



Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión
Facultad de Ingeniería Agraria, Industrias Alimentarias y Ambiental
Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica

**Caracterización agronómica y balance energético de dos variedades de
choclo en el Callejón de Conchucos-Ancash**

Tesis
Para optar el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo

Autora
Gisela Mery Montes Ramirez

Asesor
M(o). Luis Miguel Chávez Barbery


CHÁVEZ BARBERY, LUIS MIGUEL
INGENIERO AGRONOMO
C.I.P. N° 24794 - DNZ-053

Huacho-Perú
2026



Reconocimiento - No Comercial – Sin Derivadas - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Reconocimiento: Debe otorgar el crédito correspondiente, proporcionar un enlace a la licencia e indicar si se realizaron cambios. Puede hacerlo de cualquier manera razonable, pero no de ninguna manera que sugiera que el licenciante lo respalda a usted o su uso. **No Comercial:** No puede utilizar el material con fines comerciales. **Sin Derivadas:** Si remezcla, transforma o construye sobre el material, no puede distribuir el material modificado. **Sin restricciones adicionales:** No puede aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros de hacer cualquier cosa que permita la licencia.



UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN

LICENCIADA

(Resolución de Consejo Directivo N° 012-2020-SUNEDU/CD de fecha 27/01/2020)

Facultad de Ingeniería Agraria, Industrias Alimentarias y Ambiental

Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica

METADATOS

DATOS DEL AUTOR (ES):

NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	FECHA DE SUSTENTACIÓN
Gisela Mery Montes Ramirez	76002277	15/06/2026

DATOS DEL ASESOR:

NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	CÓDIGO ORCID
M(o). Luis Miguel Chavez Barbery	15759159	https://orcid.org/0000-0001-7816-1582

DATOS DE LOS MIEMBROS DE JURADOS – PREGRADO/POSGRADO-MAESTRÍA- DOCTORADO:

NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	CODIGO ORCID
Dr. Dionicio Belisario Luis Olivas	15651224	https://orcid.org/0000-0002-5367-5285
Dr. Angel Pedro Campos Julca	15733670	https://orcid.org/0000-0002-1418-6104
Mg. Elvia Elizabeth Azabache Cubas	16785502	https://orcid.org/0000-0002-0027-4349

015125 GISELA MERY MONTES RAMIREZ

Caracterización agronómica y balance energético de dos variedades de choclo en el Callejón de Conchucos-Ancash



UI-FIAIAYA PREGRADO 2026



Unidad de Investigación FIAIAYA-2026



Facultad de Ingeniería Agrarias, Industrias Alimentarias y Ambiental

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::1:3498623249

Fecha de entrega

5 mar 2026, 12:49 p.m. GMT-5

Fecha de descarga

5 mar 2026, 1:04 p.m. GMT-5

Nombre del archivo

GISELA-TESIS.pdf

Tamaño del archivo

707.0 KB

111 páginas

30.851 palabras

164.627 caracteres



Página 2 de 120 - Descripción general de integridad

Identificador de la entrega trn:oid:::1:3498623249

20% Similitud general

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

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Coincidencias menores (menos de 8 palabras)

Fuentes principales

- 19%  Fuentes de Internet
- 7%  Publicaciones
- 7%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

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

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

Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión

Facultad de Ingeniería Agraria, Industrias Alimentarias y Ambiental

Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica

Caracterización agronómica y balance energético de dos variedades de choclo en el Callejón de Conchucos-Ancash




DIONICIO BELISARIO LUIS OLIVAS
INGENIERO AGRONOMO
CIP N° 066110

Dr. Dionicio Belisario Luis Olivas
Presidente

Dr. Ángel Pedro Campos Julca
Secretario


ELVIA ELIZABETH AZABACHE CUBAS
INGENIERO AGRONOMA
Reg. CIP. N° 168203

Mg. Elvia Elizabeth Azabache Cubas
Vocal


CHÁVEZ BARBERY, LUIS MIGUEL
INGENIERO AGRONOMO
C.I.P. N° 24794 - DNZ-053

M(o). Luis Miguel Chávez Barbery
Asesor

Huacho - Perú

2026

INDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
CAPITULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
1.1 Descripción de la realidad problemática.....	2
1.2. Formulación del problema	3
1.2.1 Problema general	3
1.2.2 Problemas específicos.....	3
1.3 Objetivos de la investigación.....	3
1.3.1 Objetivo general	3
1.3.2 Objetivos específicos.....	3
1.4 Justificación de la investigación	3
1.5 Delimitación del estudio	4
CAPITULO II. MARCO TEÓRICO.....	5
2.1. Antecedentes de la investigación	5
2.1.1. Antecedentes internacionales	5
2.1.2. Antecedentes Nacionales	8
2.2 Bases teóricas.....	11
2.2.1 Generalidades del cultivo de choclo	11
2.2.2 Balance energético.....	15
2.3 Definición de término básicos	18
2.3 Hipótesis de investigación	19
2.3.1 Hipótesis General	19
2.3.2 Hipótesis Específicas	19
2.4 Operacionalización de las variables.....	19
CAPITULO III. METODOLOGÍA.....	20
3.1 Diseño metodológico	20
3.2 Población y muestra.....	20
3.2.1 Población	20

3.2.2	Muestra	20
3.3	Técnicas de recolección de datos	20
3.4	Técnicas para el procesamiento de la información	20
CAPITULO IV. RESULTADOS		21
4.1	Caracterización agronómica	21
4.1.1	Choclo Blanco Urubamba	21
4.1.2	Choclo coruca	54
4.2	Balance energético	86
4.2.1	Choclo Blanco Urubamba	86
4.2.2	Choclo coruca	88
CAPITULO V. DISCUSIONES.....		90
CAPITULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		93
6.1	Conclusiones	93
6.2	Recomendaciones	93
CAPITULO V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		95

Lista de Tablas

Tabla 1 Operacionalización de las variables	17
Tabla 2 Estadística descriptiva para altura de planta de maíz choclo Blanco Urubamba en el Callejón de Conchucos-Ancash.	20
Tabla 3 Distribución de frecuencias de datos para altura de planta del choclo Blanco Urubamba (cm).....	21
Tabla 4 Estadística descriptiva para altura de inserción del maíz choclo Blanco Urubamba en el Callejón de Conchucos-Ancash	23
Tabla 5 Distribución de frecuencias de datos para altura de inserción del maíz choclo Blanco Urubamba (cm).	24
Tabla 6 Estadística descriptiva para diámetro de tallo de maíz choclo Blanco Urubamba en el Callejón de Conchucos-Ancash.....	26
Tabla 7 Distribución de frecuencias de datos para diámetro de tallo del maíz choclo Blanco Urubamba (mm).	27
Tabla 8 Estadística descriptiva para longitud de entrenudos en plantas de maíz choclo Blanco Urubamba en el Callejón de Conchucos-Ancash.....	29
Tabla 9 Distribución de frecuencias de datos para longitud de entrenudo del maíz choclo Blanco Urubamba (cm).	30
Tabla 10 Estadística descriptiva para peso de choclo con brácteas en maíz choclo Blanco Urubamba en el Callejón de Conchucos-Ancash.....	32
Tabla 11 Distribución de frecuencias de datos para peso de choclo con brácteas (g).....	33
Tabla 12 Estadística descriptiva para peso de choclo sin brácteas en maíz choclo Blanco Urubamba en el Callejón de Conchucos-Ancash.....	35
Tabla 13 Distribución de frecuencias de datos para peso de choclo sin brácteas (g).....	36
Tabla 14 Estadística descriptiva para peso de brácteas en maíz choclo Blanco Urubamba en el Callejón de Conchucos-Ancash	38
Tabla 15 Distribución de frecuencias de datos para peso de brácteas (g).....	39
Tabla 16 Estadística descriptiva para longitud de mazorca en maíz choclo Blanco Urubamba en el Callejón de Conchucos-Ancash	41
Tabla 17 Distribución de frecuencias de datos para longitud de mazorca (cm).....	42
Tabla 18 Estadística descriptiva para diámetro de mazorca en maíz choclo Blanco Urubamba en el Callejón de Conchucos-Ancash.....	44
Tabla 19 Distribución de frecuencias de datos para diámetro de mazorca (mm).....	45

Tabla 20 Estadística descriptiva para granos por hilera en maíz choclo Blanco Urubamba en el Callejón de Conchucos-Ancash.....	47
Tabla 21 Distribución de frecuencias de datos para granos por hilera.....	48
Tabla 22 Estadística descriptiva para rendimiento (kg ha^{-1}) de maíz choclo Blanco Urubamba en el Callejón de Conchucos-Ancash.....	49
Tabla 23 Distribución de frecuencias de datos para rendimiento (kg ha^{-1}).....	51
Tabla 24 Estadística descriptiva para altura de planta de maíz choclo coruca en el Callejón de Conchucos-Ancash.	53
Tabla 25 Distribución de frecuencias de datos para altura de planta del choclo coruca (cm).....	54
Tabla 26 Estadística descriptiva para altura de inserción del maíz choclo coruca en el Callejón de Conchucos-Ancash.....	56
Tabla 27 Distribución de frecuencias de datos para altura de inserción del maíz choclo coruca (cm).	57
Tabla 28 Estadística descriptiva para diámetro de tallo de maíz choclo coruca en el Callejón de Conchucos-Ancash	59
Tabla 29 Distribución de frecuencias de datos para diámetro de tallo del maíz choclo coruca (mm).	60
Tabla 30 Estadística descriptiva para longitud de entrenudos en plantas de maíz choclo coruca en el Callejón de Conchucos-Ancash.....	62
Tabla 31 Distribución de frecuencias de datos para longitud de entrenudo del maíz choclo coruca (cm) en el Callejón de Conchucos-Ancash	63
Tabla 32 Estadística descriptiva para peso de choclo con brácteas en maíz choclo coruca en el Callejón de Conchucos-Ancash.....	65
Tabla 33 Distribución de frecuencias de datos para peso de choclo con brácteas (g).....	66
Tabla 34 Estadística descriptiva para peso de choclo sin brácteas en maíz choclo coruca en el Callejón de Conchucos-Ancash.....	68
Tabla 35 Distribución de frecuencias de datos para peso de choclo sin brácteas (g).....	69
Tabla 36 Estadística descriptiva para peso de brácteas en maíz choclo coruca en el Callejón de Conchucos-Ancash.....	71
Tabla 37 Distribución de frecuencias de datos para peso de brácteas (g).....	72
Tabla 38 Estadística descriptiva para longitud de mazorca en maíz choclo coruca en el Callejón de Conchucos-Ancash.....	74
Tabla 39 Distribución de frecuencias de datos para longitud de mazorca (cm).....	75

Tabla 40	<i>Estadística descriptiva para diámetro de mazorca en maíz choclo coruca en el Callejón de Conchucos-Ancash</i>	76
Tabla 41	<i>Distribución de frecuencias de datos para diámetro de mazorca (mm)</i>	77
Tabla 42	<i>Estadística descriptiva para granos por hilera en maíz choclo coruca en el Callejón de Conchucos-Ancash</i>	79
Tabla 43	<i>Distribución de frecuencias de datos para granos por hilera</i>	80
Tabla 44	<i>Balance energético del choclo Blanco Urubamba</i>	81
Tabla 45	<i>Balance energético del choclo coruca</i>	83

Lista de Figuras

<i>Figura 1.</i> Altura de planta de maíz choclo Blanco Urubamba-Callejón de Conchucos, Ancash	21
<i>Figura 2.</i> Altura de inserción de maíz choclo Blanco Urubamba-Callejón de Conchucos, Ancash	24
<i>Figura 3.</i> Diámetro de tallo de maíz choclo Blanco Urubamba-Callejón de Conchucos, Ancash.....	27
<i>Figura 4.</i> Longitud de entrenudos de maíz choclo Blanco Urubamba-Callejón de Conchucos, Ancash	30
<i>Figura 5.</i> Peso de choclo con brácteas de la variedad Blanco Urubamba-Callejón de Conchucos, Ancash	33
<i>Figura 6.</i> Peso de choclo sin brácteas de la variedad Blanco Urubamba-Callejón de Conchucos, Ancash	36
<i>Figura 7.</i> Peso de brácteas de la variedad Blanco Urubamba-Callejón de Conchucos, Ancash	39
<i>Figura 8.</i> Longitud de mazorca del choclo de la variedad Blanco Urubamba-Callejón de Conchucos, Ancash	42
<i>Figura 9.</i> Diámetro de mazorca del choclo de la variedad Blanco Urubamba-Callejón de Conchucos, Ancash	45
<i>Figura 10.</i> Número de granos por hilera en el choclo de la variedad Blanco Urubamba-Callejón de Conchucos, Ancash	48
<i>Figura 11.</i> Rendimiento (kg ha ⁻¹) en el choclo de la variedad Blanco Urubamba-Callejón de Conchucos, Ancash	51
<i>Figura 12.</i> Altura de planta de maíz choclo coruca-Callejón de Conchucos, Ancash.....	54
<i>Figura 13.</i> Altura de inserción de maíz choclo coruca-Callejón de Conchucos, Ancash...	57
<i>Figura 14.</i> Diámetro de tallo de maíz choclo coruca-Callejón de Conchucos, Ancash.....	60
<i>Figura 15.</i> Longitud de entrenudos de maíz choclo coruca-Callejón de Conchucos, Ancash	63
<i>Figura 16.</i> Peso de choclo con brácteas de la variedad coruca-Callejón de Conchucos, Ancash	66
<i>Figura 17.</i> Peso de choclo sin brácteas de la variedad coruca-Callejón de Conchucos, Ancash	69
<i>Figura 18.</i> Peso de brácteas de la variedad coruca-Callejón de Conchucos, Ancash.....	72

<i>Figura 19</i> Longitud de mazorca del choclo de la variedad coruca-Callejón de Conchucos, Ancash	75
<i>Figura 20.</i> Diámetro de mazorca del choclo de la variedad coruca-Callejón de Conchucos, Ancash	78
<i>Figura 21.</i> Número de granos por hilera en el choclo de la variedad coruca-Callejón de Conchucos, Ancash	80
<i>Figura 22.</i> Rendimiento (kg ha ⁻¹) en el choclo de la variedad coruca-Callejón de Conchucos, Ancash	83

Resumen

Objetivo: La presente investigación tuvo como objetivo caracterizar agronómicamente y evaluar el balance energético de dos variedades de maíz choclo —choclo Blanco Urubamba y choclo coruca— cultivadas en el Callejón de Conchucos, región Áncash. **Metodología:** La investigación es no experimental, de nivel descriptivo, explicativo y correlacional, con enfoque cuanti-cualitativo, tomándose una muestra de 50 y 58 plantas de un área dedicada a la producción de choclo de las variedades Blanco Urubamba y coruca. Se midieron variables como altura de planta y de inserción de maíz choclo, longitud de entrenudos, peso de choclo con y sin brácteas, peso de brácteas, longitud y diámetro de mazorca, granos por hilera y rendimiento de choclo. Asimismo, se calculó el balance energético considerando los insumos energéticos (semillas, fertilizantes, labores culturales, entre otros) y los productos generados (grano y forraje). **Resultados:** Los resultados mostraron diferencias entre ambas variedades en la mayoría de las variables agronómicas evaluadas. El choclo coruca presentó mayor altura de planta y de mazorca con 222,390 y 121,458 cm, respectivamente, en comparación con el choclo Blanco Urubamba que presentó 194,043 y 90,250 cm. Con respecto al rendimiento, del mismo modo, el choclo coruca obtuvo mayor rendimiento con 23 576,896 kg ha⁻¹, en comparación al choclo Blanco Urubamba que alcanzó un rendimiento de 19 576,550 kg ha⁻¹. En cuanto al balance energético, se evidenció una mayor eficiencia en el uso de la energía en la variedad coruca, con una relación favorable entre la energía producida y la energía invertida en el sistema, alcanzando un índice de 2,249, que fue superior al alcanzado por el choclo Blanco Urubamba con 1,875. **Conclusión:** En conclusión, ambas variedades muestran potencial agronómico bajo condiciones del Callejón de Conchucos, siendo necesario adecuar prácticas de manejo diferenciadas para optimizar sus rendimientos y eficiencia energética.

Palabras clave: kcal, coeficiente de curtosis, coeficiente de asimetría, variedad.

Abstract

Objective: The present investigation aimed to agronomically characterize and evaluate the energy balance of two varieties of choclo corn—choclo Blanco Urubamba and choclo coruca—grown in Callejón de Conchucos, Ancash region. **Methodology:** The research is non-experimental, descriptive, explanatory, and correlational, with a quantitative-qualitative approach. A sample of 50 and 58 plants was taken from an area dedicated to the production of Blanco Urubamba and coruca corn varieties. Variables such as plant height and insertion of choclo corn, internode length, corn weight with and without bracts, bract weight, cob length and diameter, grains per row, and corn yield were measured. Likewise, the energy balance was calculated considering energy inputs (seeds, fertilizers, cultivation practices, among others) and the products generated (grain and forage). **Results:** The results showed differences between both varieties in most of the agronomic variables evaluated. The coruca corn presented greater plant and cob heights with 222.390 and 121.458 cm, respectively, compared to the Blanco Urubamba corn that presented 194.043 and 90.250 cm. Regarding yield, similarly, the coruca corn obtained a higher yield with 23,576.896 kg ha⁻¹, compared to the Blanco Urubamba corn that reached a yield of 19,576.550 kg ha⁻¹. Regarding the energy balance, a greater efficiency in the use of energy was evident in the coruca variety, with a favorable relationship between the energy produced and the energy invested in the system, reaching an index of 2.249, which was higher than that achieved by the Blanco Urubamba corn with 1.875. **Conclusion:** In conclusion, both varieties show agronomic potential under the conditions of the Callejón de Conchucos, being necessary to adapt differentiated management practices to optimize their yields and energy efficiency.

Keywords: kcal, kurtosis coefficient, skewness coefficient, variety.

INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays* L.), conocido en el Perú como “choclo” en su etapa de cosecha tierna, representa uno de los cultivos de mayor importancia socioeconómica y cultural en las zonas altoandinas. Dentro de la vasta diversidad genética que posee el país, destacan variedades tradicionales como el choclo Blanco Urubamba y el choclo coruca, las cuales son cultivadas por pequeños productores en sistemas de agricultura familiar. Estas variedades no solo son valoradas por su sabor y tamaño de grano, sino también por su adaptabilidad a condiciones agroecológicas específicas, como las que se encuentran en el Callejón de Conchucos, Áncash.

A pesar de su importancia, existe limitada información técnica sobre el comportamiento agronómico y la eficiencia energética de estas variedades en dicha región. El conocimiento sobre características como la altura de planta, número de hojas, altura de inserción de mazorca, rendimiento de grano y forraje, así como el análisis del balance energético —relación entre la energía utilizada e ingresada al sistema agrícola— resulta fundamental para mejorar la productividad y sostenibilidad del cultivo. Evaluar estos aspectos permite identificar prácticas agronómicas más eficientes y formular recomendaciones que optimicen los recursos en contextos de producción tradicional.

Por tanto, esta investigación se propuso caracterizar agronómicamente y analizar el balance energético de las variedades choclo Blanco Urubamba y coruca cultivadas en el Callejón de Conchucos. El estudio permitirá generar una base científica para fortalecer las decisiones agronómicas y de manejo en la región, contribuyendo así a una agricultura más eficiente, resiliente y sostenible.

CAPITULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la realidad problemática

El maíz choclo (*Zea mays* L.) es una especie que corresponde al grupo de los maíces amiláceos, gran legado de los antiguos peruanos, y que se ha constituido en una hortaliza muy importante en la alimentación del habitante peruano (López, 2011; MIDAGRI, 2021). Se caracteriza por su alto valor nutricional, conteniendo las vitaminas B1, B7, B9, ácido fólico, además de minerales como el Mg, Fe, P y K. Su consumo per cápita se ha incrementado sustancialmente al pasar de 7,2 kg por habitante en 1992 a 12,7 kg por habitante en 2019, debido al cambio de hábito hacia consumo de alimentos más saludables y con menor uso de preservantes (MIDAGRI, 2021).

Con respecto a la producción de este producto, para el año 2021, en el Perú se cosecharon 48 158 ha con un rendimiento promedio de 9,29 t ha⁻¹, siendo los principales productores los departamentos de Junín, Ancash, Lima, Cusco y Arequipa (Huamán, 2021; MIDAGRI, 2022).

En el proceso productivo de esta especie se recurre al uso de una serie de insumos necesarios tales como semillas, fertilizantes, plaguicidas, entre otros, que encierran dentro de sí energía requerida para su producción como es la energía fósil. En ese sentido, todo el sistema productivo debe ser llevado a un análisis energético.

El análisis energético, también llamado balance energético, ayuda a estimar la energía de entrada y de salida al agroecosistema, a identificar los puntos de desperdicios energéticos y solucionarlos para tratar de hacer más eficiente el sistema productivo (Torres et al., 2004; De Melo et al., 2007).

Por lo antes mencionado, el propósito de la presente investigación es caracterizar agrónomicamente y estimar el balance energético de dos variedades de choclo en el Callejón de Conchucos-Ancash.

1.2. Formulación del problema

1.2.1 Problema general

¿Cómo serán las características agronómicas y el balance energético de dos variedades de choclo en el Callejón de Conchucos-Ancash?

1.2.2 Problemas específicos

- a. ¿Cómo serán las características agronómicas de las dos variedades de choclo en el Callejón de Conchucos-Ancash?
- b. ¿Cómo será el balance energético en las dos variedades de choclo en el Callejón de Conchucos-Ancash?

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo general

Determinar las características agronómicas y estimar el balance energético de dos variedades de choclo en el Callejón de Conchucos-Ancash

1.3.2 Objetivos específicos

- a. Determinar las características agronómicas de dos variedades de choclo en el Callejón de Conchucos-Ancash
- b. Estimar el balance energético de dos variedades de choclo en el Callejón de Conchucos-Ancash

1.4 Justificación de la investigación

Conveniencia: Los resultados de la investigación ayudarán a reconocer las características de las variedades en estudio; así como a estimar el balance energético, reconociendo qué es lo que se debe de mejorar en la conducción del cultivo para hacerlo menos dependiente de los derivados fósiles.

Relevancia Social: Los productores involucrados en este cultivo reconocerán qué insumos son los que se deben de ir reemplazando, y que estén afectando el balance energético favorable.

Implicaciones Prácticas: Los resultados ayudarán a plantear interrogantes que terminarán en nuevos trabajos de investigación.

Valor Teórico: Los resultados permitirán proporcionar información actualizada a los involucrados en los temas de investigación.

Utilidad Metodológica: Ninguna.

1.5 Delimitación del estudio

Delimitación Espacial: La investigación se desarrolló en Huari, perteneciente a la provincia de Huari, región de Ancash, con altitud de 3137 msnm.

Delimitación Temporal: La duración del experimento fue desde noviembre del 2022 hasta agosto del 2023.

Delimitación del Universo: La población estuvo constituida por las plantas de maíz choclo proveniente de las dos variedades estudiadas.

Delimitación del Contenido: La investigación se limitó a caracterizar agronómicamente y estimar el balance energético de dos variedades de choclo en condiciones del Callejón de Conchucos-Ancash.

CAPITULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

Con respecto a los antecedentes de la presente investigación, para el caso del balance energético, estas son escasas o casi nulas, por lo que se ha recurrido a los reportados en maíz para grano y maíz para forraje, y en otros cultivos.

2.1.1. Antecedentes internacionales

Ferreira et al. (2010) estudiaron los flujos energéticos y económicos del cultivo del maíz, para los diferentes sistemas de producción existentes en el Asentamiento Ipanema Área I, Brasil, utilizando los índices Cultural, Energético y de Eficiencia Energética como herramientas y Económica, más la propuesta metodológica de índices de Eficiencia Cultural Económica y Eficiencia Energética Económica contruidos para escenarios probabilísticos. Se identificaron cuatro sistemas diferentes: “A”, “B”, “C” y “D”, con gastos energéticos, respectivamente, de 4.836,19 MJ x ha⁻¹, 4.4647,17 MJ x ha⁻¹, 4.639,49 MJ x ha⁻¹ y 4.450,47 MJ x ha⁻¹. En “A”, en la que el uso de máquinas es más intensivo, la participación de la energía de origen biológico fue del 23,26%, mientras que la de origen fósil fue del 76,74%. El Sistema “D” tiene la Eficiencia Cultural más alta, con un índice promedio de 16,26, mientras que el “A” tuvo los índices de Eficiencia Cultural más bajos, con valores promedio de 14,83. Para el análisis de Eficiencia Energética, indicativo de dependencia de fuentes no renovables, el índice más alto fue el sistema “D”, con un índice promedio de 53,84. Los Índices de Eficiencia Económica, que varían entre 1,84 y 1,96, muestran que todos los sistemas son eficientes. El sistema “D”, con índice igual a 8,84, presentó el mayor índice de eficiencia Económica Cultural. El análisis Económico Energético para los sistemas “A”, “B”, “C” y “D”, resultó, respectivamente, en índices de 20,80, 23,61, 22,87 y 29,26. Concluyeron que el uso más intensivo de energía de fuentes no renovables (sistema “A”) no necesariamente se traduce en mayor eficiencia, en comparación con el “D” (intensivo en mano de obra), lo que confirma la hipótesis de trabajo inicial.

Guacho (2014) realizo su investigación en la localidad de San José de Chazo, Riobamaba, Ecuador, con el objetivo de caracterizar agromorfológicamente ecotipos de maíces amiláceos. Para ello, realizó una investigación no experimental, y el trabajo consistió en la recolección de 10 muestras (10 mazorcas por muestra) en diferentes puntos de la localidad;

posteriormente realizó la caracterización inicial morfológica de mazorca, tusa y grano. De esa colecta inicial obtuvo 100 líneas con las que realizó un análisis molecular y evaluación a nivel de campo. Los resultados que obtuvo indican que el maíz de Chazo a nivel foliar tiene una altura de 214 cm, la cantidad de follaje es intermedia, el tallo es color café (65%) y morado (35%); la mazorca se ubica a 90,2 cm del suelo, con cobertura excelente, su forma es cónica (68,2 %) y cilindra-cónica (31,8 %), con una longitud de 13 cm; la tusa es de color blanco, con granos blancos y harinosos. En comparación con la variedad INIAP-102 (variedad comercial), este maíz presenta mejores características morfológicas y mayor rendimiento (Chazo 4,8 t ha⁻¹; 1,9 t ha⁻¹ INIAP-102). El análisis funcional realizado, indica que entre las muestras evaluadas existe alta similitud a nivel morfológico y molecular, determinando que esta colección de maíz corresponde a un solo material genético, que progresivamente ha mejorado sus características agro-morfológicas, convirtiéndose en un cultivo de importancia en la alimentación de la presente y futura generación.

