incrementado de 1,000 a 1,367 kg/ha y los precios subieron de 3.86 a 4.51 soles por kilogramo, este último precio fue para el año 2023 y según la misma fuente consultada.

La reducción de la producción tiene varias causas, entre ellas, la siembra de variedades con granos de tamaño y calibre pequeño, los cuales, al ser poco preferidos por los consumidores, provoca reducción de la demanda del producto y desincentiva la siembra de mayor superficie y con ello mayor producción. Una alternativa viable para resolver el problema anterior es obtener por intermedio del mejoramiento genético, variedades de tarwi que tengan granos grandes y de mayor calibre. Dentro de este contexto el Centro de Investigación de Cultivos Andinos (CICA) de la Facultad de Agronomía y Zootecnia de la UNSAAC cuenta con líneas superiores seleccionados por tamaño, los cuales deben ser evaluados, con el fin de contribuir en el proceso de selección realizado por la institución.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Cuánta variabilidad habrá en longitud, ancho, espesor, peso de 100 granos, que permitan establecer calibre de grano en diferentes categorías sobre una muestra amplia de 278 accesiones de tarwi, procedentes del Banco de Germoplasma del CICA, cultivadas en condiciones del Centro Agronómico K'ayra?

1.2.2. Problemas específicos.

1. ¿Existe alta variabilidad en la longitud, ancho y espesor de grano y peso de 100 semillas en 278 accesiones de tarwi, cultivadas en el Centro Agronómico K'ayra?
2. ¿Es importante conocer el calibre de las semillas de tarwi como indicador de calidad comercial?

II. OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN

2.1. Objetivo general

Evaluar la longitud, ancho, espesor, peso de 100 granos y el calibre de grano de 278 accesiones de tarwi procedentes del Banco de Germoplasma del CICA, cultivadas en condiciones del Centro Agronómico K'ayra.

2.2. Objetivos específicos

1. Seleccionar accesiones de tarwi cuyo tamaño de grano sea mayor de 35 gramos por peso de 100 semillas, en base a la evaluación de 278 accesiones del Banco de Germoplasma de Tarwi del CICA.
2. 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.

2.3. Justificación

Entre los objetivos de los programas de mejoramiento genético de plantas y entre ellos del tarwi, está obtener variedades con alto rendimiento y buena calidad de grano, el tamaño de grano es un indicador de calidad física, pero también, influye en el rendimiento de la especie, por tanto, determinar el tamaño de grano, expresado como longitud, ancho y espesor de grano, en una colección de germoplasma es importante, ya que, permite diferenciar entradas con granos grandes y comercialmente aceptados de aquellas entradas que a pesar de su rendimiento aceptable, pueden producir granos pequeños poco aceptados en el mercado.

El calibre de granos establecido según el peso de 100 semillas es un indicador del tamaño de las semillas de tarwi, que permite categorizar la calidad comercial en base a una amplia muestra de accesiones del germoplasma evaluado, que presentan semillas de gran calibre es muy importante, ya que, permitirán posteriormente seleccionar accesiones promisorias que podrán factibilizar en etapas posteriores del mejoramiento genético para tamaño de grano con alto rendimiento y gran aceptación en el mercado.

III. HIPÓTESIS

3.1. Hipótesis general

Existe suficiente base genética dentro de la variabilidad de 278 accesiones de tarwi para obtener mayor tamaño de grano en tarwi y establecer el calibre comercial de tamaño de grano.

3.2. Hipótesis específicas

1. Dentro del Germoplasma de 278 accesiones de Tarwi, existe variabilidad genética para seleccionar accesiones de tarwi con semillas superiores a 35 gramos por 100 semillas, siendo factible estabilizar estos genotipos para obtener nuevas variedades con mayor tamaño de grano.
2. Existe ecotipos o accesiones de tarwi en el Banco de Germoplasma, cuyas semillas varían desde 15 gramos por 100 semillas, hasta 35 gramos por 100 semillas, cuya variabilidad permite clasificar por calibre de semilla en categorías comerciales.

IV. MARCO TEÓRICO

4.1. Antecedentes de la investigación

Chávez (2020) en el trabajo de tesis “Selección de líneas para tamaño de grano en tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) CICA - FCA – UNSAAC”, realizado en la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, con los objetivos de seleccionar líneas de tarwi por mayor tamaño de grano superiores a 30 gramos por 100 semillas, caracterizar el tamaño de grano en 130 líneas y establecer categorías de tamaño de semilla en tarwi de grano grande, evaluó 131 accesiones del Banco de Germoplasma de tarwi del Centro de Investigaciones en Cultivos Andinos, de la Facultad de Agronomía y Zootecnia de la UNSAAC, obteniéndose los siguientes resultados: largo de grano promedio 11.18 mm, valor máximo alcanzado 13.36 mm, valor mínimo 8.24 mm, rango de variación de 5.12 mm, desviación estándar 0.79 mm y coeficiente de variabilidad 7.12%. Ancho de grano promedio 9.01 mm, valor máximo 10.45 mm, valor mínimo 5.32 mm, rango de variación 5.13 mm, desviación estándar 0.67 mm y coeficiente de variabilidad 7.49%. Espesor de grano promedio 5.17 mm, rango de variación de 6.23 mm con un valor máximo de 9.28 mm, valor mínimo 3.15 mm, desviación estándar de 0.64 mm y 12.33% de coeficiente de variabilidad. Peso de 100 granos promedio 26.27 g, rango de variación 22.2 g, con un valor máximo de 40.06 g y un valor mínimo de 17.86 g, desviación estándar 4.29 g y 16.32% de coeficiente de variabilidad.

Mamani (2020) en su trabajo de investigación “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, con el objetivo de 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 obtenidos 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.

Sicos (2019) en la tesis “Caracterización agrobotánica de ciento treinta y seis accesiones de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet). en Andenes Anta – Cusco”, ejecutado en la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, con el objetivo de evaluar las características botánicas, agronómicas y fenológicas de 136 accesiones de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) de la región Cusco, en condiciones del campo experimental Andenes, con material genético proveniente del Banco de Germoplasma del Instituto Nacional de Innovación Agraria, entre los resultados se obtuvo lo siguiente: Longitud de semilla promedio 9.64 mm, rango de variación 5.53 mm, con un valor máximo de 11.67 mm y un valor mínimo de 6.14 mm, desviación estándar de información registrada de 1.14 mm y 11.83% de coeficiente de variación. Ancho de semilla promedio 7.88 mm, rango de variación 4.37 mm con un valor máximo de 9.59 mm y un valor mínimo de 5.22 mm, desviación estándar 0.85 mm y 10.78% de coeficiente de variación. Peso de 100 semillas promedio 21.86 g, rango de variación 17.55 g, con un valor máximo de 258.0 g y un valor mínimo de 13.9 g, desviación estándar 2.92 mm y 13.86% de coeficiente de variabilidad.

De La Cruz (2018) en el trabajo de investigación “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, con el objetivo de 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 obtenidos se 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.

Echavarría (2015) en la tesis “Evaluación de parámetros de rendimiento de 13 accesiones de tarwi (*Lupinus mutabilis* L.) en la comunidad de Manantial, Pampa-Rosario – Acobamba- Huancavelica”, realizado en la Universidad Nacional de Huancavelica, con el objetivo de evaluar los parámetros de rendimiento de 13 accesiones de Tarwi (*Lupinus mutabilis* L.) en la comunidad de Manantial Pampa - Rosario -Acobamba. Entre los resultados se tuvo: el peso de 100 granos promedio fue de 24.73 g, el rango de variación fue de 9.19 g, con un valor máximo de 31.64 g correspondiente a la accesión 12-00147 y un valor mínimo de 22.45 correspondiente a la accesión 12-0088, el coeficiente de variación fue de 5.42%.

Flores (2018) en la tesis “Caracterización agrobotánica de trece líneas avanzadas de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) por precocidad y rendimiento en el Centro Agronómico de K’ayra”, realizado en la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, con el objetivo de determinar la caracterización agrobotánicamente de trece líneas avanzadas de tarwi seleccionados por precocidad y rendimiento, en el Centro Agronómico de K’ayra, el germoplasma evaluado provino del Banco de Germoplasma del Centro de Investigaciones en Cultivos Andinos. Entre los resultados obtenidos se tuvo: El peso de 100 semillas promedio fue de 28.56 g, con un rango de variación de 3.98 g, con un valor máximo de 30.19 g y un valor mínimo de 26.21 g, la desviación estándar fue de 1.26 g y el coeficiente de variación fue de 4.43%.

Ubillus (2021) en la tesis “Componentes morfoagronómicas, rendimiento de grano seco y grano desamargado de variedades y ecotipos de *Lupinus mutabilis* Sweet en Marcará – Áncash”, ejecutado en la Universidad Nacional Agraria La Molina, con el objetivo de identificar las variedades y/o ecotipos promisorios de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) por sus componentes morfoagronómicas, rendimiento de grano seco, grano desamargado y características sensoriales adecuadas con respecto al ecotipo local bajo las condiciones de Marcará-Áncash. Entre los resultados se destacó los siguientes: la longitud de semilla promedio fue de 10.2 mm, rango de variación 1.0 mm, con un valor máximo de 10.8 mm correspondiente al ecotipo patón grande y un valor mínimo de 9.8 mm correspondiente al ecotipo Yunguyo, el coeficiente de variabilidad fue de 3.2%. El ancho de semilla promedio fue de 8.4 mm, rango de variación de 1.5 mm con valor

máximo de 9.1 mm correspondiente al ecotipo patón grande y un valor mínimo de 7.6 mm correspondiente al ecotipo Yunguyo, el coeficiente de variación fue de 3.4%. El espesor de grano promedio fue de 4.5 mm, el rango de variación fue de 2.5 mm con un valor máximo de 6.1 mm correspondiente al ecotipo Altagracia y un valor mínimo de 3.6 mm correspondiente al ecotipo Yunguyo, el coeficiente de variación fue de 18.0%. El peso de 100 semillas promedio fue de 21.6 g, el rango de variación fue de 10.2 g con un valor máximo de 25.7 g correspondiente al ecotipo patón grande y un valor mínimo de 15.5 g correspondiente al ecotipo Yunguyo, con un coeficiente de variabilidad de 10.8%.

Villanueva (2020) en el trabajo de investigación “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, con el objetivo de evaluar el comportamiento morfo agronómico y productivo de ecotipos regionales y variedades de tarwi en condiciones del Valle del Mantaro, Jauja, Junín. Las entradas evaluadas procedieron del Banco de Germoplasma de la Universidad Nacional Agraria La Molina y la Universidad Nacional del Altiplano, entre los resultados obtenidos 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 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%.

4.2. Tarwi

4.2.1. Origen y distribución

Zavaleta (2018) sostiene que el tarwi es originario de la zona andina de Perú, Bolivia y Ecuador, agrega que los pobladores andinos domesticaron el tarwi hace más de 1,500 años, como lo demuestran las evidencias encontradas en cerámicas y telares, en los cuales, se observa la figura estilizada del tarwi, se ha encontrado también restos de semillas en tumbas de la cultura Nazca con un antigüedad de 100 a 500 años, y pinturas estilizadas en cerámicas y vasos ceremoniales de la cultura Tiahuanaco con un antigüedad de 500 a 1000 años.

FAO (2018) indica que el tarwi presenta la mayor variabilidad genética en las zonas andinas de Bolivia, Perú y Ecuador, pero que la forma silvestre se encuentra distribuida desde Colombia hasta el norte de Argentina. Agrega que en Bolivia su cultivo está limitado a la zona del altiplano, valles interandinos y regiones circundantes al lago Titicaca, en Ecuador está distribuida en 10 provincias de la sierra, finalmente en Perú mayormente se cultiva en zonas circundantes al lago Titicaca, en menor extensión en Cusco, Cajamarca, en la sierra de La Libertad, Ancash, Huánuco, Apurímac, Huancavelica, Ayacucho y Junín.

4.2.2. Posición taxonómica

Según la clasificación propuesta por Cronquist (1981), citado por Zavaleta (2018) la posición taxonómica del tarwi es:

Reino.....Plantae
División.....Magnoliophyta
Clase.....Magnoliopsida
Subclase.....Rosidae
Orden.....Fabales
Familia.....Fabaceae
Género.....Lupinus
Especie.....*Lupinus mutabilis* Sweet

4.2.3. Descripción morfológica

4.2.3.1. 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 *Rizhobium lupini* puede generar una gran cantidad de nódulos, habiéndose reportado hasta 50 g de nódulos por planta. Zavaleta (2018) agrega que los nódulos formados en las raíces del tarwi pueden variar de 1 a 3 cm de diámetro, cuando se cultiva en suelos con bacterias nativas la nodulación puede comenzar a partir del

quinto día después de la germinación, estos nódulos principalmente se ubican en la raíz primaria.

4.2.3.2. Hoja.

FAO (2018) sostiene que las hojas del tarwi tiene forma digitada o similares a una mano, presentan de 5 a 12 foliolos cuyas formas varían de ovalados a lanceolados, de amarillo verdoso a verde oscuro, presenta menor pubescencia que otras especies del género *Lupinus*, se nota la presencia de hojas estipulares en la base de los peciolos que a veces puede ser rudimentario.

4.2.3.3. Tallo.

Zavaleta (2018) menciona que la altura de planta del tarwi varia 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, el número de ramas secundarias y terciarias varia ampliamente, se ha registrado hasta 52 ramas por planta. El autor 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.

4.2.3.4. Inflorescencia.

FAO (2018) argumenta que la inflorescencia del tarwi es de tipo racimo terminal, las flores son verticiladas agrupadas hasta con 60 flores, la planta puede producir hasta 1,000 flores y las floraciones pueden ser sucesivas. Zavaleta (2018) agrega que la inflorescencia puede tener crecimiento simpodial, es decir las ramificaciones de la inflorescencia secundarias y terciarias pueden superar en tamaño al eje principal.

4.2.3.5. Flores.

Zavaleta (2018) cita 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 varía de azul claro al inicio hasta un azul intenso, este hecho da el nombre a la especie. FAO (2018) agrega que las anteras presentan dos tamaños distintos y se ubican en forma alterna, el estilo es encorvado, el cáliz presenta borde dentado y pubescente.

4.2.3.6. Fruto.

FAO (2018) cita que el fruto del tarwi es de tipo vaina, con una longitud variable de 5 a 15 cm de largo y de 1.5 a 2.5 cm de ancho, está formado por un carpelo desarrollado, unido con una sutura ventral y dorsal, la cantidad de semilla por vaina varía de 4 a 12 semillas, la vaina es inmadura es pubescente mientras que, la vaina madura es plana y agudizada en forma curva en los extremos, debido al proceso de selección al cual fue sometida en épocas anteriores, las vainas son indehiscentes.

4.2.3.7. Semilla.

Zavaleta (2018) refiere que la semilla de tarwi mide de 0.5 a 1.5 cm de largo en promedio, normalmente un kilogramo de semilla puede contener de 3,500 a 5,000 semillas y el tamaño depende de la variedad y de las condiciones de cultivo. FAO (2018) agrega que la semilla se encuentra recubierta por un tegumento duro y que constituye el 10% de la semilla, para Zavaleta (2018) en este tegumento se encuentran los alcaloides que le dan sabor amargo a los granos, razón por la cual, deben ser remojados para ser eliminados. Tapia (2015) destaca que el color de la semilla es muy variable, blanca, gris, color bayo, marrón, negro, marmorizado, las semillas blancas pueden tener pintas o jaspes de otro color distribuidos en forma de cejas, bigotes, media luna, entre otras formas. Zavaleta (2018) agrega que la forma de la semilla es también variable de redonda, ovalada incluso de forma cuadrangular.

4.2.4. *Requerimientos climáticos y edáficos*

4.2.4.1. Temperatura.

Suquilanda (2008) cita que el tarwi se cultiva adecuadamente en áreas moderadamente frías con temperaturas en el rango de 7 a 14°C, el tarwi es muy susceptible a las heladas en la etapa de formación del eje floral, pero es tolerante

durante la maduración, en la formación de granos y después de primera y segunda floración. Sin embargo, Guzmán et al., (2015) afirman que las heladas afectan el tarwi especialmente cuando inciden antes de la maduración del grano y como consecuencia se presentan granos poco llenos o chupados, lo cual reduce el rendimiento, agregan también que las heladas retrasan la floración. FAO (2018) refiere que se han encontrado ecotipos de tarwi en el altiplano boliviano que tiene mayor capacidad de resistir heladas, incluso temperaturas inferiores a -10°C .

4.2.4.2. Suelo.

FAO (2018) precisa que el tarwi puede adaptarse a diferentes tipos de suelo, sin embargo, es recomendable suelos francos y franco arenosos, con buenas condiciones de drenaje, contenido adecuado de nutrientes minerales, pH debe fluctuar de 5 a 7, puede adaptarse incluso en suelos salinos y de baja fertilidad, cuando el contenido de materia orgánica es muy alto, el crecimiento del tarwi es elevado, pero se retrasa la floración.

4.2.5. Prácticas de cultivo

4.2.5.1. Preparación del terreno.

Guzmán et al., (2015) 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.

Suquilanda (2008) refiere que la aradura se puede realizar con tractor agrícola, provisto de arado tipo cincel para incorporar malezas y residuos de la cosecha anterior y exponer a los insectos del suelo al efecto de los rayos solares y enemigos naturales, en terrenos sueltos recomienda una sola pasada de rastra para desterronar el terreno y que los surcos deben elaborarse con pendiente

adecuada como para que el agua de la lluvia discurra libremente y no forme charcos.

4.2.5.2. Siembra.

- *Época de siembra:* Tineo (2002) 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 secano, sin embargo, la fecha exacta de siembra depende de la presencia de lluvias.
- *Sistemas de siembra:* Suquilanda (2008) sostiene que el tarwi además de ser sembrado como monocultivo puede ser asociado con haba, quinua, frejol, entre otros cultivos, incluso se siembra en franjas delgadas que rodean campos de papa, con la finalidad de servir como barrera para adultos de gorgojo de los andes, migrantes de campos vecinos.
- *Densidad de siembra:* Tineo (2002) 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. FAO (2018) refiere que puede utilizarse de 40 a 90 kg/ha, con distanciamiento entre surcos de 0.6 a 0.8 m y distancia entre golpes de 0.2 a 0.3 m, la densidad de siembra debe ser de 55,000 plantas/ha para ecotipos tardíos y de 110,000 plantas/ha para ecotipos precoces.

4.2.5.3. Control de malezas.

Meneses (1996) citado por Huanca (2018) 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.

Peralta et al., (2014) recomiendan control químico de malezas en el tarwi, utilizando herbicidas pre emergentes, los cuales pueden aplicarse incluso dos días antes de la siembra, dentro de este grupo se encuentra el herbicida Imazetapir aplicado a dos mililitros por litro de agua. Estos autores recomiendan aplicar Paraquat en post emergencia a una dosis de dos litros por hectárea, utilizando pantallas plásticas para evitar que la solución moje el cultivo.

Jacobsen y Mujica (2004) citados por Zavaleta (2018) a nivel de la zona andina citan las siguientes malezas como frecuentes en el cultivo de tarwi: Cebadilla (*Bromus unioloides*), Chijchipa (*Tagetes mandonii*), pirca (*Bidens pilosa*), nabo silvestre (*Brassica campestris*), carretilla (*Medicago hispida*) y kikuyo (*Pennisetum clandestinum*).

4.2.5.4. Fertilización.

Peralta et al., (2014) señalan que la fertilización en tarwi debe realizarse según los resultados del análisis del suelo, sin embargo, como recomendación general para suelos de textura suelta tipo arenosa, es de 30 a 60 kg de fósforo/ha a la siembra, para corregir deficiencia por micronutrientes recomiendan aplicar abonos foliares, especialmente fosforados, no se recomienda abonos foliares con alto contenido de nitrógeno, cuando el contenido de materia orgánica es inferior al 2% se recomienda cuatro toneladas de estiércol descompuesto por hectárea. Tineo (2002) recuerda que el tarwi no requiere nitrógeno como fertilizante, ya que, esta especie fija nitrógeno atmosférico a través de la simbiosis establecida entre las raíces de la planta y las bacterias del género *Rhizobium*, específicamente *R. lupini*, agrega que si el suelo es pobre en fósforo se recomienda aplicar de 60 a 80 kg de superfosfato triple al momento de la siembra.

4.2.5.5. Riego.

INIAP (2001) citado por Huanca (2018) refiere que el tarwi se cultiva exclusivamente en condiciones de secano, por tanto, no se realiza la práctica de riego, esto sucede en la zona andina de Bolivia, Perú y Ecuador, en esas zonas el cultivo es totalmente dependiente de las precipitaciones pluviales presentes entre los meses de diciembre a marzo, sin embargo, Meneses (1996), citado por el mismo

autor, sostiene 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.

4.2.5.6. 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.

4.2.6. Enfermedades

—*Antracnosis*: Zavaleta (2018) menciona como agente causal de esta enfermedad a *Colletotrichum gloeosporioides*, el cual afecta principalmente tallos, hojas, vainas y semillas. La sintomatología típica es la aparición de manchas hundidas anaranjadas en los órganos afectados, cuando el ataque es en la zona apical el brote gira hacia abajo, se necrosa y no se forman flores ni frutos. Tapia (2015) agrega que las manchas en las vainas son de 1 a 3 cm de diámetro y pueden estar cubiertas por una capa de conidias del hongo de color anaranjado, los granos al ser atacados no logran llenar completamente, con respecto al control este autor menciona que es recomendable quemar los residuos de cosecha, ya que, el hongo puede sobrevivir como saprofito facultativo sobre los restos de cosecha y el suelo, se recomienda también utilizar semilla sana, obtenida de campos que no fueron afectados por la enfermedad,

finalmente, se debe desinfectar con fungicidas las semillas antes de la siembra. Guzmán et al., (2015) recomiendan aplicar fungicidas para controlar esta enfermedad entre ellos: Benomil a una dosis de 250 g/200 litros de agua, Carbendazim a una dosis de 200 cc/200 litros de agua y Propineb a una dosis de 600 g/200 litros de agua. Gerencia Regional de Agricultura (2019) refiere que el ciclo de la enfermedad desarrolla en forma temprana afectando el hipocótilo de la semilla, agrega que las vainas infectadas producen semillas infectadas, razón por la cual, la semilla es un medio de dispersión de la enfermedad, agrega que las temperaturas moderadas y alta humedad favorecen el desarrollo de la enfermedad.

- *Quemado del tallo*: Zavaleta (2018) refiere que el agente causal de esta enfermedad son los hongos *Ascochyta* spp. y *Phoma* spp., esta enfermedad ataca a nivel de tallo y vainas, presentándose manchas alargadas negras tendiente a violeta en el caso de *Ascochyta* spp. y marrón rojizo en *Phoma* spp.; puede ocurrir quiebre y caída de tallos en casos avanzados, razón por la cual, se conoce como quemado de tallo. Guzmán et al., (2015) citan que en el control químico de esta enfermedad se utiliza Carbendazim a una dosis de 120 a 240 cc/200 litros de agua, Clorotalonil a una dosis de 700 a 1000 cc/200 litros de agua y Propineb a una dosis de 600 g/200 litros de agua.
- *Roya*: Gerencia Regional de Agricultura (2019) afirma que esta enfermedad causada por el hongo *Uromyces lupini*.

4.2.7. Cosecha

Guzmán et al., (2015) señalan 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. FAO (2018) agrega que el punto óptimo de cosecha del tarwi ocurre cuando el movimiento de la planta produce sonido de sonaja, causado por el golpe de las semillas dentro de la vaina.

Las actividades que involucra la cosecha del tarwi son las siguientes:

- *Siega*: FAO (2018) recomienda cortar los tallos con la ayuda de una segadera e ir acomodando en forma de parvas para que continúe el

proceso de secado, ya que, no todas las vainas maduran al mismo tiempo. Zavaleta (2018) agrega 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.

- *Trilla*: Guzmán et al., (2015) refieren 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.
- *Secado*: FAO (2018) indica 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, 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.
- *Limpieza y clasificado*: Zavaleta (2018) refiere 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. 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.
- *Almacenaje*: Zavaleta (2018) recomienda 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. FAO (2018) menciona que los granos limpios y secos se almacenan en sacos de yute u otro material, sobre parihuelas y en condiciones de ambientes limpios, secos y frescos, generalmente el almacenaje ocurre en la vivienda de los productores, en algunos lugares pueden guardar los granos en vasijas de barro, en condiciones de sierra peruana los granos

pueden almacenarse hasta dos años, sin perder su valor nutritivo ni el poder germinativo.

4.2.8. Usos

MIDAGRI (2021) menciona el uso alimenticio del tarwi, en forma de grano entero en platos típicos de la región, se consumen también como grano molido en diversos platos, agrega que el consumo Per cápita en la región Cusco es de 5 kg/habitante. Mercado (2018) refiere que el tarwi es un alimento altamente nutritivo, contiene alto contenido de aceites de 14 a 24%, alto contenido de proteínas en un rango de 41 a 51%, fibra cruda 4.14% y 35.77% de carbohidratos.

MIDAGRI (2021) indica que el tarwi utilizado como abono verde permite mejorar y recuperar suelos degradados debido a que esta especie fija nitrógeno ambiental por la simbiosis establecida en las raíces con bacterias nitrificantes del género *Rhizobium*. Mercado (2018) agrega que el tarwi fija nitrógeno atmosférico en un promedio anual de 150 a 300 kg de nitrógeno/ha.

Mercado (2018) menciona los siguientes usos adicionales del tarwi:

- *Repelente de plagas*: el tarwi es utilizado por sus bondades repelentes de algunos insectos plaga del suelo, debido principalmente a su contenido de alcaloides y saponina.
- *Desparasitación de cuyes y ovinos*: el producto resultante del desamargado de los granos se utiliza en el control de garrapatas en el ganado ovino, y puede utilizarse para desparasitar cuyes.
- *Usos medicinales*: los alcaloides del tarwi presentan buen efecto antimicrobiano, principalmente frente a bacterias y hongos de interés clínico. Los alcaloides del tarwi alarga la vida poscosecha de algunas frutas altamente perecibles. Los extractos lipídicos y los alcaloides del tarwi tiene aceptable actividad cicatrizante. Finalmente, el grano entero y el agua del desamargado controlan el nivel glucémico y lipídico.
- *Otros usos*: el tarwi puede utilizarse como cultivo trampa para nemátodos. Puede utilizarse como regulador de crecimiento o fertilizante en cultivos de maíz, papa y trigo.

4.3. Mejoramiento genético del tarwi

4.3.1. Variedades

Jacobsen y Mujica (2004) citados por Zavaleta (2018) mencionan algunas variedades de tarwi a nivel nacional: Variedad Cusco de flores blancas, Carlos Ochoa y Fortunato Herrera ambos de alto rendimiento, SCG-25 de alto rendimiento y grano blanco y negro, SCG-9 de alto rendimiento y grano de color blanco, estas variedades fueron seleccionados por CICA-UNSAAC, Variedad K'ayra y Andenes-80 seleccionado por INIA-Cusco ambos de alto rendimiento, Huamachuco seleccionado por INIA-Cajamarca tolerante a antracnosis, Puno precoz y de planta pequeña, Yunguyo de alto rendimiento ambos seleccionados por INIA-Puno, Sacacatani de alto rendimiento y tardío, SCG-1 al SCG-4 precoces, variedades seleccionadas por UNA-Puno, Alta Gracia de alto rendimiento seleccionado por INIA-Huancayo, H6 de buen rendimiento seleccionado por la Universidad Nacional del Centro del Perú.

4.3.2. Germoplasma de tarwi

Zavaleta (2018) refiere que los principales bancos de germoplasma de tarwi en América del Sur se encuentran ubicados en Toralapa y Pairumani (Bolivia), K'ayra (Cusco), Santa Ana (Huancayo), Camacani (Puno), Canaan (Ayacucho) y Baños del Inca (Cajamarca), Temuco (Chile) y Quito (Ecuador). Mercado (2018) agrega que Bolivia cuenta con 119 accesiones conservado por el Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal (INIAF), Ecuador cuenta con 530 accesiones conservado por Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Perú cuenta con 2,103 accesiones conservadas por la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco, Instituto Nacional de Innovación Agraria, entre otras instituciones. Zavaleta (2018) agrega que la mayor colección de germoplasma de tarwi a nivel nacional se encuentra en el Centro de Investigaciones en Cultivos Andinos de la UNSAAC con 1,209 accesiones.

4.3.3. Métodos de mejoramiento utilizados en tarwi

Gabriel et al., (2018) señalan que el mejoramiento genético del tarwi en América del Sur utilizó mayormente el método de selección dentro de los ecotipos nativos, varios cultivares se obtuvieron por selección de poblaciones heterogéneas, doce cultivares fueron obtenidos por selección masal en Cusco, Huancayo,

Ayacucho, Puno, Cochabamba y Potosí. En 1988 se obtuvo en Chile el cultivar Inti libre de alcaloides, en 1999 en Ecuador obtuvo la variedad INIAP-450 por selección de alto rendimiento, pero susceptible a enfermedades foliares. En Bolivia la Fundación PROINPA comenzó el proceso de mejoramiento utilizando la selección masal estratificada a partir de genotipos locales. Los autores agregan que es posible lograr cultivares con mejores características agronómicas y nutritivas a partir de genotipos locales aplicando métodos convencionales de selección, como la selección individual, selección masal y técnicas moleculares.

4.3.3.1. Selección individual.

Arzate et al., (2019) refieren que la selección individual consiste en seleccionar la semilla de muchas plantas individuales o líneas puras dentro de una población original, se entiende que la variabilidad genética se encuentra entre las líneas, se selecciona para caracteres de alta heredabilidad como resistencia a enfermedades, se deja de lado los caracteres de baja heredabilidad como es el rendimiento y calidad, las semillas seleccionadas se siembran por cada línea pura y se procede a su evaluación y se elige los fenotipos buscados.

Vallejo y Estrada (2002) señalan que la selección de plantas individuales tiene tres etapas:

- Selección de un gran número de plantas individuales o líneas puras dentro de una población original, se realiza control ambiental a través de la estratificación del suelo según su fertilidad, humedad o drenaje con la finalidad de incrementar la eficiencia de la selección.
- Siembra de progenies de las líneas puras seleccionadas, la evaluación posterior puede prolongarse por varios años, se eliminan las plantas con defectos aparentes, se puede inocular enfermedades para eliminar líneas susceptibles, culminada la selección las líneas elegidas se cultivan en diferentes épocas y localidades para observar su comportamiento.
- Ejecución de experimentos bajo diseños estadísticos apropiados con adecuado número de repeticiones y utilizando testigos locales.

Camarena et al., (2014) mencionan tres tipos de selección individual:

- *Selección individual a partir de variedades locales*: se utiliza variedades locales tradicionales, se aíslan líneas puras considerando fenotipos sobresalientes, luego se comparan y se realizan las pruebas estadísticas.
- *Selección para conservación de variedades*: el objetivo es conservar la pureza genética de la variedad, manteniendo cada año un número de líneas, la cantidad de líneas depende de la especie y su grado de multiplicación y el área cultivada.
- *Selección individual después de la hibridación*: el objetivo es maximizar la selección ya que esta labor se realiza con prueba de progenie o conocimiento de la genealogía de los tipos seleccionados.

Camarena et al., (2014) refieren las ventajas de este método: permite controlar el grado de parentesco entre selecciones, se puede descartar individuos con características no deseadas en generaciones precoces, se puede utilizar los resultados en estudios genéticos. Los autores mencionan algunas desventajas: solo es posible conducir una única generación por año lo cual prolonga el tiempo de selección, requiere alto número de mano de obra y campo experimental amplio, se necesita personal calificado para seleccionar individuos deseables.

4.3.3.2. 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.

Vallejo y Estrada (2002) señalan las ventajas de este método de selección: es seguro, de gran rapidez y poco costoso para mejorar genotipos locales, sirve además para purificar variedades existentes y permite producir semillas genéticamente puras. Los autores señalan también desventajas: al no conocerse

con certeza si las plantas seleccionados son homocigotas o heterocigotas, puede ser necesario repetir la selección y esto ocurre cuando las plantas son heterocigotas ya que, tienden a segregar, incluso las mejores plantas pueden ser el resultado del vigor híbrido. No se puede determinar si los fenotipos superiores son el resultado de la carga genética o por influencia ambiental, esto ocurre debido a que la selección se realiza en base al fenotipo. Este tipo de selección no incluye prueba de progenie. La efectividad depende de la heredabilidad del carácter. Este método no se recomienda para caracteres de baja heredabilidad por su baja efectividad.

4.3.4. Tamaño de grano y clasificación

Gross (1982) citado por Chavez (2020) menciona que el tamaño del grano del tarwi es variable y puede medir entre 0.5 y 1.5 cm de tamaño, un kilogramo de grano puede contener de 3,500 a 5,000 semillas, agrega que la variabilidad en tamaño depende de las condiciones de crecimiento y del genotipo, es decir el tamaño de grano es hereditario pero es influenciado por las condiciones ambientales y condiciones de cultivo.

Mateo (1961) citado por Porras (2012) menciona que el tamaño de grano de las leguminosas y dentro de ellas el tarwi es muy variable, puede ir desde muy pequeñas hasta granos de gran tamaño y están presentes variaciones genéticas en características cuantitativas de gran importancia como el tamaño del grano, calidad de los granos y rendimiento.

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.

Iñiguez (2000) citando a Withers, (1984); Lopez, et al. (1990) mencionan que el peso de 1000 granos, lo cual a su vez esta relacionado con el tamaño de grano, depende fundamentalmente de la especie y en menor medida de la variedad. Citando a Gross (1982) y Fuentes (1985) agrega que dentro de cada variedad el peso de los granos presenta menor variabilidad que el número de vainas por planta, pero es mayor a la variabilidad del número de granos por vaina. Comparando con otras especies de *Lupinus* menciona que la variabilidad del peso de los granos es mayor en las especies de grano grande como *Lupinus albus* y *Lupinus mutabilis* (tarwi), los mismos autores citados por Iñiguez (2000) mencionan que generalmente el peso de grano es mayor en vainas del tallo principal y se reduce en tallos secundarios. Withers (1984) citado por Iñiguez (2000) menciona que el número de granos por vaina y el peso de 1000 granos son características genéticamente más estables en su manifestación que la característica vainas por planta.

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.

Gonnet & Jorcin (2019) citando a Smith y Camper (1975) mencionan que el tamaño de grano, en el caso específico de soya, es un factor que influye en el vigor de la

semilla, influye también en el crecimiento de la planta y finalmente en el rendimiento. Los mismos autores citando a Burris et al. (1973) y Smith y Camper (1975) agregan que en el caso de la soya encontraron que el rendimiento fue mayor cuando se utilizó granos de mayor tamaño como semilla comparando con las semillas de menor tamaño.

Gonnet & Jorcin (2019) citando a Smith y Camper (1975) determina el calibre como uno de los estándares de calidad para definir el tamaño de grano.

V. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

5.1. Tipo de investigación

El tipo de investigación es experimental con enfoque descriptivo y explicativo. Por cuanto caracteriza de manera precisa el tamaño de grano y clasifica según peso de semilla toda la variabilidad genética y responde a hipótesis específicas que corresponde una investigación descriptiva.

5.2. Ubicación temporal del experimento

La investigación se realizó desde noviembre del 2019 a julio del 2020.

5.3. Ubicación del campo experimental

Ubicación Política

— Región:	Cusco
— Provincia:	Cusco
— Distrito:	San Jerónimo
— Lugar:	Centro Agronómico K'ayra

Ubicación Geográfica

— Longitud:	71°52'03" Oeste
— Latitud:	13°33'24" sur
— Altitud:	3,219 m

Ubicación Hidrográfica

— Cuenca:	Vilcanota-Urubamba
— Sub cuenca:	Watanay
— Microcuenca:	Wanakauri

Zona de vida

Según el diagrama bioclimático propuesto por Holdridge (1967) publicado por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (2017), considerando un promedio de precipitación anual de 700 mm y una temperatura promedio anual de 12.5 °C el Centro Agronómico K'ayra se ubica en la zona de vida Bosque seco – Montano bajo (bs-MB).

5.4. Variables climáticas en la etapa de investigación

Tabla 1

Variables climáticas

Mes	Año	Temperatura media (°C)	Precipitación (mm)	Humedad relativa (%)	Velocidad de viento (m/s)	Horas y decimas de sol
Octubre	2019	13.70	82.40	73.00	3.40	177.00
Noviembre	2019	14.20	111.70	75.00	2.10	100.30
Diciembre	2019	14.00	154.40	75.00	2.20	74.50
Enero	2020	14.00	154.80	75.00	2.30	149.90
Febrero	2020	13.70	162.50	75.00	1.80	129.20
Marzo	2020	13.10	146.30	77.00	1.60	187.30
Abril	2020	12.50	20.30	72.00	1.00	194.50
Mayo	2020	11.80	0.20	68.00	1.70	255.50
Junio	2020	11.10	16.00	69.00	2.40	236.70
Julio	2020	11.30	11.60	65.00	1.50	269.30

Fuente SENAMHI (2023)

Tabla 2

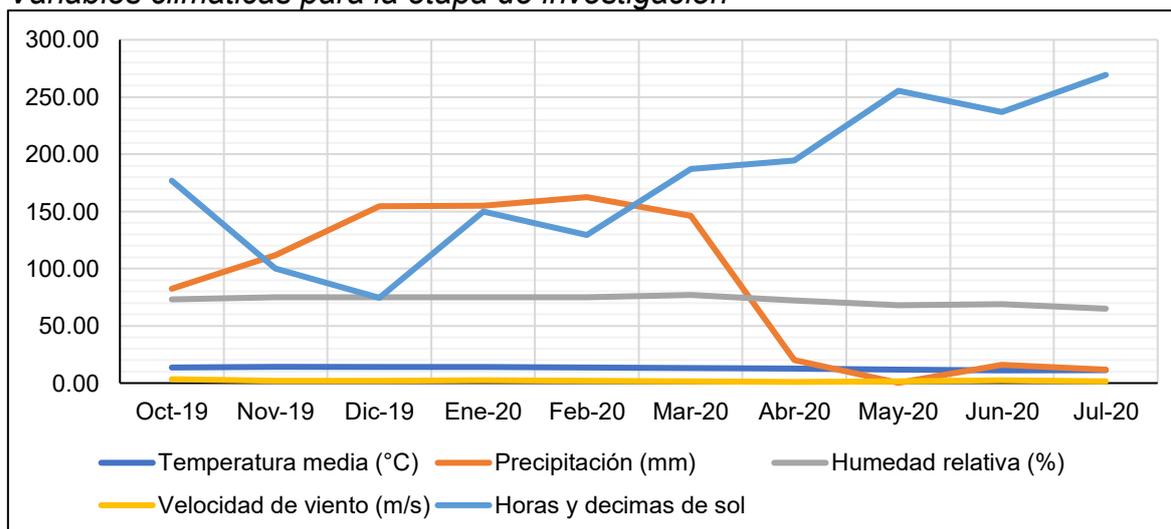
Resumen de las variables climáticas

Temperatura media (°C)	Precipitación total (mm)	Humedad relativa media (%)	Velocidad de viento media (m/s)	Horas y decimas de sol total
12.94	860.2	72.4	2	1774.2

Nota: resumen de las variables climáticas de la tabla 1.

Figura 1

Variables climáticas para la etapa de investigación



5.5. Materiales y equipos

5.5.1. Material genético

Fueron evaluados 278 accesiones de tarwi en proceso de selección en el tercer ciclo de selección individual por tamaño de grano. En el ciclo uno y en el ciclo dos la selección consistió en separar plantas con mayor tamaño de grano dentro

de cada accesión de modo que son poblaciones masales dentro de cada accesión o ecotipo. El carácter tamaño de grano está gobernado por genes cuantitativos por lo tanto la respuesta es por aditividad, esto explica porque es difícil obtener líneas puras estables con mayor tamaño de grano. Por este efecto genético en el material evaluado algunas accesiones mostraron mayor estabilidad para tamaño de grano, mientras que otros fueron producto de efecto ambiental al extremo de tener accesiones de tamaño de grano muy pequeño. Esta respuesta poblacional se observa en la variabilidad mostrada para tamaño de grano en las accesiones en estudio.

Las 278 accesiones fueron proporcionadas por el programa de investigación en tarwi del Centro de Investigación de Cultivos Andinos (CICA), Facultad de Agronomía y Zootecnia, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, cuyo material genético se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 3
Identificación de accesiones y líneas evaluadas

N°	Código	N° surco	N°	Código	N° surco	N°	Código	N° surco
1	L - TG - 001	40	28	L - 142	24	55	CTC - 570	7
2	CTC - 0436	43	29	CTC - 181	11	56	CTC - 0643	1
3	CTC - 133	32	30	CTC - 954	7	57	CTC - 1004	31
4	L - 158	44	31	CTC - 258	9	58	CTC - 526	10
5	CTC - 113	1	32	CTC - 0741	1	59	CTC - 0665	21
6	L - 131	27	33	CTC - 423	8	60	CTC - 2115	27
7	CTC - 250	33	34	CTC - 0187	27	61	CTC - 119	25
8	CTC - 100	40	35	L - 197	28	62	CTC - 0772	32
9	CTC - 0437	7	36	CTC - 646	24	63	CTC - 580	8
10	CTC - 609	11	37	CTC - 097	31	64	CTC - 065	33
11	CTC - 389	6	38	CTC - 0995	32	65	CTC - 0403	43
12	CTC - 16	37	39	CTC - 484	33	66	CTC - 202	24
13	CTC - 508	32	40	CTC - 427	31	67	CTC - 399	25
14	CTC - 213	7	41	CTC - 001	28	68	CTC - 139	25
15	CTC - 0346	43	42	CTC - 245	27	69	CTC - 824	10
16	CTC - 549	3	43	CTC - 177	8	70	CTC - 294	31
17	CTC - 0843	24	44	CTC - 525	7	71	CTC - 0178	28
18	CTC - 528	2	45	L - 54	4	72	CTC - 313	24
19	CTC - 140	1	46	CTC - 0164	31	73	CTC - 0619	11
20	CTC - 625	27	47	CTC - 032	27	74	CTC - 931	21
21	TG L - 002	9	48	CTC - 323	11	75	CTC - 099	8
22	CTC - 548	40	49	CTC - 2118	21	76	CTC - 10	10
23	CTC - 0859	1	50	CTC - 432	24	77	CTC - 076	25
24	CTC - 062	32	51	CTC - 301	32	78	CTC - 572	31
25	CTC - 2141	37	52	CTC - 224	1	79	CTC - 502	33
26	CTC - 0425	40	53	CTC - 259	33	80	CTC - 870	44
27	CTC - 385	33	54	CTC - 687	28	81	CTC - 75	11

continua.....

viene tabla 3.....

N°	Código	N° surco	N°	Código	N° surco	N°	Código	N° surco
82	CTC - 0434	25	130	CTC - 796	38	178	CTC - 69	3
83	CTC - 398	11	131	CTC - 107	42	179	CTC - 019	47
84	CTC - 0633	34	132	CTC - 2122	47	180	CTC - 599	15
85	L - 173	44	133	CTC - 755	47	181	CTC - 013	9
86	L - 113	37	134	CTC - 773	22	182	CTC - 0469	4
87	CTC - 43	10	135	CTC - 071	14	183	CTC - 379	36
88	CTC - 0618	6	136	CTC - 0369	2	184	CTC - 267	42
89	CTC - 388	28	137	CTC - 012	22	185	CTC - 232	15
90	CTC - 941	29	138	L - 16	30	186	CTC - 927	39
91	CTC - 557	34	139	CTC - 367	9	187	CTC - 211	42
92	CTC- 649	2	140	CTC - 0807	38	188	CTC - 063	36
93	CTC - 0188	44	141	CTC - 210	5	189	CTC - 036	20
94	CTC - 180	8	142	CTC - 0411	22	190	CTC - 2156	47
95	CTC - 074	37	143	L - 53	42	191	CTC - 296	42
96	CTC - 246	29	144	CTC - 867	38	192	L - 198	30
97	CTC - 039	6	145	CTC - 476	30	193	CTC - 689	2
98	CTC - 257	6	146	CTC - 401	5	194	CTC - 501	20
99	CTC - 487	12	147	CTC - 284	22	195	CTC - 110	28
100	CTC - 552	34	148	CTC - 096	14	196	CTC - 044	39
101	CTC - 0550	37	149	CTC - 168	38	197	CTC - 155	36
102	CTC - 0479	29	150	CTC - 728	5	198	CTC - 090	18
103	CTC - 0238	12	151	L - 79	26	199	CTC - 440	3
104	CTC - 1015	21	152	CTC - 949	38	200	CTC - 274	26
105	L - 18	43	153	CTC - 185	30	201	CTC - 263	39
106	CTC - 009	34	154	CTC - 2116	20	202	CTC - 290	4
107	CTC- 0784	29	155	CTC - 1031	38	203	CTC - 091	36
108	CTC - 033	12	156	CTC - 024	26	204	CTC - 0491	15
109	CTC - 585	14	157	L - 051	14	205	CTC - 0472	7
110	CTC - 535	43	158	CTC - 820	20	206	CTC - 512	18
111	CTC - 026	45	159	CTC - 948	45	207	CTC - 628	4
112	CTC - 059	6	160	CTC - 375	30	208	CTC - 0462	2
113	CTC - 141	12	161	CTC -2176	5	209	CTC - 260	16
114	CTC - 0194	8	162	CTC - 0490	14	210	CTC -0779	35
115	CTC - 506	44	163	CTC - 2114	45	211	CTC - 199	18
116	CTC - 064	47	164	CTC - 724	46	212	CTC - 658	23
117	CTC - 169	21	165	CTC - 2035	26	213	CTC - 2131	39
118	CTC - 2014	9	166	CTC - 558	15	214	CTC - 813	18
119	CTC - 2121	34	167	CTC - 011	20	215	CTC - 468	40
120	CTC - 891	12	168	CTC - 045	39	216	CTC - 504	2
121	CTC - 092	17	169	CTC - 21	45	217	L - 168	35
122	CTC - 034	46	170	CTC - 57	46	218	CTC - 368	18
123	CTC - 637	29	171	CTC - 061	9	219	L - 140	26
124	CTC - 592	14	172	CTC - 060	30	220	CTC - 481	36
125	CTC- 2132	37	173	L - 123	41	221	L - 83	36
126	L - 52	3	174	CTC - 522	26	222	CTC - 905	18
127	CTC - 2000	21	175	CTC - 053	20	223	CTC - 515	16
128	CTC - 810	22	176	CTC - 165	39	224	CTC -196	19
129	CTC - 334	34	177	CTC - 038	45	225	CTC - 664	22

continua.....

viene tabla 3.....

N°	Código	N° surco	N°	Código	N° surco	N°	Código	N° surco
226	CTC - 2151	23	244	CTC - 939	17	262	CTC - 732	25
227	CTC - 2015	4	245	CTC - 1012	17	263	CTC - 0616	46
228	CTC - 782	16	246	CTC - 561	17	264	CTC - 0801	13
229	CTC - 802	19	247	CTC - 587	5	265	CTC - 0776	41
230	CTC - 584	29	248	CTC - 607	35	266	CTC - 566	41
231	CTC - 132	6	249	CTC - 120	40	267	CTC - 862	35
232	CTC - 642	16	250	CTC - 395	13	268	CTC - 0345	23
233	L - 78	19	251	CTC - 417	23	269	CTC - 0578	3
234	CTC - 295	16	252	CTC - 203	35	270	CTC - 0597	23
235	CTC - 797	19	253	CTC - 663	41	271	CTC - 0885	3
236	CTC - 492	4	254	CTC - 392	47	272	CTC - 0835	41
237	CTC - 086	16	255	CTC - 426	13	273	CTC - 0613	10
238	CTC - 448	17	256	CTC - 683	41	274	CTC - 0777	13
239	CTC - 299	17	257	CTC - 198	46	275	CTC - 600	46
240	CTC - 676	15	258	CTC - 827	35	276	CTC - 916	13
241	CTC - 214	12	259	CTC - 524	23	277	CTC - 0833	10
242	CTC - 805	5	260	H - 13 - 5C	13	278	CTC - 0078	15
243	CTC - 620	19	261	13 - P - 43 - TG	19			

CTC: Colección de Tarwi Cusco L: Línea H: Híbrido

Fuente: Centro de Investigaciones de Cultivos Andinos (CICA-FAZ-UNSAAC)

5.5.2. *Materiales de campo*

- Estacas y etiquetas de identificación.
- Diatomita y cordel.
- Bolsas de papel y polietileno

5.5.3. *Herramientas*

- Wincha de lona.
- Picos, azadas y segaderas
- Regla graduada con vernier (Pie de Rey)

5.5.4. *Equipos*

- Celular (registro fotográfico).
- Balanza analítica de precisión de 2 kg.
- Computadora personal e impresora
- Tractor agrícola con arado y rastra.

5.6. Métodos

5.6.1. Características del campo experimental

5.6.1.1. Campo experimental.

— Largo:	53.7 m
— Ancho:	42.3 m
— Área total:	2,271.51 m ²
— Número de surcos:	47
— Numero de accesiones evaluados:	278

El área por parcela fue muy variable por cuanto la cantidad de semilla por cada accesión era muy diferente. Para la marcación entre accesión y accesión como separador se utilizó tres semillas de haba por golpe.

5.6.1.2. Densidad de siembra.

— Distancia entre plantas:	0.3 m
— Distancia entre hileras:	0.90 m
— N° semillas por golpe:	3.0

Figura 2

Croquis del campo experimental – Surco 1 al 11

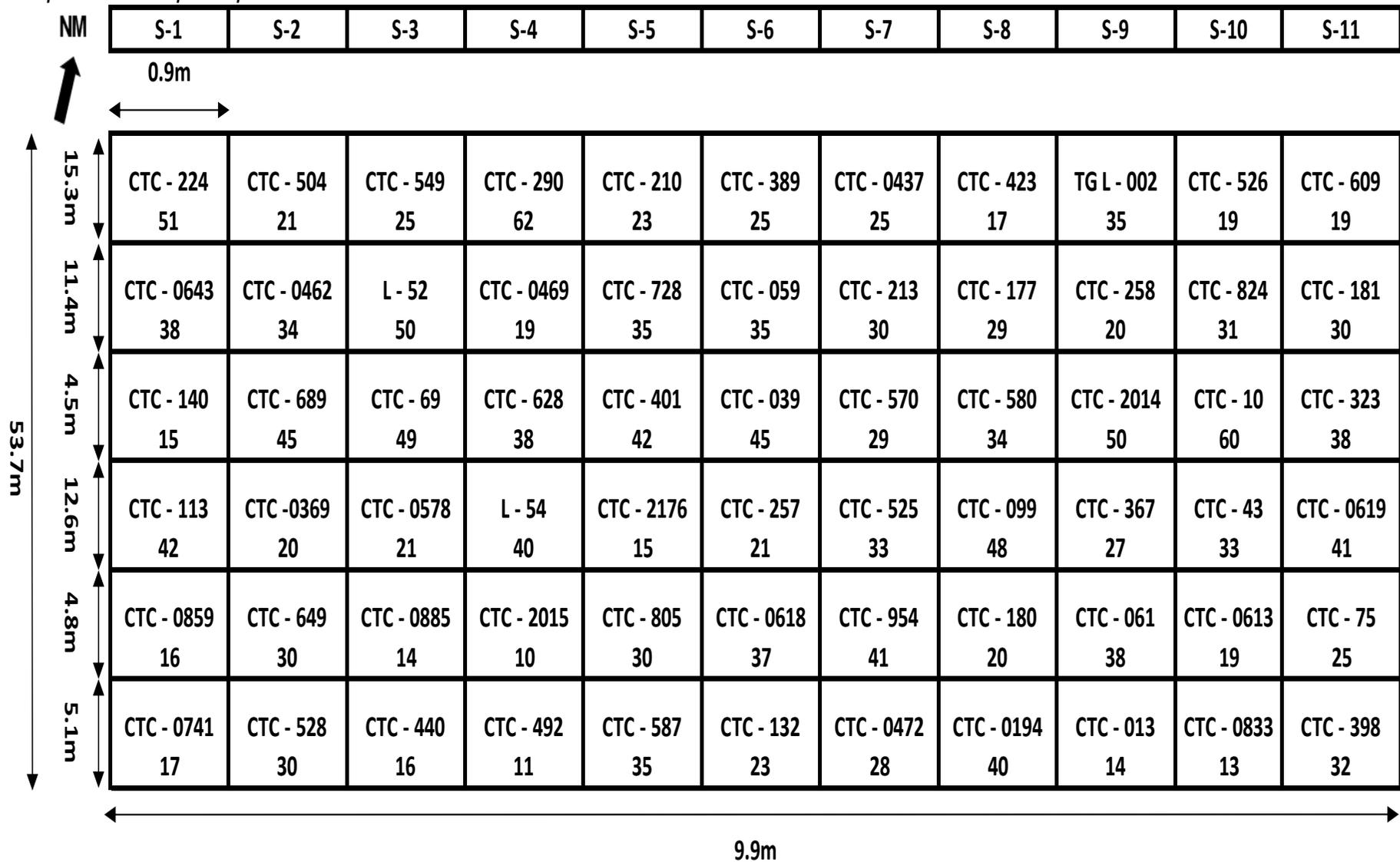


Figura 3

Croquis del campo experimental – Surco 12 al 23

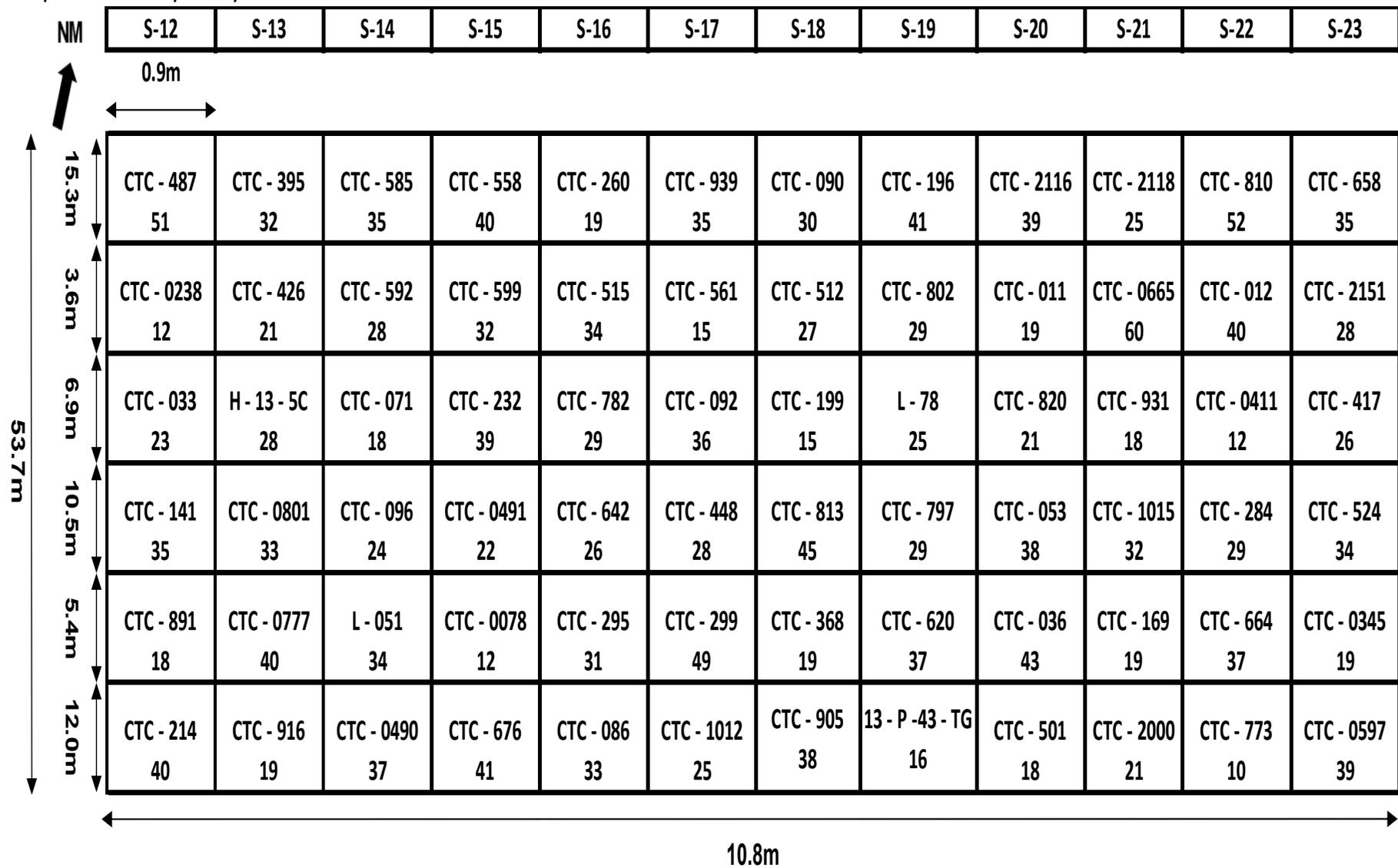


Figura 4

Croquis del campo experimental – Surco 24 al 35

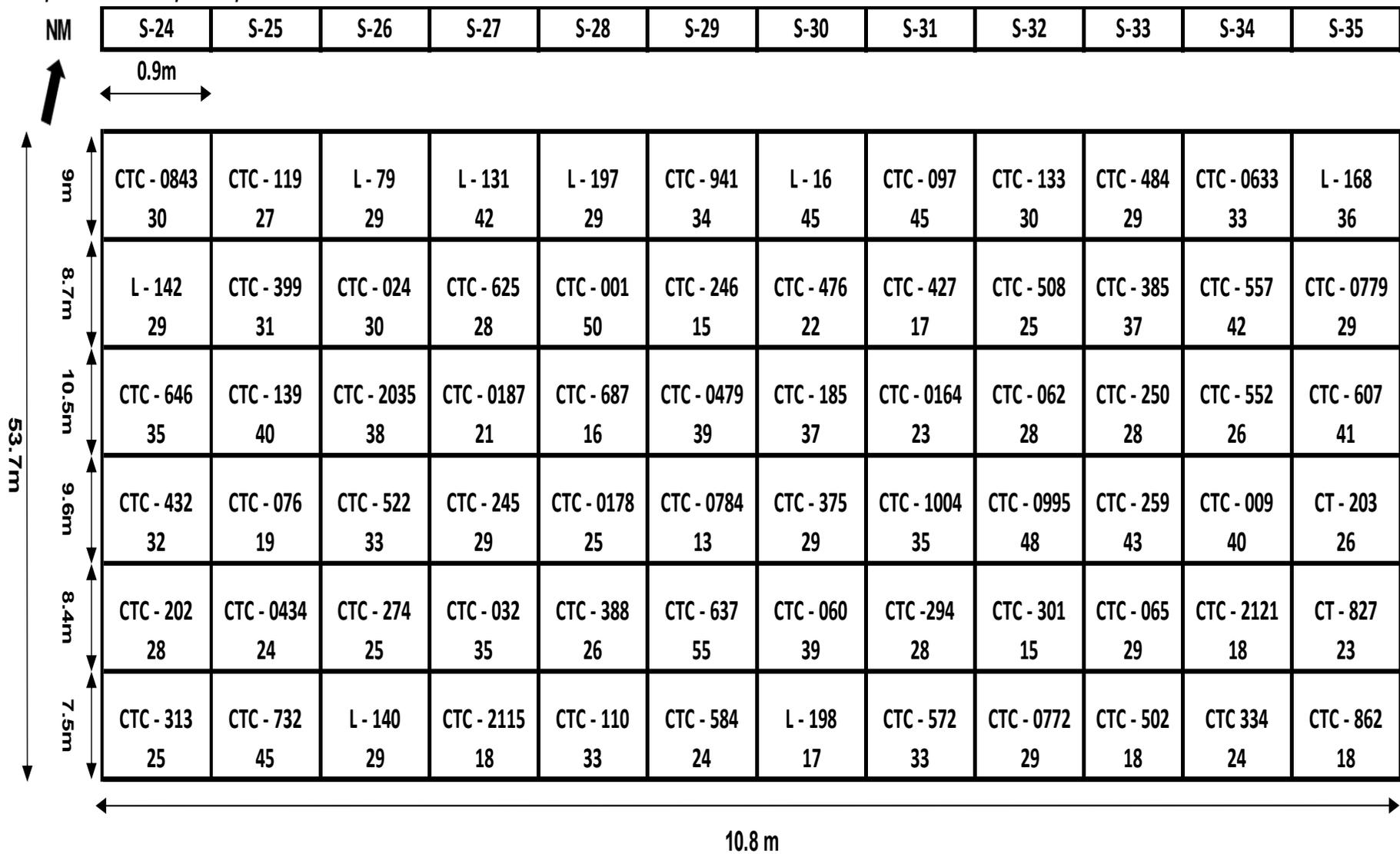


Figura 5

Croquis del campo experimental – Surco 36 al 47

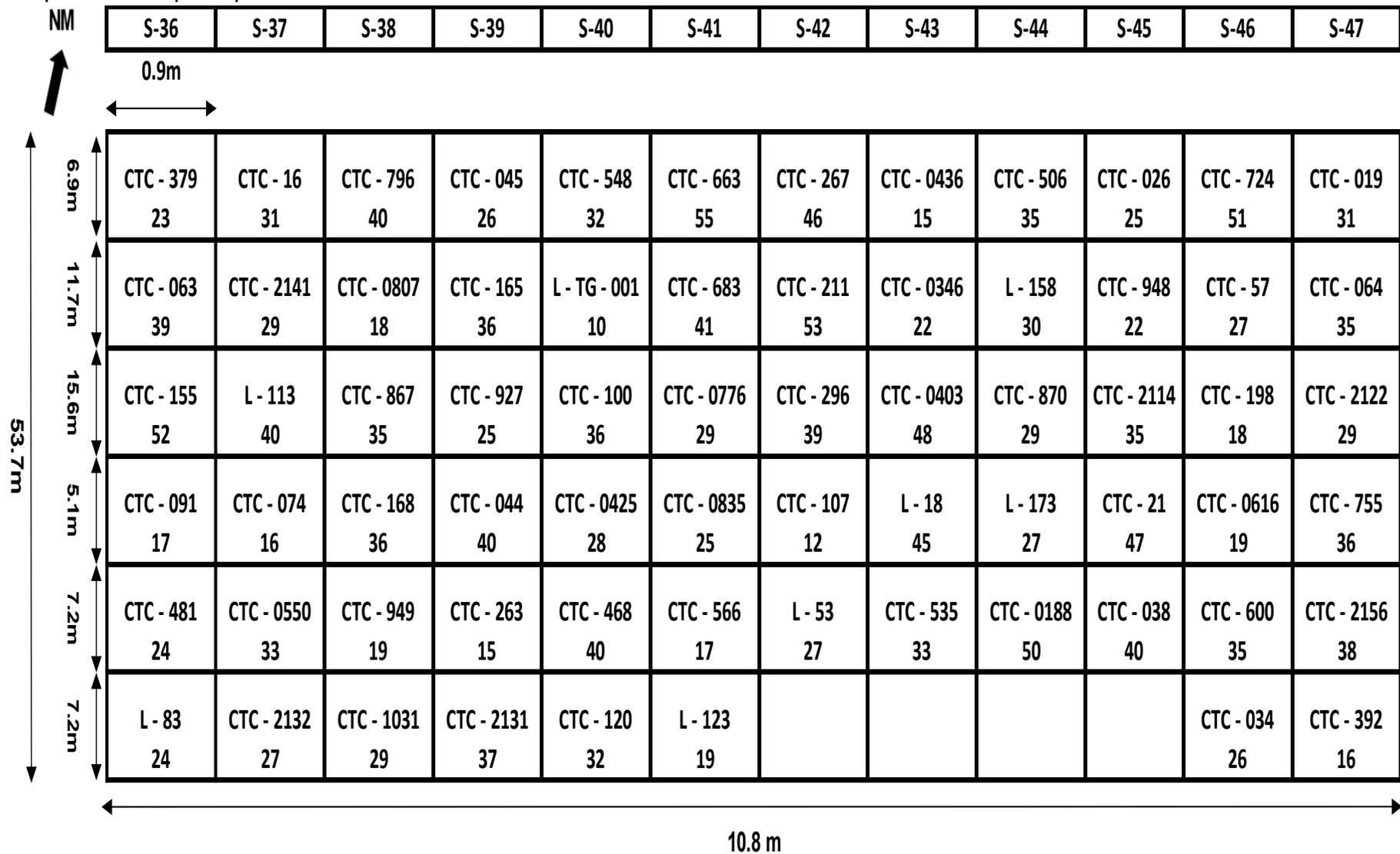
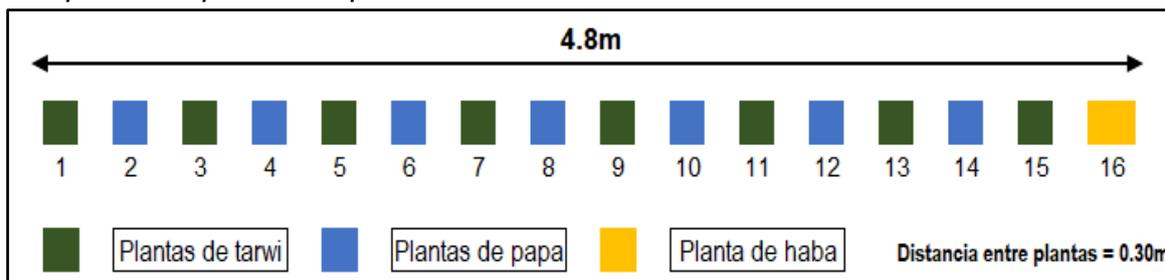


Figura 6

Croquis de la parcela experimental



Nota: representación gráfica de la parcela experimental de la accesión CTC – 392 ubicado en el surco N°47

Esta distribución se realizó por una razón fundamental de evitar competencia entre plantas de tarwi y para permitir el máximo desarrollo de las plantas de tarwi, que puedan manifestar su capacidad genética de tamaño de grano.