Guevara et al. (2015) estudiaron el balance energético, la capacidad de producción de proteína-energía, y la factibilidad económica de tres sistemas de producción de maíz: policultivo maíz intercalado con frijol (SPM-1), producción de maíz criollo (SPM-2) y producción de maíz mejorado (SPM-3), ubicados en el ejido California dentro de la Reserva de la Biosfera "La Sepultura" en el estado de Chiapas, México. Derivado de una detallada descripción de los sistemas productivos, del análisis de ingresos de energía al sistema, flujos de materia física e insumos utilizados para la producción y del análisis de la eficiencia energética, encontraron que el sistema de producción de maíz criollo intercalado con frijol mostró la mayor eficiencia energética con 1,12 Mcal producida, en comparación a los sistemas de maíz criollo en monocultivo y maíz mejorado, los cuales tuvieron índices de eficiencia de 1,07 y 0,99, respectivamente. De igual forma, el SPM-1 mostró el mayor potencial energético y proteico, capaz de satisfacer los requerimientos de 9 y 23 personas ha⁻¹ año⁻¹, respectivamente. Asimismo, evidenciaron que el mayor beneficio/costo correspondió al sistema de producción con variedades mejoradas SPM-3. Concluyen que entre los factores energéticos y económicos que más encarecen la producción, está la alta dependencia de insumos agroquímicos y el empleo de mano de obra contratada.

Mamani y Echenique (2021) realizaron su investigación con el objetivo de evaluar el rendimiento de maíz en dos variedades locales (Cubano Amarillo y Pisingallo) y dos mejoradas (Pairumani Compuesto 20 y Aychasara 101) en la Estación Experimental

Sapecho, Bolivia. Implementaron un diseño experimental de bloques completos al azar con cuatro tratamientos y tres repeticiones. Evaluaron longitud de mazorca, diámetro de mazorca, peso de mazorca con coronta, peso de mazorca sin coronta, peso de 100 granos y rendimiento. Encontraron que la variedad que obtuvo la mayor longitud de mazorca fue Pairumani Compuesto 20 con 13,87cm, la que tuvo menor longitud fue la variedad Pisingallo con 11,49 cm; con referencia al diámetro de mazorca la que presentó mayor diámetro fue Aychasara 101 con 4,58 cm y la que presentó menor diámetro fue Pisingallo con 2,78 cm; la variedad que tuvo mayor peso de mazorca con coronta fue la variedad Cubano Amarillo con 95,98 g y la que presentó menor peso fue Pisingallo con 25,35 g; para el peso de mazorca sin coronta, la variedad que obtuvo mayor peso fue Aychasara 101 con 41,90 g, y el menor peso fue en Pisingallo con 20,17 g; para el peso de 100 granos, la que presentó mayor peso fue la variedad Aychasara 101 con 41,90 g y la que presentó menor peso fue Pisingallo con 20,17 g; con respecto al rendimiento en grano la que presentó mayor rendimiento fue la variedad Aychasara 101 con 2,25 t ha⁻¹, Cubano Amarillo registró 1,92 t ha⁻¹, Pairumani Compuesto 20 con 1,64 t ha⁻¹ y Pisingallo obtuvo un rendimiento de 1,11 t ha⁻¹.

Caviedes et al. (2024) desarrollaron su investigación con el objetivo de estimar la eficiencia de la producción y productividad del maíz y de la producción de semilla en dos regiones geográficas más importantes del Ecuador. Para ello utilizaron un análisis de regresión simple ($p \leq 0.05$) considerando como variables independientes los ciclos del cultivo anual, y como variables dependientes, la producción, la productividad del grano y la semilla. Estimaron que el área sembrada para el año 2023 fue de 362 196 hectáreas, con maíces amarillos duro y amiláceos. En la región litoral, las principales provincias productoras son Los Ríos y Manabí, que aportan con el 73 % del total de la producción de maíz amarillo duro; y en la región andina, la producción está localizada principalmente en las provincias de Bolívar, Chimborazo y Cotopaxi, las cuales aportan con el 82 % de la producción nacional de maíz amiláceo. Observaron que las productividades de los dos tipos de maíz varían, obteniendo para el amarillo duro un promedio de rendimiento de 4,17 t ha⁻¹ para el período 2018-2023, mientras que el amiláceo obtuvo un promedio de 1,31 t ha⁻¹ para el mismo período. Los autores refieren que, en los próximos cinco años, se estima un incremento en la productividad del maíz amiláceo de 8,8 % anual, en tanto que, en los próximos seis años, se proyecta que la productividad del maíz amarillo duro, tendrá un incremento del 3,0 % anual. Señalan también que la semilla es uno de los componentes más importantes de la producción agrícola

y sus costos de producción son un indicador del medio rural, y que la oferta es limitada en la región andina.

2.1.2. Antecedentes Nacionales

Martínez (2008) realizó su investigación con el objetivo de comparar el rendimiento de cinco híbridos chocleros de maíz (*Zea mays*), en la zona de Sama - Las Yaras - Tacna; para ello implementó el diseño de bloques completos al azar con seis tratamientos y cuatro repeticiones. Las variedades evaluadas fueron Don choclo (T1), Desafío (T2), Flecha verde (T3), Tentación (T4), Portillo (T5) y Pachía (Testigo). Las variables que evaluó fueron: germinación, altura de planta, número de mazorcas, longitud y diámetro de mazorca, número de hileras de grano y rendimiento de choclo. Los resultados encontrados indican que los tratamientos que alcanzaron el mayor rendimiento fueron: Flecha verde (T 3) y Portillo (T 5) con 6 692 y 5 699 respectivamente. En lo que respecta al diámetro de la mazorca, los tratamientos: Portillo (T5) y Tentación (T4) fueron los que alcanzaron los mayores promedios de diámetro con 8,50 y 6,50 cm. Con respecto a la longitud de la mazorca los tratamientos Flecha Verde (T 3) y Portillo (T 5) alcanzaron el mayor promedio de longitud con 24,22 y 22,33 cm respectivamente.

López (2011) implementó su investigación en el cultivo de maíz choclo en condiciones de Cutervo, Cajamarca, con el objetivo de identificar y seleccionar variedades de características agronómicas sobresalientes, de alto rendimiento y de buena calidad con respecto a las variedades locales. Para ello, implementó el DBCA con siete tratamientos y cuatro bloques. Los tratamientos fueron las siete variedades chocleras de maíz: Blanco Urubamba, PMV-561-Yungayino, PM-584, Cajamarquino, Imperial, INIA-101 y Blanco Local (Testigo). Evaluó datos biométricos de planta, hoja y rendimiento de grano. Como resultado de la investigación, encontró suficiente variabilidad genética en todos los atributos evaluados. Así, para rendimiento en grano en seco sobresalieron la variedad Testigo e INIA 101, con 1 178,39 y 1 171,88 kg ha⁻¹, respectivamente; mientras que para rendimiento en unidades de choclo destacó INIA 101 con 27 817,23 choclos ha⁻¹, siguiéndoles en importancia el Testigo y Blanco Urubamba, con 21 070,08 y 20 714,96, respectivamente. Para calidad de choclo destacó INIA 101 con 61,50 % de choclo de primera calidad, siguiéndole en importancia la variedad testigo con 51,75% de primera; y muy por debajo se encontró el Imperial que presentó el menor porcentaje de primera calidad con solo 31,75% de primera. Para altura de

planta, la variedad PMV 564 presentó el menor valor con 1.95 m, mientras que las de mayor valor fueron el Testigo e INIA 101 con 2,74 y 2,61 m respectivamente, que al mismo tiempo presentaron acames de 10,0 y 8.25%, respectivamente.

Rodríguez (2016) implementó su investigación en el cultivo de maíz choclo en condiciones de Huacrachuco, Huánuco, con el objetivo de evaluar la adaptación y rendimiento de cuatro variedades. Para ello, implementó el DBCA con cuatro tratamientos y cuatro bloques. Los tratamientos fueron las cuatro variedades chocleras de maíz: San Jerónimo, Blanco Urubamba, Choclero 101 y Blanco común. Evaluó peso de choclo y rendimiento. Como resultado de la investigación, encontró que el Blanco común y el Choclero 101 obtuvieron mayores pesos de choclo con 347,50 y 337,10 g, respectivamente; mientras que el Blanco Urubamba obtuvo el menor peso con 169,02 g. Con respecto al rendimiento, también destacaron las variedades Blanco común y el Choclero 101 con valores de 11 295,57 y 11 223,96 kg ha⁻¹, respectivamente; en tanto que el Blanco Urubamba obtuvo el menor rendimiento con 6 757,81 kg ha⁻¹.

Pérez (2018) realizó una investigación con el objetivo de estudiar el comportamiento de las variedades de maíz amiláceo (*Zea mays* L) tipo choclero, en condiciones edafoclimáticas del distrito de Panao, Pachitea, Huánuco; para ello implementó el diseño de Bloques Completamente al Azar (BCA) con 05 tratamientos y 3 repeticiones. Las variedades que estudió fueron: POB 103, POB 200, Blanco Urubamba, INIA 606 y San Gerónimo blanco (testigo) y las variables evaluadas fueron: emergencia y altura de plantas, altura de la mazorca, número de mazorcas, rendimiento de mazorca (grande, mediana, pequeña y total) y calidad. Los resultados que encontró demostraron que los tratamientos POB 200, Blanco urubamba y POB 103 tuvieron un buen comportamiento agronómico, destacando en porcentaje de emergencia, altura de planta y de mazorca y número de mazorcas; los mejores rendimientos fueron obtenidos por los tratamientos POB 200 e INIA 606 con 12 031,25 y 8 437,50 kg ha⁻¹ de mazorcas grandes, 7,447.92 y 6,145.83 kg ha⁻¹ de mazorcas medianas, y rendimiento total de 25,312.50 kg/ha y 19,427.08 kg/ha respectivamente; y en calidad de mazorcas destacaron la variedad Blanco Urubamba (diámetro 6,23 cm, longitud 18,08 cm, numero de hileras 8.33 y numero de granos por hilera 26.33) y la variedad experimental POB 200 (diámetro 6,15 cm, longitud 18,08 cm, numero de hileras 8,17 y numero de granos por hilera 23,33).

Luis et al. (2020) realizaron una investigación con el objetivo de analizar la eficiencia energética de la producción de maíz en dos localidades de la costa central del Perú. El experimento lo desarrollaron en las localidades de Quilmaná y Herbay Alto, en el departamento de Lima. En cada localidad adoptaron un diseño de bloques completos al azar, con tres tratamientos y cuatro repeticiones. Los tratamientos estuvieron representados por los híbridos DK 7088 (híbrido simple), XB 8010 (híbrido doble) y ATL 310 (híbrido triple). Evaluaron las entradas y salidas de energía, la energía neta y la eficiencia energética. Con los datos de los dos experimentos realizaron el análisis combinado, previa evaluación de la homogeneidad de las varianzas. Las medias se compararon con la prueba de Scott-Knott al 5% de probabilidad. De acuerdo con los resultados, no encontraron interacción entre los híbridos y la localidad. Del conjunto de variables evaluadas destacó el híbrido DK 7088, y Quilmaná, mostrando que la producción de maíz es altamente dependiente de los fertilizantes minerales y que la eficiencia energética, a pesar de ser alta, está influenciada por la carga genética del material vegetal y las condiciones ambientales en las que se desarrolló.

Acevedo (2020) realizó su investigación con el objetivo de evaluar el rendimiento de maíz amiláceo en condiciones de riego y secano con dos niveles de nitrógeno. Para ello planteó en Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) con un arreglo factorial de 2x2 en 3 repeticiones. El riego lo aplicó durante el Periodo Crítico (PC) entre dos semanas antes y después de la floración; y las dosis de 150 y 300 kg ha⁻¹ de N en el estado fenológico de V3 y V6. Obteniendo el mejor rendimiento de 6,03 t ha⁻¹ de maíz amiláceo con el riego y la dosis de 300 kg ha⁻¹ de N, seguido de 4,39 t ha⁻¹ con la misma dosis en secano. Con la fertilización de 150 kg ha⁻¹ de N los rendimientos de 3,28 y 2,97 t ha⁻¹ en las modalidades de riego y secano no expresaron diferencia significativa según la prueba de Tukey. El CV residual fue de 5,228 % y el R² de 97 %. Por tanto, la interacción entre el riego en el PC y la fertilización fraccionada de 300 kg ha⁻¹ de N en las etapas V3 y V6 incrementa el rendimiento de maíz amiláceo.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Generalidades del cultivo de choclo

Centro de origen

El maíz (*Zea mays* L.) es una especie de cultivo fundamental tanto a nivel mundial como en la historia agrícola del Perú. Su origen se remonta a miles de años atrás en la región mesoamericana, específicamente en el sur de México, donde fue domesticado a partir de una gramínea silvestre conocida como *teosinte* (principalmente *Zea mays ssp. parviglumis*). Estudios arqueobotánicos y genéticos han confirmado que el maíz es originario de esta zona, siendo luego difundido hacia el sur del continente por medio de rutas comerciales y migraciones humanas precolombinas (Matsuoka et al., 2002; Piperno & Flannery, 2001).

En el caso del Perú, el maíz tiene una presencia milenaria y particularmente rica. Diversas evidencias arqueológicas halladas en sitios como Caral, Ventarrón y Huaca Prieta confirman que ya se cultivaba en el territorio peruano hace más de 4,000 años. No obstante, el Perú no es considerado centro de origen, sino centro de diversificación secundaria, ya que aquí se desarrolló una inmensa variabilidad genética local, adaptada a condiciones edafoclimáticas diversas. Este fenómeno ha llevado a que el Perú sea considerado uno de los países con mayor riqueza de razas nativas de maíz, reportándose al menos 52 razas distintas (Ministerio del Ambiente, 2018).

Taxonomía

Según Ministerio del Ambiente (2018) el maíz pertenece a:

Reino: Plantae

Phylum: Tracheophyta (plantas vasculares)

Clase: Liliopsida (monocotiledóneas)

Orden: Poales

Familia: Poaceae (gramíneas)

Subfamilia: Panicoideae

Tribu: Andropogoneae

Género: Zea

Especie: Zea mays.

Tipos conocidos como maíz choclero, maíz amarillo duro, maíz morado, maíz blanco, entre otros.

Morfología del cultivo de choclo

El maíz (*Zea mays* L.), conocido en el Perú como *choclo*, es una planta monocotiledónea de la familia Poaceae (gramíneas), de crecimiento anual, ciclo variable y gran diversidad morfológica. Su estructura vegetativa y reproductiva está bien diferenciada y adaptada a diversos pisos ecológicos, lo cual le ha permitido su cultivo desde el nivel del mar hasta zonas por encima de los 3,500 m s.n.m. en los Andes (Ministerio del Ambiente, 2021).

Desde el punto de vista morfológico, el choclo se caracteriza por un tallo erecto, cilíndrico y macizo, segmentado por entrenudos y nodos, cuya altura varía según la variedad y condiciones del medio, alcanzando entre 1.5 y 4 metros en las razas andinas. En cada nodo se desarrollan hojas y, en algunos, raíces adventicias que ayudan a sostener la planta (Barandiarán, 2020).

Las hojas del maíz son alternas, grandes y lanceoladas, compuestas por vaina, lígula y lámina. El número de hojas puede oscilar entre 8 y 20 dependiendo del tipo de maíz. Estas cumplen un papel esencial en la fotosíntesis, por lo que su sanidad e integridad inciden directamente en el rendimiento del cultivo (Barandiarán, 2020).

En cuanto a su sistema radical, presenta raíces fasciculadas que pueden extenderse hasta más de un metro de profundidad, aunque la mayoría se concentra en los primeros 30 cm del suelo. El sistema radicular está compuesto por raíces seminales, adventicias y nodales, las cuales aseguran la absorción de agua y nutrientes (Barandiarán, 2020).

El maíz es una planta monoica, es decir, presenta flores masculinas y femeninas en la misma planta, pero en inflorescencias separadas. La inflorescencia masculina es la panoja o espiga terminal, ubicada en el ápice del tallo, mientras que la inflorescencia femenina corresponde a la mazorca, desarrollada en las axilas de las hojas intermedias. Cada mazorca está protegida por varias brácteas (hojas modificadas), y los granos se forman sobre un eje central llamado raquis (Barros y Calado, 2014).

Los granos de maíz pueden presentar distintas formas, tamaños y colores, dependiendo de la raza o variedad. En los maíces chocleros andinos, como el *maíz coruja*, los granos son generalmente grandes, harinosos y de forma semicircular. La textura del grano es un carácter importante para la clasificación del maíz y determina su uso final, sea para consumo humano directo, alimentación animal o uso industrial (Tapia y Fries, 2007).

La altura de inserción de la mazorca, el número de hileras, la cantidad de granos por hilera, el diámetro del tallo, y la longitud de los entrenudos son caracteres morfológicos de alto interés en la selección varietal y en estudios agronómicos, ya que influyen en el rendimiento y adaptación del cultivo (Barandiarán, 2020). Estas variables, además, permiten caracterizar y diferenciar razas locales como las que se cultivan en el Callejón de Conchucos, en Áncash.

En conjunto, la morfología del maíz refleja una planta altamente especializada, con órganos bien diferenciados que cumplen funciones clave en la productividad y la adaptabilidad del cultivo, elementos fundamentales para los programas de mejoramiento genético y la conservación de razas nativas.

Requerimientos de suelo y clima para el cultivo de choclo en los Andes peruanos

El choclo Blanco Urubamba, como cultivo típico andino, exige condiciones específicas tanto de suelo como de clima para lograr un desarrollo óptimo. En zonas montañosas como el Callejón de Conchucos (Áncash), estos factores interactúan complejamente.

Suelo

Para un desarrollo adecuado, el maíz requiere suelos profundos, bien drenados y fértiles, con buena aireación y retención de nutrientes (Zambia, 2020). En los Andes peruanos, terrenos como Terric Anthrosols o Andosoles, típicos de terrazas agrícolas, muestran acidez equilibrada y niveles nutritivos adecuados para su cultivo (Leceta et al., 2024). Estos suelos, contruidos históricamente por civilizaciones andinas, han permitido una agricultura sostenible incluso en condiciones pedológicas desafiantes.

Clima

En relación al clima, el rendimiento del maíz está fuertemente influenciado por las temperaturas medias durante la floración, etapa crítica para la fecundación del grano.

Estudios en regiones templadas sugieren que temperaturas entre 18 °C y 23 °C, con ideales en torno a 21 °C, favorecen la polinización efectiva y el llenado del grano, mientras que valores superiores a 30 °C o inferiores a 10 °C limitan seriamente el rendimiento (Vâtcă et al., 2021).

Asimismo, se requiere una previsión mínima de precipitación estacional, típicamente mayor a 500 mm, especialmente cuando la agricultura es de secano (Zambia, 2020).

Estreses climáticos específicos

El maíz es muy sensible al estrés por calor o sequía durante la floración y llenado de grano. Temperaturas extremas pueden afectar la viabilidad del polen y reducir el rendimiento (Kim et al., 2023). En los Andes, pese a adaptar razas locales, el choque de radiación solar, baja humedad y fuertes fluctuaciones térmicas continúa siendo un reto.

Impactos del cambio climático

Simulaciones en el altiplano peruano muestran que tanto la elevación de temperaturas como la alteración del suelo o plagas emergentes reducirían la producción de maíz entre 21 % y 87 %, dependiendo del grado de cambio climático y de la altitud (Tito et al., 2018). Esto resalta la necesidad de mantener sistemas agrícolas resilientes y preservar razas adaptadas localmente.

Manejo agronómico del cultivo

El manejo agronómico del choclo en los Andes peruanos inicia con una preparación meticulosa del suelo, procurando eliminar residuos del cultivo anterior y romper el ciclo de patógenos e insectos. Se recomienda aplicar un barbecho tras la última cosecha, seguido del uso de arado andino (chaquitacla) o rastra para lograr una estructura fina del suelo, ideal para la siembra de semillas pequeñas como las del maíz andino (INIA, 2021).

La siembra debe llevarse a cabo en un terreno bien nivelado, con humedad adecuada (cercana a la capacidad de campo), y profundidad uniforme para favorecer la emergencia de plántulas regulares. Los distanciamientos utilizados entre surcos varían entre 75 y 90 cm colocando una semilla cada 25 cm. Las densidades de siembra oscilan entre 50 y 60 mil semillas por cada hectárea. Es esencial realizar previamente un análisis de suelos, para ajustar

fertilización según los requerimientos específicos del cultivo. Los sistemas de cultivo andino, como los andenes, además de conservar suelos, contribuyen al manejo eficiente del agua y el microclima ideal para los cultivos (INIA, 2021).

Durante el crecimiento vegetativo y reproductivo, el manejo agronómico debe incluir prácticas de fertilización balanceada (considerando nitrógeno, fósforo y materia orgánica), manejos culturales adecuados y control integrado de plagas (MIP), todos dirigidos a obtener plantas vigorosas y sanas (SENASA, 2020).

El riego, en zonas donde se cuenta con disponibilidad de agua, debe programarse en función del ciclo fenológico del cultivo. Las etapas más sensibles a la falta de agua son la floración y el llenado de grano. En zonas de secano, se aprovechan las lluvias estacionales, por lo que la siembra debe sincronizarse con el inicio de la temporada húmeda (INIA, 2021).

Finalmente, la cosecha se realiza cuando el grano ha alcanzado su madurez fisiológica, lo que se evidencia por la pérdida de humedad y el secado de la envoltura de la mazorca. En maíces chocleros destinados al consumo en estado fresco, la cosecha debe hacerse cuando el grano está lechoso y bien formado, antes de que endurezca. La cosecha puede hacerse manualmente o con herramientas sencillas, y debe cuidarse la integridad del grano para evitar pérdidas en el almacenamiento (INIA, 2021).

Balance energético

La energía es un motor de la existencia y es necesaria para todas las actividades agrícolas, tanto en la producción agrícola como ganadera. La energía en la agricultura tiene una doble función: se utiliza en las actividades cotidianas y, al mismo tiempo, produce energía en forma de bioenergía y alimentos (Yan et al., 2020). La agricultura y la energía están estrechamente interconectadas; por lo tanto, el uso eficiente de la energía es un factor clave para la producción agrícola sostenible (Khoshroo et al., 2018). Debido a su importancia para la sostenibilidad global, la energía agrícola puede relacionarse con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de las Naciones Unidas (ONU). Por ejemplo, la correcta evaluación de la energía de los sistemas agrícolas es fundamental para lograr energía asequible y no contaminante (Objetivo 7), trabajo decente y crecimiento económico (Objetivo 8), consumo y producción responsables (Objetivo 12) y acción por el clima (Objetivo 13) (Union Nations, 2025).

La energía utilizada en la agricultura se puede dividir en energía directa e indirecta. La energía directa se utiliza directamente para diferentes actividades agrícolas, como el transporte de insumos agrícolas, la preparación del terreno, el riego, la cosecha y otras prácticas de gestión. La mano de obra, la electricidad, el combustible y el agua para el riego y el consumo animal son ejemplos de energía directa. La energía indirecta se utiliza en la fabricación, distribución y transporte de insumos y productos químicos. Los principales insumos indirectos son semillas, fertilizantes, pesticidas, herbicidas y fungicidas. La tasa de energía utilizada en la agricultura depende directamente de las condiciones del suelo, el clima y otros factores ambientales (Dhanapala et al., 2023).

El uso de energía en la agricultura se ha vuelto más intensivo para satisfacer la demanda alimentaria de una población en aumento y la escasez de tierras cultivables. Por estas razones, en todas las sociedades se han incrementado los insumos energéticos para maximizar el rendimiento final de la producción agrícola y reducir los costos laborales, sin considerar los efectos ambientales ni la salud humana. Sin embargo, el uso excesivo de energía representa un problema para la sostenibilidad de los sistemas agrícolas, la salud humana y la salud ambiental. Por ejemplo, el uso excesivo de energía afecta la degradación del suelo, aumenta la erosión del suelo fértil, contamina el agua, el suelo y el aire con sustancias químicas y provoca la pérdida de especies vegetales y animales, las emisiones de gases de efecto invernadero y el calentamiento global. Por lo tanto, el uso eficiente y suficiente de la energía es fundamental para aumentar la producción agrícola, minimizar el daño ambiental y promover el desarrollo agrícola sostenible (Wang, 2022). El análisis del balance energético en los sistemas agrícolas puede ayudar a comparar y comprender los flujos de energía y la eficiencia en los sistemas agrícolas, lo que también ayudará a encontrar maneras de ahorrar energía (Eurostat, 2019).

Una definición simple de balance energético es “una comparación numérica de la relación entre insumos y productos”. El método más utilizado para analizar el balance energético en un sistema agrícola es el Análisis del Ciclo de Vida (ACV). Una definición común de ACV es “la recopilación y evaluación de los insumos, productos e impactos ambientales potenciales de un sistema de producto a lo largo de su ciclo de vida”. Hay cuatro pasos principales: la definición del objetivo y el alcance, el análisis del inventario, la evaluación de impacto y la interpretación. Este enfoque puede utilizarse a escala regional, nacional y global para analizar el balance energético en diferentes sistemas agrícolas. También puede

emplearse en estudios comparativos en agricultura, como la agricultura convencional frente a la agricultura orgánica, y la agricultura a campo abierto frente a condiciones ambientales controladas (invernadero), etc. El clima, la disponibilidad de agua, las características del suelo, las materias primas, la biomasa de los cultivos y las prácticas de manejo influyen directamente en el balance energético del sistema de producción agrícola (Abbas et al., 2022).

Para el cálculo del balance energético del cultivo se adoptó la metodología descrita por Christo et al. (2017), que lleva en consideración todas las entradas de energía en el sistema (insumos, mano de obra, diesel, entre otros) comparándose con la salida (producto final a ser comercializado). Para el cálculo del balance energético se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{Balance energético} = \frac{\sum \text{entradas}}{\sum \text{salidas}}$$

De acuerdo con Christo et al. (2017), el resultado obtenido en el balance energético puede ser negativo, positivo o nulo. Valores de balance energético mayor que 1,0 indican balance energético positivo; valor igual a 1,0 indican balance energético nulo; y valor menor que 1,0 indica balance energético negativo. Los coeficientes energéticos de entrada de cada componente del sistema de cultivo se calculan con base en trabajos publicados en la literatura.

Insumo	Unidad	Kcal/unidad	Fuente
Semilla	kg	7703	Riquetti et al., 2012
Trabajo humano	h	250	Guevara et al., 2015
Trabajo maquinaria	h	49944	Ferraro-Junior, 1999
Estiércol de ganado	kg	30	Christo et al., 2017
Nitrógeno	kg	14930	Christo et al., 2017
Fosforo (P ₂ O ₅)	kg	3000	Christo et al., 2017
Potasio (K ₂ O)	kg	1600	Christo et al., 2017
Insecticida	L	60393	Christo et al., 2017
Fungicida	kg	50083	Christo et al., 2017
Producto salida	kg	446	Valor estimado

Para el caso del producto de salida, la energía requerida se ha estimado en función al valor de 3500 kcal/kg del maíz en grano seco; es decir, considerando que el choclo se comercializa en estado fresco y con las brácteas, el valor estimado es de 446 kcal/kg.

2.3 Definición de término básicos

Acame: Caída o inclinación de la planta en un ángulo de 45° o menos respecto al suelo. Ocurre en las diferentes etapas del desarrollo de la planta de maíz, debido a variables climáticas, suelos húmedos, o a la propia susceptibilidad de la variedad. Reduce los rendimientos (Arellano et al., 2000).

Agroecosistema: Término que se refiere a los campos cultivados que se convierten en ecosistemas “domesticados”; son intermedios entre ecosistemas naturales (como los pastizales y los bosques) y ecosistemas artificiales (como las ciudades) (Reyes, 2002).

Variedad: es una adaptación de la especie provocada por cambios en su hábitat, originado por causas accidentales, como cambios climáticos, de suelo, presencia de plagas, como enfermedad, ataques de insectos, nemátodos, etc. Desde entonces este término no sufrió cambios (Arévalo et al., 2006).

Suelo: Es la capa superficial de la tierra, la que ha sido transformada muy despacio por la descomposición a través de la acción meteorológica, la acción de la vegetación y del ser humano (FAO, 2002).

Estiércol: El estiércol es una mezcla de las heces de los animales con los orines y la cama. El estiércol es aquel material que puede ser manejado y almacenado como sólido. El estiércol además de contener heces y orines puede estar compuesto por otros muchos elementos, como son las camas, generalmente paja, pero también a veces contiene aserrín, virutas de madera, papel de periódico o productos químicos; también suele incluir restos de los alimentos del ganado, así como agua procedente de los bebederos, de la limpieza de los establos o de lluvia, y todo tipo de materiales que puedan entrar en un establo (Iglesias, 1995).

Ecosistema: Sistema funcional de relaciones complementarias entre los organismos vivientes y su ambiente, delimitado por fronteras definidas arbitrariamente, en un tiempo y espacio que parece mantener un estado estable de equilibrio, pero a la vez dinámico (Gliessman et al., 2007).

Joule: El julio o joule (J) es la unidad del Sistema Internacional para energía y trabajo. Se define como el trabajo realizado por la fuerza de 1 newton en un desplazamiento de 1 metro y toma su nombre en honor al físico James Prescott Joule.

2.3 Hipótesis de investigación

2.3.1 Hipótesis General

No existen diferencias en las características agronómicas y balance energético de dos variedades de choclo en el Callejón de Conchucos-Ancash

2.3.2 Hipótesis Específicas

- No existen diferencias en las características agronómicas de dos variedades de choclo en el Callejón de Conchucos-Ancash
- No existen diferencias en el balance energético de dos variedades de choclo en el Callejón de Conchucos-Ancash

2.4 Operacionalización de las variables

La construcción de la operacionalización de las variables siguió el formato establecido por Espinoza (2019).

Tabla 1

Operacionalización de las variables

Concepto	Dimensión	Variables	Indicadores
Caracterización agronómica y balance energético	Caracterización agronómica	Altura de planta	cm
		Altura de inserción del maíz choclo	cm
		Diámetro de tallo	mm
		Longitud de entrenudos	cm
		Peso de choclo con brácteas	g
		Peso de choclo sin brácteas	g
		Peso de brácteas	g
		Longitud de mazorca	cm
		Diámetro de mazorca	mm
		Granos por hilera	Unid
		Rendimiento	t ha ⁻¹
	Balance energético	Entrada	Kcal
		Salida	Kcal
		Índice	Unidad

CAPITULO III. METODOLOGÍA

3.1 Diseño metodológico

La investigación se desarrolló en Huari, perteneciente a la provincia de Huari, región de Ancash, con altitud de 3137 msnm, durante los meses de noviembre del 2022 hasta agosto del 2023; y corresponde a una investigación no experimental, de nivel descriptivo, explicativo y correlacional, con enfoque cuanti-cualitativo.

3.2 Población y muestra

3.2.1 Población

La población estuvo constituida por las plantas de maíz pertenecientes a las dos variedades de choclo: el Blanco Urubamba y el coruca.

3.2.2 Muestra

Se utilizó el muestreo por conveniencia, que es una técnica no probabilístico y no aleatorio (Otzen y Manterola, 2017). Para ello, en cada área ocupada por una variedad, se seleccionaron al azar cinco puntos de muestreo, y en cada punto se evaluaron 10 plantas.

3.3 Técnicas de recolección de datos

Para el recojo de información se utilizaron unas plantillas pre-establecidas, la que permitió registrar toda la información de campo.

3.4 Técnicas para el procesamiento de la información

Los datos recopilados en el campo fueron procesados a través del software estadístico SISVAR versión 5.6. e Infostat versión estudiantil.

CAPITULO IV. RESULTADOS

4.1 Caracterización agronómica

4.1.1 Choclo Blanco Urubamba

4.1.1.1 Altura de planta (cm)

La Tabla 2 presenta un análisis estadístico descriptivo de la altura de plantas de maíz choclo cultivadas en el Callejón de Conchucos, en la región de Áncash. El promedio de altura registrado fue de 194,043 cm, lo que indica que, en general, las plantas alcanzan una altura cercana a los dos metros. La variabilidad en estas mediciones, expresada a través del coeficiente de variación (CV), fue de 10,64%, lo cual refleja una dispersión moderada de los datos con respecto a la media, indicando que las alturas no son excesivamente heterogéneas entre las plantas evaluadas.

Los valores extremos muestran que la planta más baja midió 144,5 cm, mientras que la más alta alcanzó los 244 cm, evidenciando un rango amplio de cerca de 100 cm entre ambas. A pesar de esta amplitud, la distribución de los datos resulta ser bastante simétrica, como lo indica el coeficiente de asimetría de 0,069, valor muy cercano a cero, lo cual sugiere que no existe sesgo importante hacia valores más altos o más bajos. Asimismo, el coeficiente de curtosis fue de 3,1, también cercano al valor de referencia de 3 para una distribución normal, lo que implica que la concentración de datos alrededor de la media es similar a la esperada en una curva normal.

Finalmente, el test de normalidad de Shapiro-Wilk arrojó un valor p de 0,980, muy superior al umbral de significancia del 5%. Esto significa que no se rechaza la hipótesis nula de normalidad, y por tanto, se puede afirmar con confianza que los datos provienen de una población con distribución normal. En conjunto, estos resultados sugieren que la altura de las plantas de maíz choclo en esta región presenta un comportamiento estadístico regular, simétrico y adecuadamente distribuido, lo que permite el uso de herramientas estadísticas paramétricas para su análisis.

Tabla 2

Estadística descriptiva para altura de planta (cm) de maíz choclo Blanco Urubamba en el Callejón de Conchucos-Ancash.

Parámetros	Valor
Promedio	194,043
CV (%)	10,640
Valor mínimo	144,500
Valor máximo	244,000
Coefficiente de asimetría	0,069
Coefficiente de curtosis	3,100
Test de normalidad	0,980 ^N

^N La muestra proviene de una población con distribución normal, por la prueba de Shapiro-Wilk, a 5% de probabilidad. Referencias para estimadores de asimetría y curtosis siendo 0 y 3, respectivamente.

La Tabla 3 y Figura 1 muestran la distribución de frecuencias de la altura de planta de maíz choclo en el Callejón de Conchucos, agrupando los datos en intervalos de clase. Esta tabla permite observar cómo se distribuyen las alturas dentro del rango total observado, que va desde 144,5 cm hasta 244,0 cm.

Se puede apreciar que el intervalo con mayor frecuencia es el comprendido entre 187,14 cm y 201,36 cm, con 18 observaciones, lo que representa el 31% del total. Esto indica que esta clase contiene la mayor concentración de plantas y coincide con el valor promedio general (194,043 cm) presentado en la tabla anterior, reforzando que este es el rango más representativo del cultivo en la muestra.

El segundo intervalo más frecuente es el de 172,93 a 187,14 cm, con 15 plantas (26%), seguido por el rango de 201,36 a 215,57 cm, que concentra 9 observaciones (16%). Esto sugiere que la mayoría de las plantas (73%) se concentran entre los 172,93 cm y los 215,57 cm, lo cual muestra una distribución centrada en torno a la media, con cierta simetría.

En los extremos, los intervalos más bajos y más altos presentan frecuencias muy pequeñas. Por ejemplo, en el rango de 144,50 a 158,71 cm hay solo 3 plantas (5%), mientras que en el extremo superior (229,79 a 244,00 cm) se registran 2 plantas (3%). Esta baja frecuencia en los extremos refuerza la conclusión previa de que la distribución es aproximadamente normal, sin presencia de valores atípicos significativos ni sesgos marcados hacia los extremos.

En resumen, la distribución de frecuencias muestra una concentración clara de datos en torno al promedio, con una disminución progresiva hacia los extremos, lo cual respalda visualmente y cuantitativamente la normalidad de la distribución observada en la muestra.

Tabla 3

Distribución de frecuencias de datos para altura de planta del choclo Blanco Urubamba (cm).

Altura de planta (cm)		Promedio (cm)	Frecuencia	Frecuencia relativa
LI	LS			
[144,50	158,71]	151,61	3	0,05
(158,71	172,93]	165,82	4	0,07
(172,93	187,14]	180,04	15	0,26
(187,14	201,36]	194,25	18	0,31
(201,36	215,57]	208,46	9	0,16
(215,57	229,79]	222,68	7	0,12
(229,79	244,00]	236,89	2	0,03

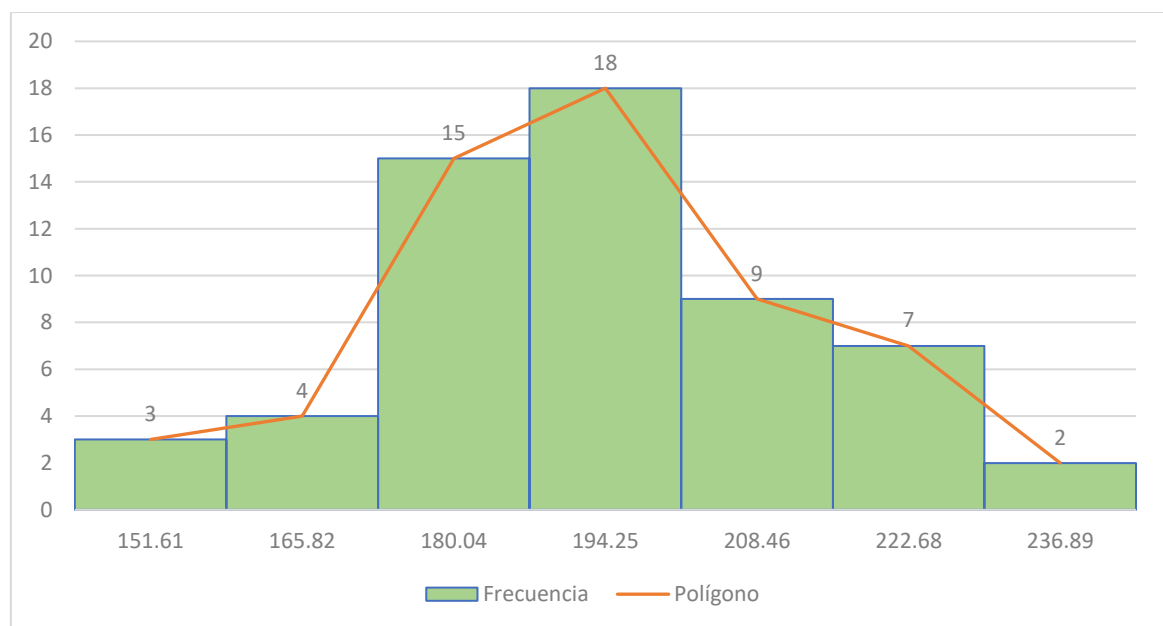


Figura 1. Altura de planta de maíz choclo Blanco Urubamba-Callejón de Conchucos, Ancash.

4.1.1.2 Altura de inserción del maíz choclo (cm)

La Tabla 4 presenta el análisis estadístico descriptivo de la altura de inserción del maíz choclo en plantas cultivadas en el Callejón de Conchucos, en Áncash. Esta variable es clave para evaluar la arquitectura de la planta, ya que influye en la estabilidad frente al acame (caída de plantas) y la facilidad de cosecha.

El promedio de altura de inserción fue de 90,250 cm, lo que indica que, en general, las mazorcas se insertan a una altura cercana al metro del suelo. El coeficiente de variación (CV) fue de 11,77%, valor que refleja una dispersión moderada entre las plantas evaluadas. Aunque hay diferencias en las alturas de inserción, estas no son tan marcadas como para considerar que existe una alta heterogeneidad.

El rango de valores va desde 70,5 cm (mínimo) hasta 112,0 cm (máximo), lo que representa un rango de 41,5 cm. Esta amplitud, aunque notable, sigue en concordancia con el nivel moderado de variabilidad reflejado por el CV.

En cuanto a la forma de la distribución, el coeficiente de asimetría es -0,033, muy cercano a cero, lo cual indica que la distribución es prácticamente simétrica, es decir, no presenta sesgo hacia valores menores ni mayores. Por su parte, el coeficiente de curtosis es de 2,330, ligeramente menor que el valor de referencia para una distribución normal (3), lo cual sugiere una distribución ligeramente platicúrtica, con colas algo menos pesadas y una menor concentración en torno a la media, aunque esta diferencia es leve.

Finalmente, el resultado del test de normalidad de Shapiro-Wilk muestra un valor $p = 0,975$, superior al umbral de significancia del 5%, lo que indica que no se rechaza la hipótesis de normalidad. Por lo tanto, se confirma que la distribución de esta variable es compatible con una distribución normal.

En resumen, los datos sobre la altura de inserción de la mazorca en el maíz choclo muestran una distribución normal, simétrica y con variabilidad moderada, lo cual permite aplicar análisis estadísticos paramétricos de manera confiable y sugiere que esta característica se comporta de manera estable en la población evaluada.

Tabla 4

Estadística descriptiva para altura de inserción del maíz choclo Blanco Urubamba en el Callejón de Conchucos-Ancash.

Parámetros	Valor
Promedio	90,250
CV (%)	11,770
Valor mínimo	70,500
Valor máximo	112,000
Coeficiente de asimetría	-0,033
Coeficiente de curtosis	2,330
Test de normalidad	0,975 ^N

^N La muestra proviene de una población con distribución normal, por la prueba de Shapiro-Wilk, a 5% de probabilidad. Referencias para estimadores de asimetría y curtosis siendo 0 y 3, respectivamente.

La Tabla 5 y Figura 2 presentan la distribución de frecuencias para la altura de inserción del maíz choclo, lo cual complementa los datos descriptivos mostrados previamente en la Tabla 4. Esta Tabla agrupa los valores en intervalos para mostrar cómo se distribuyen las observaciones dentro del rango total, que va desde 70,50 cm hasta 112,00 cm.

El análisis muestra que el intervalo más frecuente es el comprendido entre 88,29 cm y 94,21 cm, con 16 observaciones, representando el 28% del total. Este valor coincide estrechamente con el promedio general de la muestra (90,25 cm), lo que indica que la mayoría de las plantas tienen una altura de inserción cercana al valor medio.

Le siguen en frecuencia los intervalos de 94,21 a 100,14 cm con 12 plantas (21%), y de 82,36 a 88,29 cm con 9 plantas (16%). Estos tres rangos acumulan aproximadamente el 65% de las observaciones, mostrando una fuerte concentración de datos en torno al centro de la distribución, lo que refuerza la conclusión previa de una distribución aproximadamente normal y simétrica.

En los extremos, tanto los rangos más bajos (70,50 a 76,43 cm) como los más altos (106,07 a 112,00 cm) contienen solo 5 observaciones cada uno (9%), mientras que el intervalo 100,14 a 106,07 cm es el menos frecuente, con apenas 3 observaciones (5%). Esta baja frecuencia en los extremos sugiere ausencia de valores atípicos marcados y una distribución que se estrecha en las colas.

En resumen, La distribución de frecuencias para la altura de inserción de la mazorca muestra una clara concentración de datos en torno al promedio, con una disminución progresiva hacia los extremos. Esta forma de distribución es consistente con una curva normal simétrica, lo

que respalda estadísticamente el uso de técnicas paramétricas y confirma la homogeneidad estructural en esta característica del cultivo de maíz choclo evaluado.

Tabla 5

Distribución de frecuencias de datos para altura de inserción del maíz choclo Blanco Urubamba (cm).

Altura de inserción de mazorca (cm)		Promedio (cm)	Frecuencia	Frecuencia relativa
LI	LS			
[70,50	76,43]	73,46	8	0,14
(76,43	82,36]	79,39	5	0,09
(82,36	88,29]	85,32	9	0,16
(88,29	94,21]	91,25	16	0,28
(94,21	100,14]	97,18	12	0,21
(100,14	106,07]	103,11	3	0,05
(106,07	112,00]	109,04	5	0,09

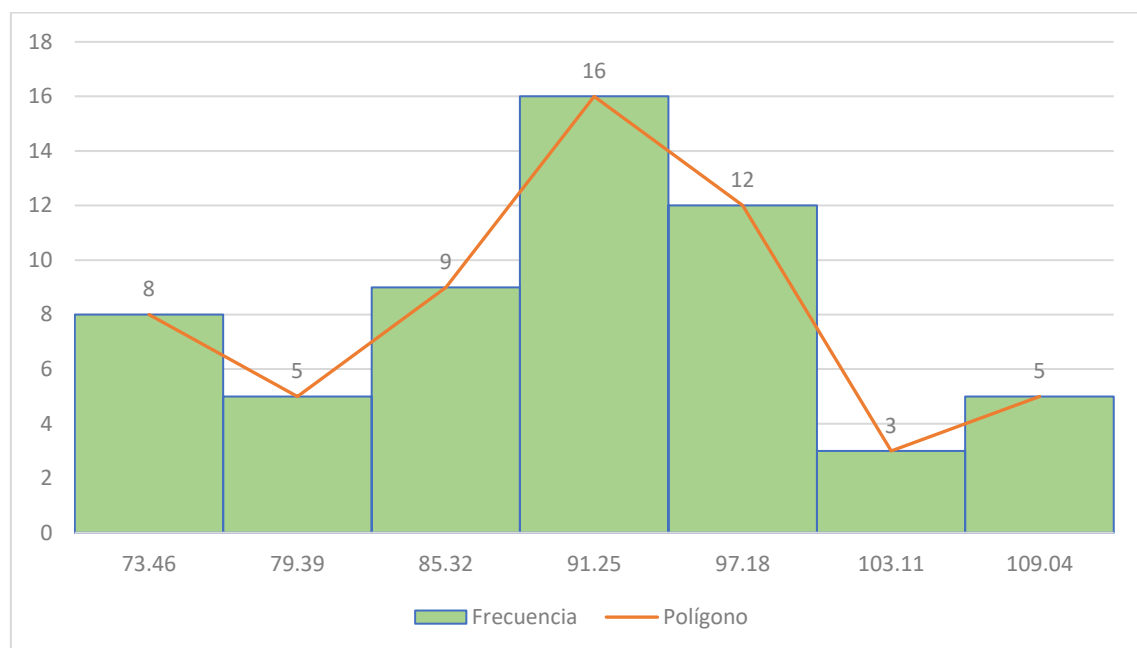


Figura 2. Altura de inserción de maíz choclo Blanco Urubamba-Callejón de Conchucos, Ancash.

4.1.1.3 Diámetro de tallo (mm)

La Tabla 6 presenta la estadística descriptiva correspondiente al diámetro del tallo de plantas de maíz choclo cultivadas en el Callejón de Conchucos, Áncash. Esta característica es importante desde el punto de vista agronómico, ya que influye en la resistencia mecánica de la planta frente al viento, al acame y al soporte del peso de la mazorca.

El diámetro promedio del tallo fue de 29,450 mm, valor que representa el grosor medio del tallo en la muestra analizada. El coeficiente de variación (CV) fue de 12,75%, lo que indica una moderada variabilidad en esta característica. Aunque hay diferencias entre las plantas, la dispersión no es excesiva y puede considerarse aceptable en términos agronómicos.

En cuanto a los valores extremos, el diámetro mínimo observado fue de 21,010 mm, mientras que el máximo alcanzó los 37,880 mm, lo que representa un rango de 16,87 mm entre la planta más delgada y la más gruesa. Esta diferencia es consistente con el nivel de variabilidad reflejado por el CV.

Respecto a la forma de la distribución de los datos, el coeficiente de asimetría fue de -0,067, valor cercano a cero que indica una distribución prácticamente simétrica, sin sesgo significativo hacia los valores más bajos ni más altos. Por su parte, el coeficiente de curtosis fue de -0,294, lo que sugiere una distribución ligeramente platicúrtica, es decir, más aplanada de lo normal y con colas algo menos pronunciadas, aunque esta diferencia tampoco es significativa.

Finalmente, el test de normalidad de Shapiro-Wilk arrojó un valor p de 0,993, claramente superior al umbral de 0,05, lo que indica que no se rechaza la hipótesis de normalidad. Por tanto, se concluye que los datos del diámetro de tallo provienen de una población con distribución normal.

En resumen, los datos del diámetro de tallo del maíz choclo presentan una distribución normal, simétrica y con moderada variabilidad, lo que sugiere estabilidad en esta característica estructural de las plantas. Esto permite aplicar análisis estadísticos paramétricos con confianza y refuerza la uniformidad del material vegetal evaluado.

Tabla 6

Estadística descriptiva para diámetro de tallo de maíz choclo Blanco Urubamba en el Callejón de Conchucos-Ancash.

Parámetros	Valor
Promedio	29,450
CV (%)	12,750
Valor mínimo	21,010
Valor máximo	37,880
Coeficiente de asimetría	-0,067
Coeficiente de curtosis	-0,294
Test de normalidad	0,993 ^N

^N La muestra proviene de una población con distribución normal, por la prueba de Shapiro-Wilk, a 5% de probabilidad. Referencias para estimadores de asimetría y curtosis siendo 0 y 3, respectivamente.

La Tabla 7 y Figura 3 presentan la distribución de frecuencias para el diámetro de tallo del maíz choclo, agrupado en intervalos de clase, lo que permite visualizar cómo se dispersan los valores dentro del rango observado, que va desde 21,01 mm hasta 37,88 mm.

El intervalo con mayor frecuencia es el comprendido entre 28,24 mm y 30,65 mm, con 17 observaciones, representando el 29% del total. Este intervalo contiene el valor promedio general (29,45 mm) mostrado en la Tabla 6, lo que indica que la mayoría de las plantas tienen tallos con un diámetro cercano a la media.

Le siguen en frecuencia los intervalos 25,83 a 28,24 mm y 30,65 a 33,06 mm, ambos con 11 observaciones cada uno (19%). Juntos, estos tres intervalos concentran aproximadamente el 67% de los datos, lo cual confirma que la distribución es centrada en torno al promedio.

En los extremos, tanto el intervalo inferior (21,01 a 23,42 mm) como el superior (35,47 a 37,88 mm) presentan baja frecuencia, con 4 y 3 observaciones respectivamente, lo que equivale a un 7% y 5%. Esto indica una baja presencia de valores extremos, sin indicios de asimetría o valores atípicos relevantes.

En resumen, la distribución de frecuencias del diámetro del tallo muestra una forma simétrica y centrada en torno al valor promedio, con disminución progresiva hacia los extremos. Esta forma de distribución es coherente con los resultados estadísticos previos (Tabla 6), que indican una distribución normal, simétrica y con variabilidad moderada, lo que respalda la validez del análisis y la homogeneidad del material vegetal evaluado.

Tabla 7

Distribución de frecuencias de datos para diámetro de tallo del maíz choclo Blanco Urubamba (mm).

Diámetro de tallo (mm)		Promedio (cm)	Frecuencia	Frecuencia relativa
LI	LS			
[21,01	23,42]	22,22	4	0,07
(23,42	25,83]	24,63	5	0,09
(25,83	28,24]	27,04	11	0,19
(28,24	30,65]	29,45	17	0,29
(30,65	33,06]	31,86	11	0,19
(33,06	35,47]	34,27	7	0,12
(35,47	37,88]	36,68	3	0,05

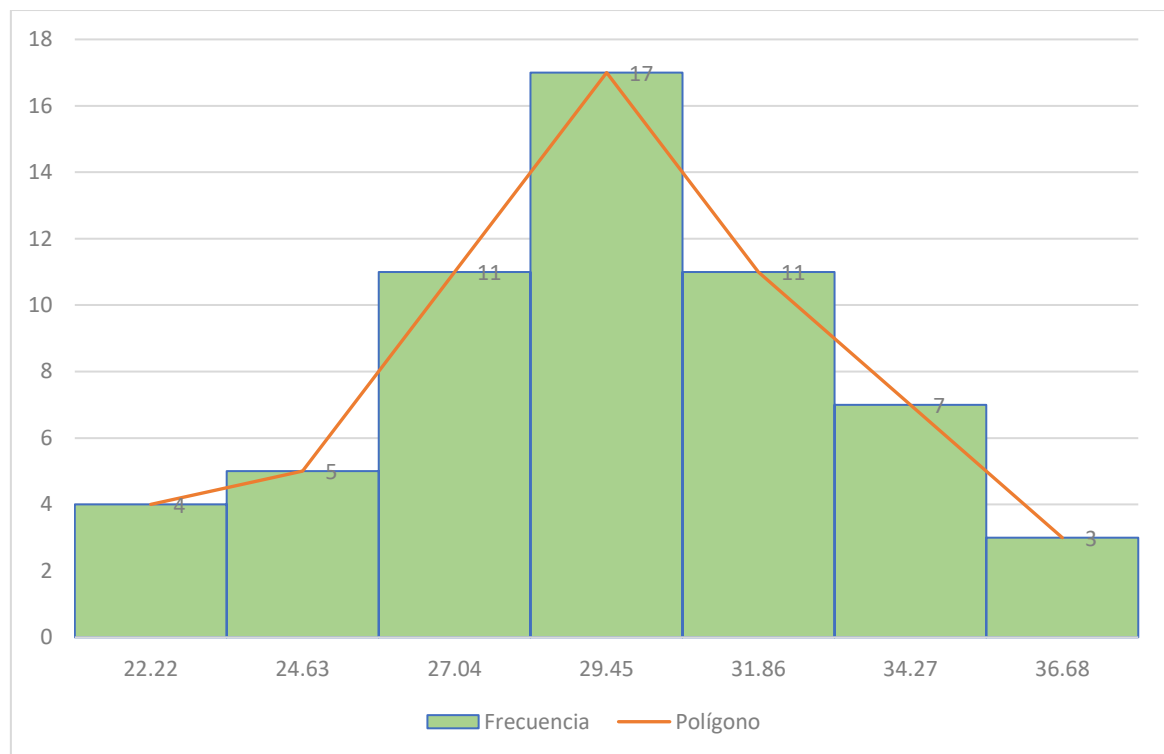


Figura 3. Diámetro de tallo de maíz choclo Blanco Urubamba-Callejón de Conchucos, Ancash.