5.6.2. Conducción del cultivo

5.6.2.1. Preparación del terreno.

Se realizó con la finalidad de acondicionar el terreno para una buena germinación y crecimiento de las plantas. La secuencia de labores fueron las siguientes:

- *Riego:* fue realizado por gravedad con alto volumen hasta capacidad de campo.
- *Roturación del terreno:* fue realizada con tractor agrícola provista de un arado de discos. La profundidad de corte promedio fue de 30 cm.
- *Mullido:* fue ejecutado con tractor agrícola provisto de una rastra de discos con tres pasadas hasta dejar los terrones mullidos. Esta actividad se ejecutó el 20 de noviembre del 2019.

5.6.2.2. Surcado.

El surcado se realizó un día antes de la siembra, se utilizó tractor agrícola provisto de una surcadora de tres rejas, la distancia entre surcos fue de 0.90 m y la profundidad del surcado como mínimo 30 cm. Esta labor fue realizada el 02 de diciembre del 2019.

5.6.2.3. Trazo y replanteo del campo experimental.

El replanteo de las dimensiones del campo experimental se realizó el 03 de diciembre del 2019, se utilizó diatomita, cordel y wincha, esta labor consistió en marcar los bloques y se ejecutó antes de comenzar con la siembra.

5.6.2.4. Siembra.

Se realizó en la costilla del surco usando una picota pequeña, se utilizó tres semillas de tarwi por accesión por golpe, se colocó las semillas en el hoyo y se cubrió con una capa de tierra. Antes de realizar la siembra fue necesario repartir en cada parcela experimental las semillas, en bolsas identificadas con etiquetas, para evitar confusiones al momento de evaluar. Esta actividad fue realizada el 03 de diciembre del 2019.

5.6.2.5. Planteamiento del experimento en el campo.

Para una evaluación más confiable para el carácter de tamaño de grano las accesiones fueron sembradas intercalado con cultivo de papa, separados por tres golpes de haba, esto permitió mejor respuesta individual de las accesiones sembradas en golpes de tres semillas. En cada surco se tuvo diferente número de golpes por accesión que se indica al pie de cada CTC y Línea, cuya distribución se observa en las figuras 2, 3, 4 y 5.

5.6.2.6. Control de malezas.

Se realizó el 10 de enero del 2020, esta labor se ejecutó antes del aporque y en la etapa de crecimiento inicial del cultivo.

5.6.2.7. Aporque.

Se ejecutó el 17 de febrero del 2020, el objetivo fue mejorar la estabilidad de las plantas frente a la acción de los vientos y al peso de las vainas durante la fructificación, el aporque se realizó en forma manual amontonando tierra al pie de la planta y formando surco para favorecer el drenaje en días de altas precipitaciones, lo cual fue frecuente en la etapa de crecimiento del cultivo.

5.6.2.8. Cosecha.

Se realizó cuando las plantas alcanzaron la madurez de cosecha, lo cual se determinó moviendo las plantas y escuchando el oído de sonaja de las vainas. Se realizaron las siguientes actividades:

- *Corte de tallos*: se realizó con segadera a 10 cm del suelo, los tallos con las vainas fueron amontonados en parvas para uniformizar el secado de las vainas. Se ejecutó el 30 de junio del 2020.
- *Trillado*: se efectuó luego de 10 días del corte de los tallos, una vez que se uniformizó el secado de las vainas, la trilla fue en forma manual extrayendo las semillas de las vainas. Se realizó el 10 de julio del 2020.
- *Limpieza y venteo*: se realizó después de la trilla, con la finalidad de separar los restos de ramas y vainas, se eliminó las semillas partidas. Esta labor se ejecutó de 10 de julio del 2020.

5.6.3. Evaluaciones

5.6.3.1. Peso de 100 granos.

De los granos cosechados en cada parcela experimental se obtuvo una muestra al azar de 100 semillas, estas semillas fueron pesados en una balanza de precisión con registro hasta centigramos y se registró la información en gramos.

De las 100 semillas seleccionadas para peso de grano de cada accesión se obtuvo una muestra aleatoria de 10 semillas para determinar valores de longitud, ancho y espesor de grano.

5.6.3.2. Longitud de grano.

De los granos cosechados de cada parcela experimental se obtuvo una muestra aleatoria de 10 semillas, utilizando regla graduada con Vernier se determinó la longitud del grano, los datos registrados de las 10 semillas fueron promediadas y se registró como valor único por cada entrada y parcela experimental.

5.6.3.3. Ancho de grano.

El ancho del grano fue determinado utilizando regla graduada con Vernier, se considera las 10 semillas muestreadas al azar por cada unidad experimental y

que se utilizó para determinar la longitud del grano, los valores registrados de las 10 semillas fueron promediados y se registró como valor único por accesión y parcela experimental.

5.6.3.4. Espesor de grano.

El espesor de grano fue medido con regla graduada con Vernier, las mediciones se realizaron sobre las 10 semillas muestreadas por parcela experimental y por accesión, los cuales, fueron utilizados para medir longitud y ancho de grano.

5.6.4. Metodología de calibración

La variabilidad de tamaño de grano es muy grande entre las diferentes accesiones disponibles en el Banco de Germoplasma de Tarwi del CICA y no se tiene referencia alguna sobre la clasificación de tamaño de grano para el tarwi cultivado, razón por la cual en el presente trabajo se ha propuesto la calibración de tamaño de grano. El método más utilizado para calibrar tamaño de grano es el peso de 100 semillas en gramos o a la inversa cuantas semillas pesan 100 gramos. En el presente caso se utilizó el peso de 100 semillas en gramos habiéndose encontrado hasta cinco categorías o calibres, claramente diferenciables y con suficiente frecuencia que valida cada categoría. Sobre las 278 accesiones cultivadas en este trabajo de investigación se ha procedido a clasificar el tamaño de grano en cinco categorías. Se considera que las 278 accesiones constituyen una muestra lo suficientemente grande que pueda validar la propuesta que se tiene en la siguiente tabla:

Tabla 4

*Categorías de calibración de *Lupinus mutabilis* o *tarwi**

Categoría	Calibre por peso de 100 semillas en gramos
Muy grande	Peso mayores o iguales a 35 gramos
Grande	Peso mayores o iguales a 30 y menores a 35 gramos
Mediano	Peso mayores o iguales a 25 y menores a 30 gramos
Pequeño	Peso mayores o iguales a 20 y menores a 25 gramos
Muy pequeño	Pesos menores a 20 gramos

El calibre de tamaño de semilla es independiente del rendimiento por área por cuanto esto es determinado por caracteres genéticos propios de las diferentes accesiones.

Como evidencia de las muestras evaluadas se presenta las siguientes fotografías:

Figura 7

Categoría muy grande. Ejemplo de Límite superior de grano muy grande Peso de 100 semillas en accesión L-TG-001



Figura 8

Categoría grande. Ejemplo de Límite superior de grano grande Peso de 100 semillas en accesión CTC-140



Figura 9

Categoría mediana. Ejemplo de límite superior de grano mediano Peso de 100 semillas en accesión CTC-0434



Figura 10

Categoría pequeña. Ejemplo de límite superior de grano pequeño Peso de 100 semillas en accesiones CTC – 0462 y CTC – 260



Figura 11

Categoría muy pequeña. Ejemplo de límite superior de grano muy pequeño Peso de 100 semillas en accesión CTC-587



VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1. Resultados de longitud, ancho, espesor de grano y peso de 100 semillas para las 278 accesiones

En la tabla 05 se presenta las evaluaciones de variabilidad para el grano de tarwi sobre 278 muestras o accesiones.

Tabla 5

Resultados de longitud de grano, ancho, espesor de grano y peso de 100 semillas

N°	Código	Longitud de grano (mm)	Ancho de grano (mm)	Espesor de grano (mm)	Peso de 100 granos (g)
Accesiones con grano muy grande					
1	L - TG - 001	12.98	10.62	5.01	50.00
2	CTC - 0436	12.07	10.45	4.81	39.00
3	CTC - 133	11.80	9.67	4.79	38.05
4	L - 158	12.89	10.17	5.29	38.00
5	CTC - 113	12.82	10.74	4.97	37.75
6	L - 131	12.46	10.00	5.42	37.35
7	CTC - 250	12.44	10.29	4.97	37.20
8	CTC - 100	11.62	9.80	5.36	37.00
9	CTC - 0437	12.19	10.26	4.50	36.90
10	CTC - 609	11.72	10.12	4.96	36.70
11	CTC - 389	12.27	10.04	5.19	36.55
12	CTC - 16	11.95	9.32	5.04	36.10
13	CTC - 508	11.85	10.18	4.96	36.00
14	CTC - 213	11.92	10.13	5.42	35.63
15	CTC - 0346	12.05	10.18	5.12	35.59
16	CTC - 549	11.29	9.66	5.10	35.50
17	CTC - 0843	11.41	9.92	5.34	35.35
18	CTC - 528	12.04	10.19	4.77	35.10
Accesiones con grano grande					
19	CTC - 140	12.04	10.19	4.78	34.90
20	CTC - 625	12.03	10.25	4.78	34.40
21	TG L - 002	12.03	10.23	4.76	34.30
22	CTC - 548	11.21	9.06	5.66	34.20
23	CTC - 0859	11.21	9.06	5.66	33.88
24	CTC - 062	11.26	9.08	5.66	33.80
25	CTC - 2141	11.24	9.13	4.79	33.78
26	CTC - 0425	11.36	9.79	4.78	33.75
27	CTC - 385	11.46	9.78	5.58	33.64
28	L - 142	11.45	9.84	4.77	33.55
29	CTC - 181	11.24	9.59	4.79	33.45
30	CTC - 954	11.62	9.69	5.57	33.20
31	CTC - 258	11.66	9.58	4.79	33.10
32	CTC - 0741	11.68	9.85	4.73	33.00
33	CTC - 423	11.26	9.04	5.00	32.98
34	CTC - 0187	11.36	9.06	4.98	32.75
35	L - 197	11.30	9.49	4.86	32.65
36	CTC - 646	11.63	9.69	4.99	32.40
37	CTC - 097	11.37	9.53	4.90	32.30
38	CTC - 0995	11.53	9.24	4.76	32.25
39	CTC - 484	11.63	9.04	5.00	32.15
40	CTC - 427	11.29	9.04	5.00	32.10
41	CTC - 001	11.30	9.04	5.12	32.10
42	CTC - 245	11.24	9.06	5.13	31.90
43	CTC - 177	11.26	9.59	5.13	31.90

continua.....

Viene tabla 5.....

N°	Código	Longitud de grano (mm)	Ancho de grano (mm)	Espesor de grano (mm)	Peso de 100 granos (g)
44	CTC - 525	11.36	9.37	5.26	31.90
45	L - 54	11.29	9.46	5.14	31.85
46	CTC - 0164	11.36	9.59	5.14	31.75
47	CTC - 032	11.24	9.57	5.27	31.75
48	CTC - 323	11.13	9.24	5.15	31.70
49	CTC- 2118	11.24	9.37	5.14	31.65
50	CTC - 432	11.27	9.57	5.27	31.60
51	CTC - 301	11.24	9.57	5.15	31.55
52	CTC - 224	11.26	9.58	5.15	31.50
53	CTC - 259	11.29	9.53	5.13	31.45
54	CTC - 687	11.29	9.24	5.14	31.28
55	CTC - 570	11.58	9.27	5.37	31.25
56	CTC - 0643	11.19	9.55	5.10	31.25
57	CTC - 1004	11.06	9.59	5.13	31.05
58	CTC - 526	11.26	9.57	5.14	31.05
59	CTC - 0665	11.30	9.37	5.13	31.05
60	CTC - 2115	11.29	9.57	5.15	31.00
61	CTC - 119	11.30	9.00	4.78	31.00
62	CTC - 0772	11.39	9.01	4.65	30.95
63	CTC - 580	11.45	9.58	4.53	30.90
64	CTC - 065	11.26	9.56	4.70	30.90
65	CTC - 0403	11.46	9.49	4.69	30.75
66	CTC - 202	11.53	9.39	4.60	30.75
67	CTC - 399	11.63	9.00	4.60	30.65
68	CTC -139	11.45	9.00	4.53	30.55
69	CTC - 824	11.36	9.00	4.57	30.55
70	CTC - 294	11.26	9.39	4.25	30.55
71	CTC - 0178	11.26	9.39	4.60	30.55
72	CTC - 313	10.99	9.24	4.61	30.55
73	CTC - 0619	11.00	9.00	4.59	30.50
74	CTC - 931	10.99	8.99	4.59	30.50
75	CTC - 099	11.45	9.37	4.57	30.35
76	CTC - 10	10.99	9.37	4.56	30.34
77	CTC - 076	11.00	8.69	4.59	30.30
78	CTC - 572	11.00	8.97	4.45	30.30
79	CTC - 502	11.24	9.13	4.49	30.20
80	CTC - 870	11.45	9.13	4.60	30.15
81	CTC -75	11.45	9.39	4.60	30.10
Accesiones con grano mediano					
82	CTC - 0434	10.99	9.56	4.60	29.90
83	CTC - 398	11.00	9.39	4.58	29.90
84	CTC - 0633	11.00	9.24	4.57	29.87
85	L - 173	11.24	9.37	4.63	29.80
86	L - 113	11.26	9.37	4.63	29.78
87	CTC - 43	11.13	9.55	4.64	29.75
88	CTC - 0618	10.99	8.96	4.57	29.75
89	CTC - 388	11.25	8.96	4.58	29.69
90	CTC - 941	11.69	9.58	4.57	29.65
91	CTC - 557	11.79	9.56	4.53	29.65
92	CTC- 649	11.26	9.53	4.63	29.65
93	CTC - 0188	10.99	9.53	4.63	29.60
94	CTC - 180	10.99	8.97	4.64	29.50
95	CTC - 074	10.99	9.57	4.58	29.45
96	CTC - 246	11.00	9.56	4.59	29.40
97	CTC - 039	11.00	9.55	4.64	29.40

continua.....

Viene tabla 5.....

N°	Código	Longitud de grano (mm)	Ancho de grano (mm)	Espesor de grano (mm)	Peso de 100 granos (g)
98	CTC - 257	11.13	8.89	4.64	29.35
99	CTC - 487	11.13	9.25	4.59	29.30
100	CTC - 552	11.65	9.24	4.58	29.30
101	CTC - 0550	11.66	9.20	4.53	29.20
102	CTC - 0479	11.52	9.13	4.60	29.20
103	CTC - 0238	11.53	9.13	4.69	29.15
104	CTC - 1015	11.66	9.46	4.59	29.15
105	L - 18	11.58	9.46	4.69	29.15
106	CTC - 009	11.53	9.59	4.69	29.10
107	CTC- 0784	11.65	9.26	4.60	29.10
108	CTC - 033	11.26	9.56	4.63	29.10
109	CTC - 585	11.64	9.56	4.61	29.04
110	CTC - 026	10.85	9.13	4.79	28.93
111	CTC - 059	10.59	8.96	4.79	28.82
112	CTC - 141	10.79	8.96	4.76	28.75
113	CTC - 0194	10.78	9.13	4.75	28.75
114	CTC - 506	10.69	9.26	4.69	28.72
115	CTC - 064	10.36	9.35	4.66	28.70
116	CTC - 169	10.39	8.99	4.73	28.70
117	CTC - 2014	10.76	8.96	4.26	28.70
118	CTC - 2121	10.64	8.96	4.73	28.60
119	CTC - 891	10.69	9.12	4.57	28.60
120	CTC - 034	10.90	9.20	4.73	28.60
121	CTC - 637	10.89	9.20	4.74	28.55
122	CTC - 592	10.59	9.13	4.76	28.50
123	CTC- 2132	10.76	9.25	4.76	28.50
124	L - 52	10.59	8.96	4.74	28.50
125	CTC - 2000	10.37	8.88	4.45	28.45
126	CTC - 810	10.79	8.89	4.76	28.40
127	CTC - 334	10.75	8.98	4.75	28.40
128	CTC - 796	10.59	8.94	4.69	28.40
129	CTC - 107	10.57	8.93	4.69	28.40
130	CTC - 2122	10.26	8.90	4.69	28.40
131	CTC - 755	10.56	8.90	4.79	28.30
132	CTC - 773	10.59	8.90	4.79	28.20
133	CTC - 071	10.69	9.12	4.79	28.15
134	CTC - 0369	10.37	9.12	4.73	28.10
135	CTC - 012	10.90	9.15	4.80	28.10
136	CTC - 535	10.98	9.20	4.70	28.00
137	L - 16	10.59	9.16	4.80	28.00
138	CTC - 367	10.69	9.46	4.80	28.00
139	CTC - 0807	10.37	8.96	4.81	27.90
140	CTC - 210	10.79	8.97	4.79	27.90
141	CTC - 0411	10.79	8.93	4.79	27.85
142	L - 53	10.79	8.94	4.79	27.85
143	CTC - 867	10.79	8.90	4.76	27.75
144	CTC - 476	10.69	8.86	4.76	27.75
145	CTC - 401	10.37	8.89	4.69	27.70
146	CTC - 284	10.70	8.93	4.70	27.65
147	CTC - 096	10.57	8.94	4.70	27.65
148	CTC - 168	10.79	8.88	4.80	27.60
149	CTC - 728	10.79	8.97	4.80	27.60
150	L - 79	10.57	8.88	4.80	27.55
151	CTC - 949	10.70	8.86	4.79	27.45
152	CTC - 185	10.68	8.97	4.79	27.45

continua.....

viene tabla 5.....

N°	Código	Longitud de grano (mm)	Ancho de grano (mm)	Espesor de grano (mm)	Peso de 100 granos (g)
153	CTC - 2116	10.37	8.96	4.78	27.40
154	CTC - 1031	10.69	8.96	4.73	27.40
155	CTC - 024	10.57	8.97	4.76	27.30
156	L - 051	10.79	8.89	4.79	27.30
157	CTC - 820	10.79	8.89	4.80	27.25
158	CTC - 948	10.79	8.89	4.79	27.25
159	CTC - 375	10.75	8.96	4.79	27.15
160	CTC -2176	10.49	9.00	4.76	27.15
161	CTC - 0490	10.87	9.00	4.72	27.14
162	CTC - 2114	10.57	8.99	4.80	27.12
163	CTC - 724	10.59	8.96	4.80	27.10
164	CTC - 2035	10.76	8.95	4.79	27.10
165	CTC - 558	10.36	8.95	4.79	27.07
166	CTC - 011	10.79	8.98	4.79	27.00
167	CTC - 045	10.36	8.56	4.76	27.00
168	CTC - 21	10.36	8.57	4.79	26.90
169	CTC - 57	10.35	8.55	4.59	26.90
170	CTC - 061	10.35	8.53	4.59	26.70
171	CTC - 060	10.39	8.54	4.59	26.65
172	L - 123	10.37	8.53	4.79	26.65
173	CTC - 522	10.25	8.54	4.79	26.55
174	CTC - 053	10.29	8.49	4.74	26.55
175	CTC - 165	10.36	8.49	4.76	26.40
176	CTC - 038	10.24	8.46	4.79	26.35
177	CTC - 69	10.37	8.43	4.73	26.30
178	CTC - 019	10.45	8.46	4.74	26.28
179	CTC - 599	10.45	8.47	4.76	26.20
180	CTC - 0469	10.37	8.55	4.74	26.00
181	CTC - 379	10.36	9.25	4.75	25.96
182	CTC - 267	10.56	9.24	4.78	25.90
183	CTC - 232	10.26	9.36	4.88	25.85
184	CTC - 927	10.24	9.24	4.89	25.80
185	CTC - 211	10.59	8.46	4.89	25.75
186	CTC - 063	10.46	8.59	4.79	25.70
187	CTC - 036	10.46	8.99	4.79	25.65
188	CTC - 2156	10.26	9.13	4.89	25.60
189	CTC - 296	10.46	9.13	4.89	25.54
190	L - 198	10.46	9.24	4.89	25.40
191	CTC - 689	10.46	8.95	4.79	25.40
192	CTC - 501	10.27	9.00	4.79	25.30
193	CTC - 110	10.26	9.33	4.79	25.30
194	CTC - 044	10.24	9.58	4.89	25.25
195	CTC - 155	10.46	9.23	4.88	25.25
196	CTC - 090	11.13	9.35	4.88	25.20
197	CTC - 440	11.26	8.99	4.81	25.20
198	CTC - 274	10.46	8.89	4.89	25.15
199	CTC - 263	10.89	9.35	4.89	25.15
200	CTC - 290	11.13	9.36	4.79	25.13
201	CTC - 091	11.25	9.36	4.79	25.10
202	CTC - 0491	11.24	9.33	4.88	25.09
203	CTC - 0472	10.89	9.24	4.88	25.05
204	CTC - 512	11.27	9.35	4.89	25.05
205	CTC - 628	11.26	9.24	5.80	25.00
		Accesiones con grano pequeño			
206	CTC - 0462	11.00	8.86	4.89	24.80

continua.....

viene tabla 5.....

N°	Código	Longitud de grano (mm)	Ancho de grano (mm)	Espesor de grano (mm)	Peso de 100 granos (g)
207	CTC - 260	11.00	8.86	4.89	24.80
208	CTC -0779	11.52	8.89	5.46	24.70
209	CTC - 199	11.25	9.26	5.48	24.70
210	CTC - 658	11.00	9.13	5.78	24.60
211	CTC - 2131	10.98	9.24	5.78	24.55
212	CTC - 813	11.10	8.89	5.79	24.55
213	CTC - 468	11.02	8.86	5.80	24.50
214	CTC - 504	11.13	8.87	5.79	24.42
215	L - 168	11.20	8.88	5.75	24.40
216	CTC - 368	11.00	8.86	4.90	24.35
217	L - 140	10.58	8.83	5.78	23.85
218	CTC - 481	10.68	8.82	5.75	23.81
219	L - 83	10.41	8.65	5.13	23.75
220	CTC - 905	10.58	8.69	5.03	23.58
221	CTC - 515	10.48	8.65	5.08	23.56
222	CTC -196	10.28	8.63	5.78	23.35
223	CTC - 664	10.45	8.63	5.75	23.05
224	CTC - 2151	10.41	8.64	4.74	23.00
225	CTC - 2015	10.13	8.57	5.01	22.90
226	CTC - 782	9.99	7.96	5.03	22.75
227	CTC - 802	9.84	7.96	5.10	22.45
228	CTC - 584	10.05	7.94	5.09	22.30
229	CTC - 132	10.08	7.93	5.13	22.25
230	CTC - 642	9.84	7.94	4.79	22.00
231	L - 78	9.85	7.99	5.02	21.80
232	CTC - 295	9.84	7.90	5.89	21.70
233	CTC - 797	8.96	7.93	5.03	21.35
234	CTC - 492	9.48	7.90	5.09	21.20
235	CTC - 092	8.96	7.93	5.32	21.10
236	CTC - 086	9.46	7.96	5.98	21.10
237	CTC - 448	8.96	7.95	6.00	20.70
238	CTC - 299	8.96	7.99	5.89	20.70
239	CTC - 676	9.26	7.68	4.78	20.50
240	CTC - 214	9.13	7.69	4.89	20.50
241	CTC - 805	9.19	7.69	4.68	20.50
242	CTC - 620	9.25	7.69	4.69	20.40
243	CTC - 939	8.99	7.59	4.75	20.40
244	CTC - 1012	8.96	7.62	4.76	20.20
245	CTC - 561	9.13	7.63	4.67	20.10
246	CTC - 013	9.26	7.61	4.92	20.00
Accesiones con grano muy pequeño					
247	CTC - 587	9.19	7.62	4.65	19.90
248	CTC - 607	9.25	7.75	4.69	19.85
249	CTC - 120	9.16	7.75	4.68	19.60
250	CTC - 395	9.19	7.75	4.58	19.55
251	CTC - 417	9.26	7.68	4.60	19.30
252	CTC - 203	9.25	7.73	4.69	19.15
253	CTC - 663	9.18	7.75	4.67	19.10
254	CTC - 392	9.21	7.75	4.69	19.10
255	CTC - 426	9.18	7.72	5.17	19.05
256	CTC - 683	9.13	7.78	4.68	18.90
257	CTC - 198	9.21	7.85	4.72	18.75
258	CTC - 827	9.13	7.82	4.75	18.70
259	CTC - 524	9.17	7.86	4.73	18.35
260	H - 13 - 5C	9.18	7.82	4.78	18.20

continua.....

Viene tabla 5.....

N°	Código	Longitud de grano (mm)	Ancho de grano (mm)	Espesor de grano (mm)	Peso de 100 granos (g)
261	13 - P - 43 - TG	9.19	7.84	4.79	18.20
262	CTC - 732	9.18	7.86	4.75	18.10
263	CTC - 0616	9.17	7.85	4.72	18.00
264	CTC - 0801	9.18	7.83	4.40	18.00
265	CTC - 0776	9.17	7.91	4.43	17.80
266	CTC - 566	9.17	7.90	4.45	17.80
267	CTC - 862	9.20	7.89	4.46	17.80
268	CTC - 0345	9.18	7.89	4.45	17.15
269	CTC - 0578	9.17	7.91	4.43	17.10
270	CTC - 0597	9.15	6.58	4.43	16.85
271	CTC - 0885	9.13	6.78	4.46	16.80
272	CTC - 0835	9.25	6.90	4.56	16.65
273	CTC - 0613	8.96	6.59	4.78	16.45
274	CTC - 0777	8.99	6.58	4.79	16.35
275	CTC - 600	8.95	6.59	4.85	16.20
276	CTC - 916	6.96	6.51	5.73	15.71
277	CTC - 0833	9.11	7.01	4.55	15.35
278	CTC - 0078	8.98	7.02	4.56	15.35

Tabla 6

Resumen estadístico de longitud de grano, ancho, espesor de grano y peso de 100 semillas

Variables	Longitud de grano (mm)	Ancho de grano (mm)	Espesor de grano (mm)	Peso de 100 semillas (gr)
Promedio	10.69	8.91	4.87	27.34
Valor máximo	12.98	10.74	6.00	50.00
Valor mínimo	6.96	6.51	4.25	15.35
Rango	6.02	4.23	1.75	34.65
Desviación estándar	0.89	0.76	0.33	5.24
Coefficiente de variación	8.31%	8.50%	6.83%	19.16%
N° de muestras	278	278	278	278

6.1.1. Respecto a la longitud de grano

Para la longitud de grano sobre una muestra de 278 accesiones evaluadas, se tiene que el promedio fue de 10.69 ± 0.89 mm, con un valor máximo de 12.98 mm y con un valor mínimo de 6.96 mm y un coeficiente de variación de 8.31% que se considera bastante estable. De la revisión de trabajos de investigación anteriores se compara con los resultados alcanzados por Chávez (2020) en el trabajo de tesis “Selección de líneas para tamaño de grano en tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) CICA – FCA – UNSAAC”, realizado en condiciones del Centro Agronómico K’ayra, San Jerónimo, Cusco, quien reportó un promedio de 11.18 mm. Pero, superior a

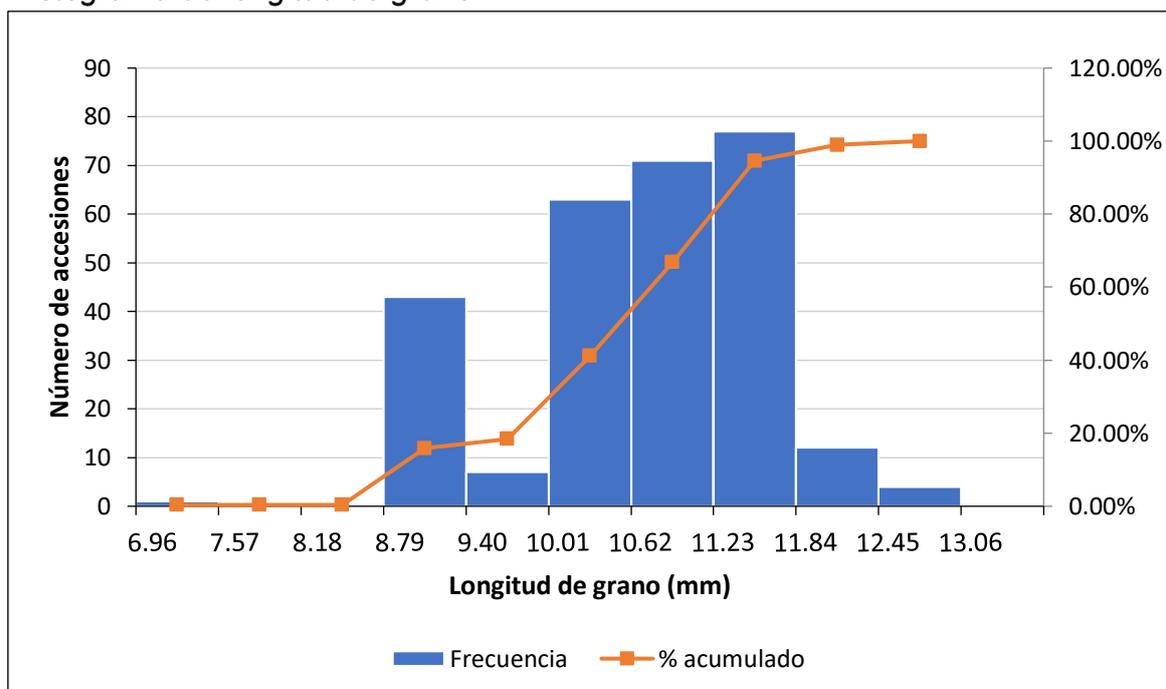
los resultados encontrados por Mamani (2020) en su trabajo de investigación “Caracterización agrobotánica de 103 entradas de tarwi (*Lupinus mutabilis Sweet*) en la comunidad campesina de Yutto – Andahuaylillas - Quispicanchi Cusco” realizado en la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, quien reportó un promedio de 9.95 mm, es superior al encontrado por Sicos (2019) en la tesis “Caracterización agrobotánica de ciento treinta y seis accesiones de tarwi (*Lupinus mutabilis Sweet*). en Andenes Anta – Cusco” quien reportó 9.64 mm de longitud de grano, superior al reportado por Ubillus (2021) en la tesis “Componentes morfoagronómicas, rendimiento de grano seco y grano desamargado de variedades y ecotipos de *Lupinus mutabilis Sweet* en Marcará – Áncash, ejecutado en la Universidad Nacional Agraria La Molina, quien mencionó 10.2 mm de longitud promedio de grano.