4.1.1.4 Longitud de entrenudos (cm)

La Tabla 8 presenta la estadística descriptiva correspondiente a la longitud de entrenudos en plantas de maíz choclo del Callejón de Conchucos, en Áncash. Esta variable es relevante porque influye en la arquitectura de la planta, su capacidad de sostén y su adaptación al medio.

El promedio de longitud de entrenudos es de 17,690 cm, lo que representa la distancia media entre dos nudos consecutivos en el tallo de la planta. Este valor sugiere un patrón estructural relativamente compacto, adecuado para cultivos que requieren buena estabilidad mecánica.

El coeficiente de variación (CV) es de 4,737%, lo cual indica una variabilidad muy baja entre las plantas estudiadas. Este es un resultado importante, ya que refleja alta uniformidad genética o agronómica en esta característica.

Los valores extremos van desde un mínimo de 16,060 cm hasta un máximo de 20,330 cm, con un rango de apenas 4,27 cm. Esta estrecha diferencia entre los extremos es coherente con el bajo CV, confirmando que las plantas presentan entrenudos de longitudes bastante similares.

En cuanto a la forma de la distribución, el coeficiente de asimetría es de 0,637, lo que indica una asimetría positiva leve; es decir, hay una ligera tendencia a que algunos valores se ubiquen por encima del promedio, aunque no en un grado preocupante. Por su parte, el coeficiente de curtosis es de 0,902, valor inferior al de una distribución normal (que es 3), lo que sugiere una distribución platicúrtica, con una menor concentración de valores en el centro y colas menos pronunciadas.

A pesar de estas pequeñas desviaciones en forma, el resultado del test de normalidad de Shapiro-Wilk muestra un valor $p = 0,967$, muy superior al umbral del 5%. Esto indica que no se rechaza la hipótesis nula de normalidad, por lo que se puede afirmar que los datos provienen de una población con distribución normal.

En resumen, la longitud de los entrenudos en plantas de maíz choclo muestra una alta uniformidad, baja variabilidad y una distribución ligeramente asimétrica, pero aún así compatible con una distribución normal. Estos resultados indican consistencia en esta

característica estructural, lo que puede ser valioso para fines de mejoramiento genético y manejo agronómico del cultivo.

Tabla 8

Estadística descriptiva para longitud de entrenudos en plantas de maíz choclo Blanco Urubamba en el Callejón de Conchucos-Ancash.

Parámetros	Valor
Promedio	17,690
CV (%)	4,737
Valor mínimo	16,060
Valor máximo	20,330
Coefficiente de asimetría	0,637
Coefficiente de curtosis	0,902
Test de normalidad	0,967 ^N

^N La muestra proviene de una población con distribución normal, por la prueba de Shapiro-Wilk, a 5% de probabilidad. Referencias para estimadores de asimetría y curtosis siendo 0 y 3, respectivamente.

La Tabla 9 y Figura 4 muestran la distribución de frecuencias para la longitud de entrenudos en plantas de maíz choclo en el Callejón de Conchucos. Esta tabla descompone la variable en intervalos para visualizar la cantidad y proporción de plantas que presentan ciertas longitudes entre nudos.

El intervalo más frecuente es el de 17,89 a 18,50 cm, con 18 observaciones, lo que representa el 31% del total. Le siguen los intervalos 17,28 a 17,89 cm con 15 plantas (26%), y 16,67 a 17,28 cm con 12 plantas (21%). Estos tres rangos concentran el 78% de los datos, lo que indica que la mayoría de las plantas tienen longitudes de entrenudo muy cercanas al valor promedio general de 17,69 cm (ver Tabla 8), confirmando una alta concentración de valores alrededor de la media.

En los extremos, tanto el intervalo más bajo (16,06 a 16,67 cm) como el más alto (19,72 a 20,33 cm) presentan baja frecuencia: 6 y 2 plantas respectivamente, lo que representa apenas el 10% y 3% de las observaciones. Esto refuerza que no existen valores extremos significativos, y que la distribución es compacta y centrada.

Además, la distribución de los datos muestra una leve asimetría positiva, reflejada en el hecho de que las clases superiores (por encima del promedio) tienen menor frecuencia que las clases centrales, pero siguen estando presentes. Esta observación concuerda con el coeficiente de asimetría positivo (0,637) y la curtosis baja (0,902) presentados en la Tabla 8.

En resumen, la distribución de frecuencias para la longitud de entrenudo en el maíz choclo confirma una alta concentración de datos alrededor del promedio, con muy poca dispersión hacia los extremos. Esta estructura evidencia una distribución aproximadamente normal, simétrica y con baja variabilidad, lo que sugiere homogeneidad en esta característica del cultivo y una buena base para análisis estadísticos confiables.

Tabla 9

Distribución de frecuencias de datos para longitud de entrenudo del maíz choclo Blanco Urubamba (cm).

Longitud de entrenudo (cm)		Promedio (cm)	Frecuencia	Frecuencia relativa
LI	LS			
[16,06	16,67]	16,37	6	0,10
(16,67	17,28]	16,98	12	0,21
(17,28	17,89]	17,59	15	0,26
(17,89	18,50]	18,2	18	0,31
(18,50	19,11]	18,81	5	0,09
(19,11	19,72]	19,42	0	0,00
(19,72	20,33]	20,03	2	0,03

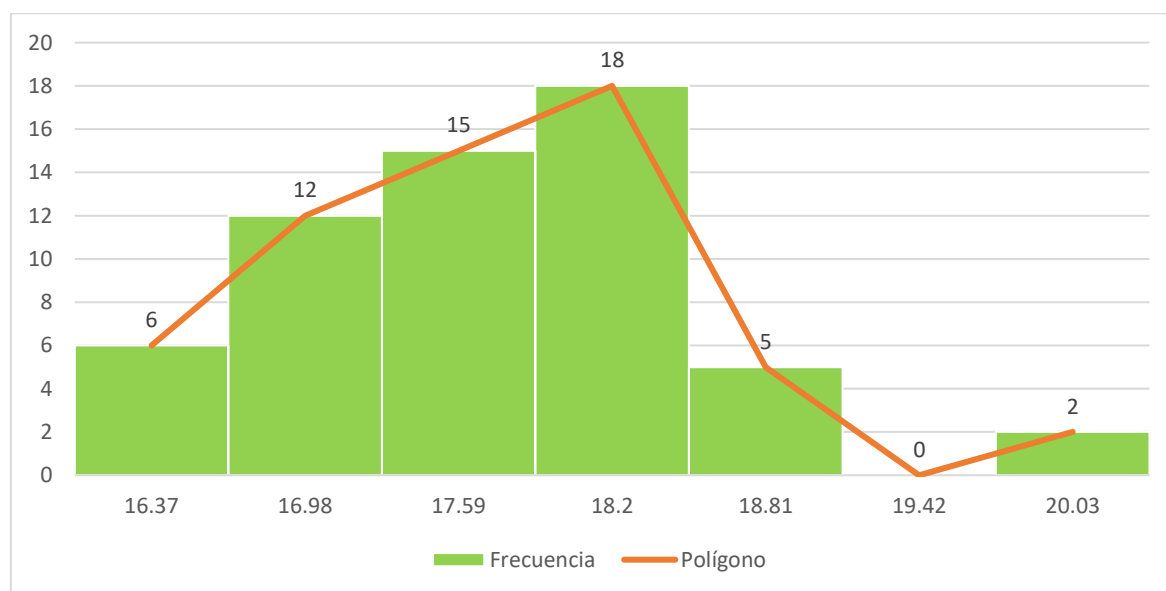


Figura 4. Longitud de entrenudos de maíz choclo Blanco Urubamba-Callejón de Conchucos, Ancash.

4.1.1.5 Peso de choclo con brácteas (g)

La Tabla 10 presenta la estadística descriptiva correspondiente al peso de choclo con brácteas (hojas envolventes) en plantas de maíz choclo del Callejón de Conchucos, Áncash. Este parámetro es relevante para la evaluación comercial del cultivo, ya que el peso del choclo entero es un indicador clave de rendimiento y presentación para el mercado.

El peso promedio registrado fue de 326,275 gramos, lo cual sugiere un tamaño de mazorca considerablemente robusto, incluyendo las brácteas. El coeficiente de variación (CV) fue de 15,581%, indicando una variabilidad moderada dentro del conjunto de datos. Aunque no es baja, sigue siendo aceptable desde el punto de vista agronómico y comercial, ya que no implica una dispersión excesiva entre los individuos evaluados.

Los valores extremos se sitúan entre un mínimo de 199,000 g y un máximo de 444,000 g, mostrando una diferencia de 245 g entre los choclos más ligeros y los más pesados. Esta amplitud es notable, pero esperada dada la inclusión de las brácteas y las variaciones naturales en tamaño.

En cuanto a la forma de la distribución, el coeficiente de asimetría fue de 0,092, valor muy cercano a cero, lo que indica que la distribución es prácticamente simétrica, sin sesgos importantes hacia valores más altos o más bajos. El coeficiente de curtosis fue de 2,820, cercano a 3, lo cual sugiere una distribución mesocúrtica, es decir, similar a una distribución normal en cuanto a concentración y presencia de valores extremos.

Finalmente, el test de normalidad de Shapiro-Wilk arrojó un valor de $p = 0,983$, que está muy por encima del umbral del 5%. Esto indica que no se rechaza la hipótesis de normalidad, por lo que se puede afirmar que los datos provienen de una población con distribución normal.

En resumen, el peso de choclo con brácteas en las plantas evaluadas muestra una distribución normal, simétrica y con variabilidad moderada, lo cual sugiere uniformidad aceptable en el rendimiento por planta. Estos resultados permiten aplicar técnicas estadísticas paramétricas y brindan confianza en la calidad comercial del producto evaluado.

Tabla 10

Estadística descriptiva para peso de choclo con brácteas en maíz choclo Blanco Urubamba en el Callejón de Conchucos-Ancash.

Parámetros	Valor
Promedio	326,275
CV (%)	15,581
Valor mínimo	199,000
Valor máximo	444,000
Coefficiente de asimetría	0,092
Coefficiente de curtosis	2,820
Test de normalidad	0,983 ^N

^N La muestra proviene de una población con distribución normal, por la prueba de Shapiro-Wilk, a 5% de probabilidad. Referencias para estimadores de asimetría y curtosis siendo 0 y 3, respectivamente.

La Tabla 11 y Figura 5 muestran la distribución de frecuencias para el peso de choclo con brácteas en el Callejón de Conchucos, complementando la estadística descriptiva de la Tabla 10. Esta tabla permite observar cómo se distribuyen los valores de peso dentro del rango de 199 g a 444 g.

El intervalo con mayor concentración de datos es el de 304,00 a 339,00 g, con 17 observaciones, lo que representa el 29% del total. Este intervalo contiene el valor promedio general de 326,275 g, lo que confirma que la mayoría de los choclos analizados tienen un peso cercano a la media. Le siguen en frecuencia los intervalos de 269,00 a 304,00 g (12 observaciones, 21%) y 339,00 a 374,00 g (13 observaciones, 22%). Estos tres rangos centrales agrupan el 72% de la muestra, mostrando una fuerte concentración de datos en torno al centro de la distribución.

Los extremos, tanto en el rango inferior (199,00 a 234,00 g, con solo 1 choclo, 2%) como en el superior (409,00 a 444,00 g, con 4 choclos, 7%), presentan muy baja frecuencia, lo que indica una baja presencia de valores extremos. Esto refuerza la interpretación previa de que la distribución es simétrica y normal, tal como se dedujo en la Tabla 10 (asimetría ≈ 0 , curtosis ≈ 3 , $p = 0.983$).

En resumen, la distribución de frecuencias del peso de choclo con brácteas evidencia una concentración clara en torno al promedio, con frecuencias decrecientes hacia los extremos, sin valores atípicos notables. Esta forma respalda la conclusión de una distribución normal y simétrica, lo que permite un análisis estadístico confiable y sugiere buena uniformidad en el rendimiento comercial del cultivo.

Tabla 11

Distribución de frecuencias de datos para peso de choclo con brácteas (g).

Peso de choclo con brácteas (g)		Promedio (g)	Frecuencia	Frecuencia relativa
LI	LS			
[199,00	234,00]	216,5	1	0,02
(234,00	269,00]	251,5	6	0,1
(269,00	304,00]	286,5	12	0,21
(304,00	339,00]	321,5	17	0,29
(339,00	374,00]	356,5	13	0,22
(374,00	409,00]	391,5	5	0,09
(409,00	444,00]	426,5	4	0,07

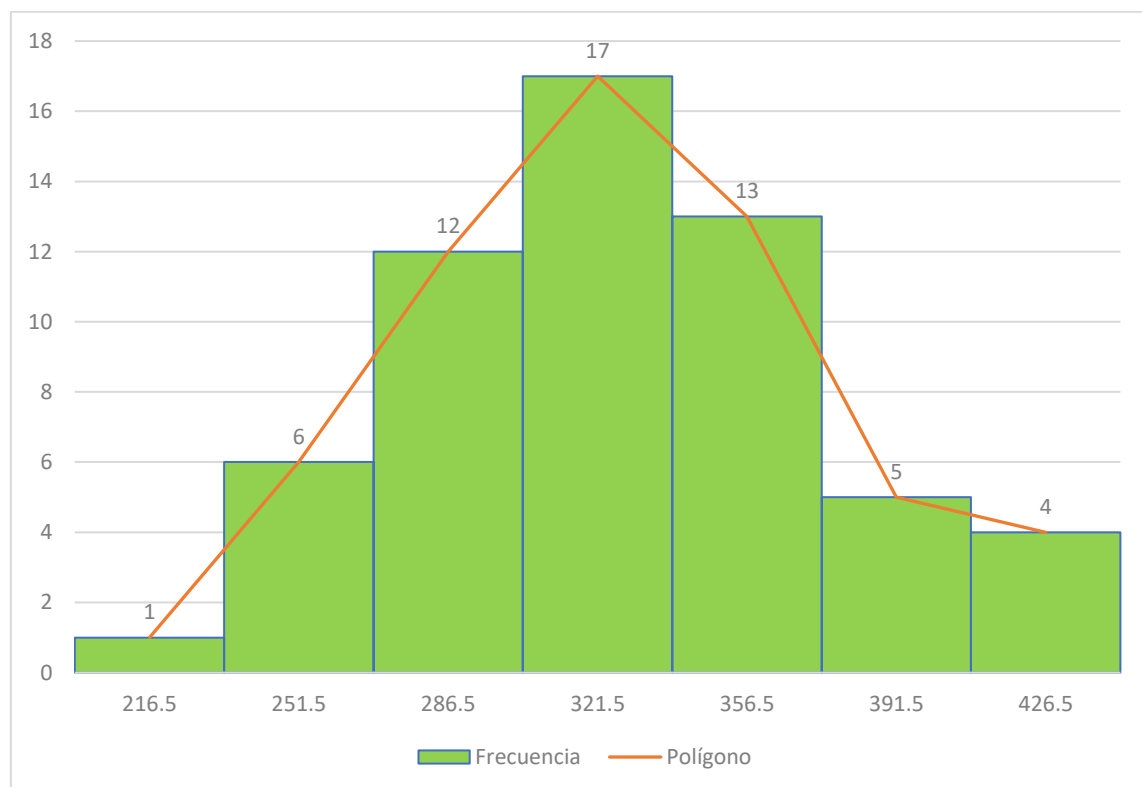


Figura 5. Peso de choclo con brácteas de la variedad Blanco Urubamba-Callejón de Conchucos, Ancash.

4.1.1.6 Peso de choclo sin brácteas (g)

La Tabla 12 muestra la estadística descriptiva para el peso de choclo sin brácteas (es decir, solo la mazorca limpia) en plantas de maíz choclo del Callejón de Conchucos, Áncash. Esta variable es fundamental para evaluar el rendimiento neto del cultivo, ya que representa el peso útil del producto comercializable.

El peso promedio fue de 228,534 gramos, lo que sugiere un tamaño medio adecuado de las mazorcas una vez retiradas las brácteas. El coeficiente de variación (CV) fue de 19,076%, indicando una variabilidad moderada-alta en el peso neto entre las distintas plantas. Este valor sugiere que, aunque hay cierta uniformidad, existen diferencias más marcadas entre plantas que en otras variables evaluadas previamente.

Los valores extremos varían entre un mínimo de 138 g y un máximo de 327 g, lo que representa una diferencia de 189 gramos, evidencia de una amplitud importante en el peso sin brácteas. A pesar de esta amplitud, no se observan indicios de asimetría fuerte: el coeficiente de asimetría es de 0,051, muy cercano a cero, lo que indica una distribución prácticamente simétrica.

El coeficiente de curtosis es de 2,271, valor cercano pero inferior al valor de referencia de una distribución normal (3). Esto sugiere una distribución ligeramente platicúrtica, con una leve tendencia a ser más aplanada y con colas menos pesadas, aunque esta diferencia no es estadísticamente significativa.

Finalmente, el test de normalidad de Shapiro-Wilk arrojó un valor $p = 0,982$, superior al umbral de significancia (0,05). Esto indica que no se rechaza la hipótesis de normalidad, por lo que se puede afirmar que los datos provienen de una población con distribución normal.

En resumen, el peso del choclo sin brácteas presenta una distribución normal, simétrica y con una variabilidad moderada, lo cual refleja cierta heterogeneidad en el tamaño comercial del producto, pero sin afectar la validez de los análisis estadísticos. Esta información es clave para el mejoramiento genético y para la selección de materiales con mayor rendimiento neto.

Tabla 12

Estadística descriptiva para peso de choclo sin brácteas en maíz choclo Blanco Urubamba en el Callejón de Conchucos-Ancash.

Parámetros	Valor
Promedio	228,534
CV (%)	19,076
Valor mínimo	138,000
Valor máximo	327,000
Coeficiente de asimetría	0,051
Coeficiente de curtosis	2,271
Test de normalidad	0,982 ^N

^N La muestra proviene de una población con distribución normal, por la prueba de Shapiro-Wilk, a 5% de probabilidad. Referencias para estimadores de asimetría y curtosis siendo 0 y 3, respectivamente.

La Tabla 13 y Figura 6 muestran la distribución de frecuencias para el peso de choclo sin brácteas en plantas de maíz choclo del Callejón de Conchucos. Esta tabla detalla cómo se distribuyen las observaciones dentro del rango de pesos registrados (de 138 g a 327 g), complementando la estadística presentada en la Tabla 12.

El intervalo con mayor frecuencia es el de 219,00 a 246,00 g, con 13 observaciones, lo que representa el 22% del total. Este valor está muy cerca del promedio general de 228,534 g, lo que indica que este rango contiene a la mayoría de las mazorcas con peso típico dentro del cultivo.

Le siguen los intervalos de 192,00 a 219,00 g y 246,00 a 273,00 g, ambos con 11 observaciones (19%) cada uno. Juntos, estos tres intervalos centrales (192 a 273 g) agrupan el 60% de los datos, lo que sugiere una alta concentración en torno al promedio.

Los extremos, tanto el inferior (138 a 165 g, con 4 observaciones – 7%) como el superior (300 a 327 g, con 2 observaciones – 3%), muestran baja frecuencia, lo que indica ausencia de valores atípicos significativos. Este patrón de frecuencias confirma la simetría y la forma aproximadamente normal de la distribución, tal como lo reflejaba la Tabla 12 (asimetría = 0,051; curtosis = 2,271; $p = 0,982$).

En resumen, la distribución de frecuencias del peso de choclo sin brácteas evidencia una fuerte concentración de valores en torno al promedio, con una disminución progresiva hacia los extremos. Esta estructura confirma una distribución normal, simétrica y con variabilidad moderada, lo que respalda la calidad y uniformidad del producto, y permite el uso adecuado de métodos estadísticos paramétricos.

Tabla 13

Distribución de frecuencias de datos para peso de choclo sin brácteas (g).

Peso de choclo sin brácteas (g)		Promedio (cm)	Frecuencia	Frecuencia relativa
LI	LS			
[138,00	165,00]	151,5	4	0,07
(165,00	192,00]	178,5	10	0,17
(192,00	219,00]	205,5	11	0,19
(219,00	246,00]	232,5	13	0,22
(246,00	273,00]	259,5	11	0,19
(273,00	300,00]	286,5	7	0,12
(300,00	327,00]	313,5	2	0,03

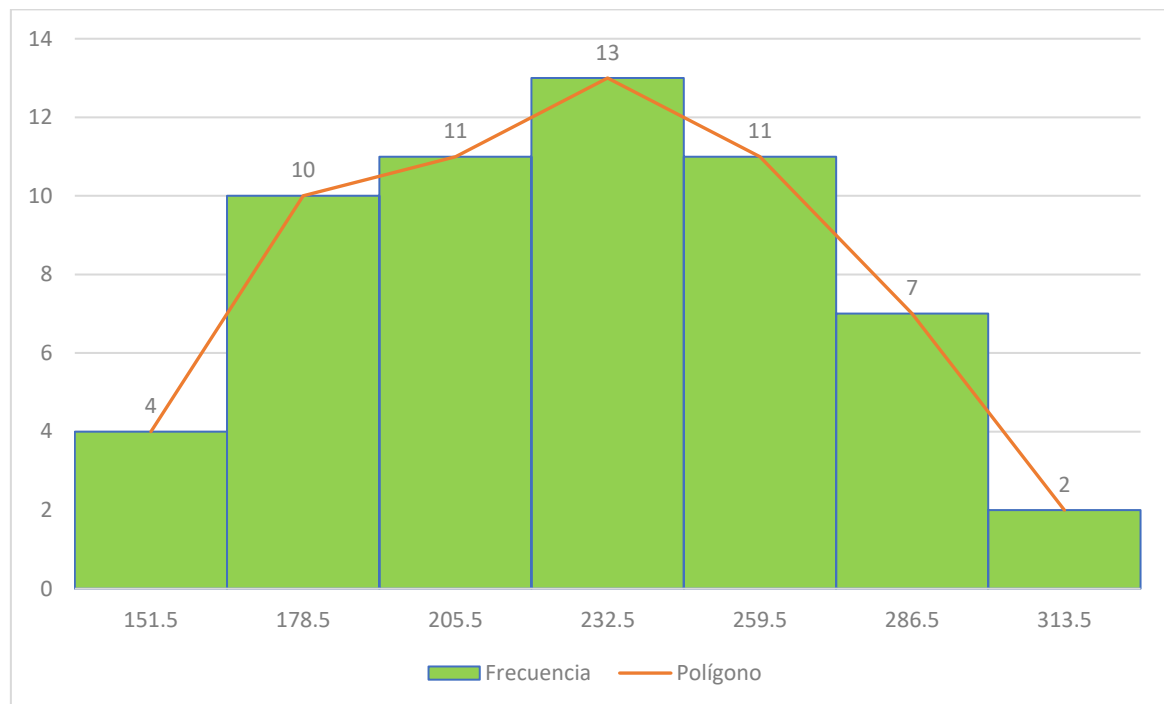


Figura 6. Peso de choclo sin brácteas de la variedad Blanco Urubamba-Callejón de Conchucos, Ancash.

4.1.1.7 Peso de brácteas (g)

La Tabla 14 presenta la estadística descriptiva para el peso de las brácteas (hojas que envuelven la mazorca) en plantas de maíz choclo cultivadas en el Callejón de Conchucos, Áncash. Esta variable es importante tanto para fines agronómicos como comerciales, ya que afecta directamente el peso bruto del choclo y su presentación al consumidor.

El peso promedio de las brácteas fue de 97,741 gramos, lo que indica que, en promedio, cerca de 100 g del peso total del choclo corresponden a la envoltura vegetal. El coeficiente de variación (CV) fue de 25,976%, lo que refleja una variabilidad considerable entre las muestras. Esto sugiere que existe una diversidad notable en el desarrollo de las brácteas dentro del cultivo.

El peso mínimo registrado fue de 51,000 g y el máximo de 165,000 g, con un rango de 114 g entre ambos extremos. Esta amplia diferencia confirma la heterogeneidad en esta característica específica.

El coeficiente de asimetría fue de 0,521, indicando una asimetría positiva moderada. Esto significa que la distribución tiende a tener más valores en el extremo inferior (brácteas más ligeras) y algunos valores más altos que elevan la media. Por otro lado, el coeficiente de curtosis fue de -0,074, ligeramente negativo, lo que indica una distribución levemente platicúrtica, es decir, con una menor concentración de valores en torno a la media y colas menos pronunciadas.

A pesar de la asimetría y la curtosis cercanas pero distintas al valor ideal de una normal, el test de normalidad de Shapiro-Wilk arrojó un valor $p = 0,972$, muy superior al umbral del 5%, lo que indica que no se rechaza la hipótesis de normalidad. Es decir, la distribución del peso de las brácteas puede considerarse estadísticamente normal.