Tabla 7

Tabla de distribución de frecuencias para longitud de grano

Clase	Li	Ls	Xi	fi	fri	fri (%)	Fi	Fri
1	6.96	7.57	7.27	1	0.004	0.36	1	0.004
2	7.57	8.18	7.88	0	0.000	0.00	1	0.004
3	8.18	8.79	8.49	0	0.000	0.00	1	0.004
4	8.79	9.4	9.10	43	0.155	15.47	44	0.158
5	9.4	10.01	9.71	7	0.025	2.52	51	0.183
6	10.01	10.62	10.32	63	0.227	22.66	114	0.410
7	10.62	11.23	10.93	71	0.255	25.54	185	0.665
8	11.23	11.84	11.54	77	0.277	27.70	262	0.942
9	11.84	12.45	12.15	12	0.043	4.32	274	0.986
10	12.45	13.06	12.76	4	0.014	1.44	278	1.000
Total				278	1.000	100.00		

Según el análisis de frecuencia, el 27.7 % de accesiones evaluadas presentaron longitud de grano entre 11.23 y 11.84 mm, el cual, equivale a 77 accesiones. Las accesiones que presentaron mayor longitud de grano con dimensiones de 12.45 a 13.06 mm fueron los siguientes: CTC – 250, L – 131, CTC – 113, L – 158 y L - TG – 001, que constituyen el 1.44% de la población evaluada.

Figura 12*Histograma de longitud de grano***6.1.2. Respecto al ancho de grano**

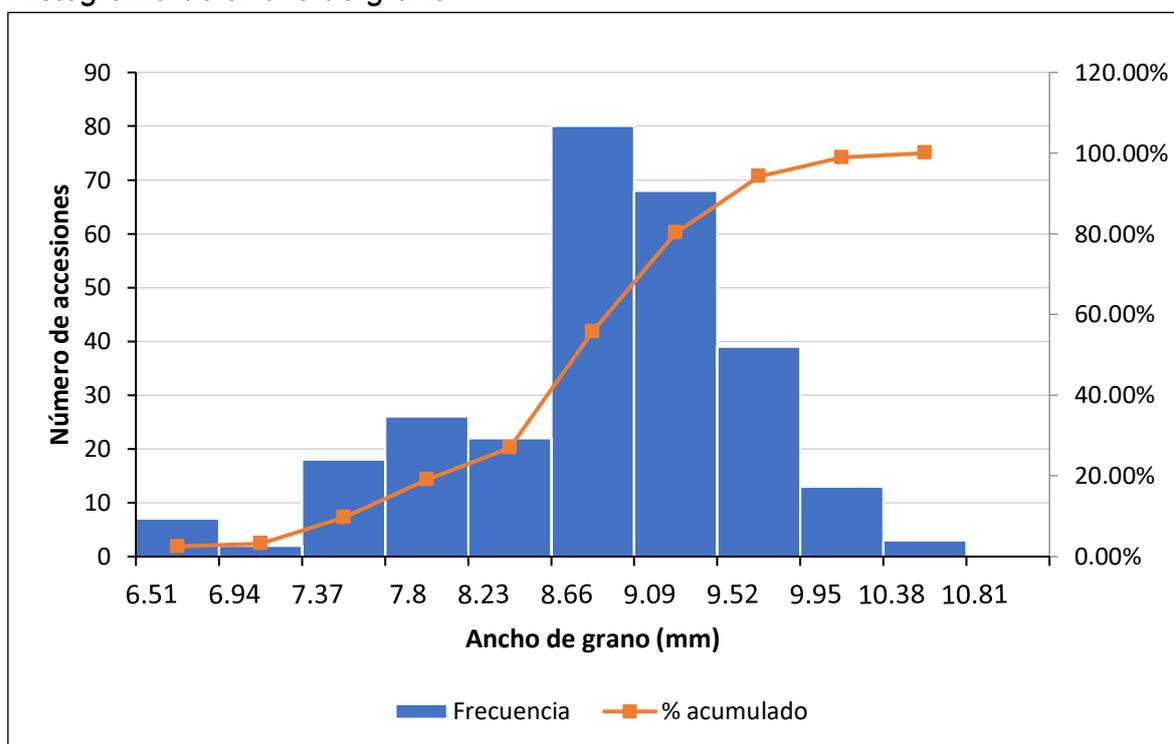
El ancho de grano promedio encontrado en la evaluación de 278 accesiones de tarwi fue 8.91 ± 076 mm, con un valor máximo de 10.74 y con un valor mínimo de 6.51 mm. Este valor es menor al encontrado por Chávez (2020), quien reportó un ancho promedio de grano de 9.01 mm. Sin embargo, el valor encontrado en la presente investigación es mayor al encontrado por Mamani (2020) con 8.12 mm de ancho de grano, es también, mayor al reportado por Sicos (2019) con 7.88 mm de ancho de grano y finalmente es mayor al reportado por Ubillus (2021) con 8.4 mm.

Tabla 8*Tabla de distribución de frecuencias para ancho de grano*

Clase	LI	LS	Xi	fi	fri	fri (%)	Fi	Fri
1	6.51	6.94	6.725	7	0.025	2.52	7	0.025
2	6.94	7.37	7.155	2	0.007	0.72	9	0.032
3	7.37	7.8	7.585	18	0.065	6.47	27	0.097
4	7.8	8.23	8.015	26	0.094	9.35	53	0.191
5	8.23	8.66	8.445	22	0.079	7.91	75	0.270
6	8.66	9.09	8.875	80	0.288	28.78	155	0.558
7	9.09	9.52	9.305	68	0.245	24.46	223	0.802
8	9.52	9.95	9.735	39	0.140	14.03	262	0.942
9	9.95	10.38	10.165	13	0.047	4.68	275	0.989
10	10.38	10.81	10.595	3	0.011	1.08	278	1.000
Total				278	1.000	100.00		

Según el análisis de frecuencia, el 28.78 % de accesiones evaluadas presentaron ancho de grano entre 8.66 y 9.09 mm, el cual, equivale a 80 accesiones. Las accesiones que presentaron mayor ancho de grano con dimensiones de 10.38 a 10.81 mm fueron los siguientes: CTC – 0436, L - TG – 001 y CTC – 113, que constituyen el 1.08 % de la población evaluada.

Figura 13
Histograma de ancho de grano



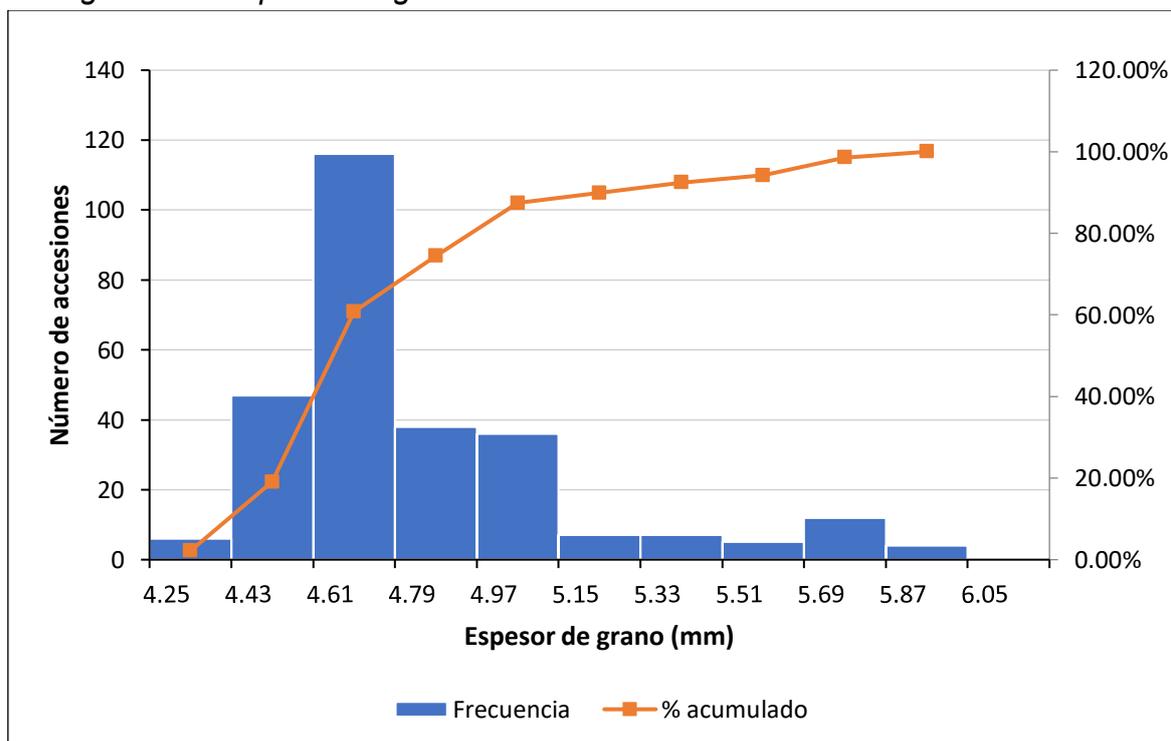
6.1.3. Respecto al espesor de grano

El espesor de grano promedio de las 278 accesiones evaluadas en la presente investigación fue de 4.87 ± 0.33 mm, con un valor máximo de 6.00 mm y con un valor mínimo de 4.25 mm. Este promedio es inferior al obtenido por Chávez (2020) encontró un valor promedio de 5.17 mm de espesor de grano. El valor encontrado en la presente investigación es mayor al reportado por Ubillus (2021) de 4.5 mm de espesor de grano.

Tabla 9*Tabla de distribución de frecuencias para espesor de grano*

Clase	LI	LS	Xi	fi	fri	fri (%)	Fi	Fri
1	4.25	4.43	4.34	6	0.022	2.16	6	0.022
2	4.43	4.61	4.52	47	0.169	16.91	53	0.191
3	4.61	4.79	4.7	116	0.417	41.73	169	0.608
4	4.79	4.97	4.88	38	0.137	13.67	207	0.745
5	4.97	5.15	5.06	36	0.129	12.95	243	0.874
6	5.15	5.33	5.24	7	0.025	2.52	250	0.899
7	5.33	5.51	5.42	7	0.025	2.52	257	0.924
8	5.51	5.69	5.6	5	0.018	1.80	262	0.942
9	5.69	5.87	5.78	12	0.043	4.32	274	0.986
10	5.87	6.05	5.96	4	0.014	1.44	278	1.000
Total				278	1.000	100.00		

Según el análisis de frecuencia, el 41.73 % de accesiones evaluadas presentaron espesor de grano entre 4.61 y 4.79 mm, el cual, equivale a 116 accesiones. Las accesiones que presentaron mayor espesor de grano con dimensiones de 5.87 a 6.05 mm fueron los siguientes: CTC – 295, CTC – 299, CTC – 086 y CTC - 448, que constituyen el 1.44 % de la población evaluada.

Figura 14*Histograma de espesor de grano*

6.1.4. Respecto al peso de grano

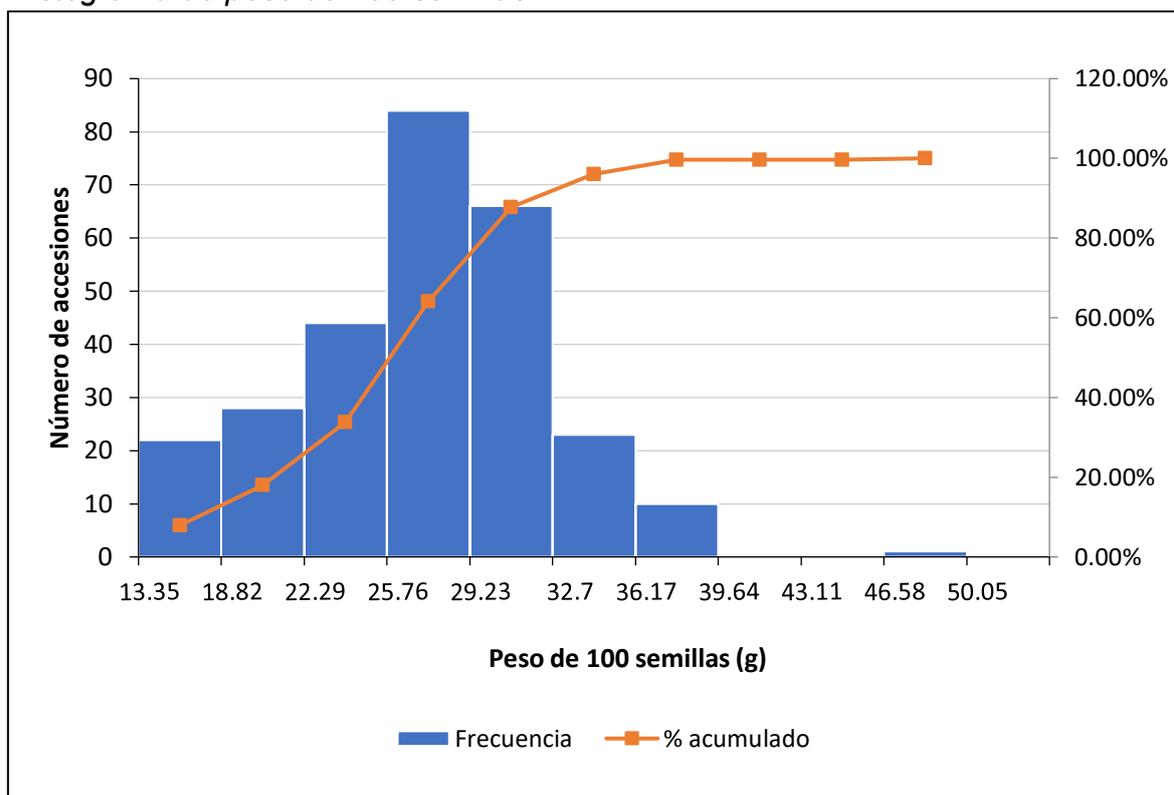
El peso de grano promedio de las 278 accesiones evaluadas en la presente investigación fue de 27.34 g, \pm 5.24 g, con un valor máximo de 50 g por 100 granos y con un valor mínimo de 15.35 g por 100 granos. Este valor es superior al encontrado por los siguientes investigadores: Chávez (2020) quien informó un valor de 26.27 g, Sicos (2019) quien informó el valor promedio de 21.86 g. De La Cruz (2018) quien para los ecotipos del centro informó 23.63 g y para los ecotipos del sur 20.73 g, Echavarría (2015) quien reportó un valor de 24.73 g, Ubillus (2021) quien informó un valor de 21.6 g, Villanueva (2020) quien encontró un valor de 21.72 g. Pero, es inferior al reportado por Flores (2018) quien reportó un valor de 28.56 g.

Tabla 10

Tabla de distribución de frecuencias para peso de 100 semillas

Clase	Li	Ls	Xi	fi	fri	fri (%)	Fi	Fri
1	15.35	18.82	17.09	22	0.079	7.91	22	0.079
2	18.82	22.29	20.56	28	0.101	10.07	50	0.180
3	22.29	25.76	24.03	44	0.158	15.83	94	0.338
4	25.76	29.23	27.50	84	0.302	30.22	178	0.640
5	29.23	32.70	30.97	66	0.237	23.74	244	0.878
6	32.70	36.17	34.44	23	0.083	8.27	267	0.960
7	36.17	39.64	37.91	10	0.036	3.60	277	0.996
8	39.64	43.11	41.38	0	0.000	0.00	277	0.996
9	43.11	46.58	44.85	0	0.000	0.00	277	0.996
10	46.58	50.05	48.32	1	0.004	0.36	278	1.000
Total				278	1.000	100.00		

La tabla de distribución de frecuencias para peso de 100 semillas en gramos muestra que el 30.22% de los pesos de 100 semillas están comprendidas entre 25.76 y 29.23 g, que son valores que están en el rango de la media de la población evaluada, mientras que para peso de 100 semillas mayores a 35 g se determina un porcentaje de 6% de tamaño de grano muy grande y excepcionalmente una línea con 50 g correspondiente a la accesión L - TG - 001.

Figura 15*Histograma de peso de 100 semillas***6.2. Regresión y correlación para componentes primarios de grano**

Conocer las relaciones de interdependencia entre longitud de grano, ancho de grano, espesor de grano y peso de 100 semillas para las 278 accesiones permite conocer de manera específica y general la variabilidad del tarwi. A continuación, se presenta los resultados de relación entre las cuatro variables.

Tabla 11*Resumen de coeficientes de regresión y correlación*

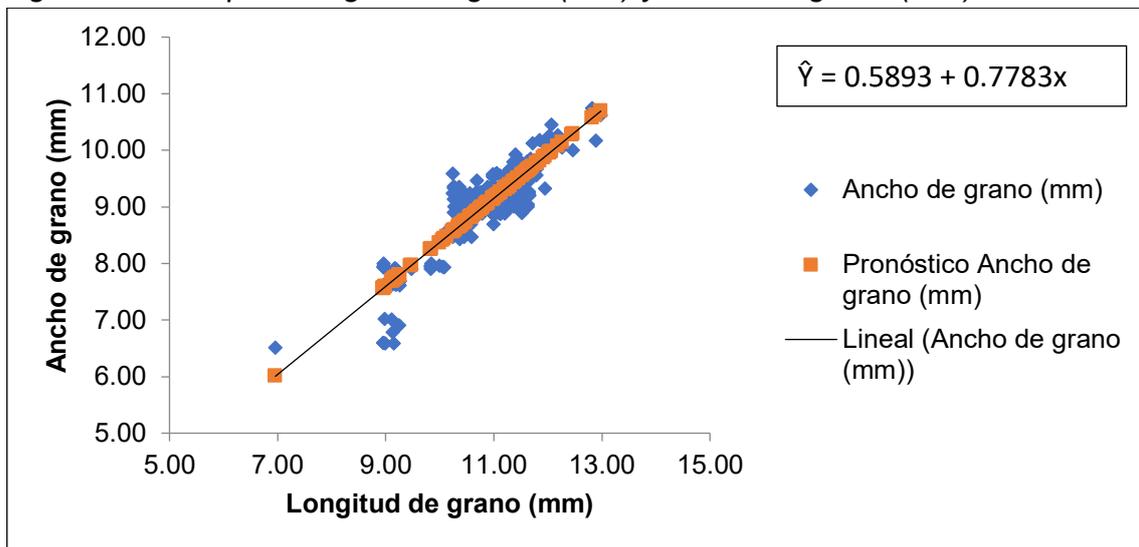
Regresión	b_0	b_1	r	CD (%)
Longitud con ancho	0.589344	0.778291 *	0.912868 *	83.33
Longitud con espesor	4.549396	0.030117 NS	0.080352 NS	0.65
Longitud con peso	-29.656580	5.329924 *	0.903689 *	81.67
Ancho con espesor	4.569244	0.0333911 NS	0.077136 NS	0.59
Ancho con peso	- 27.707302	6.176885 *	0.892869 *	79.72
Espesor con peso	22.574263	0.978856 NS	0.062206 NS	0.39

6.2.1. Sobre la regresión de longitud de grano con ancho de grano

El coeficiente de regresión entre longitud de grano y ancho de grano tiene significación estadística con 95% de confianza y una relación positiva que permite afirmar que por la variación de 1.00 mm en la longitud de grano el ancho de grano aumenta en 0.78 mm. El coeficiente de determinación indica que las variaciones de ancho de grano son explicadas en un 83.33% por las variaciones de longitud de grano. Ver la figura 16.

Figura 16

Regresión lineal para longitud de grano (mm) y ancho de grano (mm)

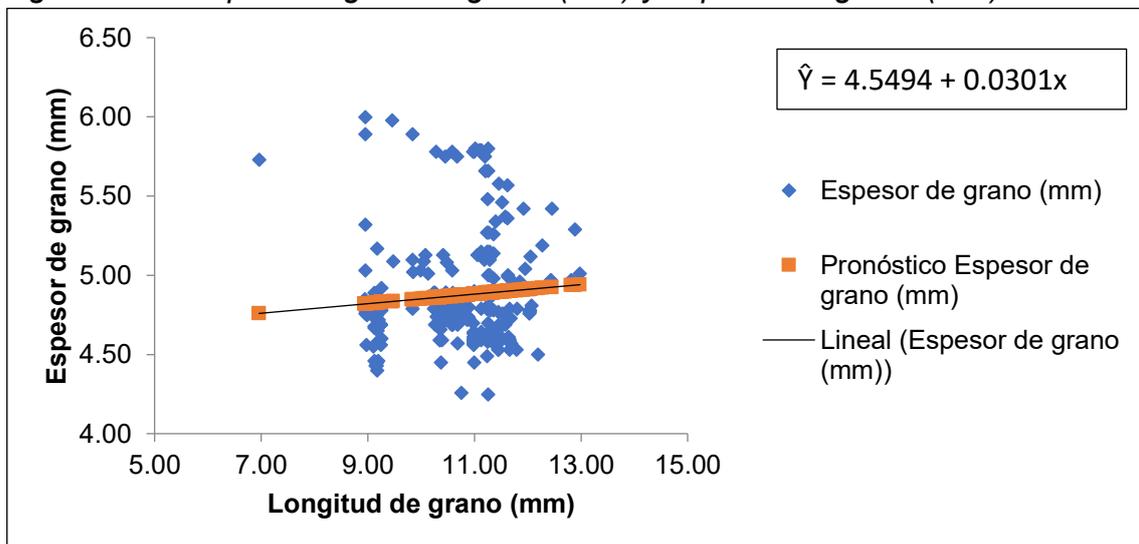


6.2.2. Sobre la regresión de longitud de grano con espesor de grano

No existe regresión ni correlación entre longitud de grano y espesor de grano con 95% de confianza. La evidencia sea aprecia en la figura 17.

Figura 17

Regresión lineal para longitud de grano (mm) y espesor de grano (mm)

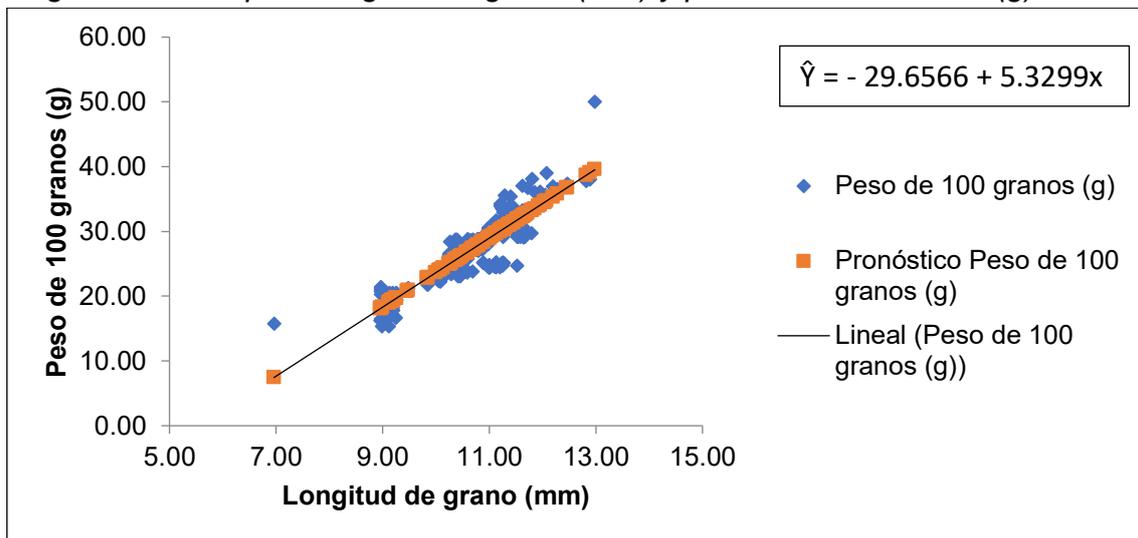


6.2.3. Sobre la regresión de longitud de grano con peso de 100 semillas

El coeficiente de regresión entre longitud de grano y peso de 100 semillas presenta significación estadística con 95% de confianza y una relación positiva que permite afirmar que por la variación de 1.00 mm en la longitud de grano el peso de 100 semillas aumenta en 5.33 g. El coeficiente de determinación indica que las variaciones de peso de 100 semillas son explicadas en un 81.67% por las variaciones de longitud de grano. Ver la figura 18.

Figura 18

Regresión lineal para longitud de grano (mm) y peso de 100 semillas (g)

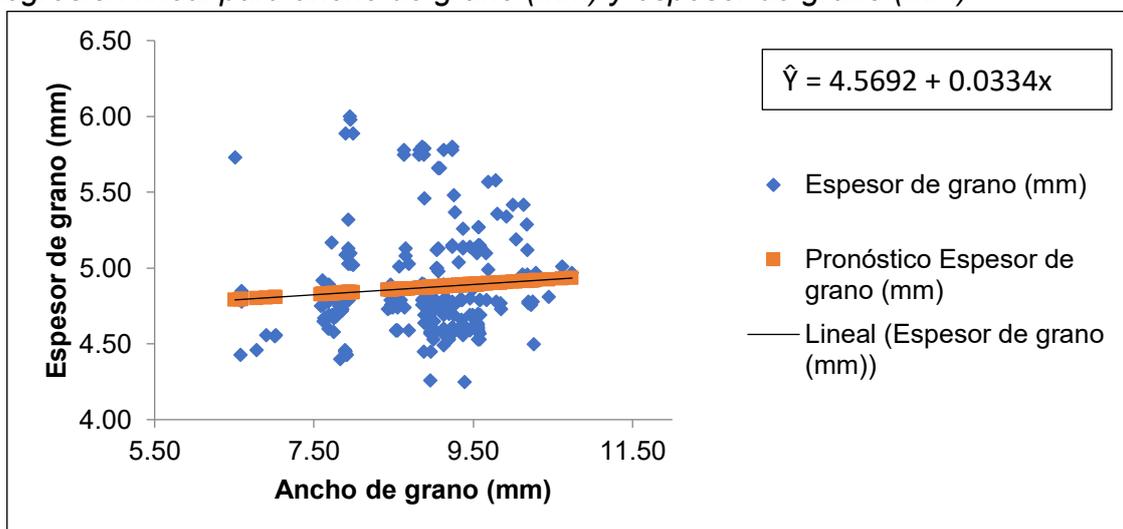


6.2.4. Sobre la regresión de ancho de grano con espesor de grano

No existe regresión ni correlación entre ancho de grano y espesor de grano con 95% de confianza. La evidencia sea aprecia en la figura 19.

Figura 19

Regresión lineal para ancho de grano (mm) y espesor de grano (mm)

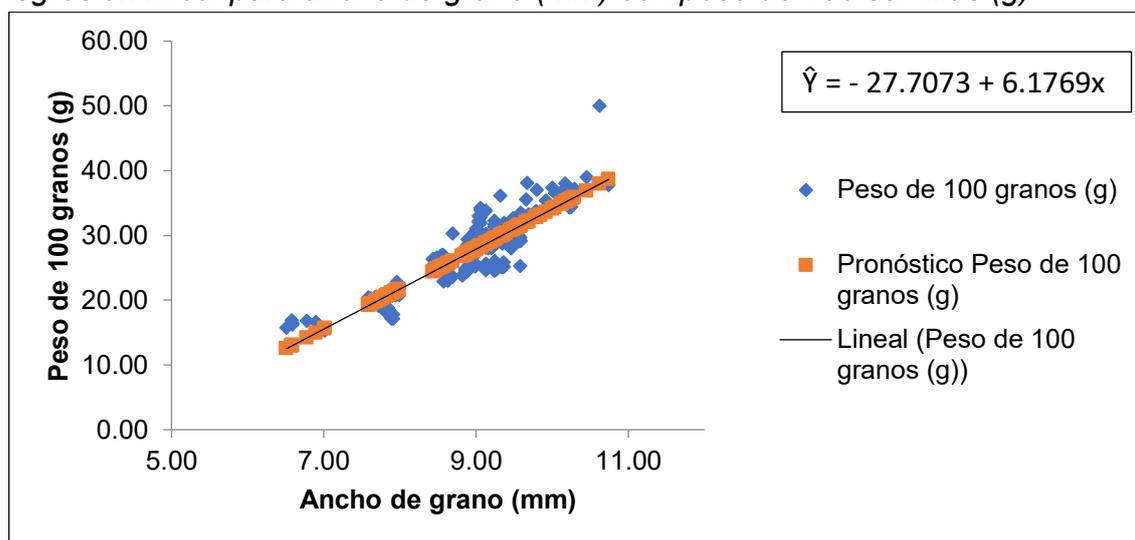


6.2.5. Sobre la regresión de ancho de grano con peso de 100 semillas

El coeficiente de regresión entre ancho de grano y peso de 100 semillas presenta significación estadística con 95% de confianza y una relación positiva que permite afirmar que por la variación de 1.00 mm en el ancho de grano el peso de 100 semillas aumenta en 6.18 g. El coeficiente de determinación indica que las variaciones de peso de 100 semillas son explicadas en un 79.72% por las variaciones del ancho de grano. Ver la figura 20.

Figura 20

Regresión lineal para ancho de grano (mm) con peso de 100 semillas (g)

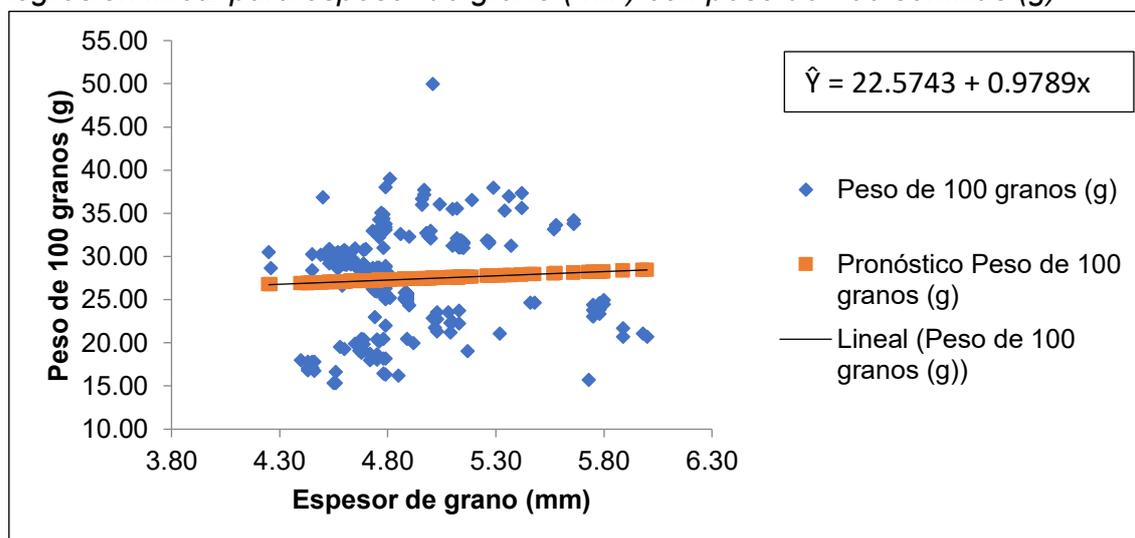


6.2.6. Sobre la regresión de espesor de grano con peso de 100 semillas

No existe regresión ni correlación entre espesor de grano y peso de 100 semillas con 95% de confianza. La evidencia sea aprecia en la figura 21.

Figura 21

Regresión lineal para espesor de grano (mm) con peso de 100 semillas (g)



6.3. Determinación de calibre de grano

Sobre las 278 accesiones caracterizadas para tamaño de grano según el peso alcanzado por 100 semillas se ha determinado cinco categorías con sus respectivos calibres que se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 12

Categorías de calibre y porcentaje sobre la muestra total

Categorización	Calibre	Número de accesiones	Peso promedio (g)	% de muestra
Muy grande	≥ 35 g/100 granos	18.00	37.43	6.47%
Grande	≥ 30 y < 35 g/100 granos	63.00	31.82	22.66%
Mediano	≥ 25 y < 30 g/100 granos	124.00	27.62	44.60%
Pequeño	≥ 20 y < 25 g/100 granos	41.00	22.57	14.75%
Muy pequeño	< 20 g/100 granos	32.00	17.91	11.51%
Total		278.00	27.34	100.00%

La categoría muy grande contiene 18 accesiones con granos muy grandes superiores a 35 g por 100 semillas, con un promedio de 37.43 g, que representa el 6.47% del total de accesiones de la muestra estudiada (ver tabla 05). En la categoría grande se tiene 63 accesiones con granos grandes entre 30 g y menores de 35 g, con un promedio de 31.82 g, que constituyen el 22.66% de la muestra estudiada (ver tabla 05). La categoría de grano mediano comprendido entre 25 a menores de 30 g por 100 semillas, con un peso promedio de 27.62 g, que constituyen el 44.60% de la muestra evaluada (ver tabla 05). La categoría de grano pequeño comprendido entre 20 a menores de 25 g por 100 semillas con un promedio de 22.57 g, constituye el 14.75% de la muestra evaluada (ver tabla 05). Finalmente, la categoría muy pequeña que comprende accesiones con peso de 100 semillas menores a 20 g, con un promedio de 17.91 g, que constituye el 11.51% de la muestra estudiada (ver tabla 05).

6.4. Evaluación estadística para las cinco categorías de calibre

Para las cinco categorías de calibre determinados a continuación se presenta la descripción de sus características de grano y sus correspondientes regresiones y correlaciones.

6.4.1. Para la categoría con calibre muy grande

La muestra estudiada permite afirmar que existe alta variabilidad en tarwi para tamaño de grano habiéndose encontrado muestras hasta con 50 g por 100 semillas en el L – TG – 001 que constituye el límite superior encontrado en la muestra. En la tabla 13 se encuentra la descripción de los granos de esta categoría.

Tabla 13

Parámetros para calibre muy grande (18 accesiones)

Variables	Longitud de grano (mm)	Ancho de grano (mm)	Espesor de grano (mm)	Peso de 100 semillas (gr)
Promedio	12.10	10.10	5.06	37.43
Valor máximo	12.98	10.74	5.42	50.00
Valor mínimo	11.29	9.32	4.50	35.10
Rango	1.69	1.42	0.92	14.90
Desviación estándar	0.48	0.34	0.25	3.32
Coefficiente de variación	3.98%	3.41%	4.97%	8.86%
N° de muestras	18	18	18	18

En la siguiente tabla, se presenta los coeficientes de regresión y correlación para las variables de características de grano muy grande.

Tabla 14

Resumen de coeficientes de regresión y correlación para categoría muy grande

Regresión	b ₀	b ₁	r	CD (%)
Longitud con ancho	4.482233	0.464088 *	0.648642 *	42.07
Longitud con espesor	5.440522	-0.031729NS	0.060712NS	0.37
Longitud con peso	-11.216578	4.021255 *	0.583225 *	34.02
Ancho con espesor	6.823834	-0.175025 NS	0.239611 NS	5.74
Ancho con peso	-6.917967	4.392502 *	0.455808 *	20.78
Espesor con peso	44.680214	-1.433464 NS	0.108655 NS	1.18

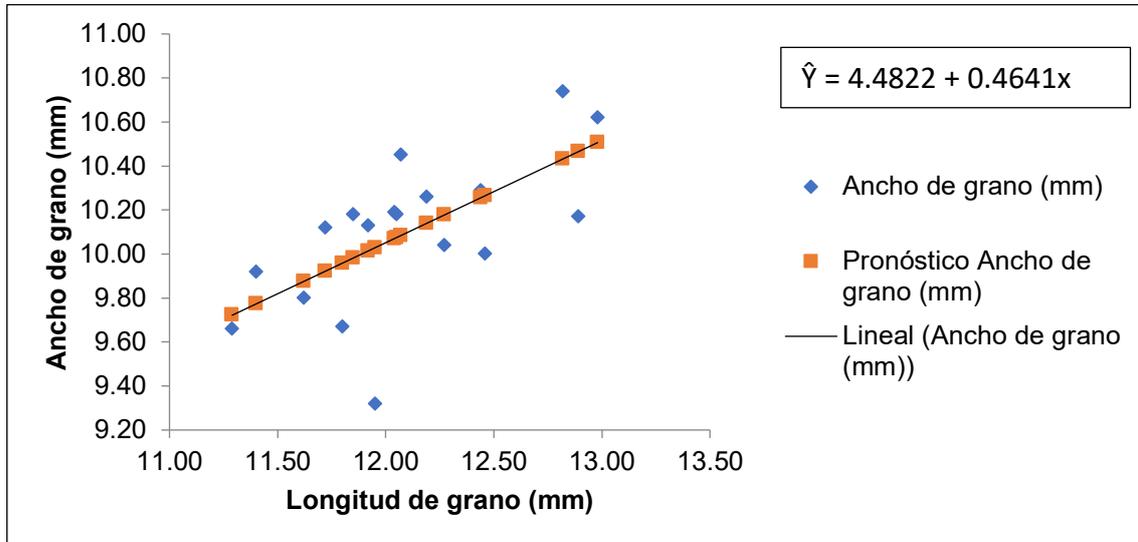
a) Regresión y correlación para grano muy grande entre longitud de grano con ancho de grano.

El coeficiente de regresión entre longitud de grano y ancho de grano tiene significación estadística con 95% de confianza y una relación positiva que permite afirmar que por la variación de 1.00 mm en la longitud de grano el ancho de grano aumenta en 0.46 mm. El coeficiente de determinación indica que las variaciones de

ancho de grano son explicadas en un 42.07% por las variaciones de la longitud de grano. Ver la figura 22.

Figura 22

Regresión lineal para longitud de grano (mm) y ancho de grano (mm) para tamaño de grano muy grande

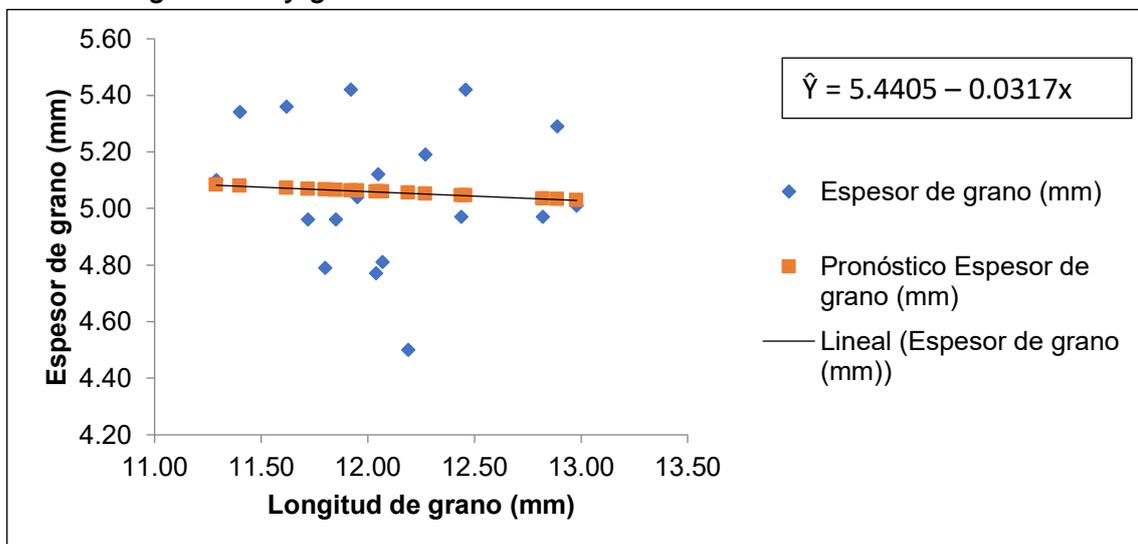


b) Regresión y correlación para grano muy grande de longitud de grano con espesor de grano.

La relación entre longitud de grano y espesor de grano es inversa. No existe regresión ni correlación entre longitud de grano y espesor de grano con 95% de confianza. La evidencia sea aprecia en la figura 23.

Figura 23

Regresión lineal para longitud de grano (mm) y espesor de grano (mm) para tamaño de grano muy grande

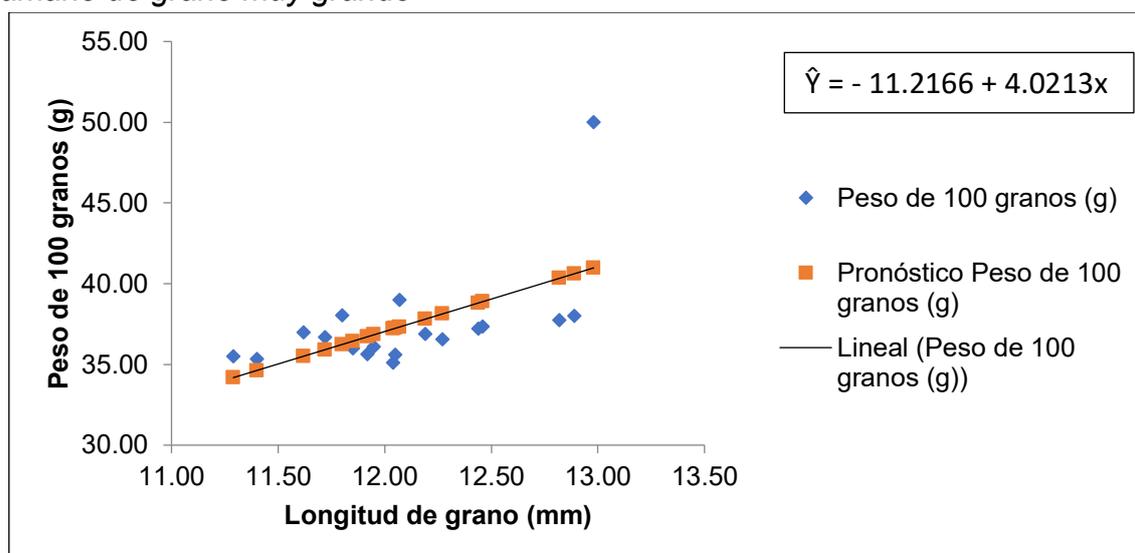


c) Regresión y correlación para grano muy grande de longitud de grano con peso de 100 semillas.

El coeficiente de regresión entre longitud de grano y peso de 100 semillas presenta significación estadística con 95% de confianza y una relación positiva que permite afirmar que por la variación de 1.00 mm en la longitud de grano el peso de 100 semillas aumenta en 4.02 g. El coeficiente de determinación indica que las variaciones de peso de 100 semillas son explicadas en un 34.02% por las variaciones de longitud de grano. Ver la figura 24.

Figura 24

Regresión lineal para longitud de grano (mm) y peso de 100 semillas (g) para tamaño de grano muy grande

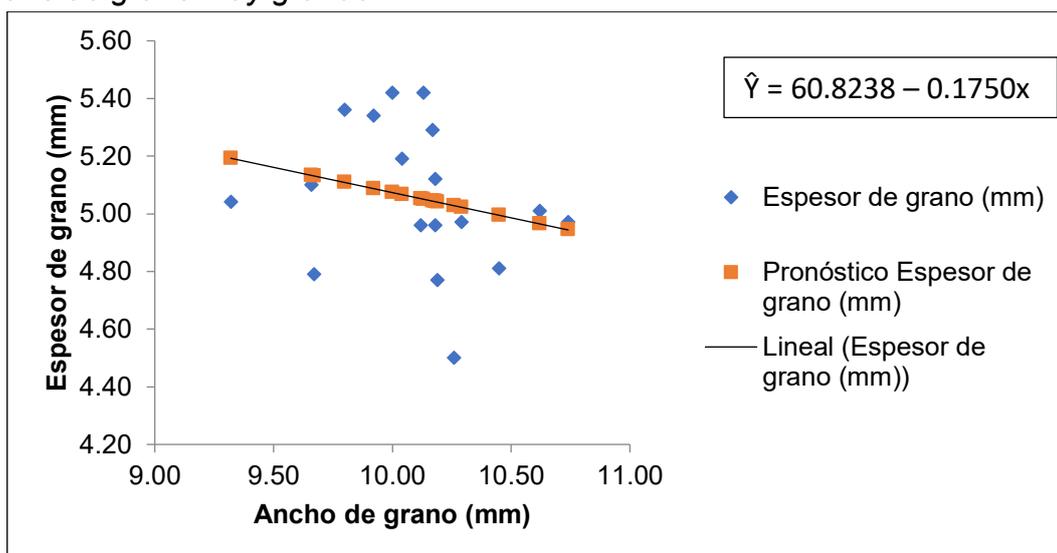


d) Regresión y correlación para grano muy grande de ancho de grano con espesor de grano.

La relación entre ancho de grano y espesor de grano es inversa. No existe regresión ni correlación entre ancho de grano y espesor de grano con 95% de confianza. La evidencia sea aprecia en la figura 25.

Figura 25

Regresión lineal para ancho de grano (mm) y espesor de grano (mm) para tamaño de grano muy grande

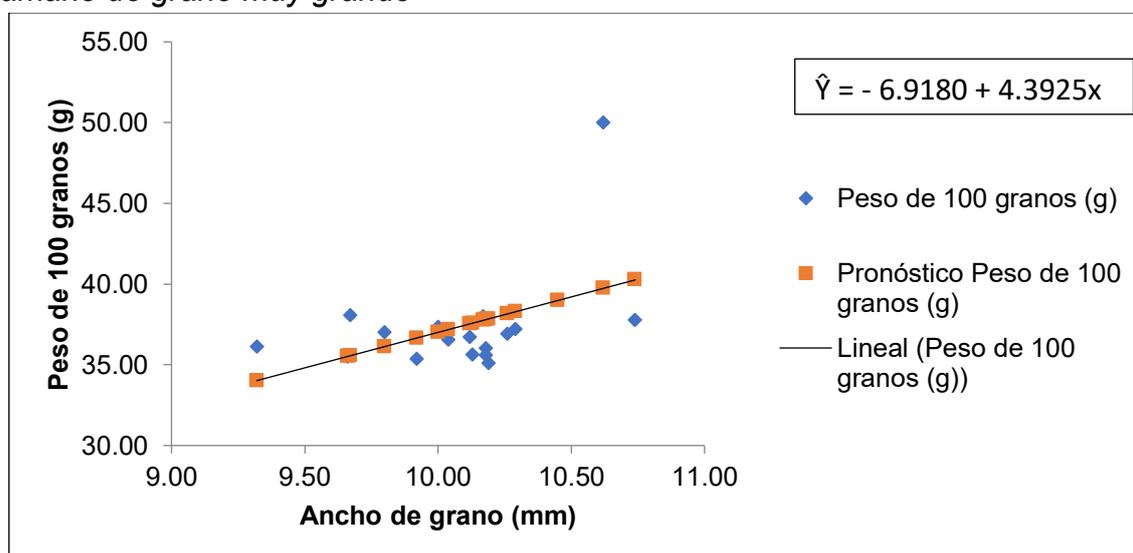


e) Regresión y correlación para grano muy grande de ancho de grano con peso de 100 semillas.

El coeficiente de regresión entre ancho de grano y peso de 100 semillas presenta significación estadística con 95% de confianza y una relación positiva que permite afirmar que por la variación de 1.00 mm en el ancho de grano el peso de 100 semillas aumenta en 4.39 g. El coeficiente de determinación indica que las variaciones de peso de 100 semillas son explicadas en un 20.78% por las variaciones de ancho de grano. Ver la figura 26.

Figura 26

Regresión lineal para ancho de grano (mm) y peso de 100 semillas (g) para tamaño de grano muy grande

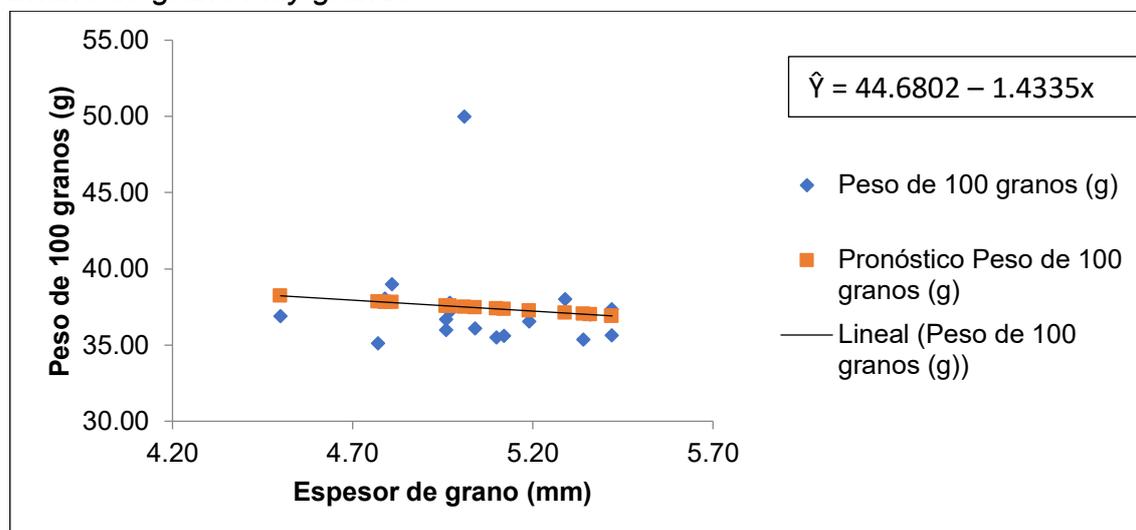


f) Regresión y correlación para grano muy grande de espesor de grano con peso de 100 semillas.

La relación entre espesor de grano y peso de 100 semillas es inversa. No existe regresión ni correlación entre espesor de grano con peso de 100 semillas con 95% de confianza. La evidencia sea aprecia en la figura 27.

Figura 27

Regresión lineal para espesor de grano (mm) y peso de 100 semillas (g) para tamaño de grano muy grande



6.4.2. Para la categoría con calibre grande

La presente investigación demuestra de manera favorable que en tarwi es posible alcanzar variedades con tamaño de grano grande. Entre las 278 accesiones estudiadas se ha encontrado grano grande hasta con 34.9 g en el CTC-140 y un promedio de 31.82 g que constituye el 22.66% de la muestra estudiada. En la tabla 15 se encuentra la descripción de los granos de esta categoría.

Tabla 15

Parámetros para calibre grande (63 accesiones)

Variables	Longitud de grano (mm)	Ancho de grano (mm)	Espesor de grano (mm)	Peso de 100 semillas (gr)
Promedio	11.35	9.38	4.92	31.82
Valor máximo	12.04	10.25	5.66	34.90
Valor mínimo	10.99	8.69	4.25	30.10
Rango	1.05	1.56	1.41	4.80
Desviación estándar	0.23	0.33	0.33	1.28
Coefficiente de variación	2.02%	3.48%	6.69%	4.01%
N° de muestras	63	63	63	63

En la siguiente tabla, se presenta los coeficientes de regresión y correlación para las variables de características de grano grande.

Tabla 16

Resumen de coeficientes de regresión y correlación

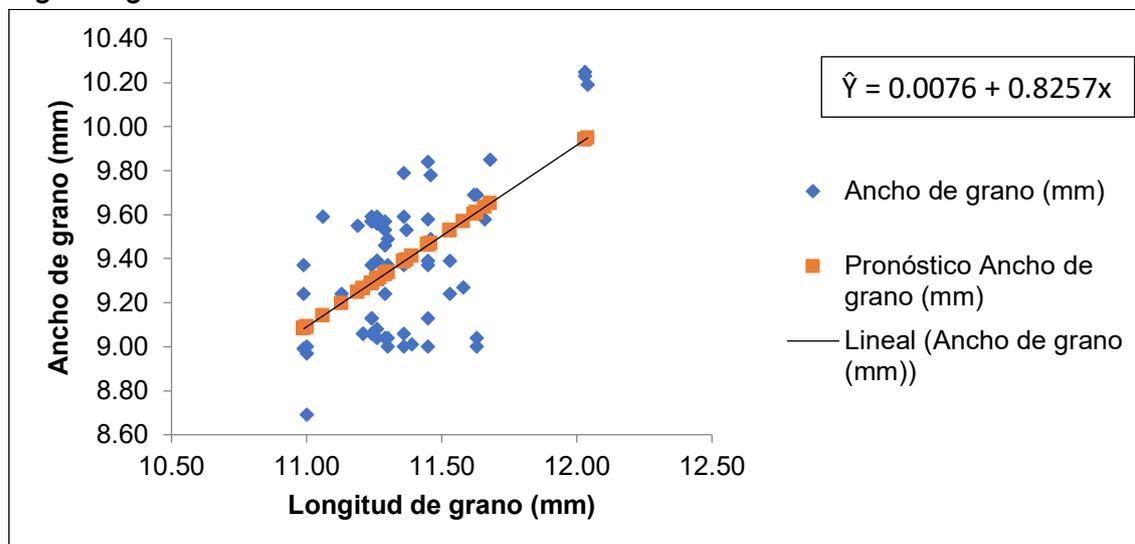
Regresión	b ₀	b ₁	r	CD (%)
Longitud con ancho	0.007621	0.825704 *	0.579992 *	33.64
Longitud con espesor	5.483792	- 0.049494 NS	0.034440 NS	0.12
Longitud con peso	1.354525	2.683251 *	0.481728 *	23.21
Ancho con espesor	3.966676	0.101820 NS	0.100866 NS	1.02
Ancho con peso	14.577954	1.837505 *	0.469647 *	22.06
Espesor con peso	22.788695	1.834243 *	0.473245 *	22.40

a) Regresión y correlación para grano grande entre longitud de grano y ancho de grano.

El coeficiente de regresión entre longitud de grano y ancho de grano tiene significación estadística con 95% de confianza y una relación positiva que permite afirmar que por la variación de 1.00 mm en la longitud de grano el ancho de grano aumenta en 0.83 mm. El coeficiente de determinación indica que las variaciones de ancho de grano son explicadas en un 33.64% por las variaciones de longitud de grano. Ver la figura 28.

Figura 28

Regresión lineal para longitud de grano (mm) y ancho de grano (mm) para tamaño de grano grande

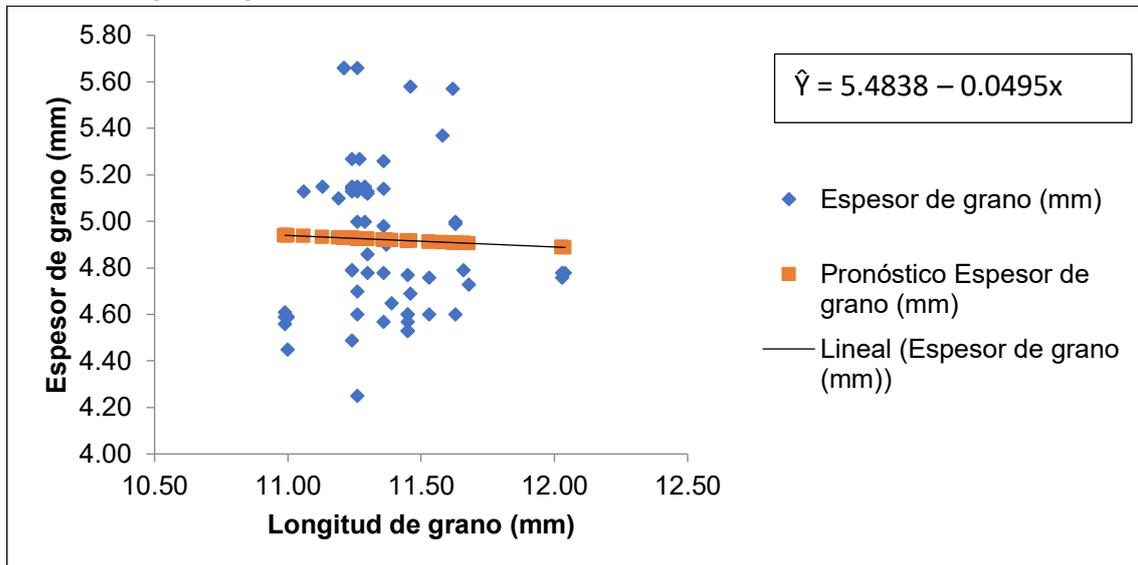


b) Regresión y correlación para grano grande entre longitud de grano y espesor de grano.

La relación entre longitud de grano y espesor de grano es inversa. No existe regresión ni correlación entre longitud de grano y espesor de grano con 95% de confianza. La evidencia sea aprecia en la figura 29.

Figura 29

Regresión lineal para longitud de grano (mm) y espesor de grano (mm) para tamaño de grano grande

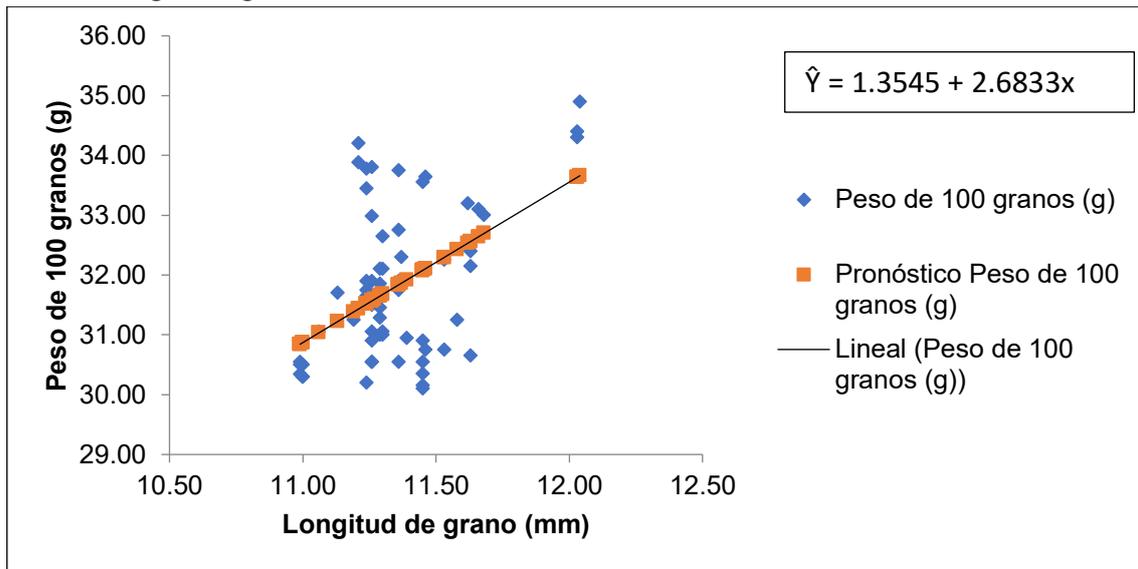


c) Regresión y correlación para grano grande entre longitud de grano con peso de 100 semillas.

El coeficiente de regresión entre longitud de grano y peso de 100 semillas presenta significación estadística con 95% de confianza y una relación positiva que permite afirmar que por la variación de 1.00 mm en la longitud de grano el peso de 100 semillas aumenta en 2.68 g. El coeficiente de determinación indica que las variaciones de peso de 100 semillas son explicadas en un 23.21% por las variaciones de longitud de grano. Ver la figura 30.

Figura 30

Regresión lineal para longitud de grano (mm) y peso de 100 semillas (g) para tamaño de grano grande

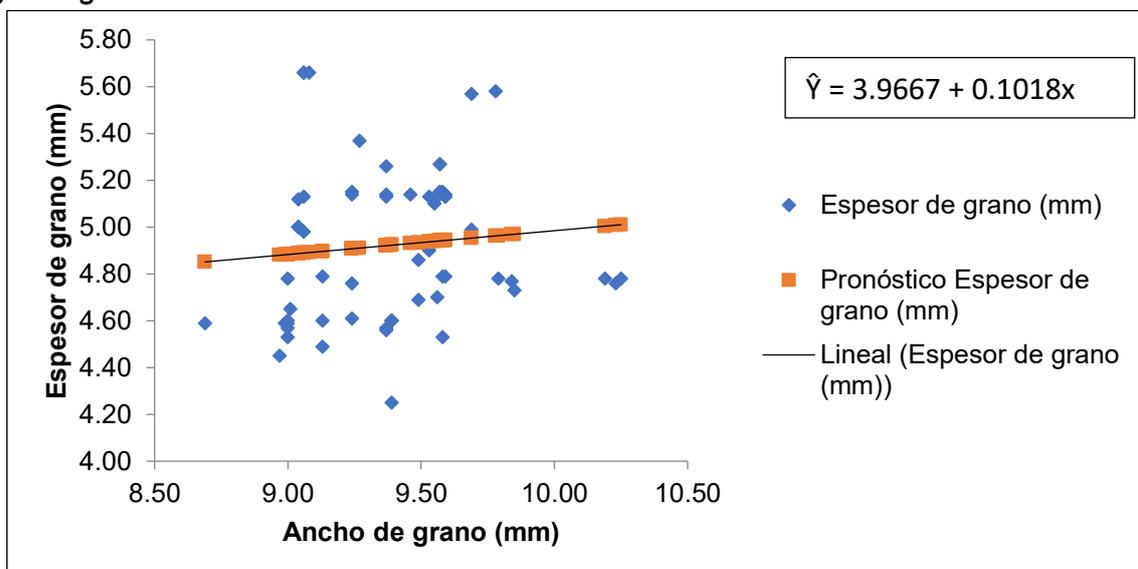


d) Regresión y correlación para grano grande entre ancho de grano con espesor de grano.

No existe regresión ni correlación entre ancho de grano y espesor de grano con 95% de confianza. La evidencia sea aprecia en la figura 31.

Figura 31

Regresión lineal ancho de grano (mm) y espesor de grano (mm) para tamaño de grano grande

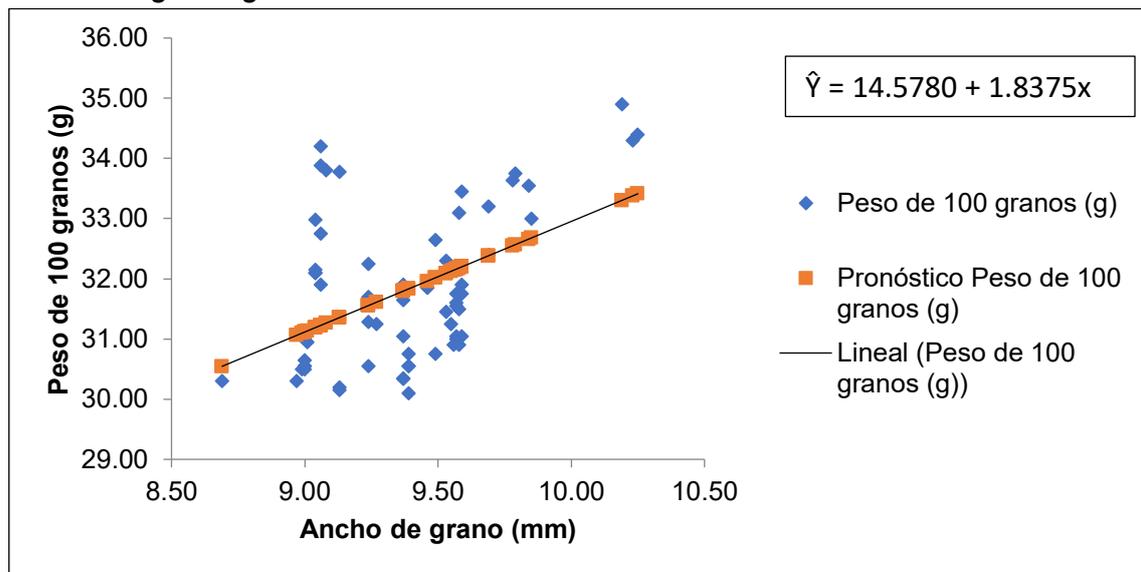


e) Regresión y correlación para grano grande entre de ancho de grano con peso de 100 semillas.