En resumen, el peso de las brácteas en el maíz choclo presenta una distribución normal, con asimetría positiva moderada y alta variabilidad, lo que indica diferencias notables entre las plantas en esta característica. A pesar de la heterogeneidad, la distribución es estadísticamente válida para aplicar análisis paramétricos, aunque podrían explorarse estrategias agronómicas o de mejoramiento genético para reducir la variabilidad si se desea mayor uniformidad en el producto comercial.

Tabla 14

Estadística descriptiva para peso de brácteas en maíz choclo Blanco Urubamba en el Callejón de Conchucos-Ancash.

Parámetros	Valor
Promedio	97,741
CV (%)	25,976
Valor mínimo	51,000
Valor máximo	165,000
Coefficiente de asimetría	0,521
Coefficiente de curtosis	-0,074
Test de normalidad	0,972 ^N

^N La muestra proviene de una población con distribución normal, por la prueba de Shapiro-Wilk, a 5% de probabilidad. Referencias para estimadores de asimetría y curtosis siendo 0 y 3, respectivamente.

La Tabla 15 y Figura 7 presentan la distribución de frecuencias agrupadas del peso de las brácteas, complementando la estadística descriptiva reportada en la Tabla 14. El objetivo es mostrar cómo se distribuyen las observaciones dentro del rango de 51,00 g a 165,00 g, para evaluar la uniformidad y concentración de valores.

El intervalo con mayor frecuencia es el de 99,86 a 116,14 g, con 15 observaciones (26%), seguido del rango 83,57 a 99,86 g con 14 observaciones (24%). Estos dos intervalos centrales agrupan el 50% de la muestra, lo que indica una fuerte concentración de datos en torno al promedio general de 97,741 g (Tabla 14). Este patrón es indicativo de una distribución aproximadamente normal.

Otros intervalos con frecuencias destacables son 67,29 a 83,57 g (11 observaciones, 19%) y 51,00 a 67,29 g (7 observaciones, 12%), que se encuentran por debajo de la media. En conjunto, los intervalos por debajo del promedio contienen el 43% de los datos, lo que, sumado a la asimetría positiva moderada reportada anteriormente (0,521), sugiere una leve inclinación hacia valores más bajos de peso.

En contraste, los extremos superiores, es decir, los rangos de 132,43 a 148,71 g y 148,71 a 165,00 g, presentan muy baja frecuencia (5 y 2 observaciones, respectivamente), representando apenas el 12% de la muestra combinada, lo que evidencia escasa presencia de valores altos extremos.

En resumen, la distribución de frecuencias para el peso de las brácteas muestra una forma aproximadamente normal, con una leve asimetría positiva y una alta concentración de datos en torno al valor promedio. Aunque existe cierta dispersión (confirmada por el CV de

25,976%), no se observan valores extremos que distorsionen la distribución, lo que valida la aplicación de técnicas estadísticas paramétricas y sugiere un comportamiento general uniforme dentro de la variabilidad esperada.

Tabla 15

Distribución de frecuencias de datos para peso de brácteas (g).

Peso de brácteas (g)		Promedio (cm)	Frecuencia	Frecuencia relativa
LI	LS			
[51,00	67,29]	59,14	7	0,12
(67,29	83,57]	75,43	11	0,19
(83,57	99,86]	91,71	14	0,24
(99,86	116,14]	108,00	15	0,26
(116,14	132,43]	124,29	4	0,07
(132,43	148,71]	140,57	5	0,09
(148,71	165,00]	156,86	2	0,03

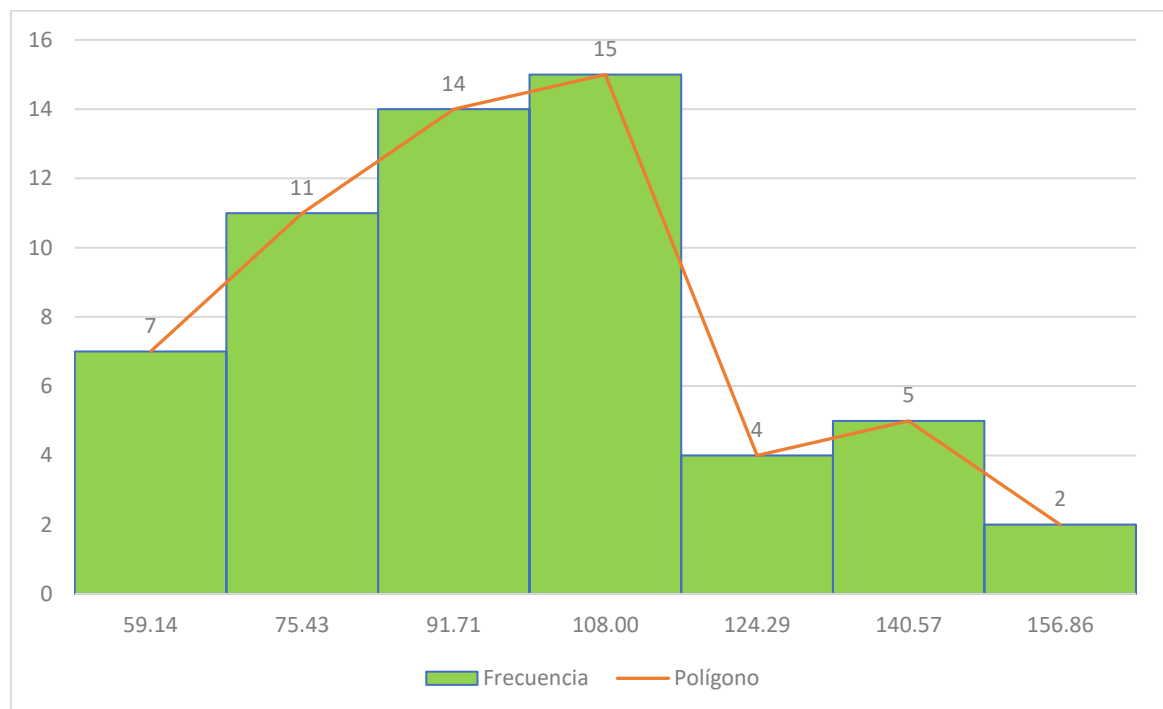


Figura 7. Peso de brácteas de la variedad Blanco Urubamba-Callejón de Conchucos, Ancash.

4.1.1.8 Longitud de mazorca (cm)

La Tabla 16 presenta la estadística descriptiva de la longitud de mazorca en plantas de maíz choclo cultivadas en el Callejón de Conchucos, Áncash. Esta medida es clave en la evaluación del rendimiento y calidad del producto, dado que mazorcas más largas suelen asociarse con mayor cantidad de granos y mejor valoración comercial.

El promedio de longitud fue de 17,094 cm, lo que indica que, en general, las mazorcas tienen un tamaño adecuado para estándares comerciales. El coeficiente de variación (CV) fue de 12,474%, lo que refleja una variabilidad moderada entre las mazorcas evaluadas. Esto sugiere que existe cierto grado de homogeneidad, aunque con diferencias notables entre los individuos.

Los valores extremos van desde 12,000 cm (mínimo) hasta 22,000 cm (máximo), lo que implica un rango de 10 cm. Esta amplitud no es excesiva y es consistente con la variabilidad moderada previamente indicada.

Respecto a la forma de la distribución, el coeficiente de asimetría fue de 0,313, lo cual indica una asimetría positiva leve, es decir, una ligera tendencia hacia valores superiores a la media. Por su parte, el coeficiente de curtosis fue de 2,931, muy cercano al valor de una distribución normal (3), lo que sugiere una distribución mesocúrtica, es decir, con una concentración de datos en el centro similar a la de una curva normal.

Finalmente, el test de normalidad de Shapiro-Wilk arrojó un valor $p = 0,970$, superior al nivel de significancia del 5%. Esto significa que no se rechaza la hipótesis de normalidad, por lo tanto, se concluye que los datos provienen de una población con distribución normal.

La longitud de mazorca en el maíz choclo evaluado presenta una distribución normal, con leve asimetría positiva y variabilidad moderada, lo que indica que la mayoría de las mazorcas tienen un tamaño cercano al promedio. Esto favorece la aplicación de análisis estadísticos paramétricos y refleja una buena uniformidad en esta característica agronómica relevante.

Tabla 16

Estadística descriptiva para longitud de mazorca en maíz choclo Blanco Urubamba en el Callejón de Conchucos-Ancash.

Parámetros	Valor
Promedio	17,094
CV (%)	12,474
Valor mínimo	12,000
Valor máximo	22,000
Coeficiente de asimetría	0,313
Coeficiente de curtosis	2,931
Test de normalidad	0,970 ^N

^N La muestra proviene de una población con distribución normal, por la prueba de Shapiro-Wilk, a 5% de probabilidad. Referencias para estimadores de asimetría y curtosis siendo 0 y 3, respectivamente.

La Tabla 17 y Figura 8 presentan la distribución de frecuencias para la longitud de mazorca en plantas de maíz choclo del Callejón de Conchucos. Los datos están agrupados en intervalos, lo que permite observar cómo se distribuyen las longitudes dentro del rango total, que va de 12,00 a 22,00 cm. Esta información complementa el análisis estadístico mostrado en la Tabla 16.

El análisis revela que el intervalo de mayor frecuencia es el comprendido entre 16,29 y 17,71 cm, con 21 observaciones, lo que representa el 36 % del total. Este rango incluye el promedio general de longitud de mazorca (17,094 cm), lo cual indica que la mayoría de las mazorcas presentan longitudes muy cercanas a la media. A este intervalo le siguen, en número de observaciones, los rangos de 14,86 a 16,29 cm (19 %) y de 17,71 a 19,14 cm (14 %). En conjunto, estos tres intervalos centrales agrupan aproximadamente el 69 % de todas las observaciones, lo que confirma una fuerte concentración de datos en torno al promedio.

En los extremos de la distribución se observan frecuencias bajas, lo que indica que las longitudes de mazorca muy cortas o muy largas son poco comunes. Por ejemplo, el intervalo más bajo, entre 12,00 y 13,43 cm, contiene solo una observación (2 %), mientras que el más alto, de 20,57 a 22,00 cm, agrupa cinco observaciones (9 %). Esta distribución con alta concentración central y baja frecuencia en los extremos es coherente con una distribución normal, tal como se concluyó en la Tabla 16, donde el valor p del test de Shapiro-Wilk fue de 0,970, y el coeficiente de asimetría (0,313) indicó solo una leve inclinación hacia valores superiores.

En resumen, la longitud de mazorca en el maíz choclo evaluado presenta una distribución normal y simétrica, con ligera asimetría positiva y una notable concentración de valores en torno a la media. Esta regularidad en los datos refleja una buena uniformidad en el tamaño de mazorca, característica favorable tanto para el rendimiento agronómico como para la presentación comercial del producto.

Tabla 17

Distribución de frecuencias de datos para longitud de mazorca (cm).

Longitud de mazorca		Promedio (cm)	Frecuencia	Frecuencia relativa
LI	LS			
[12,00	13,43]	12,71	1	0,02
(13,43	14,86]	14,14	7	0,12
(14,86	16,29]	15,57	11	0,19
(16,29	17,71]	17,00	21	0,36
(17,71	19,14]	18,43	8	0,14
(19,14	20,57]	19,86	5	0,09
(20,57	22,00]	21,29	5	0,09

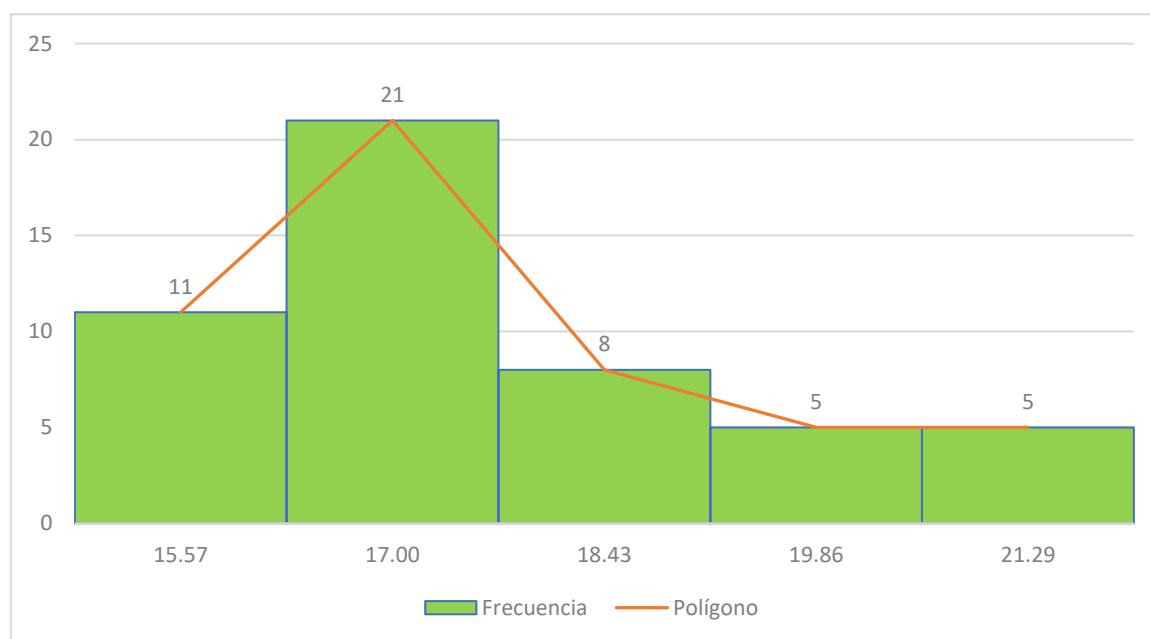


Figura 8. Longitud de mazorca del choclo de la variedad Blanco Urubamba-Callejón de Conchucos, Ancash.

4.1.1.9 Diámetro de mazorca (mm)

La Tabla 18 muestra la estadística descriptiva correspondiente al diámetro de la mazorca en plantas de maíz choclo cultivadas en el Callejón de Conchucos, región Áncash. Esta característica morfológica es fundamental, ya que un mayor diámetro suele asociarse con una mayor capacidad de llenado de granos y, por tanto, con mejores rendimientos y mayor aceptación comercial.

El valor promedio registrado fue de 53,120 mm, lo que indica que, en general, las mazorcas presentan un buen grosor, propio del tipo de maíz choclo tradicionalmente cultivado en la zona. Además, el coeficiente de variación (CV) fue de 6,259 %, lo que refleja una variabilidad muy baja entre los datos. Esta baja dispersión implica que las mazorcas evaluadas presentan una forma bastante uniforme, lo cual es deseable tanto desde el punto de vista agronómico como comercial.

Los valores extremos observados van desde un mínimo de 46 mm hasta un máximo de 63 mm, lo que representa un rango relativamente estrecho de 17 mm. Esta diferencia está en línea con el bajo CV, lo cual reafirma la homogeneidad en esta característica.

En cuanto a la forma de la distribución, se observa una asimetría positiva moderada, con un coeficiente de 0,583, lo que sugiere que la mayoría de los valores se concentran en torno a la media, pero existe una ligera tendencia hacia mazorcas con diámetros superiores al promedio. Por otro lado, la curtosis fue de 3,411, ligeramente superior al valor de referencia para una distribución normal (que es 3), lo cual indica una distribución leptocúrtica, caracterizada por una mayor concentración de datos cerca de la media y colas algo más pesadas.

Pese a estas leves desviaciones en forma, el test de normalidad de Shapiro-Wilk arrojó un valor $p = 0,966$, superior al nivel de significancia del 5 %, lo que permite afirmar que la distribución de los datos es estadísticamente normal.

En resumen, el diámetro de mazorca en el maíz choclo evaluado presenta una distribución normal, con ligera asimetría hacia valores altos y alta concentración en torno al promedio, además de una muy baja variabilidad entre las muestras. Estas características son indicativas

de un cultivo homogéneo y estable en cuanto a esta dimensión, lo cual favorece su valor agronómico y su presentación en el mercado.

Tabla 18

Estadística descriptiva para diámetro de mazorca en maíz choclo Blanco Urubamba en el Callejón de Conchucos-Ancash.

Parámetros	Valor
Promedio	53,120
CV (%)	6,259
Valor mínimo	46,000
Valor máximo	63,000
Coeficiente de asimetría	0,583
Coeficiente de curtosis	3,411
Test de normalidad	0,966 ^N

^N La muestra proviene de una población con distribución normal, por la prueba de Shapiro-Wilk, a 5% de probabilidad. Referencias para estimadores de asimetría y curtosis siendo 0 y 3, respectivamente.

La Tabla 19 y la Figura 9 presentan la distribución de frecuencias para el diámetro de la mazorca en maíz choclo del Callejón de Conchucos, agrupado en intervalos para facilitar el análisis del comportamiento de esta variable. Esta información complementa los datos de la Tabla 18, que mostró un promedio general de 53,120 mm, con baja variabilidad y distribución normal.

En esta tabla, se observa que el intervalo con mayor frecuencia es el comprendido entre 50,86 mm y 53,29 mm, con 18 observaciones, lo que representa el 31 % del total. Este rango contiene el valor promedio general, por lo que se puede afirmar que la mayoría de las mazorcas se agrupan alrededor del promedio.

Le siguen en frecuencia los intervalos de 53,29 mm a 55,71 mm, con 14 observaciones (24 %), y de 48,43 mm a 50,86 mm, con 12 observaciones (21 %). En conjunto, estos tres intervalos centrales reúnen aproximadamente el 76 % de todos los datos, lo cual refuerza la idea de una alta concentración de valores en torno al centro de la distribución.

Por otro lado, los intervalos extremos, tanto los más bajos como los más altos, presentan frecuencias muy bajas. Por ejemplo, el rango inferior (46,00–48,43 mm) y el superior (60,57–63,00 mm) tienen apenas 2 observaciones cada uno (3 %), y el penúltimo intervalo (58,14–60,57 mm) contiene solo 3 observaciones (5 %). Esta baja frecuencia en los extremos indica poca dispersión y ausencia de valores atípicos marcados, lo cual es consistente con el

bajo coeficiente de variación (6,259 %) y con los resultados del test de normalidad que confirmaron una distribución normal ($p = 0,966$).

En resumen, los datos de esta tabla muestran que el diámetro de mazorca en el maíz choclo evaluado se distribuye de manera normal y centrada, con la gran mayoría de las observaciones concentradas alrededor del promedio y pocas desviaciones hacia los extremos. Esta regularidad confirma la uniformidad estructural del cultivo en esta variable y refuerza su potencial comercial y agronómico.

Tabla 19

Distribución de frecuencias de datos para diámetro de mazorca (mm).

Diámetro de mazorca		Promedio (mm)	Frecuencia	Frecuencia relativa
LI	LS			
[46,00	48,43]	47,21	2	0,03
(48,43	50,86]	49,64	12	0,21
(50,86	53,29]	52,07	18	0,31
(53,29	55,71]	54,5	14	0,24
(55,71	58,14]	56,93	7	0,12
(58,14	60,57]	59,36	3	0,05
(60,57	63,00]	61,79	2	0,03

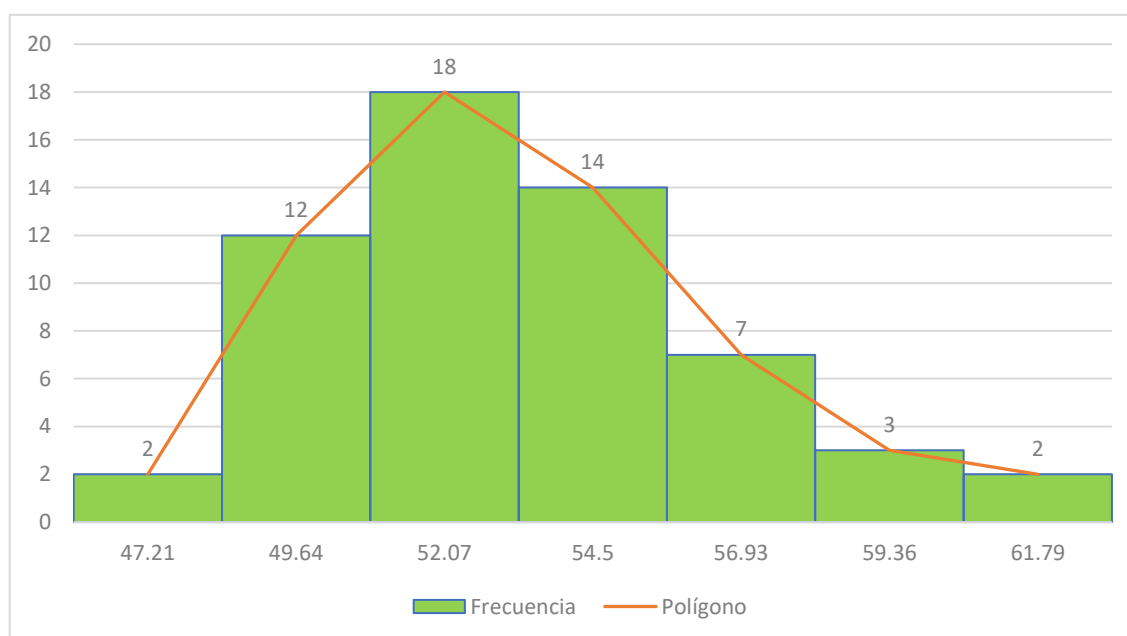


Figura 9. Diámetro de mazorca del choclo de la variedad Blanco Urubamba-Callejón de Conchucos, Ancash.

4.1.1.10 Granos por hilera

La Tabla 20 presenta la estadística descriptiva correspondiente al número de granos por hilera en mazorcas de maíz choclo cultivadas en el Callejón de Conchucos, Áncash, una característica relevante para la evaluación del rendimiento del cultivo, ya que influye directamente en la cantidad total de grano por mazorca.

El promedio de granos por hilera fue de 38,775, lo que indica que, en general, las mazorcas evaluadas presentan una buena densidad de granos distribuidos longitudinalmente. El coeficiente de variación (CV) fue de 17,222 %, lo que refleja una variabilidad moderada, es decir, si bien existe cierta diferencia entre las mazorcas, no se trata de una dispersión excesiva.

El número mínimo de granos por hilera registrado fue de 21, y el máximo, 52, lo que implica un rango de 31 granos entre la mazorca menos y la más densa. Esta diferencia, aunque considerable, es esperable en poblaciones variables y no representa una anomalía, sobre todo considerando que el test de normalidad confirmó una distribución estadísticamente normal.

En cuanto a la forma de la distribución, el coeficiente de asimetría fue de -0,620, lo que indica una asimetría negativa moderada; es decir, existe una ligera tendencia a que más mazorcas tengan un número de granos por hilera superior al promedio, y menos mazorcas con valores muy bajos. Por otro lado, el coeficiente de curtosis fue de 0,279, inferior al valor de referencia para una distribución normal (que es 3), lo que sugiere una distribución platicúrtica, es decir, ligeramente más aplanada, con menor concentración de valores alrededor de la media.

Finalmente, el test de normalidad de Shapiro-Wilk arrojó un valor de $p = 0,959$, muy superior al nivel de significancia del 5 %. Esto permite afirmar que los datos provienen de una población con distribución normal, a pesar de la asimetría moderada y la curtosis baja.

En resumen, el número de granos por hilera en el maíz choclo evaluado presenta una distribución normal con ligera asimetría negativa y variabilidad moderada, lo que sugiere una población relativamente homogénea en cuanto a esta característica productiva. Esta regularidad en los datos es favorable para los procesos de mejoramiento genético, selección de cultivares y análisis agronómicos que buscan optimizar el rendimiento.

Tabla 20

Estadística descriptiva para granos por hilera en maíz choclo Blanco Urubamba en el Callejón de Conchucos-Ancash.

Parámetros	Valor
Promedio	38,775
CV (%)	17,222
Valor mínimo	21,000
Valor máximo	52,000
Coeficiente de asimetría	-0,620
Coeficiente de curtosis	0,279
Test de normalidad	0,959 ^N

^N La muestra proviene de una población con distribución normal, por la prueba de Shapiro-Wilk, a 5% de probabilidad. Referencias para estimadores de asimetría y curtosis siendo 0 y 3, respectivamente.

La Tabla 21 y Figura 10 muestran la distribución de frecuencias para el número de granos por hilera en mazorcas de maíz choclo del Callejón de Conchucos. Esta tabla complementa la estadística descriptiva presentada previamente (Tabla 20), permitiendo visualizar cómo se agrupan los valores dentro del rango total observado, que va de 21 a 52 granos por hilera.

El intervalo con mayor concentración de datos es el de 38,71 a 43,14 granos por hilera, con un promedio de 40,93 y 26 observaciones, lo que representa el 45 % del total. Este rango incluye al promedio general (38,775 granos), lo que indica que la mayoría de las mazorcas evaluadas presentan un número de granos por hilera muy cercano a la media.

A este le siguen, en frecuencia, los intervalos 34,29 a 38,71 y 29,86 a 34,29, con 9 y 7 observaciones, respectivamente, lo que equivale a un 28 % adicional. Estos tres rangos centrales en conjunto agrupan aproximadamente el 73 % de los datos, lo que confirma que existe una fuerte concentración de valores alrededor del promedio, característica típica de una distribución normal.

En los extremos, se observa una menor frecuencia. Los intervalos más bajos (21,00 a 25,43 y 25,43 a 29,86) contienen solo 3 observaciones cada uno (5 % respectivamente), mientras que el intervalo más alto (47,57 a 52,00) agrupa 4 observaciones (7 %). Esta baja proporción de datos en los extremos es consistente con la asimetría negativa moderada y la curtosis baja descritas en la tabla anterior.

La distribución de frecuencias del número de granos por hilera en el maíz choclo muestra una clara concentración de datos en torno al promedio, con una menor presencia de valores

extremos. Esta forma de distribución respalda la interpretación estadística de una distribución normal, ligeramente asimétrica hacia la izquierda, y sugiere una uniformidad aceptable en esta característica productiva, lo cual es favorable para fines de selección y mejoramiento del cultivo.

Tabla 21

Distribución de frecuencias de datos para granos por hilera.