El coeficiente de regresión entre ancho de grano y peso de 100 semillas presenta significación estadística con 95% de confianza y una relación positiva que permite afirmar que por la variación de 1.00 mm en el ancho de grano el peso de 100 semillas aumenta en 1.84 g. El coeficiente de determinación indica que las variaciones de peso de 100 semillas son explicadas en un 22.06% por las variaciones de ancho de grano. Ver la figura 32.

Figura 32

Regresión lineal para ancho de grano (mm) y peso de 100 semillas (g) para tamaño de grano grande

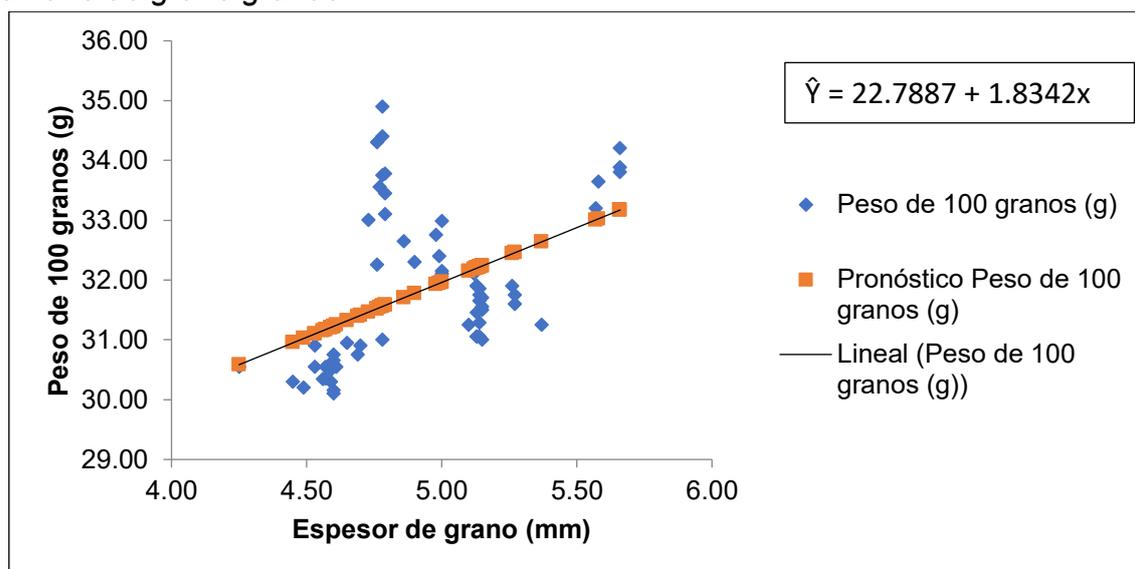


f) Regresión y correlación para grano grande entre espesor de grano con peso de 100 semillas.

El coeficiente de regresión entre espesor de grano y peso de 100 semillas presenta significación estadística con 95% de confianza y una relación positiva que permite afirmar que por la variación de 1.00 mm en el espesor de grano el peso de 100 semillas aumenta en 1.83 g. El coeficiente de determinación indica que las variaciones de peso de 100 semillas son explicadas en un 22.40% por las variaciones de espesor de grano. Ver la figura 33.

Figura 33

Regresión lineal para espesor de grano (mm) con peso de 100 semillas (g) para tamaño de grano grande



6.4.3. Para la categoría con calibre mediano

La presente investigación demuestra de manera favorable que en tarwi es posible alcanzar variedades con tamaño de grano mediano. Entre las 278 accesiones estudiadas se ha encontrado grano mediano hasta con 29.90 g en el CTC-0434 y un promedio de 27.62 g que constituye el 44.60% de la muestra estudiada. En la tabla 17 se encuentra la descripción de los granos de esta categoría.

Tabla 17

Parámetros para calibre mediano (124 accesiones)

Variabes	Longitud de grano (mm)	Ancho de grano (mm)	Espesor de grano (mm)	Peso de 100 semillas (gr)
Promedio	10.77	9.06	4.74	27.62
Valor máximo	11.79	9.59	5.80	29.90
Valor mínimo	10.24	8.43	4.26	25.00
Rango	1.55	1.16	1.54	4.90
Desviación estándar	0.39	0.30	0.14	1.47
Coefficiente de variación	3.64%	3.30%	3.01%	5.33%
N° de muestras	124	124	124	124

En la siguiente tabla, se presenta los coeficientes de regresión y correlación para las variables de características de grano mediano.

Tabla 18

Resumen de coeficientes de regresión y correlación

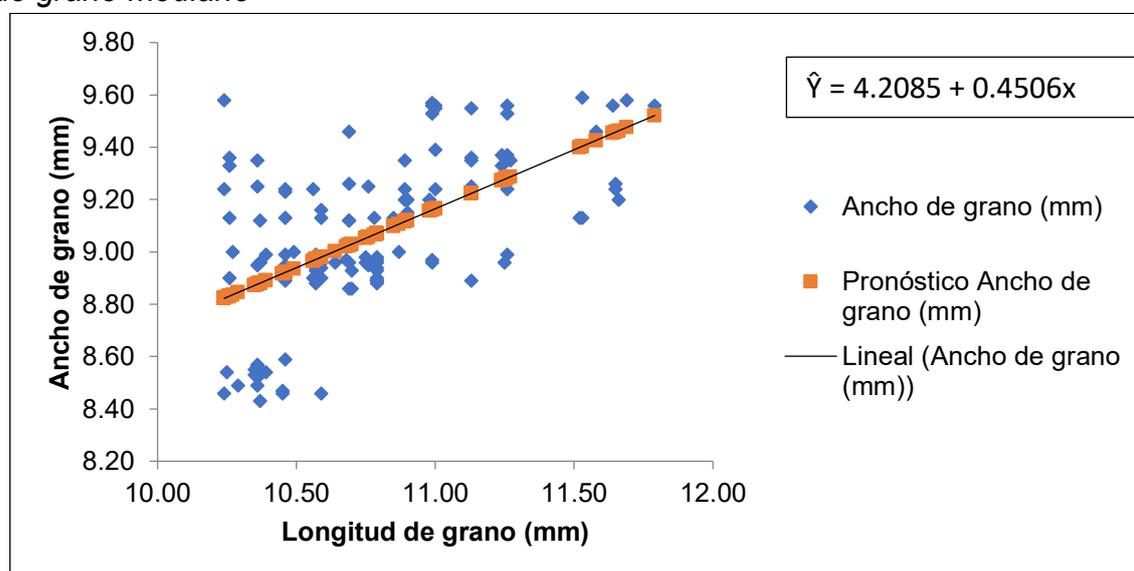
Regresión	b ₀	b ₁	r	CD (%)
Longitud con ancho	4.208538	0.450581 *	0.590538 *	34.87
Longitud con espesor	5.666653	- 0.086123 *	0.236463 *	5.59
Longitud con peso	7.977494	1.823517 *	0.485557 *	23.58
Ancho con espesor	5.147503	- 0.045077 NS	0.094432 NS	0.89
Ancho con peso	12.962412	1.617355 *	0.328595 *	10.80
Espesor con peso	58.265209	- 6.466895 *	0.627166 *	39.33

a) Regresión y correlación para grano mediano entre longitud de grano con ancho de grano.

El coeficiente de regresión entre longitud de grano y ancho de grano tiene significación estadística con 95% de confianza y una relación positiva que permite afirmar que por la variación de 1.00 mm en la longitud de grano el ancho de grano aumenta en 0.45 mm. El coeficiente de determinación indica que las variaciones de ancho de grano son explicadas en un 34.87% por las variaciones de longitud de grano. Ver la figura 34.

Figura 34

Regresión lineal para longitud de grano (mm) y ancho de grano (mm) para tamaño de grano mediano

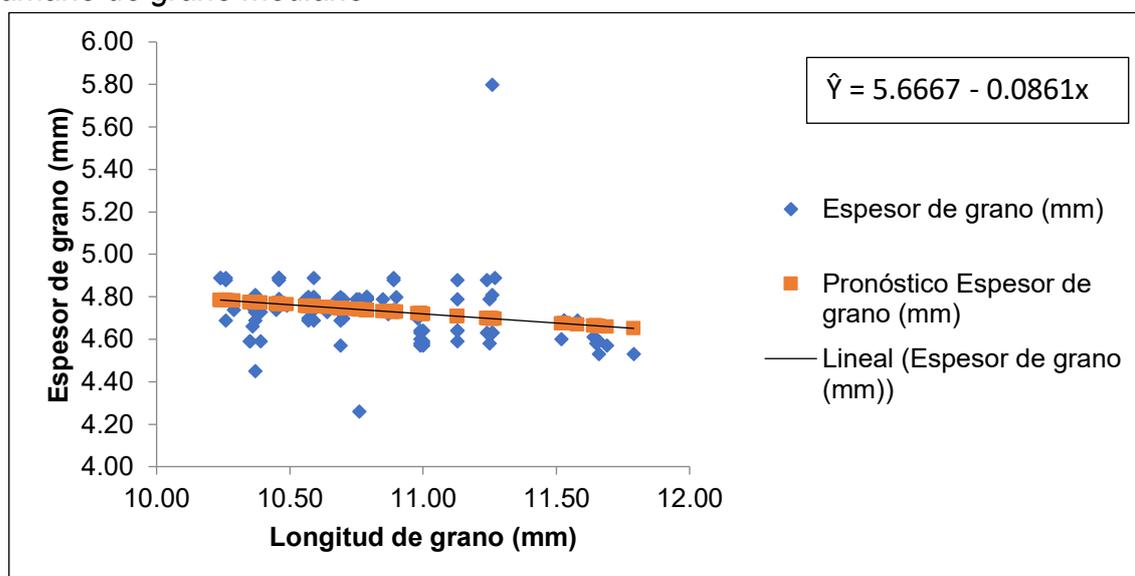


b) Regresión y correlación para grano mediano entre longitud de grano con espesor de grano.

La relación entre longitud de grano y espesor de grano es inversa. El coeficiente de regresión entre longitud de grano y espesor de grano tiene significación estadística con 95% de confianza y una relación negativa que permite afirmar que por la variación de 1.00 mm en la longitud de grano el espesor de grano disminuye en 0.09 mm. El coeficiente de determinación indica que las variaciones de espesor de grano son explicadas en un 5.59% por las variaciones de longitud de grano. Ver la figura 35.

Figura 35

Regresión lineal para longitud de grano (mm) con espesor de grano (mm) para tamaño de grano mediano

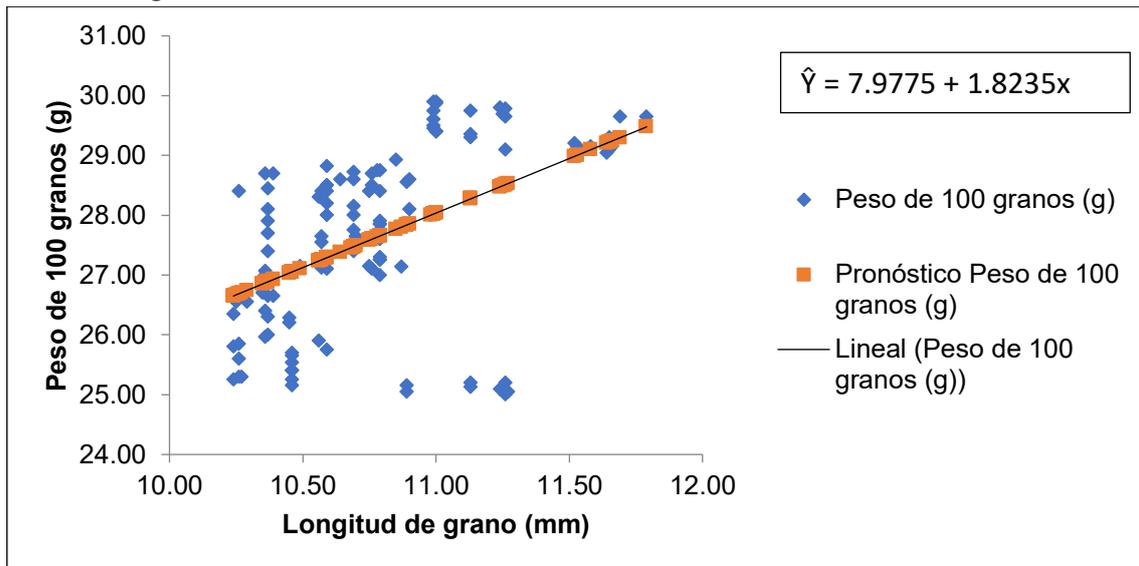


c) Regresión y correlación para grano mediano entre longitud de grano con peso de 100 semillas.

El coeficiente de regresión entre longitud de grano y peso de 100 semillas presenta significación con 95% de confianza y una relación positiva que permite afirmar que por la variación de 1.00 mm en la longitud de grano el peso de 100 semillas aumenta en 1.82 g. El coeficiente de determinación indica que las variaciones de peso de 100 semillas son explicadas en un 23.58% por las variaciones de longitud de grano. Ver la figura 36.

Figura 36

Regresión lineal para longitud de grano (mm) con peso de 100 semillas (g) para tamaño de grano mediano

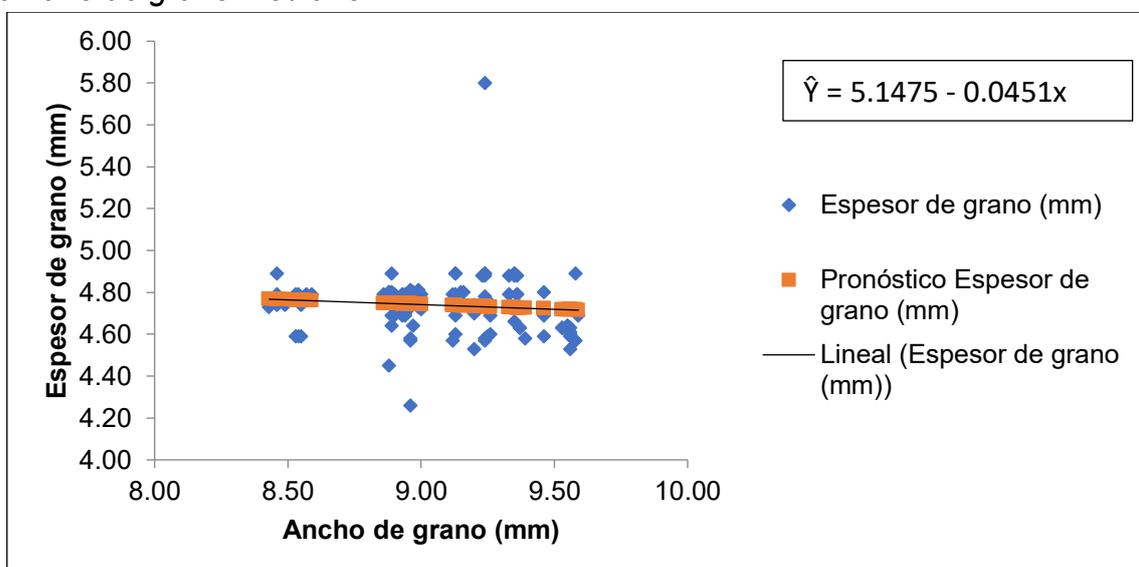


d) Regresión y correlación para grano mediano entre ancho de grano con espesor de grano.

La relación entre ancho de grano y espesor de grano es inversa. No existe regresión ni correlación entre ancho de grano y espesor de grano con 95% de confianza. La evidencia sea aprecia en la figura 37.

Figura 37

Regresión lineal para ancho de grano (mm) y espesor de grano (mm) para tamaño de grano mediano

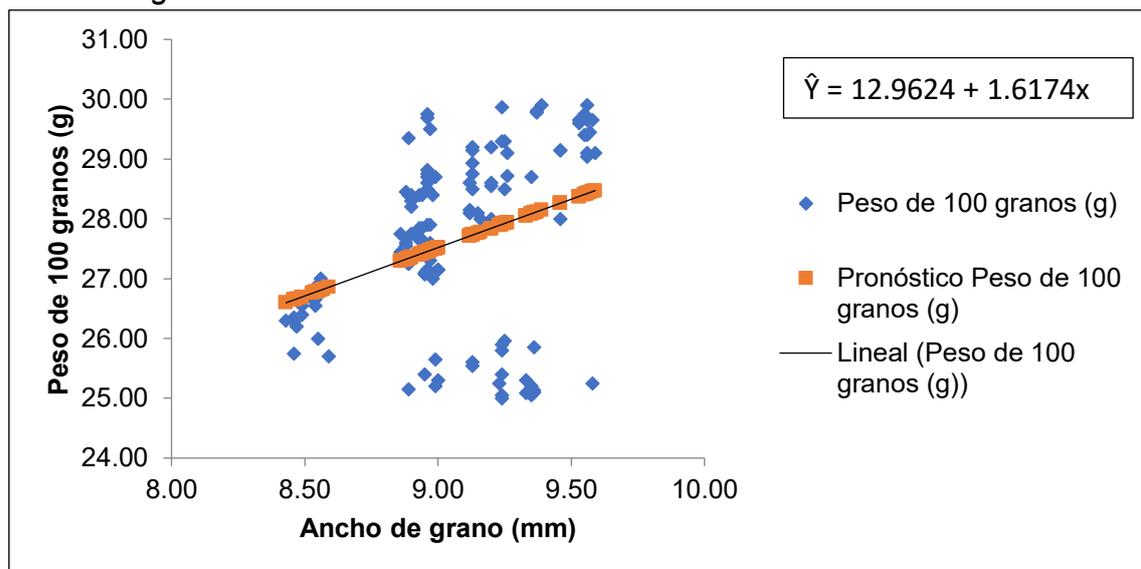


e) Regresión y correlación para grano mediano entre ancho de grano con peso de 100 semillas.

El coeficiente de regresión entre ancho de grano y peso de 100 semillas presenta significación estadística con 95% de confianza y una relación positiva que permite afirmar que por la variación de 1.00 mm en el ancho de grano el peso de 100 semillas aumenta en 1.62 g. El coeficiente de determinación indica que las variaciones de peso de 100 semillas son explicadas en un 10.80% por las variaciones de ancho de grano. Ver la figura 38.

Figura 38

Regresión lineal para ancho de grano (mm) y peso de 100 semillas (g) para tamaño de grano mediano

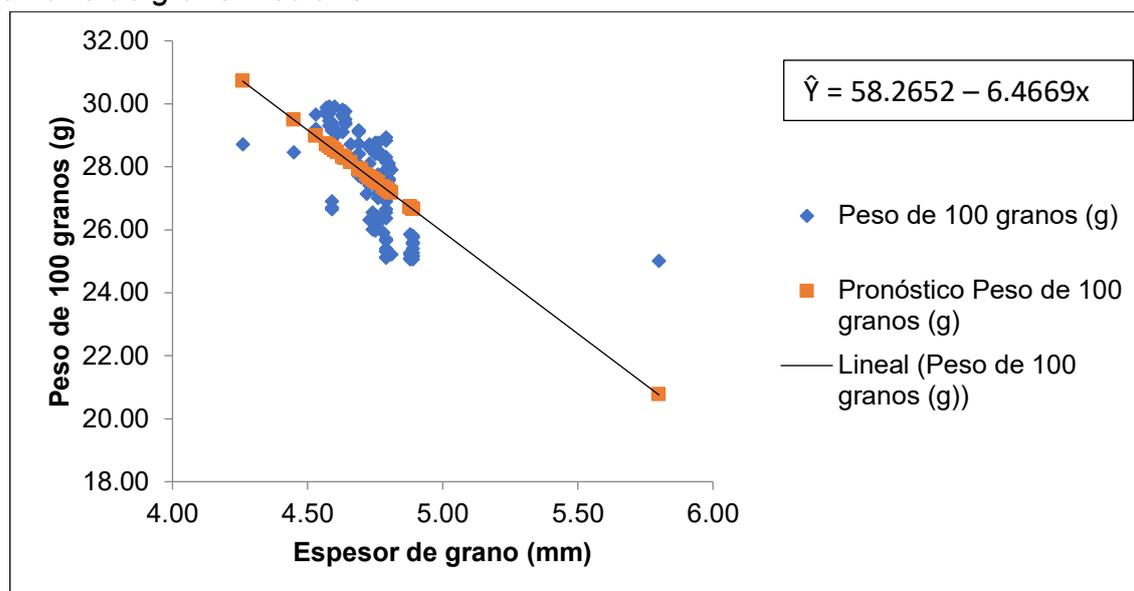


f) Regresión y correlación para grano mediano entre espesor de grano con peso de 100 semillas.

La relación entre espesor de grano y peso de 100 semillas es inversa. El coeficiente de regresión entre espesor de grano y peso de 100 semillas tiene significación estadística con 95% de confianza y una relación negativa que permite afirmar que por la variación de 1.00 mm en el espesor de grano el peso de 100 semillas disminuye en 6.47 g. El coeficiente de determinación indica que las variaciones de peso de 100 semillas son explicadas en un 39.33% por las variaciones de espesor de grano. Ver la figura 39.

Figura 39

Regresión lineal para espesor de grano (mm) y peso de 100 semillas (g) para tamaño de grano mediano



6.4.4. Para la categoría con calibre pequeño

La presente investigación demuestra de manera favorable que en tarwi es posible alcanzar variedades con tamaño de grano pequeño. Entre las 278 accesiones estudiadas se ha encontrado grano pequeño hasta con 24.80 g en el CTC-0462 y un promedio de 22.57 g que constituye el 14.75% de la muestra estudiada. En la tabla 19 se encuentra la descripción de los granos de esta categoría.

Tabla 19

Parámetros para calibre pequeño (41 accesiones)

Variables	Longitud de grano (mm)	Ancho de grano (mm)	Espesor de grano (mm)	Peso de 100 semillas (g)
Promedio	10.09	8.32	5.26	22.57
Valor máximo	11.52	9.26	6.00	24.80
Valor mínimo	8.96	7.59	4.67	20.00
Rango	2.56	1.67	1.33	4.80
Desviación estándar	0.81	0.54	0.45	1.65
Coefficiente de variación	8.05%	6.44%	8.46%	7.33%
N° de muestras	41	41	41	41

En la siguiente tabla, se presenta los coeficientes de regresión y correlación para las variables de características de grano pequeño.

Tabla 20**Resumen de coeficientes de regresión y correlación**

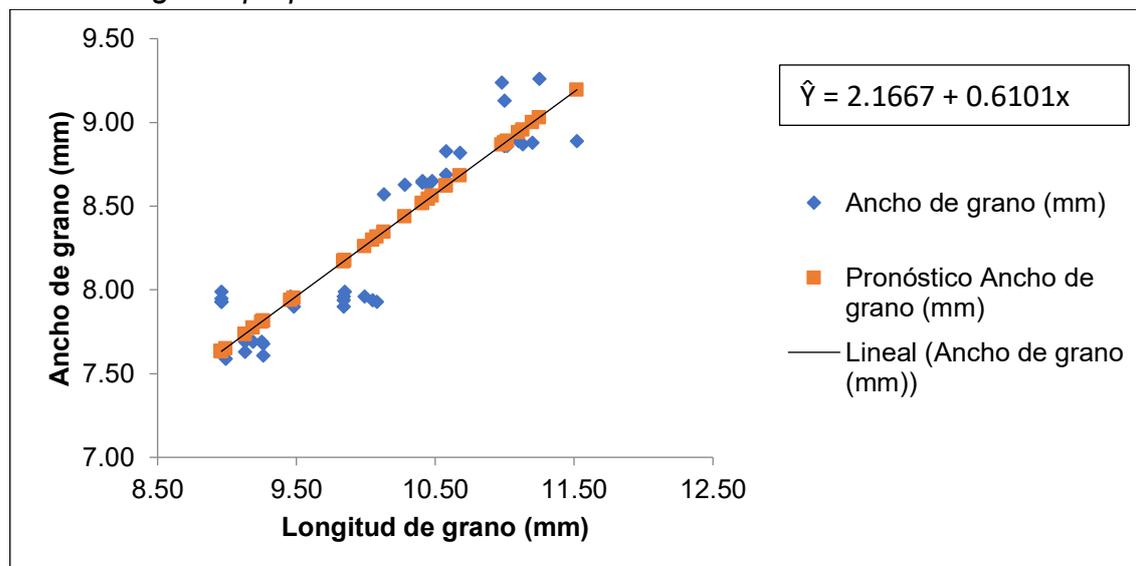
Regresión	b ₀	b ₁	r	CD (%)
Longitud con ancho	2.166660	0.610088 *	0.925027 *	85.57
Longitud con espesor	3.301214	0.194638 *	0.355119 *	12.61
Longitud con peso	2.619367	1.977144 *	0.970777 *	94.24
Ancho con espesor	2.023168	0.389549 *	0.468755 *	21.97
Ancho con peso	-1.935282	2.944302 *	0.953458 *	90.91
Espesor con peso	15.067563	1.424302 *	0.383299 *	14.69

a) Regresión y correlación para grano pequeño entre longitud de grano con ancho de grano.

El coeficiente de regresión entre longitud de grano y ancho de grano tiene significación estadística con 95% de confianza y una relación positiva que permite afirmar que por la variación de 1.00 mm en la longitud de grano el ancho de grano aumenta en 0.61 mm. El coeficiente de determinación indica que las variaciones de ancho de grano son explicadas en un 85.57% por las variaciones de longitud de grano. Ver la figura 40.

Figura 40

Regresión lineal de longitud de grano (mm) con ancho de grano (mm) para tamaño de grano pequeño

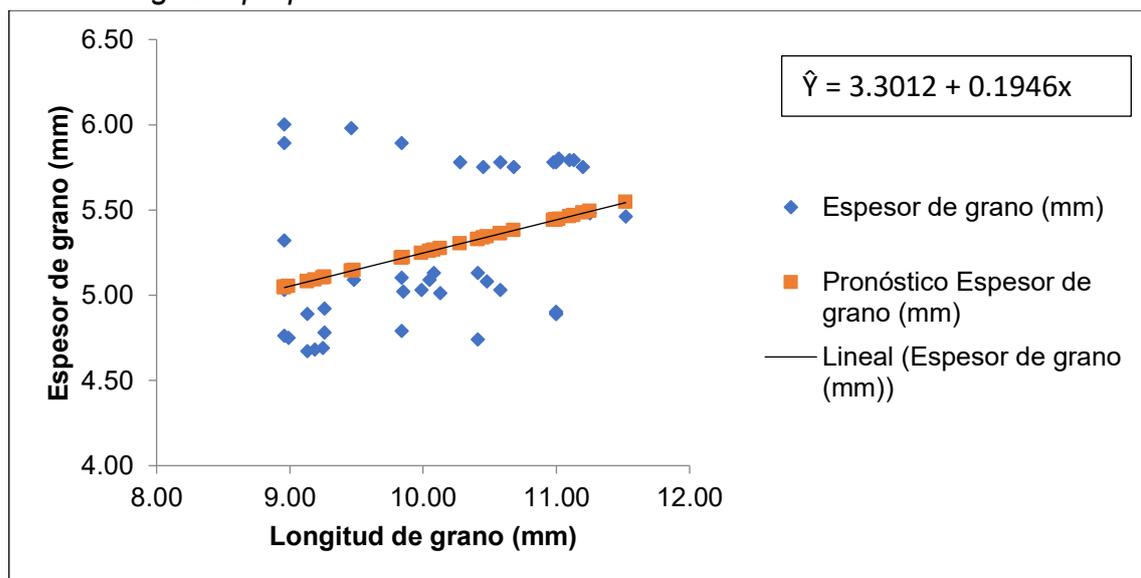


b) Regresión y correlación para grano pequeño entre longitud de grano con espesor de grano.

El coeficiente de regresión entre longitud de grano y espesor de grano tiene significación estadística con 95% de confianza y una relación positiva que permite afirmar que por la variación de 1.00 mm en la longitud de grano el espesor de grano aumenta en 0.20 mm. El coeficiente de determinación indica que las variaciones de espesor de grano son explicadas en un 12.61% por las variaciones de longitud de grano. Ver la figura 41.

Figura 41

Regresión lineal de longitud de grano (mm) con espesor de grano (mm) para tamaño de grano pequeño

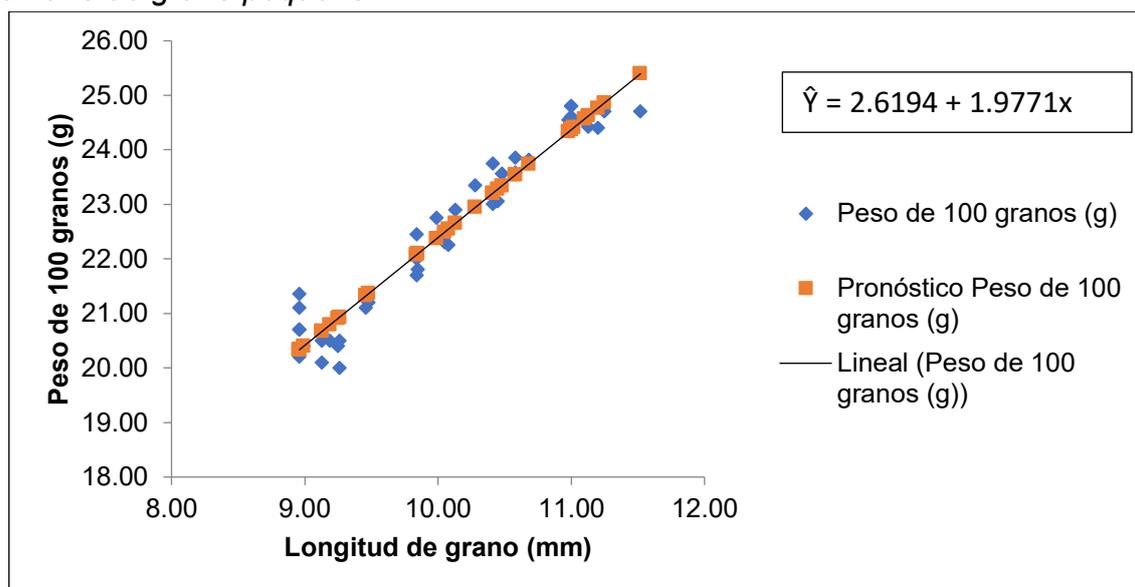


c) Regresión y correlación para grano pequeño entre longitud de grano con peso de 100 semillas.

El coeficiente de regresión entre longitud de grano y peso de 100 semillas presenta significación estadística con 95% de confianza y una relación positiva que permite afirmar que por la variación de 1.00 mm en la longitud de grano el peso de 100 semillas aumenta en 1.98 g. El coeficiente de determinación indica que las variaciones de peso de 100 semillas son explicadas en un 94.24% por las variaciones de longitud de grano. Ver la figura 42.

Figura 42

Regresión lineal de longitud de grano (mm) con peso de 100 semillas (g) para tamaño de grano pequeño

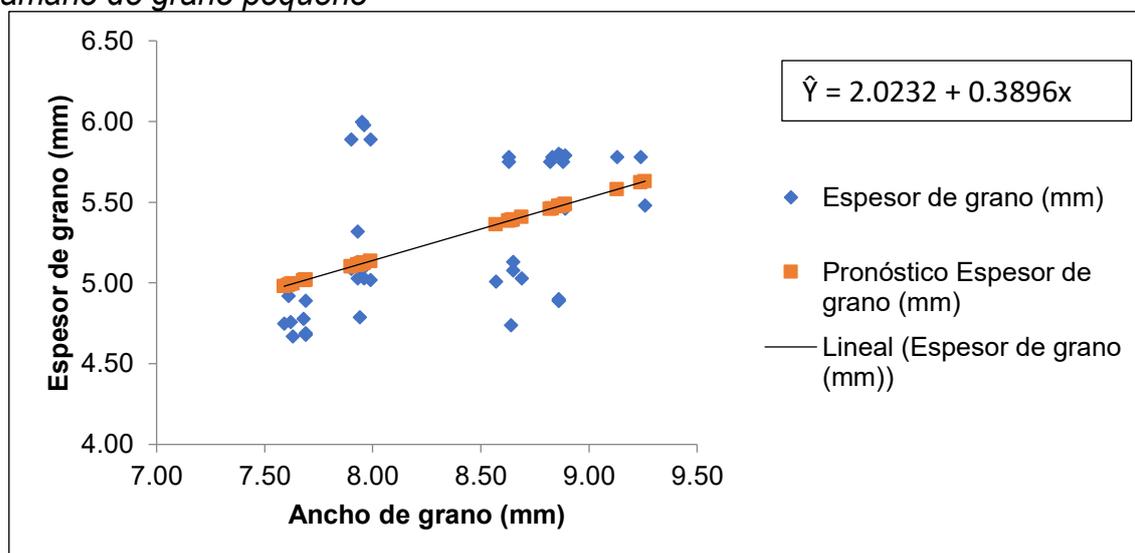


d) Regresión y correlación para grano pequeño entre ancho de grano con espesor de grano.

El coeficiente de regresión entre ancho de grano y espesor de grano presenta significación estadística con 95% de confianza y una relación positiva que permite afirmar que por la variación de 1.00 mm en el ancho de grano el espesor de grano aumenta en 0.39 mm. El coeficiente de determinación indica que las variaciones de espesor de grano son explicadas en un 21.97% por las variaciones de ancho de grano. Ver la figura 43.

Figura 43

Regresión lineal de ancho de grano (mm) con espesor de grano (mm) para tamaño de grano pequeño

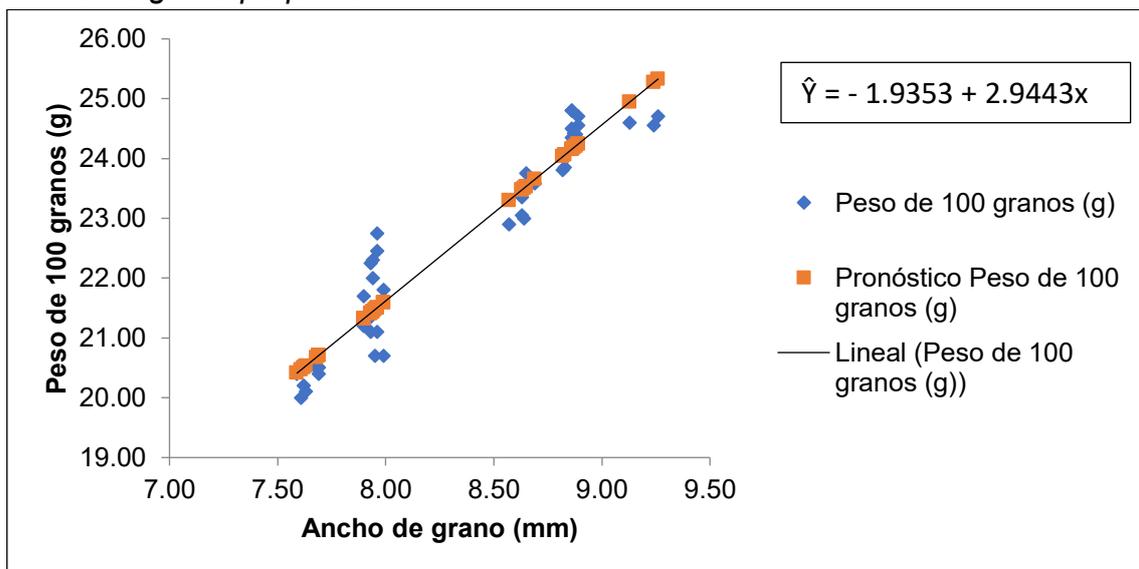


e) Regresión y correlación para grano pequeño entre ancho de grano con peso de 100 semillas.

El coeficiente de regresión entre ancho de grano y peso de 100 semillas presenta significación estadística con 95% de confianza y una relación positiva que permite afirmar que por la variación de 1.00 mm en el ancho de grano el peso de 100 semillas aumenta en 2.94 g. El coeficiente de determinación indica que las variaciones de peso de 100 semillas son explicadas en un 90.91% por las variaciones de ancho de grano. Ver la figura 44.

Figura 44

Regresión lineal de ancho de grano (mm) con peso de 100 semillas (g) para tamaño de grano pequeño

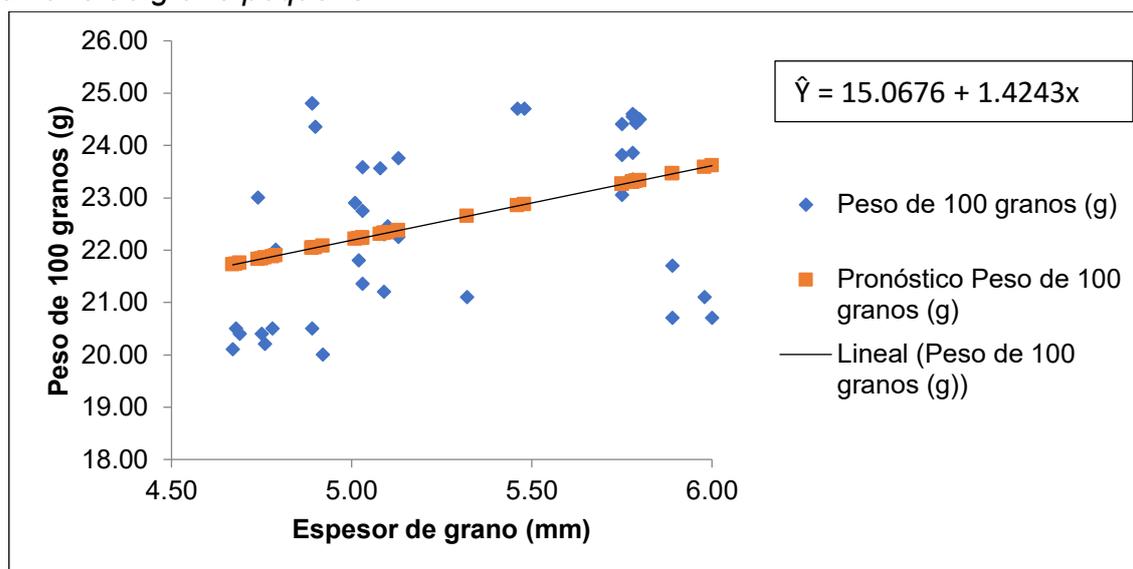


f) Regresión y correlación para grano pequeño entre espesor de grano con peso de 100 semillas.

El coeficiente de regresión entre espesor de grano y peso de 100 semillas presenta significación estadística con 95% de confianza y una relación positiva que permite afirmar que por la variación de 1.00 mm en el espesor de grano el peso de 100 semillas aumenta en 1.42 g. El coeficiente de determinación indica que las variaciones de peso de 100 semillas son explicadas en un 14.69% por las variaciones de espesor de grano. Ver la figura 45.

Figura 45

Regresión lineal de espesor de grano (mm) con peso de 100 semillas (g) para tamaño de grano pequeño



6.4.5. Para la categoría con calibre muy pequeño

La presente investigación demuestra de manera favorable que en tarwi es posible alcanzar variedades con tamaño de grano muy pequeño. Entre las 278 accesiones estudiadas se ha encontrado grano pequeño hasta con 19.90 g en el CTC – 587 y un promedio de 17.91 g que constituye el 11.51% de la muestra estudiada. En la tabla 21 se encuentra la descripción de los granos de esta categoría.

Tabla 21

Parámetros para calibre muy pequeño (32 accesiones)

Variables	Longitud de grano (mm)	Ancho de grano (mm)	Espesor de grano (mm)	Peso de 100 semillas (gr)
Promedio	9.09	7.50	4.68	17.91
Valor máximo	9.26	7.91	5.73	19.90
Valor mínimo	6.96	6.51	4.40	15.35
Rango	2.30	1.40	1.33	4.55
Desviación estándar	0.40	0.51	0.25	1.32
Coefficiente de variación	4.36%	6.75%	5.38%	7.39%
N° de muestras	32	32	32	32

En la siguiente tabla, se presenta los coeficientes de regresión y correlación para las variables de características de grano muy pequeño.

Tabla 22*Resumen de coeficientes de regresión y correlación*

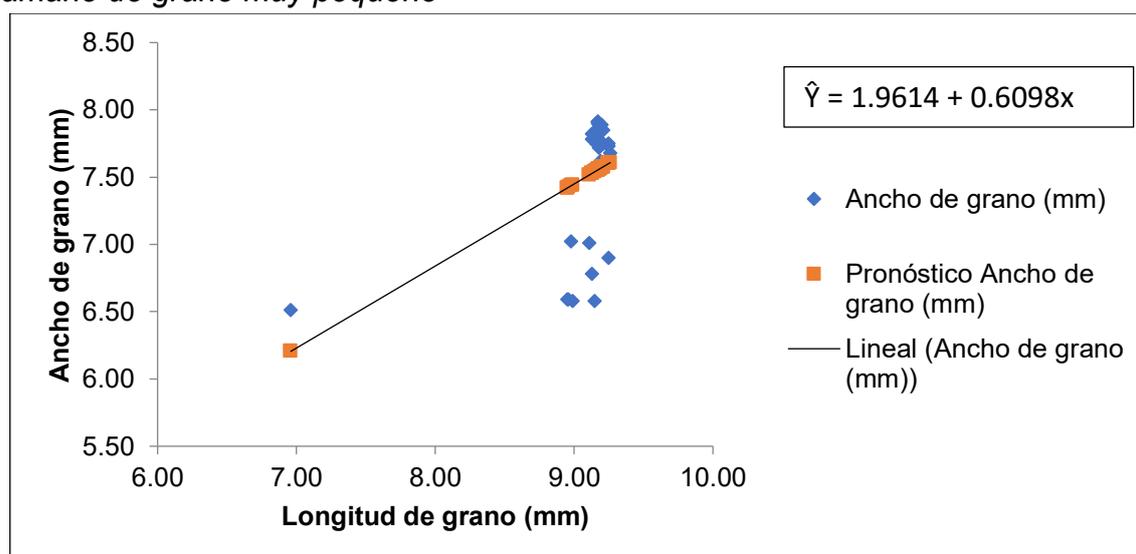
Regresión	b ₀	b ₁	r	CD (%)
Longitud con ancho	1.961425	0.609754 *	0.477025 *	22.76
Longitud con espesor	9.127886	-0.489794 *	0.771188 *	59.47
Longitud con peso	5.020995	1.418558 *	0.424873 *	18.05
Ancho con espesor	5.749855	-0.142981 NS	0.287765 NS	8.28
Ancho con peso	3.765235	1.885585 *	0.721892 *	52.11
Espesor con peso	19.685259	-0.379290 NS	0.072150 NS	0.52

a) Regresión y correlación para grano muy pequeño entre longitud de grano con ancho de grano.

El coeficiente de regresión entre longitud de grano y ancho de grano tiene significación estadística con 95% de confianza y una relación positiva que permite afirmar que por la variación de 1.00 mm en la longitud de grano el ancho de grano aumenta en 0.61 mm. El coeficiente de determinación indica que las variaciones de ancho de grano son explicadas en un 22.76 % por las variaciones de longitud de grano. Ver la figura 46.

Figura 46

Regresión lineal de longitud de grano (mm) con ancho de grano (mm) para tamaño de grano muy pequeño



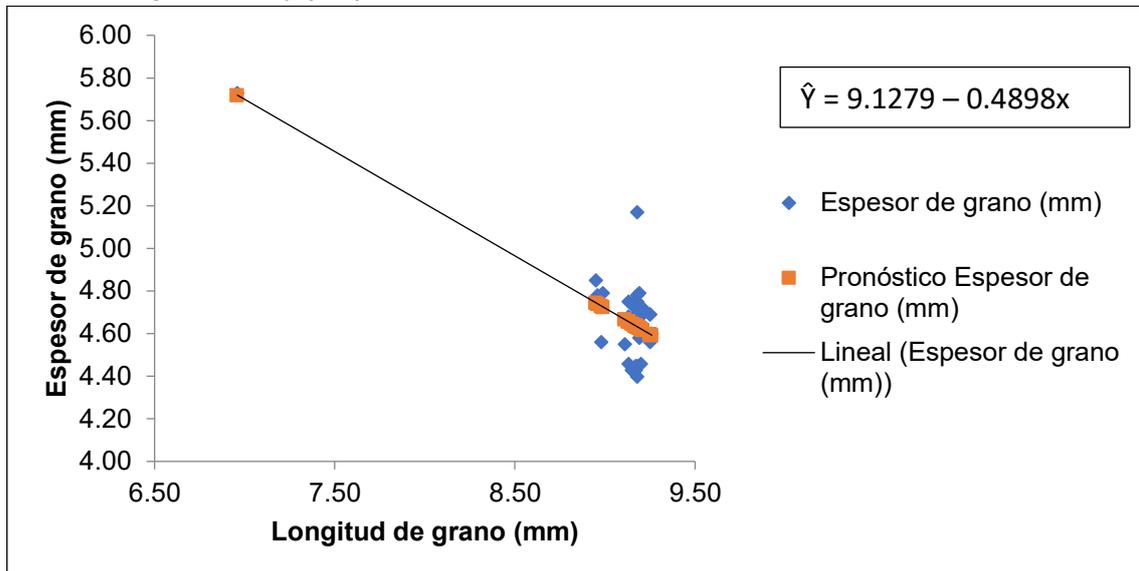
b) Regresión y correlación para grano muy pequeño entre longitud de grano con espesor de grano.

La relación entre longitud de grano y espesor de grano es inversa. El coeficiente de regresión entre longitud de grano y espesor de grano tiene

significación estadística con 95% de confianza y una relación negativa que permite afirmar que por la variación de 1.00 mm en la longitud de grano el espesor de grano disminuye en 0.49 mm. El coeficiente de determinación indica que las variaciones de espesor de grano son explicadas en un 59.47% por las variaciones de longitud de grano. Ver la figura 47.

Figura 47

Regresión lineal de longitud de grano (mm) con espesor de grano (mm) para tamaño de grano muy pequeño

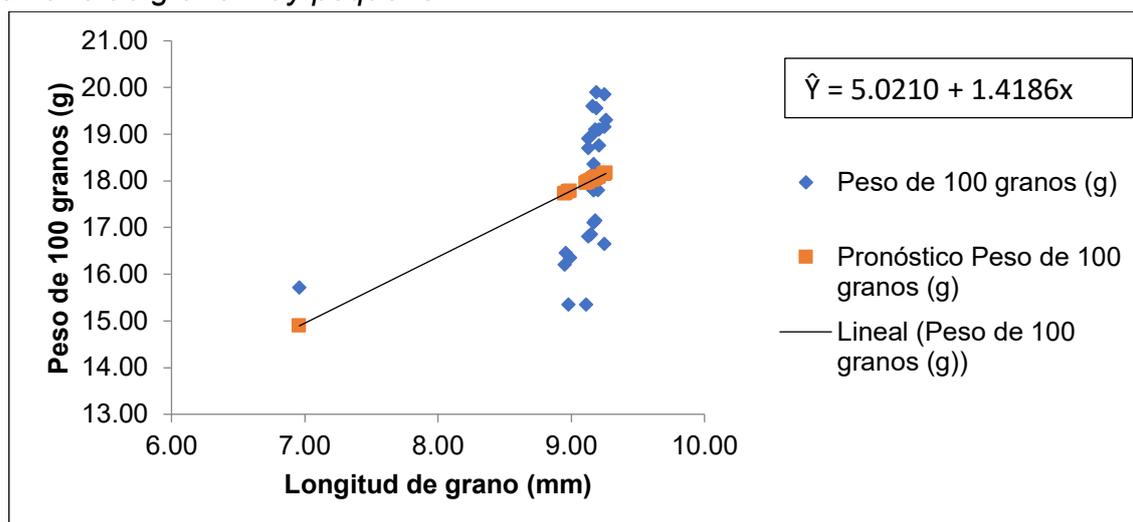


c) Regresión y correlación para grano muy pequeño entre longitud de grano con peso de 100 semillas.

El coeficiente de regresión entre longitud de grano y peso de 100 semillas presenta significación estadística con 95% de confianza y una relación positiva que permite afirmar que por la variación de 1.00 mm en la longitud de grano el peso de 100 semillas aumenta en 1.42 g. El coeficiente de determinación indica que las variaciones de peso de 100 semillas son explicadas en un 18.05% por las variaciones de longitud de grano. Ver la figura 48.

Figura 48

Regresión lineal de longitud de grano (mm) con peso de 100 semillas (g) para tamaño de grano muy pequeño

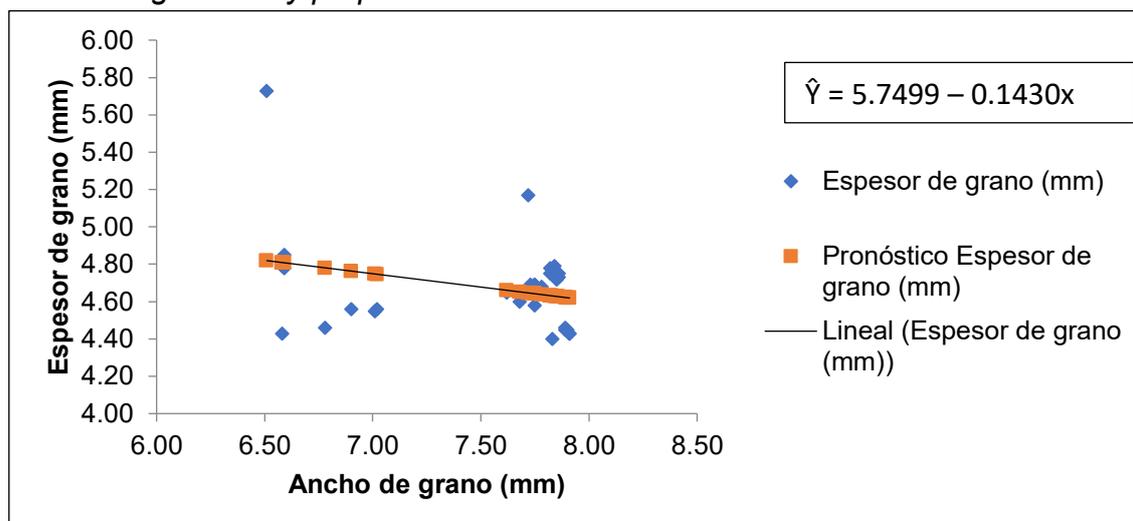


d) Regresión y correlación para grano muy pequeño entre ancho de grano con espesor de grano.

La relación entre ancho de grano y espesor de grano es inversa. No existe regresión ni correlación entre ancho de grano y espesor de grano con 95% de confianza. La evidencia sea aprecia en la figura 49.

Figura 49

Regresión lineal de ancho de grano (mm) con espesor de grano (mm) para tamaño de grano muy pequeño



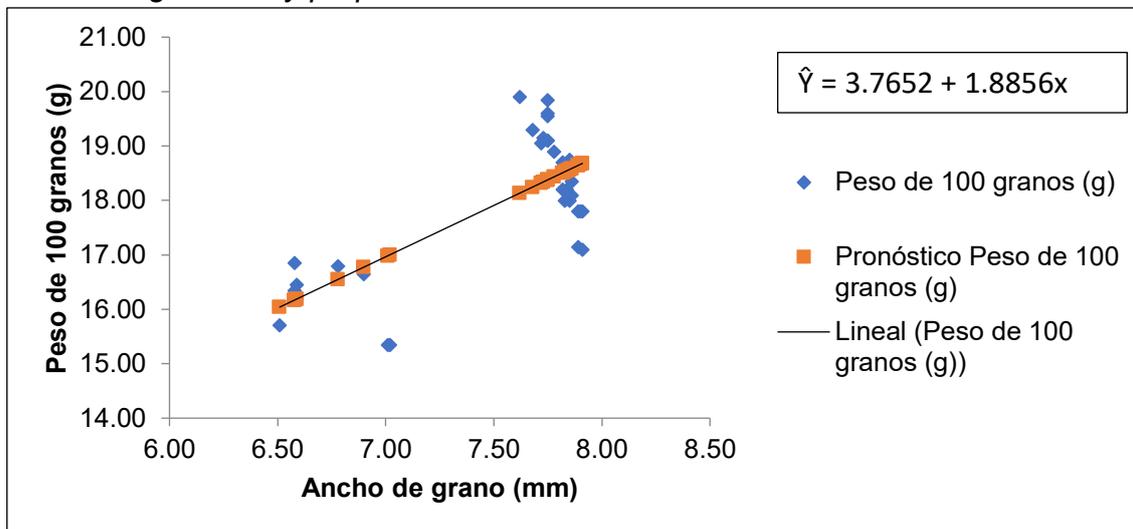
e) Regresión y correlación para grano muy pequeño entre ancho de grano con peso de 100 semillas.

El coeficiente de regresión entre ancho de grano y peso de 100 semillas presenta significación estadística con 95% de confianza y una relación positiva que

permite afirmar que por la variación de 1.00 mm en el ancho de grano el peso de 100 semillas aumenta en 1.89 g. El coeficiente de determinación indica que las variaciones de peso de 100 semillas son explicadas en un 52.11% por las variaciones de ancho de grano. Ver la figura 50.

Figura 50

Regresión lineal de ancho de grano (mm) con peso de 100 semillas (g) para tamaño de grano muy pequeño

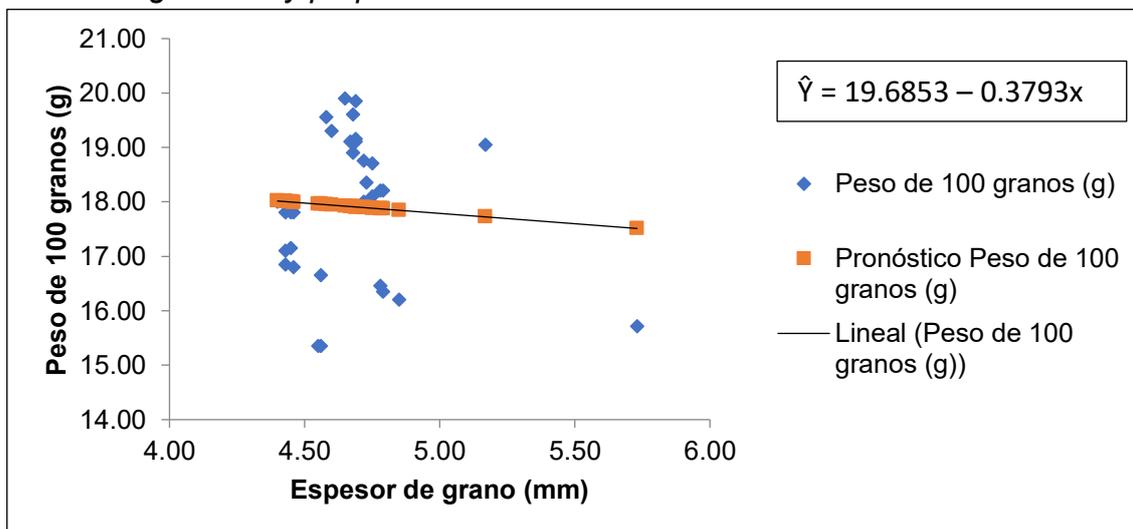


f) Regresión y correlación para grano muy pequeño entre espesor de grano con peso de 100 semillas.

La relación entre espesor de grano y peso de 100 semillas es inversa. No existe regresión ni correlación entre espesor de grano y peso de 100 semillas con 95% de confianza. La evidencia sea aprecia en la figura 51.

Figura 51

Regresión lineal de espesor de grano (mm) con peso de 100 semillas (g) para tamaño de grano muy pequeño



VII. CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

En las 278 accesiones evaluadas se tiene: longitud de grano promedio 10.69 mm, rango de variación 6.02 mm, longitud máxima 12.98 mm accesión L-TG-001, longitud mínima 6.96 mm accesión CTC-916, desviación estándar 0.89 mm y coeficiente de variabilidad 8.31%. Ancho de grano promedio 8.91 mm, rango de variación 4.23 mm, ancho máximo 10.74 mm accesión CTC-113, ancho mínimo 6.51 mm accesión CTC-916, desviación estándar 0.76 mm y 8.50% de coeficiente de variabilidad. Espesor de grano promedio 4.87 mm, rango de variación 1.75 mm, espesor máximo 6.0 mm accesión CTC-448, espesor mínimo 4.25 mm accesión CTC-294, desviación estándar 0.33 mm y 6.83% de coeficiente de variabilidad. Peso de 100 granos promedio 27.34 g, rango de variación 34.65 g, peso máximo 50 g accesión L-TG-001, peso mínimo 15.35 g accesiones CTC-0833 y CTC-0078, desviación estándar 5.24 g y 19.16% de coeficiente de variabilidad. Sobre esta información se ha seleccionado 18 accesiones con pesos superiores a 35g por 100 semillas, siendo estos: L-TG-001 con 50 g, CTC - 0436 con 39 g, CTC - 133 con 38.05 g, L - 158 con 38.00 g, CTC - 113 con 37.75 g, L - 131 con 37.35 g, CTC - 250 con 37.20 g, CTC - 100 con 37.00 g, CTC - 0437 con 36.90 g, CTC - 609 con 36.70 gr, CTC - 389 con 36.55 g, CTC - 16 con 36.10 g, CTC - 508 con 36.00 g, CTC - 213 con 35.63 g, CTC - 0346 con 35.59 g, CTC - 549 con 35.50 g, CTC - 0843 con 35.35 g y CTC - 528 con 35.10 g. Para las 278 muestras se determina que la regresión y correlación alcanzan alta significación estadística entre: longitud de grano con ancho de grano, permitiendo afirmar que por la variación de 1.00 mm en la longitud de grano el ancho de grano aumenta en 0.78 mm; longitud de grano con peso de 100 semillas, permitiendo afirmar que por la variación de 1.00 mm en la longitud de grano el peso de 100 semillas aumenta en 5.33 g; y ancho de grano con peso de 100 semillas, permitiendo afirmar que por la variación de 1.00 mm en el ancho de grano el peso de 100 semillas aumenta en 6.18 g. Mientras que longitud de grano con espesor de grano; ancho de grano con espesor de grano y espesor de grano con peso de 100 semillas no presentan significación estadística.

Respecto al segundo objetivo de la investigación se ha determinado cinco categorías de calibre, siendo estos:

- Muy grande; con calibre ≥ 35 g/100 granos, con peso promedio de 37.43 g.
- Grande; con calibre entre 30 – 35 g/100 granos, con peso promedio de 31.82 g.
- Mediano; con calibre entre 25 – 30 g/100 granos, con peso promedio de 27.62 g.
- Pequeño; con calibre entre 20 – 25 g/100 granos, con peso promedio de 22.57 g.
- Muy pequeño; con calibre < 20 g/100 granos, con peso promedio de 17.91g.

Las regresiones y correlaciones de la categoría de grano muy grande permiten concluir que existe significación estadística y una relación positiva entre longitud de grano con ancho de grano; longitud de grano con peso de 100 semillas y ancho de grano con peso de 100 semillas.

Las regresiones y correlaciones de la categoría de grano grande permiten concluir que existe significación estadística y una relación positiva entre longitud de grano con ancho de grano; longitud de grano con peso de 100 semillas; ancho de grano con peso de 100 semillas; y espesor de grano con peso de 100 semillas.

Las regresiones y correlaciones de la categoría de grano mediano permiten concluir que existe significación estadística y una relación positiva entre longitud de grano con ancho de grano; longitud de grano con peso de 100 semillas; y ancho de grano con peso de 100 semillas. Sin embargo, existe una relación negativa pero significativa entre longitud de grano con espesor de grano y espesor de grano con peso de 100 semillas.

Las regresiones y correlaciones de la categoría de grano pequeño permiten concluir que existe significación estadística y una relación positiva entre todos los componentes primarios de rendimiento evaluados.

Las regresiones y correlaciones de la categoría de grano mediano permiten concluir que existe significación estadística y una relación positiva entre longitud de grano con ancho de grano; longitud de grano con peso de 100 semillas; y ancho de grano con peso de 100 semillas. Sin embargo, existe una relación negativa pero significativa entre longitud de grano con espesor de grano.

SUGERENCIAS

1. Se sugiere realizar la evaluación agro botánica y rendimiento de grano de las 18 accesiones con mayor tamaño de grano.
2. Se sugiere continuar con la caracterización por tamaño considerando otras accesiones del banco de germoplasma.
3. Se sugiere realizar la selección por calibre de las accesiones existente en el banco de germoplasma del CICA.
4. Se sugiere continuar las evaluaciones de tamaño y calibre de grano en evaluaciones comparativas.

BIBLIOGRAFÍA

- Arzate, A., Piña, J., Norman, T., & Arroyo, H. (2019). *Apuntes de genética vegetal*. México: Universidad Autónoma del Estado de México.
- Camarena, F., Chura, J., & Blas, R. (2014). *Mejoramiento genético y biotecnológico de plantas*. Lima, Perú: Universidad Nacional Agraria La Molina.
- 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.
- De La Cruz, N. (2018). *Caracterización fenotípica y de rendimiento preliminar de ecotipos de tarwi (Lupinus mutabilis Sweet), bajo condiciones del Callejón de huaylas – Ancash*. Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.
- Echavarría, L. (2015). *Evaluación de parámetros de rendimiento de 13 accesiones de tarwi (Lupinus mutabilis L.) en la comunidad de Manantial, Pampa-Rosario – Acobamba- Huancavelica*. Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Huancavelica, Acobamba, Huancavelica.
- FAO. (2018). *Legumbres. Pequeñas semillas, grandes soluciones*. Panamá: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO).
- Flores, E. (2018). *Caracterización agrobotánica de trece líneas avanzadas de tarwi (Lupinus mutabilis Sweet) por precocidad y rendimiento en el Centro Agronómico de K'ayra*. Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Cusco, Perú.
- Florez, D. (2013). *Procesamiento de leguminosas - Tarwi*. <https://es.slideshare.net/IvanHinojosa1/09-proc-tarwi>
- Franco, T., & Hidalgo, R. (Edits.). (2003). *Análisis Estadístico de Datos de Caracterización Morfológica de Recursos Fitogenéticos*. Cali, Colombia: Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI).
- Gabriel, J., Vallejos, J., Mamani, P., & Angulo, A. (2018). Mejora genética del tarwi (*Lupinus mutabilis Sweet*) en Bolivia. *Revista de Agricultura*(57).
- Gerencia Regional de Agricultura. (2019). *El tarwi en cifras, control integrado, plagas y enfermedades*. La Libertad, Perú: Gerencia Regional de Agricultura La Libertad.