Granos por hilera		Promedio	Frecuencia	Frecuencia relativa
LI	LS			
[21,00	25,43]	23,21	3	0,05
(25,43	29,86]	27,64	3	0,05
(29,86	34,29]	32,07	7	0,12
(34,29	38,71]	36,50	9	0,16
(38,71	43,14]	40,93	26	0,45
(43,14	47,57]	45,36	6	0,10
(47,57	52,00]	49,79	4	0,07

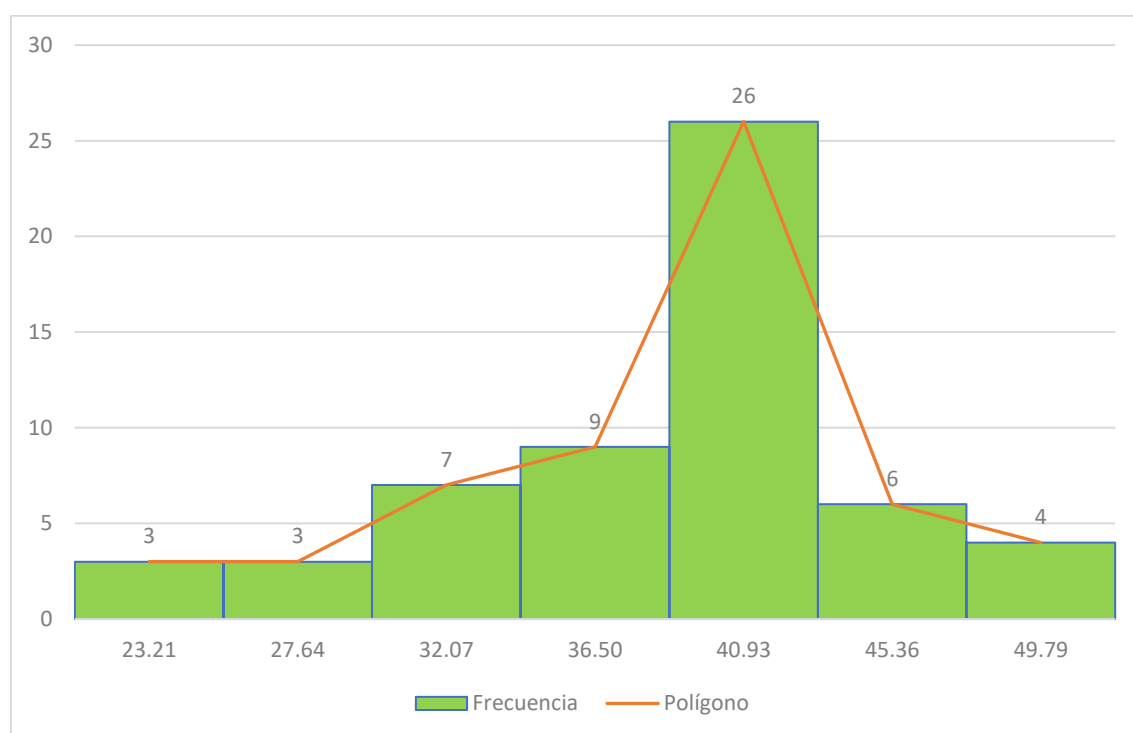


Figura 10. Número de granos por hilera en el choclo de la variedad Blanco Urubamba-Callejón de Conchucos, Ancash.

4.1.1.11 Rendimiento (kg ha⁻¹)

La Tabla 22 presenta la estadística descriptiva del rendimiento del maíz choclo Blanco Urubamba cultivado en el Callejón de Conchucos - Áncash, destacando los siguientes aspectos:

Tabla 22

Estadística descriptiva para rendimiento (kg ha⁻¹) de maíz choclo Blanco Urubamba en el Callejón de Conchucos-Ancash.

Parámetros	Valor
Promedio	19576,550
CV (%)	15,581
Valor mínimo	11940,000
Valor máximo	26640,000
Coeficiente de asimetría	0,092
Coeficiente de curtosis	2,820
Test de normalidad	0,983 ^N

^N La muestra proviene de una población con distribución normal, por la prueba de Shapiro-Wilk, a 5% de probabilidad. Referencias para estimadores de asimetría y curtosis siendo 0 y 3, respectivamente.

El rendimiento promedio del maíz choclo Blanco Urubamba cultivado en el Callejón de Conchucos (Áncash) fue de 19 576,55 kg ha⁻¹, lo que refleja una buena productividad del cultivo en las condiciones agroecológicas de esta región. Este valor se encuentra dentro de los rangos altos esperados para maíces tradicionales bien manejados, destacando el potencial del choclo Blanco Urubamba bajo un manejo agronómico adecuado.

El coeficiente de variación (CV) fue de 15,581%, lo que indica una variabilidad moderada en los rendimientos obtenidos entre las unidades evaluadas. Esta variabilidad puede atribuirse a diferencias en factores como la fertilidad del suelo, la disponibilidad hídrica, la eficiencia en el uso de insumos o el microclima en cada parcela, aunque en general se evidencia un manejo relativamente homogéneo.

En cuanto a los valores extremos, el rendimiento mínimo registrado fue de 11 940,00 kg ha⁻¹, mientras que el máximo alcanzó los 26 640,00 kg ha⁻¹, lo que muestra un amplio rango de producción. Esta amplitud sugiere que existen condiciones específicas o prácticas agronómicas particulares que pueden incrementar considerablemente la productividad.

El coeficiente de asimetría fue de 0,092, un valor muy cercano a cero, lo cual indica que la distribución de los rendimientos fue prácticamente simétrica. Asimismo, el coeficiente de curtosis alcanzó un valor de 2,820, lo que corresponde a una distribución ligeramente leptocúrtica, es decir, con una leve mayor concentración de datos alrededor de la media, pero sin salirse significativamente de los parámetros normales.

Por último, el test de normalidad de Shapiro-Wilk arrojó un valor de 0,983, indicando que los datos presentan una distribución normal con un nivel de confianza del 95%. Este resultado valida la aplicabilidad de pruebas estadísticas paramétricas para el análisis de los rendimientos del choclo Blanco Urubamba en este estudio, fortaleciendo la fiabilidad de las conclusiones obtenidas a partir de estos datos.

En la Tabla 23 y Figura 11, la distribución de frecuencias de los rendimientos del maíz choclo Blanco Urubamba en el Callejón de Conchucos-Áncash muestra una clara tendencia hacia concentraciones medias-altas. La mayor parte de los datos se encuentra en el intervalo de rendimiento comprendido entre 18 240,00 y 20 340,00 kg/ha, con una frecuencia de 17 unidades y una frecuencia relativa del 29%, lo que representa casi un tercio de las observaciones. Este grupo concentra el rendimiento promedio de 19 290 kg/ha, valor muy cercano al rendimiento promedio general reportado en la tabla anterior (19 576,55 kg/ha), lo que confirma su representatividad.

Le sigue en frecuencia el intervalo de 20 340,00 a 22 440,00 kg/ha, con 13 unidades (22% de la muestra) y un promedio de 21 390 kg/ha. Estos dos rangos combinados agrupan al 51% de los datos, indicando que más de la mitad de las unidades de producción alcanzaron rendimientos entre 18 000 y 22 500 kg/ha, lo cual demuestra un desempeño productivo positivo y consistente.

En los niveles inferiores de rendimiento, se observa que solo una unidad obtuvo entre 11 940,00 y 14 040,00 kg/ha, con una frecuencia relativa de 2%, y seis unidades se ubicaron en el intervalo de 14 040,00 a 16 140,00 kg/ha (10%). Estos resultados, aunque minoritarios, evidencian cierta heterogeneidad en el manejo agronómico o en las condiciones del entorno productivo.

En el extremo superior, se encuentran los rendimientos más altos: cuatro unidades alcanzaron entre 24 540,00 y 26 640,00 kg/ha, con un promedio de 25 590 kg/ha y una

frecuencia relativa de 7%. Aunque es un grupo reducido, representa el potencial productivo del maíz choclo Blanco Urubamba bajo condiciones óptimas de manejo y fertilidad.

En conjunto, esta distribución confirma que la mayoría de los datos presentan rendimientos cercanos a la media, con una ligera dispersión hacia ambos extremos. Esto reafirma lo señalado anteriormente en cuanto a la simetría y normalidad de los datos, siendo estos aptos para análisis estadísticos confiables.

Tabla 23

Distribución de frecuencias de datos para rendimiento (kg ha^{-1}).

Rendimiento (kg ha^{-1})		Promedio	Frecuencia	Frecuencia relativa
LI	LS			
[11940,00	14040,00]	12990	1	0,02
(14040,00	16140,00]	15090	6	0,10
(16140,00	18240,00]	17190	12	0,21
(18240,00	20340,00]	19290	17	0,29
(20340,00	22440,00]	21390	13	0,22
(22440,00	24540,00]	23490	5	0,09
(24540,00	26640,00]	25590	4	0,07

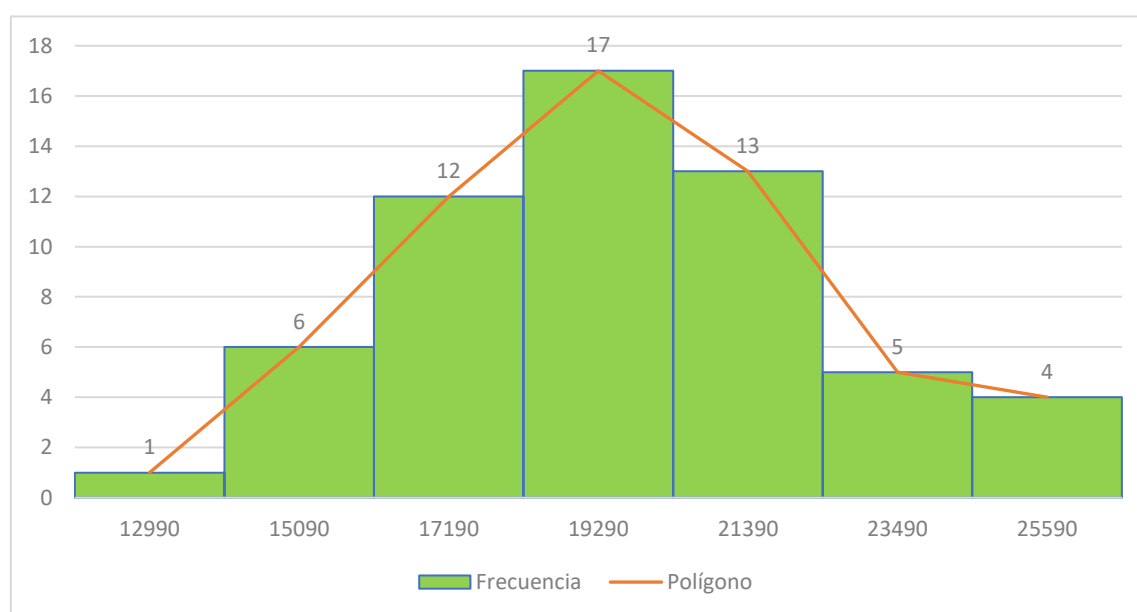


Figura 11. Rendimiento (kg ha^{-1}) en el choclo de la variedad Blanco Urubamba-Callejón de Conchucos, Ancash.

4.1.2 Choclo coruca

4.1.2.1 Altura de planta (cm)

La Tabla 24 presenta la estadística descriptiva correspondiente a la altura de planta de maíz choclo coruca cultivado en el Callejón de Conchucos, Áncash. Esta característica agronómica es clave para evaluar el vigor, la arquitectura de la planta y su adaptación a las condiciones de cultivo de la zona.

El análisis indica que la altura promedio de las plantas fue de 222,390 cm, es decir, más de dos metros, lo cual refleja un porte alto característico de variedades tradicionales como el maíz choclo coruja. El coeficiente de variación (CV) fue de 8,818 %, lo que evidencia una baja variabilidad entre las plantas evaluadas. Esto sugiere una población bastante uniforme en cuanto a altura, lo cual es favorable tanto para el manejo agronómico como para la selección genética.

En cuanto a los valores extremos, se registró una altura mínima de 178 cm y una máxima de 260 cm, lo que da un rango de 82 cm. Esta diferencia no es excesiva si se considera el alto promedio general y la baja dispersión porcentual observada.

Respecto a la forma de la distribución de los datos, el coeficiente de asimetría fue de -0,383, lo que indica una asimetría negativa leve, es decir, una ligera tendencia hacia valores inferiores al promedio. Por su parte, el coeficiente de curtosis fue de 2,926, muy cercano al valor teórico de una distribución normal (3), lo que sugiere una distribución mesocúrtica, con una concentración de valores en torno a la media típica de una curva normal.

Este comportamiento es respaldado por el resultado del test de normalidad de Shapiro-Wilk, cuyo valor $p = 0,958$ está muy por encima del nivel de significancia del 5 %. Esto confirma que los datos provienen de una población con distribución normal y que no hay evidencia estadística de sesgos o anomalías importantes en la variable.

En resumen, la altura de planta en el maíz choclo coruca del Callejón de Conchucos presenta una distribución normal, con baja variabilidad, asimetría negativa leve y una forma de distribución prácticamente ideal. Estos resultados reflejan una buena uniformidad estructural en la población analizada y respaldan la aplicabilidad de métodos estadísticos paramétricos para su análisis agronómico y de mejoramiento.

Tabla 24

Estadística descriptiva para altura de planta (cm) de maíz choclo coruca en el Callejón de Conchucos-Ancash.

Parámetros	Valor
Promedio	222,390
CV (%)	8,818
Valor mínimo	178,000
Valor máximo	260,000
Coeficiente de asimetría	-0,383
Coeficiente de curtosis	2,926
Test de normalidad	0,958 ^N

^N La muestra proviene de una población con distribución normal, por la prueba de Shapiro-Wilk, a 5% de probabilidad. Referencias para estimadores de asimetría y curtosis siendo 0 y 3, respectivamente

La Tabla 25 y Figura 12 presentan la distribución de frecuencias para la altura de planta del maíz choclo coruca en el Callejón de Conchucos, complementando el análisis estadístico general mostrado en la Tabla 22. Este desglose por intervalos permite observar cómo se distribuyen los valores de altura dentro del rango total, que va de 178,00 cm a 260,00 cm.

Se observa que el intervalo con mayor concentración de datos es el comprendido entre 224,86 cm y 236,57 cm, con un promedio de 230,71 cm y una frecuencia de 18 plantas, lo que representa el 36 % del total. Este intervalo incluye valores cercanos al promedio general de altura (222,39 cm), lo cual indica que la mayoría de las plantas se agrupan en torno a este valor.

A este le sigue el intervalo de 213,14 cm a 224,86 cm, con una frecuencia de 12 plantas (24 %). Sumando ambos intervalos, se obtiene un 60 % de los datos concentrados en el centro de la distribución, lo que evidencia una clara tendencia a la acumulación de valores alrededor del promedio, una característica propia de distribuciones normales.

En los extremos, los intervalos más bajos (178,00 a 189,71 cm y 189,71 a 201,43 cm) presentan frecuencias de 5 y 3 observaciones respectivamente, representando en conjunto solo el 16 %. Por su parte, los intervalos más altos (236,57 a 248,29 cm y 248,29 a 260,00 cm) también presentan bajas frecuencias, con 4 observaciones cada uno (8 % en ambos casos). Esta baja proporción de datos en los extremos confirma la ausencia de valores atípicos significativos y está en consonancia con el resultado del test de normalidad ($p = 0,958$), que indicó que la variable se distribuye normalmente.

En resumen, la distribución de frecuencias para la altura de planta del maíz choclo coruca muestra una fuerte concentración de valores en torno al promedio, con frecuencias decrecientes hacia los extremos. Esta estructura refuerza la conclusión de que los datos presentan una distribución normal con baja variabilidad, lo cual es indicativo de una población agrónomicamente uniforme y estable, ideal para procesos de mejoramiento y manejo técnico del cultivo.

Tabla 25

Distribución de frecuencias de datos para altura de planta del choclo coruca (cm).

Altura de planta (cm)		Promedio (cm)	Frecuencia	Frecuencia relativa
LI	LS			
[178,00	189,71]	183,86	5	0,10
(189,71	201,43]	195,57	3	0,06
(201,43	213,14]	207,29	4	0,08
(213,14	224,86]	219,00	12	0,24
(224,86	236,57]	230,71	18	0,36
(236,57	248,29]	242,43	4	0,08
(248,29	260,00]	254,14	4	0,08

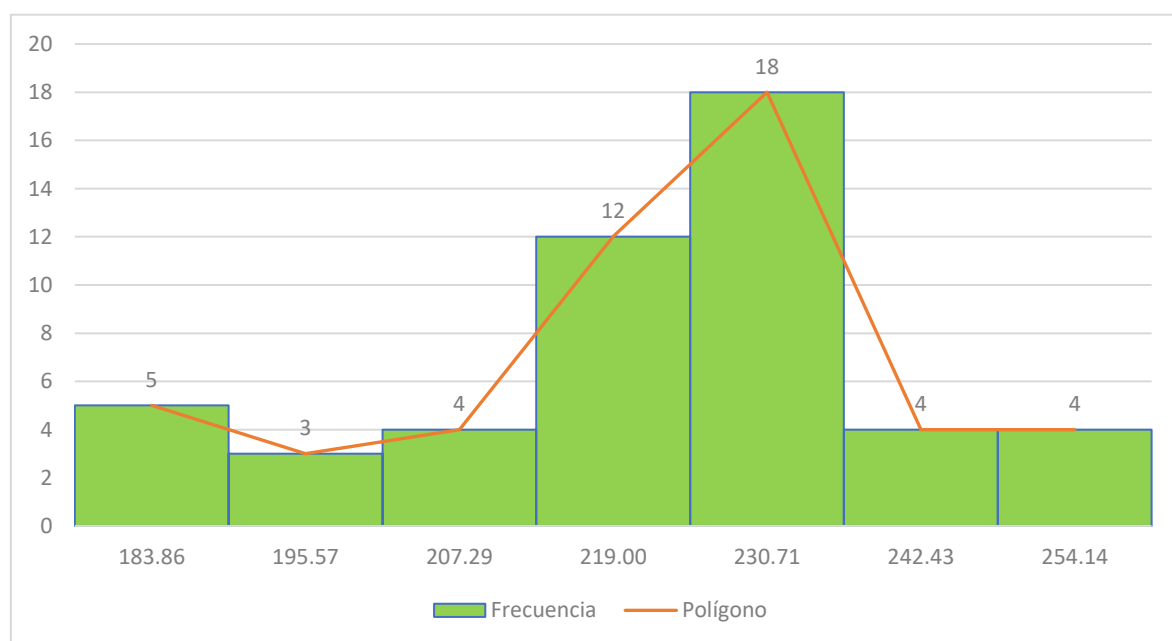


Figura 12. Altura de planta de maíz choclo coruca-Callejón de Conchucos, Ancash.

4.1.2.2 Altura de inserción del maíz choclo (cm)

La Tabla 26 presenta la estadística descriptiva correspondiente a la altura de inserción de la mazorca en plantas de maíz choclo coruca, cultivadas en el Callejón de Conchucos, Áncash.

Esta variable es importante, ya que influye directamente en la arquitectura de la planta, su resistencia al acame (caída del tallo) y la facilidad de cosecha.

El valor promedio registrado para esta característica fue de 121,458 cm, lo que indica que, en general, las mazorcas se insertan a una altura moderadamente elevada en la planta. Esta cifra es coherente con el porte alto típico del maíz choclo de esta región. El coeficiente de variación (CV) fue de 8,925 %, lo que refleja una variabilidad baja, señal de una población bastante uniforme en cuanto a esta característica estructural.

En cuanto a los valores extremos, se observó una altura mínima de 95 cm y una máxima de 145 cm, lo que da un rango de 50 cm. Esta diferencia es aceptable considerando el tamaño general de las plantas, y no indica una dispersión exagerada.

Respecto a la forma de la distribución, el coeficiente de asimetría fue de 0,023, un valor prácticamente nulo, lo que sugiere una distribución completamente simétrica. Además, el coeficiente de curtosis fue de 3,090, muy cercano al valor de referencia de una distribución normal (3), lo que indica una distribución mesocúrtica, es decir, con una concentración de valores en torno a la media similar a la de una curva normal.

Estos resultados son respaldados por el test de normalidad de Shapiro-Wilk, cuyo valor fue de $p = 0,980$, muy superior al umbral del 5 %. Esto indica que los datos provienen de una población con distribución normal, lo cual valida el uso de métodos estadísticos paramétricos para su análisis.

La altura de inserción de la mazorca en plantas de maíz choclo coruca muestra una distribución normal, simétrica y con baja variabilidad, lo que indica una población uniforme y estable en esta característica morfológica. Esta regularidad es ideal para el manejo agronómico y facilita procesos de selección genética orientados a mejorar la eficiencia en la cosecha y la estabilidad estructural de las plantas.

Tabla 26

Estadística descriptiva para altura de inserción del maíz choclo coruca en el Callejón de Conchucos-Ancash.

Parámetros	Valor
Promedio	121,458
CV (%)	8,925
Valor mínimo	95,000
Valor máximo	145,000
Coeficiente de asimetría	0,023
Coeficiente de curtosis	3,090
Test de normalidad	0,980 ^N

^N La muestra proviene de una población con distribución normal, por la prueba de Shapiro-Wilk, a 5% de probabilidad. Referencias para estimadores de asimetría y curtosis siendo 0 y 3, respectivamente.

La Tabla 27 y Figura 13 muestran la distribución de frecuencias para la altura de inserción de la mazorca en plantas de maíz choclo coruca, cultivadas en el Callejón de Conchucos, Áncash. Esta información complementa lo presentado previamente en la estadística descriptiva, permitiendo observar el comportamiento de los datos en distintos intervalos de clase.

Los valores se distribuyen entre los 95 cm y los 145 cm, abarcando un total de siete intervalos de clase. La mayor concentración de datos se encuentra entre 116,43 cm y 123,57 cm, donde se registraron 13 observaciones, lo que representa una frecuencia relativa del 0,26. Este resultado indica que una proporción significativa de las plantas presenta una altura de inserción de mazorca cercana a los 120 cm, que además coincide con el promedio general identificado anteriormente (121,458 cm).

Le siguen en importancia los intervalos de 109,29 a 116,43 cm con 11 datos (22 %), y de 123,57 a 130,71 cm con 10 datos (20 %), lo que sugiere una alta concentración de datos en torno al centro de la distribución, en consonancia con una distribución simétrica y normal, como ya fue evidenciado en la tabla descriptiva mediante el test de Shapiro-Wilk.

En los extremos, los intervalos [95,00 - 102,14 cm] y [137,86 - 145,00 cm] presentan las menores frecuencias con apenas 2 y 3 observaciones respectivamente, equivalentes al 4 % y 6 % de los datos. Esta baja frecuencia en los extremos confirma la concentración central de la distribución.

En resumen, los datos sobre la altura de inserción de la mazorca en el maíz choclo coruca muestran una distribución centrada, simétrica y con ligera concentración alrededor del

promedio. Más del 68 % de las observaciones se agrupan entre los 109,29 cm y 130,71 cm, lo que confirma la homogeneidad en esta característica estructural. Esta uniformidad es favorable para las labores de manejo y cosecha, y refuerza el valor de esta variable como criterio de selección en programas de mejoramiento genético.

Tabla 27

Distribución de frecuencias de datos para altura de inserción del maíz choclo coruca (cm).

Altura de mazorca (cm)		Promedio (cm)	Frecuencia	Frecuencia relativa
LI	LS			
[95,00	102,14]	98,6	2	0,04
(102,14	109,29]	105,7	3	0,06
(109,29	116,43]	112,9	11	0,22
(116,43	123,57]	120,0	13	0,26
(123,57	130,71]	127,1	10	0,2
(130,71	137,86]	134,3	8	0,16
(137,86	145,00]	141,4	3	0,06

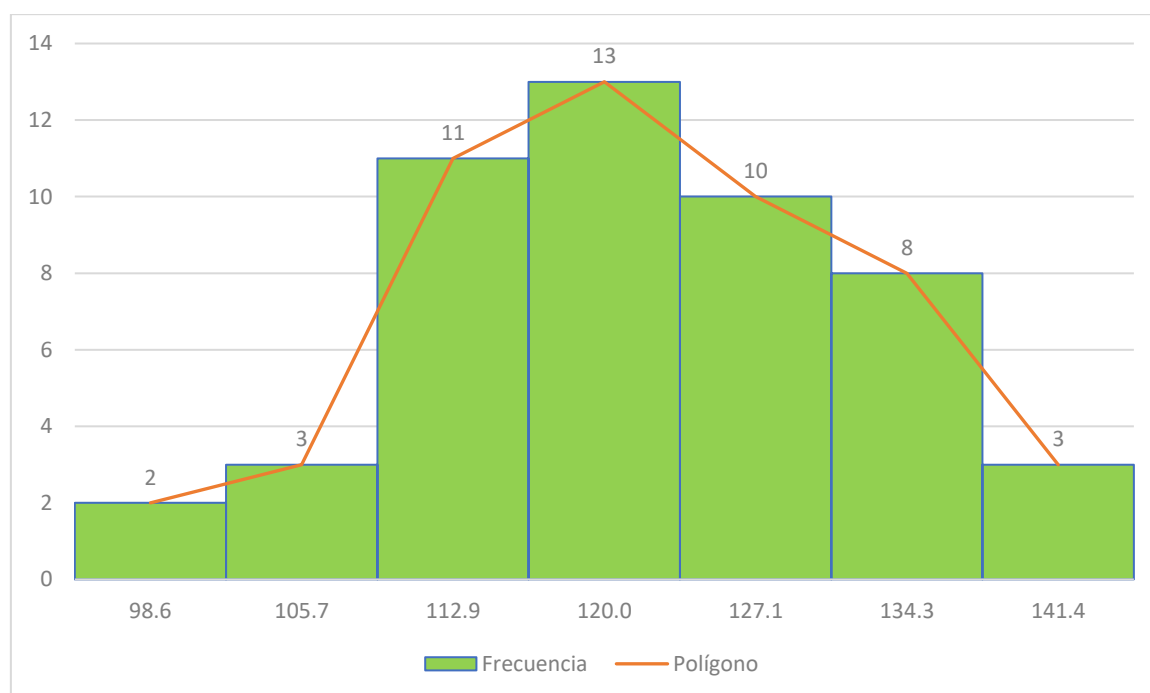


Figura 13. Altura de inserción de maíz choclo coruca-Callejón de Conchucos, Ancash.

4.1.2.3 Diámetro de tallo (mm)

La Tabla 28 presenta la estadística descriptiva correspondiente al diámetro de tallo del maíz choclo coruca cultivado en el Callejón de Conchucos, Áncash. El valor promedio registrado para esta característica fue de 29,94 mm, lo cual da cuenta de tallos relativamente robustos, aspecto importante para la sostenibilidad de la planta y resistencia al vuelco.