- Gonnet, S., & Jorcín, S. (2019). *Calidad fisiológica de la semilla de soja y su calibración como determinantes del comportamiento del cultivo a campo*. Tesis de grado, Universidad de la República, Montevideo, Uruguay.
- Guzmán, A., Gusqui, I., Haunobu, N., & A. M. (2015). *Manejo Integrado del Cultivo del Chocho (Lupinus mutabilis Sweet)*. Riobamba, Ecuador : Manejo Integrado del Cultivo del Chocho (*Lupinus mutabilis* Proyecto de Desarrollo Rural Integral Sostenible en la Provincia de Chimborazo).
- Henríquez, P. (2002). *Glosario de términos útiles para el manejo de los recursos fitogénicos* . San Salvador, El Salvador : Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura - IICA.
- 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 Andrés , La Paz, Bolivia.
- Iñiguez, J. (2000). *Cultivo y producción de Lupinus (Lupinus spp.)*. Tesis de pregrado, Universidad de Guadalajara, Guadalajara, México.
- Mamani, N. (2020). *Caracterización agrobotánica de 103 entradas de tarwi (Lupinus mutabilis Sweet) en la comunidad campesina de Yutto – Andahuaylillas - Quispicanchi Cusco*. Tesis de pregrado , Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Cusco, Perú.
- Mendenhall, W., Beaver, R., & Beaver, B. (2010). *Introducción a la probabilidad y estadística*. México: Cengage Learning Editores, S.A.
- Mercado, G. (2018). *Memoria foro virtual: Los caminos del tarwi y la integración andina: Bolivia, Perú y Ecuador*. La Paz, Bolivia : IPDRS, HIVOS y Cipca Altiplano.
- MIDAGRI. (2021). *Análisis de mercado* . Lima, Perú: Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego .
- Midagri. (2023). *Anuarios*. Sistema Integrado de Estadística Agraria: <https://siea.midagri.gob.pe/portal/>
- Núñez, C., & Escobedo, D. (2015). Caracterización de germoplasma vegetal: la piedra angular en el estudio de los recursos fitogenéticos. *Acta agrícola y pecuaria*, 1(1).
- Peralta, E., Mazón, A., & Rodríguez, D. (2014). *Manual agrícola de granos andinos: Chocho, Quinoa, Amaranto y Ataco. Cultivos, variedades y costos de*

- producción*. Quito, Ecuador: Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos, Estación Experimental Santa Catalina,.
- Porras, Y. M. (2012). *Selección para grano grande en doscientas entradas de tarwi (Lupinus mutabilis Sweet.) del Banco de Germoplasma del CICA –FAZ-UNSAAC*. Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco , Cusco, Perú.
- PROINPA. (s.f.). *EL TARWI: un cultivo con nuevas oportunidades en Bolivia*. PROINPA: <https://www.proinpa.org/web/wp-content/uploads/2019/09/Tarwi-Cultivo-con-nuevas-oportunidades.pdf>
- SENAMHI. (2017). *Atlas de zonas de vida del Perú, guía explicativa*. Lima, Perú: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú.
- Sicos, D. (2019). *Caracterización agrobotánica de ciento treinta y seis accesiones de tarwi (Lupinus mutabilis sweet). en Andenes Anta - Cusco*. Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Cusco, Perú.
- SIERRA Y SELVA EXPORTADORA. (2021). *ANÁLISIS DE MERCADO TARWI*. Retrieved JULIO de 2024, from MIDAGRI: <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2194218/An%C3%A1lisis%20de%20Mercado%20-%20Tarwi%202021.pdf>
- Suquilanda, M. (2008). *Producción orgánico de cultivos andinos* . Guayaquil, Ecuador : Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca.
- Swisscontact. (s.f.). *PROMOVIENDO LA HERENCIA DE NUESTROS ANCESTROS: PRODUCCIÓN RESILIENTE, COMERCIALIZACIÓN Y CONSUMO DE TARWI*. Perú.
- Tapia, M. (2015). *El tarwi, Lupino andino*. Lima, Perú: Fondo Italo Peruano.
- Tineo, J. (2002). *Cultivo del tarwi* . Lima, Perú: Instituto Nacional de Investigación Agraria .
- Ubillus, M. (2021). *Componentes morfoagronómicas, rendimiento de grano seco y grano desamargado de variedades y ecotipos de Lupinus mutabilis Sweet en Marcará – Áncash*. Tesis de pregrado , Universidad Nacional Agraria La Molina , Lima, Perú.
- Valladolid, A. (2016). *Leguminosas de Grano Cultivares y Clases Comerciales del Perú*. Lima, Perú: Ministerio de Agricultura y Riego.

- Vallejo, F., & Estrada, E. (2002). *Mejoramiento genético de plantas* . Bogota, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- 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 , Lima, Perú.
- Yzarra, W., & López, F. (2011). *Manual de observaciones fenológicas* . Lim, Perú: Servicio Nacional de Meteorología y Hidrología.
- Zavaleta, A. (2018). *Lupinus mutabilis (tarwi). Leguminosa andina con gran potencial industrial* . Lima, Perú: Fondo Editorial de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

ANEXOS

ANEXO 1: VARIABLES TAMAÑO DE GRANO

Tabla 23

Longitud, ancho y espesor de grano de tarwi y peso de 100 granos

N°	Código	Longitud de grano (mm)	Ancho de grano (mm)	Espesor de grano (mm)	Peso de 100 granos (g)
1	L - TG - 001	12.98	10.62	5.01	50.00
2	CTC - 0436	12.07	10.45	4.81	39.00
3	CTC - 133	11.80	9.67	4.79	38.05
4	L - 158	12.89	10.17	5.29	38.00
5	CTC - 113	12.82	10.74	4.97	37.75
6	L - 131	12.46	10.00	5.42	37.35
7	CTC - 250	12.44	10.29	4.97	37.20
8	CTC - 100	11.62	9.80	5.36	37.00
9	CTC - 0437	12.19	10.26	4.50	36.90
10	CTC - 609	11.72	10.12	4.96	36.70
11	CTC - 389	12.27	10.04	5.19	36.55
12	CTC - 16	11.95	9.32	5.04	36.10
13	CTC - 508	11.85	10.18	4.96	36.00
14	CTC - 213	11.92	10.13	5.42	35.63
15	CTC - 0346	12.05	10.18	5.12	35.59
16	CTC - 549	11.29	9.66	5.10	35.50
17	CTC - 0843	11.41	9.92	5.34	35.35
18	CTC - 528	12.04	10.19	4.77	35.10
19	CTC - 140	12.04	10.19	4.78	34.90
20	CTC - 625	12.03	10.25	4.78	34.40
21	TG L - 002	12.03	10.23	4.76	34.30
22	CTC - 548	11.21	9.06	5.66	34.20
23	CTC - 0859	11.21	9.06	5.66	33.88
24	CTC- 062	11.26	9.08	5.66	33.80
25	CTC - 2141	11.24	9.13	4.79	33.78
26	CTC - 0425	11.36	9.79	4.78	33.75
27	CTC- 385	11.46	9.78	5.58	33.64
28	L - 142	11.45	9.84	4.77	33.55
29	CTC - 181	11.24	9.59	4.79	33.45
30	CTC - 954	11.62	9.69	5.57	33.20
31	CTC - 258	11.66	9.58	4.79	33.10
32	CTC - 0741	11.68	9.85	4.73	33.00
33	CTC - 423	11.26	9.04	5.00	32.98
34	CTC - 0187	11.36	9.06	4.98	32.75
35	L - 197	11.30	9.49	4.86	32.65
36	CTC - 646	11.63	9.69	4.99	32.40
37	CTC - 097	11.37	9.53	4.90	32.30
38	CTC - 0995	11.53	9.24	4.76	32.25
39	CTC - 484	11.63	9.04	5.00	32.15
40	CTC - 427	11.29	9.04	5.00	32.10
41	CTC - 001	11.30	9.04	5.12	32.10
42	CTC - 245	11.24	9.06	5.13	31.90
43	CTC - 177	11.26	9.59	5.13	31.90

continua.....

viene tabla 23.....

N°	Código	Longitud de grano (mm)	Ancho de grano (mm)	Espesor de grano (mm)	Peso de 100 granos (g)
44	CTC - 525	11.36	9.37	5.26	31.90
45	L - 54	11.29	9.46	5.14	31.85
46	CTC - 0164	11.36	9.59	5.14	31.75
47	CTC - 032	11.24	9.57	5.27	31.75
48	CTC - 323	11.13	9.24	5.15	31.70
49	CTC- 2118	11.24	9.37	5.14	31.65
50	CTC - 432	11.27	9.57	5.27	31.60
51	CTC - 301	11.24	9.57	5.15	31.55
52	CTC - 224	11.26	9.58	5.15	31.50
53	CTC - 259	11.29	9.53	5.13	31.45
54	CTC - 687	11.29	9.24	5.14	31.28
55	CTC - 570	11.58	9.27	5.37	31.25
56	CTC - 0643	11.19	9.55	5.10	31.25
57	CTC - 1004	11.06	9.59	5.13	31.05
58	CTC - 526	11.26	9.57	5.14	31.05
59	CTC - 0665	11.30	9.37	5.13	31.05
60	CTC - 2115	11.29	9.57	5.15	31.00
61	CTC - 119	11.30	9.00	4.78	31.00
62	CTC - 0772	11.39	9.01	4.65	30.95
63	CTC - 580	11.45	9.58	4.53	30.90
64	CTC - 065	11.26	9.56	4.70	30.90
65	CTC - 0403	11.46	9.49	4.69	30.75
66	CTC - 202	11.53	9.39	4.60	30.75
67	CTC - 399	11.63	9.00	4.60	30.65
68	CTC -139	11.45	9.00	4.53	30.55
69	CTC - 824	11.36	9.00	4.57	30.55
70	CTC - 294	11.26	9.39	4.25	30.55
71	CTC - 0178	11.26	9.39	4.60	30.55
72	CTC - 313	10.99	9.24	4.61	30.55
73	CTC - 0619	11.00	9.00	4.59	30.50
74	CTC - 931	10.99	8.99	4.59	30.50
75	CTC - 099	11.45	9.37	4.57	30.35
76	CTC - 10	10.99	9.37	4.56	30.34
77	CTC - 076	11.00	8.69	4.59	30.30
78	CTC - 572	11.00	8.97	4.45	30.30
79	CTC - 502	11.24	9.13	4.49	30.20
80	CTC - 870	11.45	9.13	4.60	30.15
81	CTC -75	11.45	9.39	4.60	30.10
82	CTC - 0434	10.99	9.56	4.60	29.90
83	CTC - 398	11.00	9.39	4.58	29.90
84	CTC - 0633	11.00	9.24	4.57	29.87
85	L - 173	11.24	9.37	4.63	29.80
86	L - 113	11.26	9.37	4.63	29.78
87	CTC - 43	11.13	9.55	4.64	29.75
88	CTC - 0618	10.99	8.96	4.57	29.75
89	CTC - 388	11.25	8.96	4.58	29.69
90	CTC - 941	11.69	9.58	4.57	29.65
91	CTC - 557	11.79	9.56	4.53	29.65
92	CTC- 649	11.26	9.53	4.63	29.65
93	CTC - 0188	10.99	9.53	4.63	29.60
94	CTC - 180	10.99	8.97	4.64	29.50
95	CTC - 074	10.99	9.57	4.58	29.45
96	CTC - 246	11.00	9.56	4.59	29.40
97	CTC - 039	11.00	9.55	4.64	29.40
98	CTC - 257	11.13	8.89	4.64	29.35

continua.....

viene tabla 23.....

N°	Código	Longitud de grano (mm)	Ancho de grano (mm)	Espesor de grano (mm)	Peso de 100 granos (g)
99	CTC - 487	11.13	9.25	4.59	29.30
100	CTC - 552	11.65	9.24	4.58	29.30
101	CTC - 0550	11.66	9.20	4.53	29.20
102	CTC - 0479	11.52	9.13	4.60	29.20
103	CTC - 0238	11.53	9.13	4.69	29.15
104	CTC - 1015	11.66	9.46	4.59	29.15
105	L - 18	11.58	9.46	4.69	29.15
106	CTC - 009	11.53	9.59	4.69	29.10
107	CTC- 0784	11.65	9.26	4.60	29.10
108	CTC - 033	11.26	9.56	4.63	29.10
109	CTC - 585	11.64	9.56	4.61	29.04
110	CTC - 026	10.85	9.13	4.79	28.93
111	CTC - 059	10.59	8.96	4.79	28.82
112	CTC - 141	10.79	8.96	4.76	28.75
113	CTC - 0194	10.78	9.13	4.75	28.75
114	CTC - 506	10.69	9.26	4.69	28.72
115	CTC - 064	10.36	9.35	4.66	28.70
116	CTC - 169	10.39	8.99	4.73	28.70
117	CTC - 2014	10.76	8.96	4.26	28.70
118	CTC - 2121	10.64	8.96	4.73	28.60
119	CTC - 891	10.69	9.12	4.57	28.60
120	CTC - 034	10.90	9.20	4.73	28.60
121	CTC - 637	10.89	9.20	4.74	28.55
122	CTC - 592	10.59	9.13	4.76	28.50
123	CTC- 2132	10.76	9.25	4.76	28.50
124	L - 52	10.59	8.96	4.74	28.50
125	CTC - 2000	10.37	8.88	4.45	28.45
126	CTC - 810	10.79	8.89	4.76	28.40
127	CTC - 334	10.75	8.98	4.75	28.40
128	CTC - 796	10.59	8.94	4.69	28.40
129	CTC - 107	10.57	8.93	4.69	28.40
130	CTC - 2122	10.26	8.90	4.69	28.40
131	CTC - 755	10.56	8.90	4.79	28.30
132	CTC - 773	10.59	8.90	4.79	28.20
133	CTC - 071	10.69	9.12	4.79	28.15
134	CTC - 0369	10.37	9.12	4.73	28.10
135	CTC - 012	10.90	9.15	4.80	28.10
136	CTC - 535	10.98	9.20	4.70	28.00
137	L - 16	10.59	9.16	4.80	28.00
138	CTC - 367	10.69	9.46	4.80	28.00
139	CTC - 0807	10.37	8.96	4.81	27.90
140	CTC - 210	10.79	8.97	4.79	27.90
141	CTC - 0411	10.79	8.93	4.79	27.85
142	L - 53	10.79	8.94	4.79	27.85
143	CTC - 867	10.79	8.90	4.76	27.75
144	CTC - 476	10.69	8.86	4.76	27.75
145	CTC - 401	10.37	8.89	4.69	27.70
146	CTC - 284	10.70	8.93	4.70	27.65
147	CTC - 096	10.57	8.94	4.70	27.65
148	CTC - 168	10.79	8.88	4.80	27.60
149	CTC - 728	10.79	8.97	4.80	27.60
150	L - 79	10.57	8.88	4.80	27.55
151	CTC - 949	10.70	8.86	4.79	27.45
152	CTC - 185	10.68	8.97	4.79	27.45
153	CTC - 2116	10.37	8.96	4.78	27.40
154	CTC - 1031	10.69	8.96	4.73	27.40

continua.....

Viene tabla 23.....

N°	Código	Longitud de grano (mm)	Ancho de grano (mm)	Espesor de grano (mm)	Peso de 100 granos (g)
155	CTC - 024	10.57	8.97	4.76	27.30
156	L - 051	10.79	8.89	4.79	27.30
157	CTC - 820	10.79	8.89	4.80	27.25
158	CTC - 948	10.79	8.89	4.79	27.25
159	CTC - 375	10.75	8.96	4.79	27.15
160	CTC -2176	10.49	9.00	4.76	27.15
161	CTC - 0490	10.87	9.00	4.72	27.14
162	CTC - 2114	10.57	8.99	4.80	27.12
163	CTC - 724	10.59	8.96	4.80	27.10
164	CTC - 2035	10.76	8.95	4.79	27.10
165	CTC - 558	10.36	8.95	4.79	27.07
166	CTC - 011	10.79	8.98	4.79	27.00
167	CTC - 045	10.36	8.56	4.76	27.00
168	CTC - 21	10.36	8.57	4.79	26.90
169	CTC - 57	10.35	8.55	4.59	26.90
170	CTC - 061	10.35	8.53	4.59	26.70
171	CTC - 060	10.39	8.54	4.59	26.65
172	L - 123	10.37	8.53	4.79	26.65
173	CTC - 522	10.25	8.54	4.79	26.55
174	CTC - 053	10.29	8.49	4.74	26.55
175	CTC - 165	10.36	8.49	4.76	26.40
176	CTC - 038	10.24	8.46	4.79	26.35
177	CTC - 69	10.37	8.43	4.73	26.30
178	CTC - 019	10.45	8.46	4.74	26.28
179	CTC - 599	10.45	8.47	4.76	26.20
180	CTC - 0469	10.37	8.55	4.74	26.00
181	CTC - 379	10.36	9.25	4.75	25.96
182	CTC - 267	10.56	9.24	4.78	25.90
183	CTC - 232	10.26	9.36	4.88	25.85
184	CTC - 927	10.24	9.24	4.89	25.80
185	CTC - 211	10.59	8.46	4.89	25.75
186	CTC - 063	10.46	8.59	4.79	25.70
187	CTC - 036	10.46	8.99	4.79	25.65
188	CTC - 2156	10.26	9.13	4.89	25.60
189	CTC - 296	10.46	9.13	4.89	25.54
190	L - 198	10.46	9.24	4.89	25.40
191	CTC - 689	10.46	8.95	4.79	25.40
192	CTC - 501	10.27	9.00	4.79	25.30
193	CTC - 110	10.26	9.33	4.79	25.30
194	CTC - 044	10.24	9.58	4.89	25.25
195	CTC - 155	10.46	9.23	4.88	25.25
196	CTC - 090	11.13	9.35	4.88	25.20
197	CTC - 440	11.26	8.99	4.81	25.20
198	CTC - 274	10.46	8.89	4.89	25.15
199	CTC - 263	10.89	9.35	4.89	25.15
200	CTC - 290	11.13	9.36	4.79	25.13
201	CTC - 091	11.25	9.36	4.79	25.10
202	CTC - 0491	11.24	9.33	4.88	25.09
203	CTC - 0472	10.89	9.24	4.88	25.05
204	CTC - 512	11.27	9.35	4.89	25.05
205	CTC - 628	11.26	9.24	5.80	25.00
206	CTC - 0462	11.00	8.86	4.89	24.80
207	CTC - 260	11.00	8.86	4.89	24.80
208	CTC -0779	11.52	8.89	5.46	24.70
209	CTC - 199	11.25	9.26	5.48	24.70
210	CTC - 658	11.00	9.13	5.78	24.60

continua.....

viene tabla 23.....

N°	Código	Longitud de grano (mm)	Ancho de grano (mm)	Espesor de grano (mm)	Peso de 100 granos (g)
211	CTC - 2131	10.98	9.24	5.78	24.55
212	CTC - 813	11.10	8.89	5.79	24.55
213	CTC - 468	11.02	8.86	5.80	24.50
214	CTC - 504	11.13	8.87	5.79	24.42
215	L - 168	11.20	8.88	5.75	24.40
216	CTC - 368	11.00	8.86	4.90	24.35
217	L - 140	10.58	8.83	5.78	23.85
218	CTC - 481	10.68	8.82	5.75	23.81
219	L - 83	10.41	8.65	5.13	23.75
220	CTC - 905	10.58	8.69	5.03	23.58
221	CTC - 515	10.48	8.65	5.08	23.56
222	CTC - 196	10.28	8.63	5.78	23.35
223	CTC - 664	10.45	8.63	5.75	23.05
224	CTC - 2151	10.41	8.64	4.74	23.00
225	CTC - 2015	10.13	8.57	5.01	22.90
226	CTC - 782	9.99	7.96	5.03	22.75
227	CTC - 802	9.84	7.96	5.10	22.45
228	CTC - 584	10.05	7.94	5.09	22.30
229	CTC - 132	10.08	7.93	5.13	22.25
230	CTC - 642	9.84	7.94	4.79	22.00
231	L - 78	9.85	7.99	5.02	21.80
232	CTC - 295	9.84	7.90	5.89	21.70
233	CTC - 797	8.96	7.93	5.03	21.35
234	CTC - 492	9.48	7.90	5.09	21.20
235	CTC - 092	8.96	7.93	5.32	21.10
236	CTC - 086	9.46	7.96	5.98	21.10
237	CTC - 448	8.96	7.95	6.00	20.70
238	CTC - 299	8.96	7.99	5.89	20.70
239	CTC - 676	9.26	7.68	4.78	20.50
240	CTC - 214	9.13	7.69	4.89	20.50
241	CTC - 805	9.19	7.69	4.68	20.50
242	CTC - 620	9.25	7.69	4.69	20.40
243	CTC - 939	8.99	7.59	4.75	20.40
244	CTC - 1012	8.96	7.62	4.76	20.20
245	CTC - 561	9.13	7.63	4.67	20.10
246	CTC - 013	9.26	7.61	4.92	20.00
247	CTC - 587	9.19	7.62	4.65	19.90
248	CTC - 607	9.25	7.75	4.69	19.85
249	CTC - 120	9.16	7.75	4.68	19.60
250	CTC - 395	9.19	7.75	4.58	19.55
251	CTC - 417	9.26	7.68	4.60	19.30
252	CTC - 203	9.25	7.73	4.69	19.15
253	CTC - 663	9.18	7.75	4.67	19.10
254	CTC - 392	9.21	7.75	4.69	19.10
255	CTC - 426	9.18	7.72	5.17	19.05
256	CTC - 683	9.13	7.78	4.68	18.90
257	CTC - 198	9.21	7.85	4.72	18.75
258	CTC - 827	9.13	7.82	4.75	18.70
259	CTC - 524	9.17	7.86	4.73	18.35
260	H - 13 - 5C	9.18	7.82	4.78	18.20
261	13 - P - 43 - TG	9.19	7.84	4.79	18.20
262	CTC - 732	9.18	7.86	4.75	18.10
263	CTC - 0616	9.17	7.85	4.72	18.00
264	CTC - 0801	9.18	7.83	4.40	18.00
265	CTC - 0776	9.17	7.91	4.43	17.80
266	CTC - 566	9.17	7.90	4.45	17.80

continua.....

viene tabla 23.....

N°	Código	Longitud de grano (mm)	Ancho de grano (mm)	Espesor de grano (mm)	Peso de 100 granos (g)
267	CTC - 862	9.20	7.89	4.46	17.80
268	CTC - 0345	9.18	7.89	4.45	17.15
269	CTC - 0578	9.17	7.91	4.43	17.10
270	CTC - 0597	9.15	6.58	4.43	16.85
271	CTC - 0885	9.13	6.78	4.46	16.80
272	CTC - 0835	9.25	6.90	4.56	16.65
273	CTC - 0613	8.96	6.59	4.78	16.45
274	CTC - 0777	8.99	6.58	4.79	16.35
275	CTC - 600	8.95	6.59	4.85	16.20
276	CTC - 916	6.96	6.51	5.73	15.71
277	CTC - 0833	9.11	7.01	4.55	15.35
278	CTC - 0078	8.98	7.02	4.56	15.35

ANEXO 2: RESULTADOS CALIBRACIÓN

Tabla 24

Accesiones con calibre de grano muy grande

N°	Código	Peso de 100 granos (g)
1	L - TG - 001	50.00
2	CTC - 0436	39.00
3	CTC - 133	38.05
4	L - 158	38.00
5	CTC - 113	37.75
6	L - 131	37.35
7	CTC - 250	37.20
8	CTC - 100	37.00
9	CTC - 0437	36.90
10	CTC - 609	36.70
11	CTC - 389	36.55
12	CTC - 16	36.10
13	CTC - 508	36.00
14	CTC - 213	35.63
15	CTC - 0346	35.59
16	CTC - 549	35.50
17	CTC - 0843	35.35
18	CTC - 528	35.10

Tabla 25*Accesiones con calibre de grano grande*

N°	Código	Peso de 100 granos (g)	N°	Código	Peso de 100 granos (g)
1	CTC - 140	34.90	33	CTC - 301	31.55
2	CTC - 625	34.40	34	CTC - 224	31.50
3	TG L - 002	34.30	35	CTC - 259	31.45
4	CTC - 548	34.20	36	CTC - 687	31.28
5	CTC - 0859	33.88	37	CTC - 570	31.25
6	CTC- 062	33.80	38	CTC - 0643	31.25
7	CTC - 2141	33.78	39	CTC - 1004	31.05
8	CTC - 0425	33.75	40	CTC - 526	31.05
9	CTC- 385	33.64	41	CTC - 0665	31.05
10	L - 142	33.55	42	CTC - 2115	31.00
11	CTC - 181	33.45	43	CTC - 119	31.00
12	CTC - 954	33.20	44	CTC - 0772	30.95
13	CTC - 258	33.10	45	CTC - 580	30.90
14	CTC - 0741	33.00	46	CTC - 065	30.90
15	CTC - 423	32.98	47	CTC - 0403	30.75
16	CTC - 0187	32.75	48	CTC - 202	30.75
17	L - 197	32.65	49	CTC - 399	30.65
18	CTC - 646	32.40	50	CTC -139	30.55
19	CTC - 097	32.30	51	CTC - 824	30.55
20	CTC - 0995	32.25	52	CTC - 294	30.55
21	CTC - 484	32.15	53	CTC - 0178	30.55
22	CTC - 427	32.10	54	CTC - 313	30.55
23	CTC - 001	32.10	55	CTC - 0619	30.50
24	CTC - 245	31.90	56	CTC - 931	30.50
25	CTC - 177	31.90	57	CTC - 099	30.35
26	CTC - 525	31.90	58	CTC - 10	30.34
27	L - 54	31.85	59	CTC - 076	30.30
28	CTC - 0164	31.75	60	CTC - 572	30.30
29	CTC - 032	31.75	61	CTC - 502	30.20
30	CTC - 323	31.70	62	CTC - 870	30.15
31	CTC- 2118	31.65	63	CTC -75	30.10
32	CTC - 432	31.60			

Tabla 26*Accesiones con calibre de grano mediano*

N°	Código	Peso de 100 granos (g)	N°	Código	Peso de 100 granos (g)
1	CTC - 0434	29.90	8	CTC - 388	29.69
2	CTC - 398	29.90	9	CTC - 941	29.65
3	CTC - 0633	29.87	10	CTC - 557	29.65
4	L - 173	29.80	11	CTC- 649	29.65
5	L - 113	29.78	12	CTC - 0188	29.60
6	CTC - 43	29.75	13	CTC - 180	29.50
7	CTC - 0618	29.75	14	CTC - 074	29.45

continua.....

viene tabla 26.....

N°	Código	Peso de 100 granos (g)	N°	Código	Peso de 100 granos (g)
15	CTC - 246	29.40	59	CTC - 210	27.90
16	CTC - 039	29.40	60	CTC - 0411	27.85
17	CTC - 257	29.35	61	L - 53	27.85
18	CTC - 487	29.30	62	CTC - 867	27.75
19	CTC - 552	29.30	63	CTC - 476	27.75
20	CTC - 0550	29.20	64	CTC - 401	27.70
21	CTC - 0479	29.20	65	CTC - 284	27.65
22	CTC - 0238	29.15	66	CTC - 096	27.65
23	CTC - 1015	29.15	67	CTC - 168	27.60
24	L - 18	29.15	68	CTC - 728	27.60
25	CTC - 009	29.10	69	L - 79	27.55
26	CTC- 0784	29.10	70	CTC - 949	27.45
27	CTC - 033	29.10	71	CTC - 185	27.45
28	CTC - 585	29.04	72	CTC - 2116	27.40
29	CTC - 026	28.93	73	CTC - 1031	27.40
30	CTC - 059	28.82	74	CTC - 024	27.30
31	CTC - 141	28.75	75	L - 051	27.30
32	CTC - 0194	28.75	76	CTC - 820	27.25
33	CTC - 506	28.72	77	CTC - 948	27.25
34	CTC - 064	28.70	78	CTC - 375	27.15
35	CTC - 169	28.70	79	CTC -2176	27.15
36	CTC - 2014	28.70	80	CTC - 0490	27.14
37	CTC - 2121	28.60	81	CTC - 2114	27.12
38	CTC - 891	28.60	82	CTC - 724	27.10
39	CTC - 034	28.60	83	CTC - 2035	27.10
40	CTC - 637	28.55	84	CTC - 558	27.07
41	CTC - 592	28.50	85	CTC - 011	27.00
42	CTC- 2132	28.50	86	CTC - 045	27.00
43	L - 52	28.50	87	CTC - 21	26.90
44	CTC - 2000	28.45	88	CTC - 57	26.90
45	CTC - 810	28.40	89	CTC - 061	26.70
46	CTC - 334	28.40	90	CTC - 060	26.65
47	CTC - 796	28.40	91	L - 123	26.65
48	CTC - 107	28.40	92	CTC - 522	26.55
49	CTC - 2122	28.40	93	CTC - 053	26.55
50	CTC - 755	28.30	94	CTC - 165	26.40
51	CTC - 773	28.20	95	CTC - 038	26.35
52	CTC - 071	28.15	96	CTC - 69	26.30
53	CTC - 0369	28.10	97	CTC - 019	26.28
54	CTC - 012	28.10	98	CTC - 599	26.20
55	CTC - 535	28.00	99	CTC - 0469	26.00
56	L - 16	28.00	100	CTC - 379	25.96
57	CTC - 367	28.00	101	CTC - 267	25.90
58	CTC - 0807	27.90	102	CTC - 232	25.85

continua.....

viene tabla 26.....

N°	Código	Peso de 100 granos (g)	N°	Código	Peso de 100 granos (g)
103	CTC - 927	25.80	114	CTC - 155	25.25
104	CTC - 211	25.75	115	CTC - 090	25.20
105	CTC - 063	25.70	116	CTC - 440	25.20
106	CTC - 036	25.65	117	CTC - 274	25.15
107	CTC - 2156	25.60	118	CTC - 263	25.15
108	CTC - 296	25.54	119	CTC - 290	25.13
109	L - 198	25.40	120	CTC - 091	25.10
110	CTC - 689	25.40	121	CTC - 0491	25.09
111	CTC - 501	25.30	122	CTC - 0472	25.05
112	CTC - 110	25.30	123	CTC - 512	25.05
113	CTC - 044	25.25	124	CTC - 628	25.00

Tabla 27

Accesiones con calibre de grano pequeño

N°	Código	Peso de 100 granos (g)	N°	Código	Peso de 100 granos (g)
1	CTC - 0462	24.80	22	CTC - 802	22.45
2	CTC - 260	24.80	23	CTC - 584	22.30
3	CTC -0779	24.70	24	CTC - 132	22.25
4	CTC - 199	24.70	25	CTC - 642	22.00
5	CTC - 658	24.60	26	L - 78	21.80
6	CTC - 2131	24.55	27	CTC - 295	21.70
7	CTC - 813	24.55	28	CTC - 797	21.35
8	CTC - 468	24.50	29	CTC - 492	21.20
9	CTC - 504	24.42	30	CTC - 092	21.10
10	L - 168	24.40	31	CTC - 086	21.10
11	CTC - 368	24.35	32	CTC - 448	20.70
12	L - 140	23.85	33	CTC - 299	20.70
13	CTC - 481	23.81	34	CTC - 676	20.50
14	L - 83	23.75	35	CTC - 214	20.50
15	CTC - 905	23.58	36	CTC - 805	20.50
16	CTC - 515	23.56	37	CTC - 620	20.40
17	CTC -196	23.35	38	CTC - 939	20.40
18	CTC - 664	23.05	39	CTC - 1012	20.20
19	CTC - 2151	23.00	40	CTC - 561	20.10
20	CTC - 2015	22.90	41	CTC - 013	20.00
21	CTC - 782	22.75			

Tabla 28*Accesiones con calibre de grano muy pequeño*

N°	Código	Peso de 100 granos (g)	N°	Código	Peso de 100 granos (g)
1	CTC - 587	19.90	17	CTC - 0616	18.00
2	CTC - 607	19.85	18	CTC - 0801	18.00
3	CTC - 120	19.60	19	CTC - 0776	17.80
4	CTC - 395	19.55	20	CTC - 566	17.80
5	CTC - 417	19.30	21	CTC - 862	17.80
6	CTC - 203	19.15	22	CTC - 0345	17.15
7	CTC - 663	19.10	23	CTC - 0578	17.10
8	CTC - 392	19.10	24	CTC - 0597	16.85
9	CTC - 426	19.05	25	CTC - 0885	16.80
10	CTC - 683	18.90	26	CTC - 0835	16.65
11	CTC - 198	18.75	27	CTC - 0613	16.45
12	CTC - 827	18.70	28	CTC - 0777	16.35
13	CTC - 524	18.35	29	CTC - 600	16.20
14	H - 13 - 5C	18.20	30	CTC - 916	15.71
15	13 - P - 43 - TG	18.20	31	CTC - 0833	15.35
16	CTC - 732	18.10	32	CTC - 0078	15.35

ANEXO 3: FOTOGRAFÍAS DE 18 ACCESIONES CON TAMAÑO DE GRANO MAYOR A 35G POR 100 SEMILLAS





ANEXO 4: FOTOGRAFÍAS DE EVALUACIÓN DE TAMAÑO DE GRANO



Fotografía de calibre de grano muy grande



Fotografía de calibre de grano grande



Fotografía de calibre de grano mediano



Fotografía de calibre de grano pequeño



Fotografía de calibre de grano muy pequeño