El coeficiente de variación (CV) fue de 6,928 %, lo que indica una baja dispersión de los datos respecto a la media. Esto refleja una alta homogeneidad en el diámetro de los tallos dentro de la población analizada, lo cual es favorable para mantener uniformidad en el desarrollo agronómico del cultivo.

En cuanto a los valores extremos, el mínimo fue de 24,76 mm y el máximo de 34,36 mm, estableciendo un rango de variación de aproximadamente 9,6 mm. A pesar de esta amplitud, el bajo CV refuerza la idea de que los valores están mayormente agrupados en torno a la media.

Respecto a la forma de la distribución, el coeficiente de asimetría fue ligeramente positivo (0,069), mientras que el coeficiente de curtosis fue casi nulo (0,019), lo cual indica que los datos presentan una distribución aproximadamente simétrica y mesocúrtica. Esto implica que no hay presencia significativa de valores extremos ni concentraciones atípicas.

Finalmente, el resultado del test de normalidad de Shapiro-Wilk (0,981) confirma que los datos se ajustan a una distribución normal, al superar el umbral de significancia del 5 %. Esto valida el uso de métodos estadísticos paramétricos para el análisis de esta variable.

En resumen, el diámetro del tallo en el maíz choclo coruca del Callejón de Conchucos muestra un comportamiento altamente homogéneo, con una distribución normal, simétrica y mesocúrtica, lo cual refleja uniformidad genética o agronómica en este carácter. Este resultado es positivo para prácticas agrícolas y de mejoramiento, ya que tallos robustos y uniformes contribuyen a una mayor resistencia al estrés mecánico y a condiciones ambientales adversas.

Tabla 28

Estadística descriptiva para diámetro de tallo de maíz choclo coruca en el Callejón de Conchucos-Ancash.

Parámetros	Valor
Promedio	29,940
CV (%)	6,928
Valor mínimo	24,760
Valor máximo	34,360
Coeficiente de asimetría	0,069
Coeficiente de curtosis	0,019
Test de normalidad	0,981 ^N

^N La muestra proviene de una población con distribución normal, por la prueba de Shapiro-Wilk, a 5% de probabilidad. Referencias para estimadores de asimetría y curtosis siendo 0 y 3, respectivamente.

La Tabla 29 y Figura 14 muestran la distribución de frecuencias para el diámetro del tallo del maíz choclo coruca, expresado en milímetros. A partir de los datos presentados, se observa que la clase con mayor frecuencia corresponde al intervalo de 28,87 a 30,25 mm, con una frecuencia absoluta de 17 individuos, lo que representa una frecuencia relativa de 0,34. Esto indica que más de un tercio de las plantas se agrupan en torno a este valor, muy cercano al promedio general de 29,94 mm reportado en la tabla descriptiva anterior.

Le siguen, en orden de representatividad, los intervalos 27,50–28,87 mm con 10 plantas (0,20) y 30,25–31,62 mm con 7 plantas (0,14), lo cual refuerza que la mayor parte de los valores se concentran alrededor del centro de la distribución. Los extremos, tanto el inferior (24,76–26,13 mm) como el superior (32,99–34,36 mm), contienen las menores frecuencias, con 2 y 5 individuos respectivamente, lo que evidencia una menor ocurrencia de tallos extremadamente delgados o gruesos.

La distribución de los datos parece ser simétrica y centrada, como ya se había adelantado en la tabla anterior con el coeficiente de asimetría cercano a cero. La forma en que los datos se agrupan muestra una clara concentración en la zona media, lo que confirma la homogeneidad en el grosor del tallo en las plantas analizadas.

Los datos de la Tabla 29 confirman que el diámetro del tallo en el maíz choclo coruca se distribuye de manera equilibrada y homogénea, con un claro acumulamiento en los valores centrales, especialmente entre 28,87 y 30,25 mm. Esta uniformidad es favorable para la estabilidad del cultivo, ya que tallos con dimensiones similares facilitan el manejo agrícola

y aseguran mayor resistencia frente a condiciones adversas. Además, la distribución guarda coherencia con los resultados de normalidad observados anteriormente.

Tabla 29
Distribución de frecuencias de datos para diámetro de tallo del maíz choclo coruca (mm).

Diámetro de tallo		Promedio (mm)	Frecuencia	Frecuencia relativa
LI	LS			
[24,76	26,13]	25,45	2	0,04
(26,13	27,50]	26,82	3	0,06
(27,50	28,87]	28,19	10	0,2
(28,87	30,25]	29,56	17	0,34
(30,25	31,62]	30,93	7	0,14
(31,62	32,99]	32,3	6	0,12
(32,99	34,36]	33,67	5	0,10

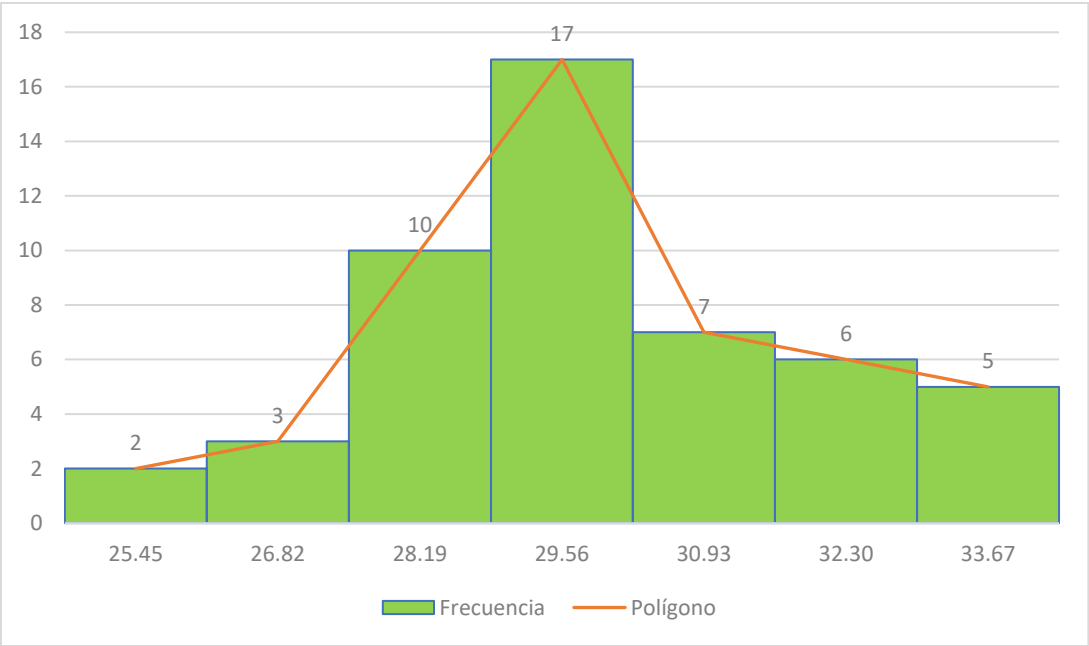


Figura 14. Diámetro de tallo de maíz choclo coruca-Callejón de Conchucos, Ancash.

4.1.2.4 Longitud de entrenudos (cm)

La Tabla 30 presenta la estadística descriptiva correspondiente a la longitud de entrenudos en plantas de maíz choclo coruca cultivadas en el Callejón de Conchucos, región Áncash. El

valor promedio registrado fue de 18,799 cm, lo que da cuenta de una longitud moderada de los entrenudos, mientras que el coeficiente de variación (CV) se situó en 8,648%, lo que indica una baja dispersión relativa en los datos, es decir, las mediciones son bastante consistentes entre sí.

El valor mínimo observado fue de 14,833 cm, y el máximo de 22,800 cm, lo que nos da un rango de aproximadamente 8 cm entre los extremos de la muestra. Esta variabilidad, si bien limitada, resulta suficiente para evidenciar cierto grado de diversidad genética o influencia de factores ambientales sobre esta característica.

En cuanto a la asimetría (0,166), se aprecia que la distribución es ligeramente sesgada a la derecha, es decir, hay una leve tendencia a valores mayores que el promedio, aunque el valor es lo suficientemente bajo como para considerar que la distribución se aproxima bastante a la simetría. El coeficiente de curtosis fue de 3,850, lo cual representa una curtosis leptocúrtica, indicando una distribución más picuda y concentrada en torno a la media, con colas más delgadas, es decir, poca dispersión hacia valores extremos.

Finalmente, el test de normalidad de Shapiro-Wilk arrojó un valor de 0,957 con la anotación de normalidad, lo cual confirma que los datos provienen de una distribución normal, un aspecto fundamental para aplicar análisis estadísticos paramétricos con confianza.

En resumen, los resultados indican que la longitud de entrenudos en las plantas de maíz choclo coruca presenta una distribución normal, ligeramente simétrica y poco dispersa, con una clara concentración de valores alrededor del promedio. Esto sugiere uniformidad estructural entre las plantas, un rasgo deseable para cultivos comerciales, ya que facilita labores agronómicas y puede estar relacionado con una arquitectura de planta más estable y eficiente.

Tabla 30

Estadística descriptiva para longitud de entrenudos en plantas de maíz choclo coruca en el Callejón de Conchucos-Ancash.

Parámetros	Valor
Promedio	18,799

CV (%)	8,648
Valor mínimo	14,833
Valor máximo	22,800
Coeficiente de asimetría	0,166
Coeficiente de curtosis	3,850
Test de normalidad	0,957 ^N

^N La muestra proviene de una población con distribución normal, por la prueba de Shapiro-Wilk, a 5% de probabilidad. Referencias para estimadores de asimetría y curtosis siendo 0 y 3, respectivamente.

La Tabla 31 y Figura 15 muestran la distribución de frecuencias correspondiente a la longitud de entrenudos en el maíz choclo coruca, expresada en intervalos de clases. El rango de valores se encuentra entre 14,83 cm y 20,73 cm, lo que representa una variación moderada en esta característica morfológica de la planta.

El intervalo con mayor frecuencia corresponde a la clase (17,36 – 18,20] cm, con 16 observaciones, lo que equivale a una frecuencia relativa de 0,32. Esto indica que aproximadamente un tercio de las plantas evaluadas presentó entrenudos con longitudes cercanas a los 17,78 cm, valor promedio de esta clase. Le sigue el intervalo (18,20 – 19,04] cm con 13 individuos (0,26 de frecuencia relativa), lo que refuerza la idea de que la mayoría de plantas presenta entrenudos que oscilan entre 17 y 19 cm, evidenciando una alta concentración de valores en torno a la media.

En los extremos, las clases [14,83 – 15,68] y (15,68 – 16,52], así como (19,89 – 20,73], registran las frecuencias más bajas, con 2 a 3 observaciones cada una. Estas bajas frecuencias indican que los valores muy bajos o muy altos para la longitud de entrenudo son menos comunes.

En general, la distribución de los datos muestra una clara tendencia central, con la mayoría de las observaciones agrupadas en torno a valores medios, específicamente entre 16,5 y 19 cm. Esto coincide con la interpretación previa de la Tabla 30, donde se destacaba una distribución normal y leptocúrtica, lo cual se ve reflejado aquí en la forma de una concentración notoria en las clases intermedias.

En resumen, la longitud de entrenudos en el maíz choclo coruca presenta una distribución de frecuencia concentrada en intervalos centrales, lo que sugiere una homogeneidad estructural en esta característica. Esta consistencia puede tener efectos positivos en la

estabilidad y uniformidad de la planta, factores importantes para el manejo agronómico y la productividad del cultivo.

Tabla 31

Distribución de frecuencias de datos para longitud de entrenudo del maíz choclo coruca (cm) en el Callejón de Conchucos-Ancash.

Longitud de entrenudo		Promedio (cm)	Frecuencia	Frecuencia relativa
LI	LS			
[14,83	15,68]	15,25	2	0,04
(15,68	16,52]	16,10	2	0,04
(16,52	17,36]	16,94	9	0,18
(17,36	18,20]	17,78	16	0,32
(18,20	19,04]	18,62	13	0,26
(19,04	19,89]	19,46	5	0,10
(19,89	20,73]	20,31	3	0,06

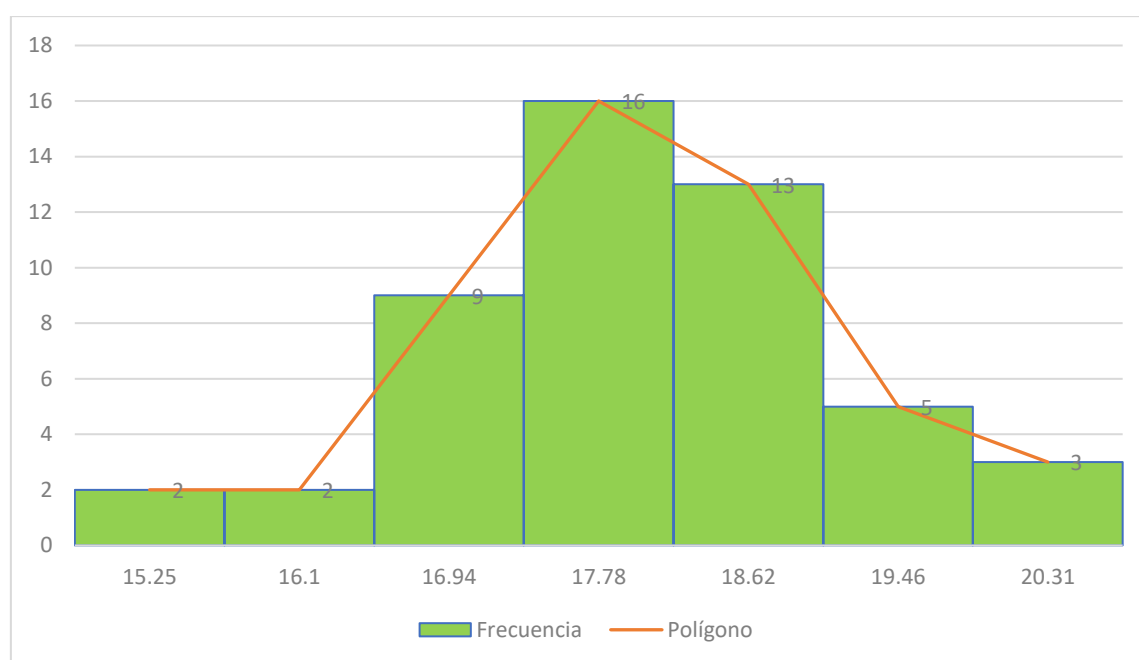


Figura 15. Longitud de entrenudos de maíz choclo coruca-Callejón de Conchucos, Ancash.

4.1.2.5 Peso de choclo con brácteas (g)

La Tabla 32 presenta los resultados del análisis descriptivo del peso de choclo con brácteas en el maíz choclo coruca, cultivado en el Callejón de Conchucos, en la región Áncash. El promedio registrado fue de 404,38 g, indicando que, en promedio, cada mazorca con brácteas pesa un poco más de 400 gramos.

El coeficiente de variación (CV) fue de 15,12%, lo cual señala un moderado grado de dispersión entre los datos, siendo aceptable dentro de contextos biológicos, lo que sugiere una relativa homogeneidad en el peso de las mazorcas evaluadas.

En cuanto a los valores extremos, el peso mínimo observado fue de 310 g, mientras que el máximo alcanzó los 552 g, mostrando un rango de 242 g, lo cual refleja una variabilidad considerable en este carácter agronómico.

Respecto a la forma de la distribución, el coeficiente de asimetría fue de 0,662, lo que indica una asimetría positiva moderada; es decir, hay una mayor concentración de mazorcas con pesos menores al promedio, y unos pocos valores más altos que lo empujan hacia la derecha. Esto sugiere que, aunque la mayoría de las mazorcas pesan cerca del promedio, existen algunos ejemplares significativamente más pesados.

El coeficiente de curtosis fue de 2,708, valor cercano a 3, lo que indica una distribución aproximadamente mesocúrtica, aunque ligeramente leptocúrtica, lo que implica una concentración relativamente fuerte de datos en torno al promedio.

Finalmente, el resultado del test de normalidad de Shapiro-Wilk (0,940), sin una marca que indique rechazo de la hipótesis nula, sugiere que los datos provienen de una distribución normal, lo cual es deseable para efectos de análisis estadísticos posteriores como pruebas paramétricas.

El peso de choclo con brácteas en el maíz choclo coruca se caracteriza por una distribución cercana a la normalidad, con valores que en su mayoría se agrupan alrededor del promedio de 404,38 g, aunque con una ligera tendencia a valores superiores. La variabilidad es moderada, lo que evidencia una buena uniformidad en el rendimiento de mazorcas, un atributo agronómico importante para la selección y mejora del cultivo.

Tabla 32

Estadística descriptiva para peso de choclo con brácteas en maíz choclo coruca en el Callejón de Conchucos-Ancash.

Parámetros	Valor
Promedio	404,380
CV (%)	15,120
Valor mínimo	310,000
Valor máximo	552,000
Coeficiente de asimetría	0,662
Coeficiente de curtosis	2,708
Test de normalidad	0,940

La Tabla 33 y Figura 16 muestran la distribución de frecuencias para el peso de choclo con brácteas en maíz choclo coruca, en el Callejón de Conchucos. Los datos están organizados en intervalos de clase, lo que permite observar la dispersión y concentración de los valores registrados.

El intervalo con mayor frecuencia fue el de 344,57 a 379,14 g, con 14 observaciones, lo que representa el 28% del total de muestras, seguido por el intervalo de 379,14 a 413,71 g, con una frecuencia de 11 y una frecuencia relativa del 22%. Estas dos clases concentran el 50% de la población, lo que indica que el mayor número de mazorcas evaluadas pesa entre 344,57 y 413,71 g, una franja que abarca el entorno del valor promedio general reportado en la Tabla 30 (404,38 g).

A medida que se incrementa el peso, la frecuencia tiende a disminuir. Por ejemplo, el intervalo más alto, de 517,43 a 552,00 g, tuvo apenas 2 observaciones, lo que representa solo el 4% del total, reflejando la asimetría positiva observada en el análisis anterior. Del mismo modo, el primer intervalo (de 310 a 344,57 g) tuvo una frecuencia de 6, es decir, el 12%, lo que reafirma que los extremos del conjunto de datos tienen menor representación.

Este comportamiento confirma que la mayor parte de las mazorcas se agrupan cerca del promedio, mientras que hay menos individuos con pesos extremos, especialmente en los valores más altos, lo cual es coherente con una distribución normal ligeramente sesgada a la derecha.

La distribución de frecuencias del peso de choclo con brácteas en maíz choclo coruca muestra una mayor concentración de datos en los valores medios, específicamente entre 344,57 y 413,71 g, donde se ubica el núcleo de la población evaluada. Los datos tienden a disminuir hacia los extremos, reflejando una ligera asimetría positiva, ya identificada en el análisis descriptivo previo. Este patrón refuerza la consistencia de la muestra y sugiere un comportamiento cercano a la normalidad, lo cual es útil para posteriores análisis agronómicos y de selección.

Tabla 33

Distribución de frecuencias de datos para peso de choclo con brácteas (g).

Peso de choclo con brácteas (g)		Promedio (g)	Frecuencia	Frecuencia relativa
LI	LS			
[310,00	344,57]	327,29	6	0,12
(344,57	379,14]	361,86	14	0,28
(379,14	413,71]	396,43	11	0,22
(413,71	448,29]	431,00	8	0,16
(448,29	482,86]	465,57	5	0,10
(482,86	517,43]	500,14	4	0,08
(517,43	552,00]	534,71	2	0,04

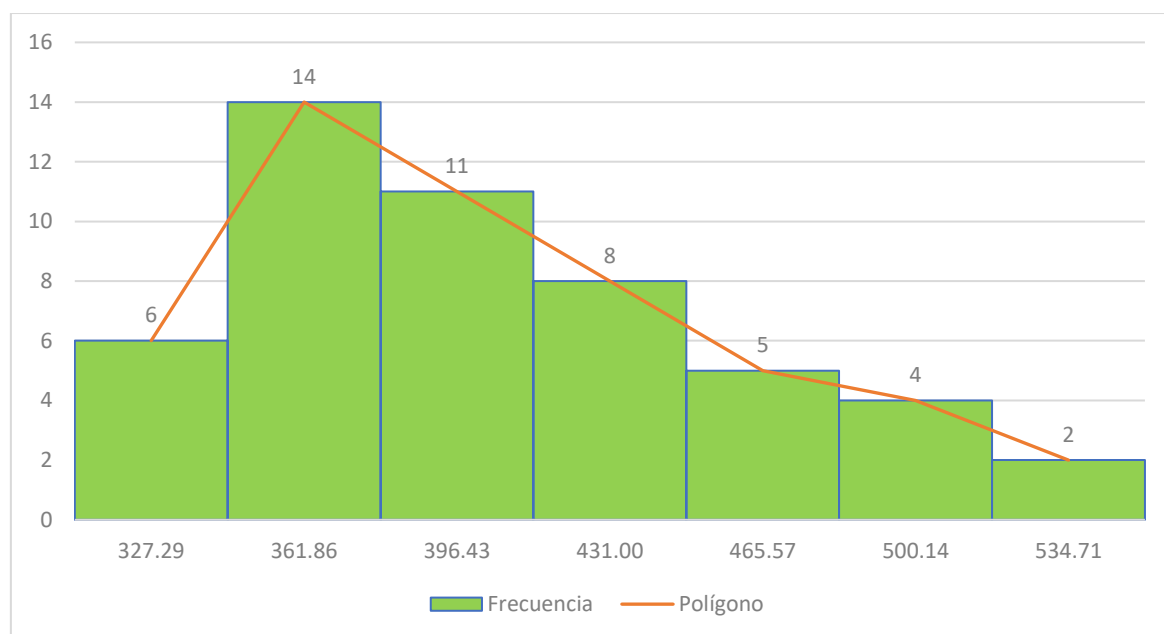


Figura 16. Peso de choclo con brácteas de la variedad coruca-Callejón de Conchucos, Ancash.

4.1.2.6 Peso de choclo sin brácteas (g)

La Tabla 34 presenta la estadística descriptiva del peso de choclo sin brácteas en maíz choclo coruca cultivado en el Callejón de Conchucos, Áncash. El valor promedio registrado fue de 289,640 gramos, lo que representa el peso típico de las mazorcas sin sus brácteas en esta variedad local. Este valor se encuentra en un rango amplio, con pesos mínimos de 207,000 g y máximos de 441,000 g, lo cual evidencia una considerable variabilidad entre los individuos muestreados.

Esta variabilidad queda respaldada por el coeficiente de variación (CV) de 21,23%, considerado moderado, lo que sugiere una cierta heterogeneidad en los tamaños de las mazorcas, aunque sin que se comprometa la representatividad del promedio como medida central.

El análisis de forma de la distribución indica una asimetría positiva (0,747), lo que implica que existen más valores por debajo del promedio, y que algunos valores elevados están sesgando la media hacia la derecha. Esto se complementa con un coeficiente de curtosis de 2,701, cercano al valor de referencia de 3, lo que sugiere que la distribución tiene una forma ligeramente menos apuntada (platicúrtica) que la distribución normal.

Por último, el test de normalidad de Shapiro-Wilk arroja un valor de 0,928, que se encuentra dentro del rango aceptable para asumir que los datos provienen de una población con distribución normal, especialmente al considerar un nivel de significancia del 5%.

Los datos correspondientes al peso del choclo sin brácteas en maíz choclo coruca muestran una distribución ligeramente sesgada a la derecha, con una variabilidad moderada y una distribución que, según el test de normalidad, puede considerarse próxima a la normalidad. Esta información es valiosa para caracterizar la producción del maíz choclo en esta región y para establecer criterios de selección agronómica orientados a mejorar el rendimiento y la uniformidad del cultivo.

Tabla 34

Estadística descriptiva para peso de choclo sin brácteas en maíz choclo coruca en el Callejón de Conchucos-Ancash.

Parámetros	Valor
Promedio	289,640
CV (%)	21,230
Valor mínimo	207,000
Valor máximo	441,000
Coeficiente de asimetría	0,747
Coeficiente de curtosis	2,701
Test de normalidad	0,928

La Tabla 35 y Figura 17 muestran la distribución de frecuencias del peso de choclo sin brácteas en maíz choclo coruca del Callejón de Conchucos, Áncash. En esta tabla se aprecia que la mayor concentración de observaciones se encuentra en el intervalo de [240,43 - 273,86] g, con 17 muestras, que representan el 34% del total. Este valor, además de estar cercano al promedio general observado en la estadística descriptiva (289,640 g), indica que la mayoría de las mazorcas sin brácteas presentan un peso ligeramente inferior al promedio.

Le sigue en frecuencia el intervalo [207,00 - 240,43] g con 10 unidades (20%), y el rango [273,86 - 307,29] g con 7 muestras (14%), lo cual sugiere una concentración mayor en los valores bajos y medios de la distribución. En cambio, conforme se avanza hacia los intervalos superiores, la frecuencia disminuye notablemente. Por ejemplo, en el rango [407,57 - 441,00] g solo se encuentran 3 mazorcas (6%), evidenciando una menor cantidad de choclos de peso elevado.

Este patrón es coherente con el valor positivo del coeficiente de asimetría (0,747) reportado previamente, el cual indica una asimetría a la derecha, es decir, una distribución levemente sesgada hacia valores altos. Asimismo, el coeficiente de curtosis (2,701) sugiere una distribución algo más apuntada que la normal. Sin embargo, el test de normalidad (0,928) indica que los datos no se desvían significativamente de una distribución normal, lo cual permite aplicar análisis estadísticos paramétricos con confianza.

En resumen, la mayor parte de los choclos sin brácteas se concentra en los rangos de peso intermedio, con una ligera tendencia hacia valores superiores, pero manteniendo una distribución aceptablemente normal.

Tabla 35

Distribución de frecuencias de datos para peso de choclo sin brácteas (g).

Peso de choclo sin brácteas (g)		Promedio (g)	Frecuencia	Frecuencia relativa
LI	LS			
[207,00	240,43]	223,71	10	0,20
(240,43	273,86]	257,14	17	0,34
(273,86	307,29]	290,57	7	0,14
(307,29	340,71]	324,00	6	0,12
(340,71	374,14]	357,43	4	0,08
(374,14	407,57]	390,86	3	0,06
(407,57	441,00]	424,29	3	0,06

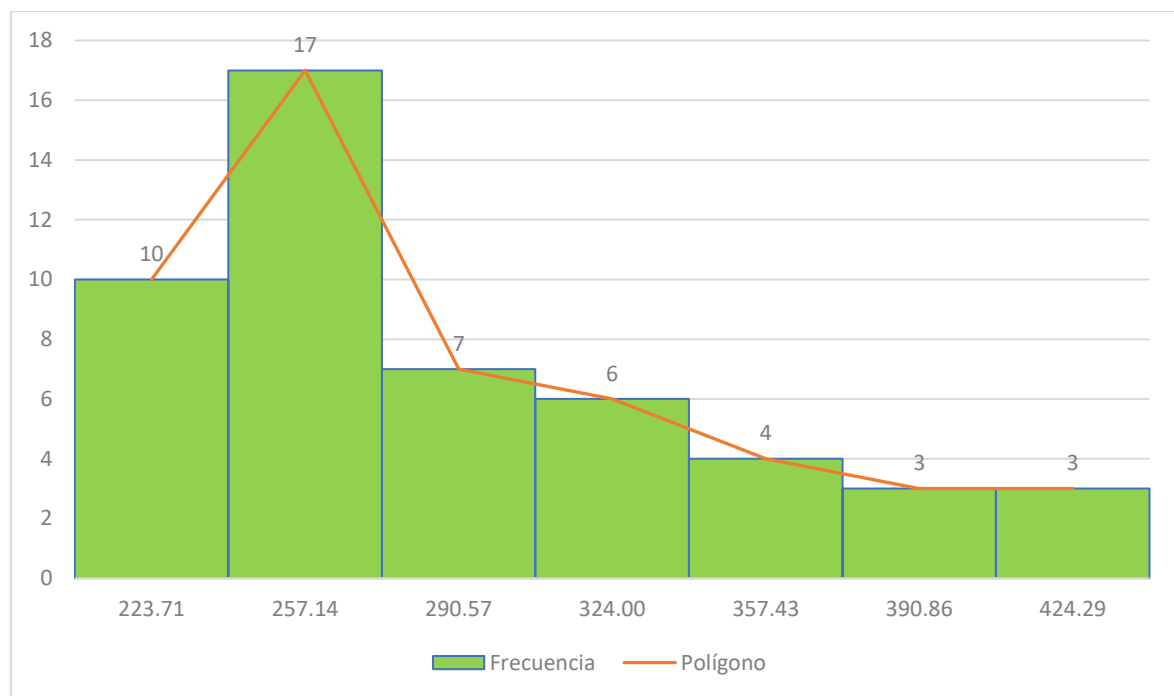


Figura 17. Peso de choclo sin brácteas de la variedad coruca-Callejón de Conchucos, Ancash.

4.1.2.7 Peso de brácteas (g)

La Tabla 36 presenta los resultados de la estadística descriptiva para el peso de brácteas en maíz choclo coruca cultivado en el Callejón de Conchucos, Áncash. El peso promedio registrado fue de 114,740 gramos, lo que indica un valor medio considerable dentro de los rangos observados. El coeficiente de variación (CV), que se sitúa en 9,401%, revela una baja dispersión de los datos respecto al promedio, lo cual sugiere una buena homogeneidad entre las muestras evaluadas.

En relación con los extremos de la distribución, el peso mínimo fue de 93,000 gramos, mientras que el máximo alcanzó los 141,000 gramos, lo que evidencia un rango moderado de variación.

El coeficiente de asimetría de 0,339 sugiere una ligera asimetría positiva, es decir, una mayor concentración de datos hacia valores menores al promedio, con algunos valores superiores que elevan la media. Por otro lado, el coeficiente de curtosis es de 2,563, lo cual indica una distribución levemente platicúrtica, es decir, con colas algo menos pronunciadas que una distribución normal, pero sin alejarse demasiado de esta.

Finalmente, el valor obtenido en el test de normalidad de Shapiro-Wilk fue de 0,978, lo cual indica que los datos no difieren significativamente de una distribución normal al 5% de nivel de significancia. Esto valida el uso de métodos estadísticos paramétricos para el análisis de este carácter.

En resumen, el peso de las brácteas en el maíz choclo coruca muestra una distribución normal, homogénea y ligeramente sesgada a la derecha, lo que representa una estabilidad fenotípica adecuada para este rasgo, aspecto favorable en estudios de selección y mejoramiento genético.

Tabla 36

Estadística descriptiva para peso de brácteas en maíz choclo coruca en el Callejón de Conchucos-Ancash.

Parámetros	Valor
Promedio	114,740
CV (%)	9,401
Valor mínimo	93,000
Valor máximo	141,000
Coeficiente de asimetría	0,339
Coeficiente de curtosis	2,563
Test de normalidad	0,978 ^N

^N La muestra proviene de una población con distribución normal, por la prueba de Shapiro-Wilk, a 5% de probabilidad. Referencias para estimadores de asimetría y curtosis siendo 0 y 3, respectivamente.

La Tabla 37 y Figura 18 muestran la distribución de frecuencias para el peso de brácteas en maíz choclo coruca, expresado en gramos. Se observa que los datos se agrupan en siete intervalos de clase, con una distribución que se aproxima a una forma simétrica, concentrándose la mayor parte de las observaciones en los intervalos centrales.

El mayor número de observaciones se encuentra en los rangos de 106,71 a 113,57 g (frecuencia de 12; frecuencia relativa 0,24) y de 113,57 a 120,43 g (frecuencia de 11; frecuencia relativa 0,22). Estos valores son consistentes con el promedio general observado anteriormente de 114,740 g, lo que sugiere que la mayoría de las brácteas se encuentran cerca del valor medio.

Las clases con menor frecuencia se ubican en los extremos de la distribución. En el intervalo inferior [93,00 – 99,86] g, solo se registraron 2 observaciones (0,04 de frecuencia relativa), mientras que en el intervalo superior [134,14 – 141,00] g se encontró apenas 1 observación (0,02 de frecuencia relativa), indicando que los valores más alejados del centro son poco comunes.

Este comportamiento confirma la ligera asimetría positiva señalada previamente en la Tabla 36, donde la distribución está algo sesgada hacia la derecha, aunque sin ser extrema. La mayoría de las brácteas se concentran alrededor del promedio, mostrando un buen grado de uniformidad en este carácter, lo que es deseable en procesos de selección de variedades.

En resumen, la distribución de frecuencias del peso de brácteas refleja una población mayoritariamente homogénea, con una ligera tendencia hacia pesos mayores, lo cual, sumado a su proximidad a la normalidad, respalda la confiabilidad de los datos para análisis posteriores en programas de mejoramiento genético del maíz choclo coruca.

Tabla 37
Distribución de frecuencias de datos para peso de brácteas (g).

Peso de brácteas (g)		Promedio (g)	Frecuencia	Frecuencia relativa
LI	LS			
[93,00	99,86]	96,43	2	0,04
(99,86	106,71]	103,29	10	0,20
(106,71	113,57]	110,14	12	0,24
(113,57	120,43]	117,00	11	0,22
(120,43	127,29]	123,86	8	0,16
(127,29	134,14]	130,71	6	0,12
(134,14	141,00]	137,57	1	0,02

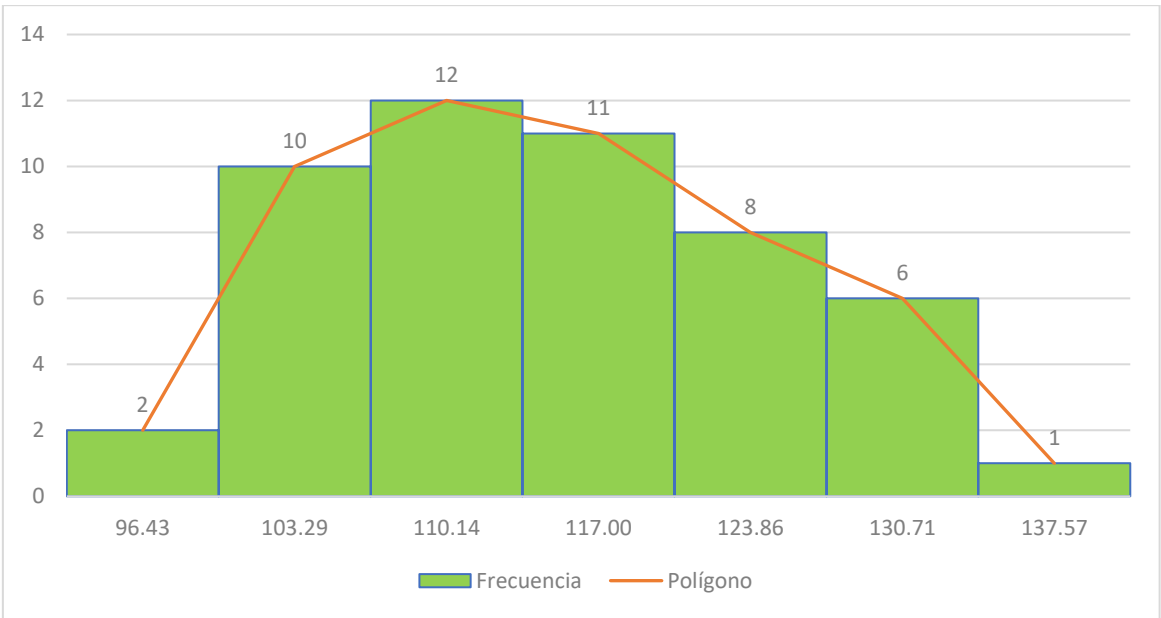


Figura 18. Peso de brácteas de la variedad coruca-Callejón de Conchucos, Ancash.

4.1.2.8 Longitud de mazorca (cm)

La Tabla 38 presenta la estadística descriptiva para la longitud de mazorca en maíz choclo coruca cultivado en el Callejón de Conchucos, en la región de Áncash. El valor promedio de la longitud de mazorca fue de 15,670 cm, con un coeficiente de variación (CV) del 14,190 %, lo que indica una variabilidad moderada dentro de la población evaluada. Esta variación sugiere cierto grado de heterogeneidad en este carácter, aunque sin ser excesiva.

Los valores extremos registrados muestran una longitud mínima de 11,500 cm y una máxima de 21,000 cm, lo que refleja una amplitud de 9,5 cm entre los extremos, suficiente para distinguir diferencias entre genotipos en un programa de mejoramiento.

En cuanto a la distribución de los datos, el coeficiente de asimetría fue de 0,165, lo que indica una ligera asimetría positiva; es decir, una pequeña tendencia de los valores a acumularse hacia el extremo inferior, aunque de forma muy leve. Por su parte, el coeficiente de curtosis fue de 3,106, valor ligeramente superior a 3, lo cual sugiere una distribución levemente leptocúrtica, es decir, con mayor concentración de datos en torno a la media y colas más delgadas.

Finalmente, el test de normalidad de Shapiro-Wilk arrojó un valor de 0,956, indicando que la distribución de los datos no se aparta significativamente de la normalidad (considerando un nivel de significancia del 5 %). Esto respalda la validez del uso de métodos estadísticos paramétricos en análisis posteriores.

En resumen, la longitud de la mazorca en el maíz choclo coruca presenta un comportamiento cercano a la normalidad, con una distribución ligeramente asimétrica y una concentración moderada en torno a la media, lo que representa una base confiable para trabajos de selección y mejoramiento genético de este cultivo.

Tabla 38

Estadística descriptiva para longitud de mazorca en maíz choclo coruca en el Callejón de Conchucos-Ancash.

Parámetros	Valor
Promedio	15,670
CV (%)	14,190
Valor mínimo	11,500
Valor máximo	21,000
Coeficiente de asimetría	0,165
Coeficiente de curtosis	3,106
Test de normalidad	0,956 ^N

^N La muestra proviene de una población con distribución normal, por la prueba de Shapiro-Wilk, a 5% de probabilidad. Referencias para estimadores de asimetría y curtosis siendo 0 y 3, respectivamente.

La Tabla 39 y Figura 19 muestran la distribución de frecuencias para la longitud de mazorca en maíz choclo coruca, agrupada en intervalos de clase que permiten observar la dispersión y concentración de los datos. Los resultados indican que la mayor proporción de mazorcas se encuentra en el intervalo de 14,21 a 15,57 cm, con una frecuencia de 15 individuos, lo que representa una frecuencia relativa del 30 %, seguido del intervalo 15,57 a 16,93 cm, con 11 observaciones (22 %). Esto sugiere que la mayor parte de las mazorcas evaluadas se concentraron en una longitud entre 14 y 17 cm, muy próximas al valor promedio general registrado previamente (15,670 cm).

Asimismo, los extremos de la distribución muestran menor frecuencia. El intervalo más bajo (11,50 a 12,86 cm) contiene 5 mazorcas (10 %), mientras que los valores más altos, entre 19,64 y 21,00 cm, solo incluyen 3 mazorcas (6 %), confirmando así una distribución ligeramente asimétrica positiva, como ya lo indicaba el coeficiente de asimetría (0,165) de la tabla anterior.

La forma de la distribución muestra una tendencia concentrada en torno al centro, con una caída progresiva hacia los extremos, lo cual es característico de una distribución casi normal. Esta información es valiosa para la caracterización de este material genético, ya que permite identificar el rango más común de longitudes, así como la variabilidad presente en la población, lo que puede orientar futuros trabajos de selección o mejoramiento.

Tabla 39

Distribución de frecuencias de datos para longitud de mazorca (cm).

Longitud de mazorca (cm)		Promedio (cm)	Frecuencia	Frecuencia relativa
LI	LS			
[11,50	12,86]	12,18	5	0,10
(12,86	14,21]	13,54	7	0,14
(14,21	15,57]	14,89	15	0,30
(15,57	16,93]	16,25	11	0,22
(16,93	18,29]	17,61	7	0,14
(18,29	19,64]	18,96	2	0,04
(19,64	21,00]	20,32	3	0,06

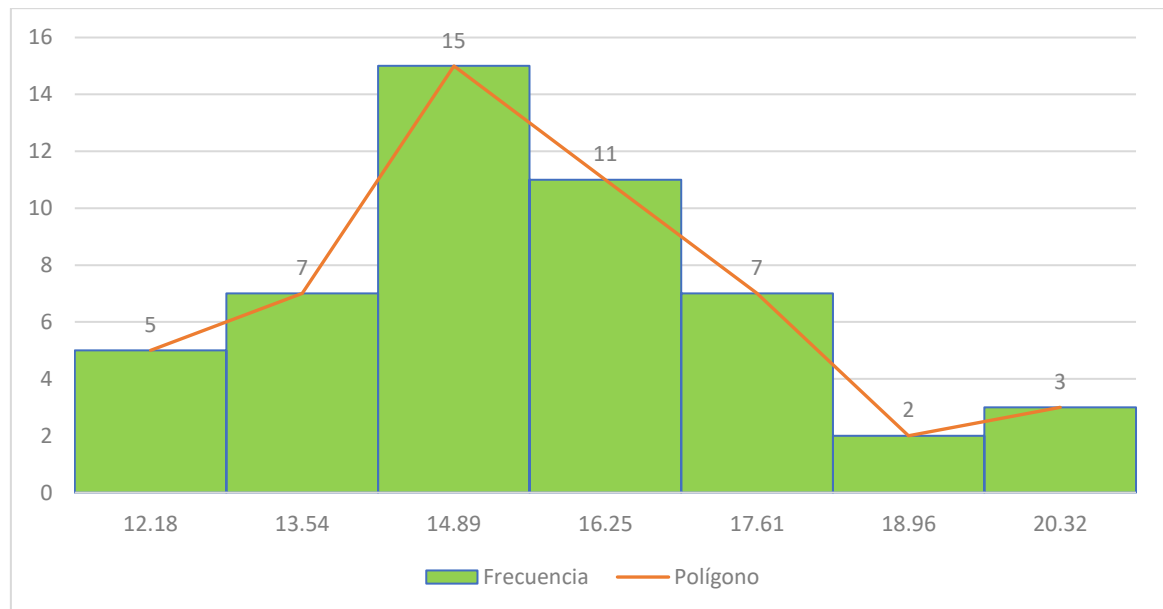


Figura 19. Longitud de mazorca del choclo de la variedad coruca-Callejón de Conchucos, Ancash.

4.1.2.9 Diámetro de mazorca (mm)

La Tabla 40 presenta los resultados de la estadística descriptiva para el diámetro de mazorca en plantas de maíz choclo coruca en el Callejón de Conchucos, Áncash. El valor promedio del diámetro fue de 59,960 mm, mientras que el coeficiente de variación (CV) se situó en 6,440 %, lo que indica una baja dispersión de los datos respecto a la media, reflejando así una homogeneidad considerable en esta característica morfológica.

El valor mínimo registrado fue de 54 mm y el máximo alcanzó los 69 mm, mostrando un rango moderado de variabilidad dentro de la población evaluada. El coeficiente de asimetría fue de 0,557, lo que sugiere una ligera asimetría positiva, es decir, una leve tendencia de los datos hacia valores superiores al promedio. Por otro lado, el coeficiente de curtosis fue de 2,604, lo que se acerca al valor de una distribución normal (valor de referencia = 3), indicando una distribución de forma moderadamente mesocúrtica, con una concentración de datos en torno a la media.

El resultado del test de normalidad de Shapiro-Wilk fue de 0,951, lo que, al estar por encima del umbral crítico al 5 % de significancia, indica que los datos provienen de una población con distribución normal. En conjunto, estos resultados reflejan que la población de maíz choclo coruca evaluada presenta un diámetro de mazorca bastante uniforme y con una distribución adecuada para el análisis estadístico paramétrico, siendo un indicador favorable para trabajos de caracterización y selección genética.

Tabla 40

Estadística descriptiva para diámetro de mazorca en maíz choclo coruca en el Callejón de Conchucos-Ancash.

Parámetros	Valor
Promedio	59,960
CV (%)	6,440
Valor mínimo	54,000
Valor máximo	69,000
Coeficiente de asimetría	0,557
Coeficiente de curtosis	2,604
Test de normalidad	0,951

^N La muestra proviene de una población con distribución normal, por la prueba de Shapiro-Wilk, a 5% de probabilidad. Referencias para estimadores de asimetría y curtosis siendo 0 y 3, respectivamente.

La Tabla 41 y Figura 20 muestran la distribución de frecuencias para el diámetro de mazorca en maíz choclo coruca, expresado en milímetros. Se observa que el rango de valores está comprendido entre 54,00 mm y 69,00 mm, con una mayor concentración de datos en los intervalos centrales.

El intervalo [56,14 – 58,29) contiene la mayor frecuencia con 13 observaciones, lo que representa una frecuencia relativa de 0,26. Le siguen los intervalos [58,29 – 60,43) con 10 observaciones (0,20) y [54,00 – 56,14) con 8 observaciones (0,16), lo que indica que la mayoría de los valores de diámetro de mazorca se encuentran entre 54 y 60,43 mm. Esto confirma la existencia de una concentración significativa de datos en torno a la media, reflejando homogeneidad en esta característica del cultivo.

En contraste, los extremos de la distribución, representados por los intervalos [64,71 – 66,86) y [66,86 – 69,00], contienen solo 4 observaciones cada uno, con una frecuencia relativa de 0,08, mostrando que hay menos individuos con mazorcas de diámetros muy grandes.

En resumen, los datos reflejan una distribución levemente sesgada hacia valores superiores, pero en general, predominan los valores medios, lo cual es coherente con la estadística descriptiva previamente analizada (ver Tabla 40). Esto es favorable desde el punto de vista agronómico, ya que evidencia una tendencia central clara y una variabilidad moderada en el diámetro de mazorca dentro de la población estudiada.

Tabla 41

Distribución de frecuencias de datos para diámetro de mazorca (mm).

Diámetro de mazorca (cm)		Promedio (cm)	Frecuencia	Frecuencia relativa
LI	LS			
[54,00	56,14]	55,07	8	0,16
(56,14	58,29]	57,21	13	0,26
(58,29	60,43]	59,36	10	0,20
(60,43	62,57]	61,50	6	0,12
(62,57	64,71]	63,64	5	0,10
(64,71	66,86]	65,79	4	0,08
(66,86	69,00]	67,93	4	0,08

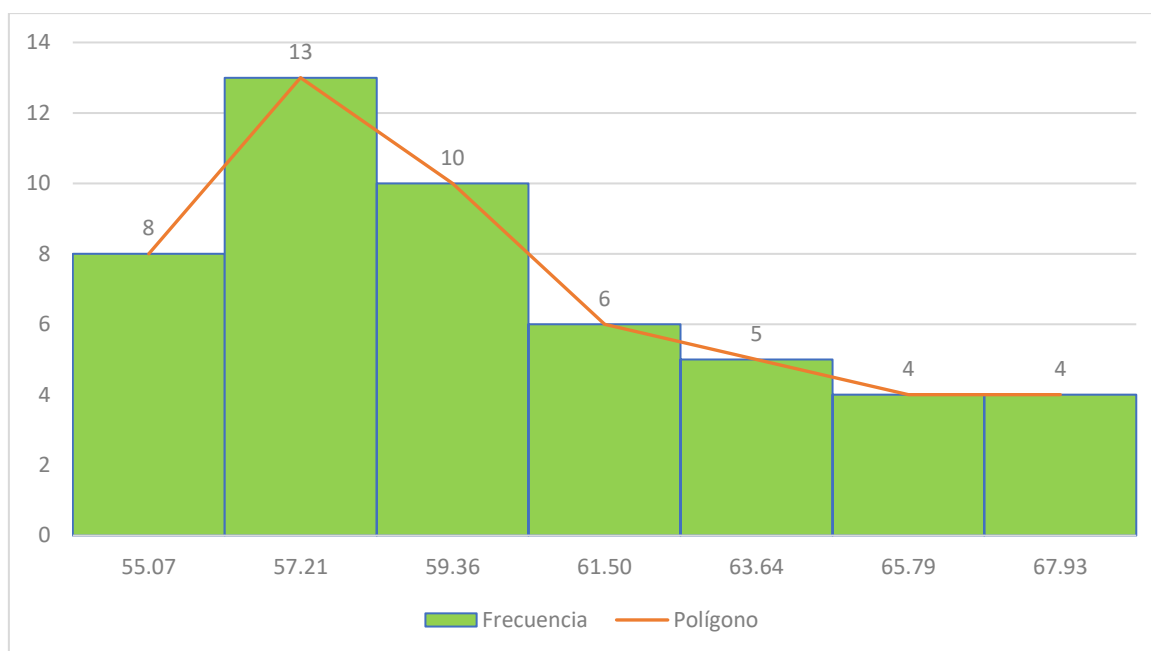


Figura 20. Diámetro de mazorca del choclo de la variedad coruca-Callejón de Conchucos, Ancash.

4.1.2.10 Granos por hilera

La Tabla 42 presenta los resultados de la estadística descriptiva para el número de granos por hilera en mazorcas de maíz choclo coruca cultivado en el Callejón de Conchucos, Áncash. El análisis indica que el número promedio de granos por hilera fue de 32,44, con un coeficiente de variación (CV) de 16,289 %, lo cual refleja una variabilidad moderada entre las muestras evaluadas.

El valor mínimo registrado fue de 21 granos por hilera y el máximo alcanzó los 42 granos, mostrando un rango de dispersión de 21 unidades, lo que sugiere cierta heterogeneidad en la conformación de las mazorcas. En cuanto a la simetría, el coeficiente de asimetría fue 0,051, lo que indica una distribución ligeramente simétrica y cercana a la normalidad. Por su parte, el coeficiente de curtosis fue de 2,359, valor también próximo al de una distribución normal (que es 3), lo cual indica una concentración de valores moderada alrededor de la media, sin presencia de colas excesivamente pesadas o delgadas.

Finalmente, el test de normalidad de Shapiro-Wilk arrojó un valor de 0,961 con significancia estadística al 5 %, confirmando que la distribución de los datos puede considerarse normal, lo cual es importante para aplicar técnicas estadísticas paramétricas en futuros análisis. En

conjunto, los resultados reflejan un comportamiento estable y homogéneo del número de granos por hilera dentro de la población evaluada.

Tabla 42

Estadística descriptiva para granos por hilera en maíz choclo coruca en el Callejón de Conchucos-Ancash.

Parámetros	Valor
Promedio	32,440
CV (%)	16,289
Valor mínimo	21,000
Valor máximo	42,000
Coefficiente de asimetría	0,051
Coefficiente de curtosis	2,359
Test de normalidad	0,961 ^N

^N La muestra proviene de una población con distribución normal, por la prueba de Shapiro-Wilk, a 5% de probabilidad. Referencias para estimadores de asimetría y curtosis siendo 0 y 3, respectivamente.

La Tabla 43 y Figura 21 muestran la distribución de frecuencias del número de granos por hilera en mazorcas de maíz choclo coruca en el Callejón de Conchucos, Áncash. Se observa que los valores se agrupan en siete intervalos, con promedios que oscilan entre 22,50 y 40,50 unidades. La clase con mayor frecuencia fue el intervalo de 27,00 a 30,00 granos, con 14 observaciones, representando el 28 % del total. Le sigue el intervalo de 30,00 a 33,00, con 11 observaciones y una frecuencia relativa de 0,22.

Las clases iniciales, de 21,00 a 24,00 y de 24,00 a 27,00, registraron frecuencias bajas, con 2 y 5 observaciones respectivamente, sumando solo el 14 % de la muestra. En el extremo superior, los intervalos de 36,00 a 39,00 y 39,00 a 42,00 alcanzaron frecuencias de 7 y 5, lo que representa en conjunto un 24 % del total.

Esta distribución sugiere que la mayoría de las mazorcas presentan entre 27 y 33 granos por hilera, concentrando en ese rango más del 50 % de las observaciones, lo que coincide con el promedio general reportado en la tabla anterior. La forma de la distribución es relativamente simétrica, sin indicios marcados de sesgo, lo que refuerza la normalidad de los datos y respalda la consistencia en la producción de granos por hilera en esta variedad de maíz choclo.

Tabla 43

Distribución de frecuencias de datos para granos por hilera.

Granos por hilera		Promedio (unid)	Frecuencia	Frecuencia relativa
LI	LS			
[21,00	24,00]	22,50	2	0,04
(24,00	27,00]	25,50	5	0,10
(27,00	30,00]	28,50	14	0,28
(30,00	33,00]	31,50	11	0,22
(33,00	36,00]	34,50	6	0,12
(36,00	39,00]	37,50	7	0,14
(39,00	42,00]	40,50	5	0,10

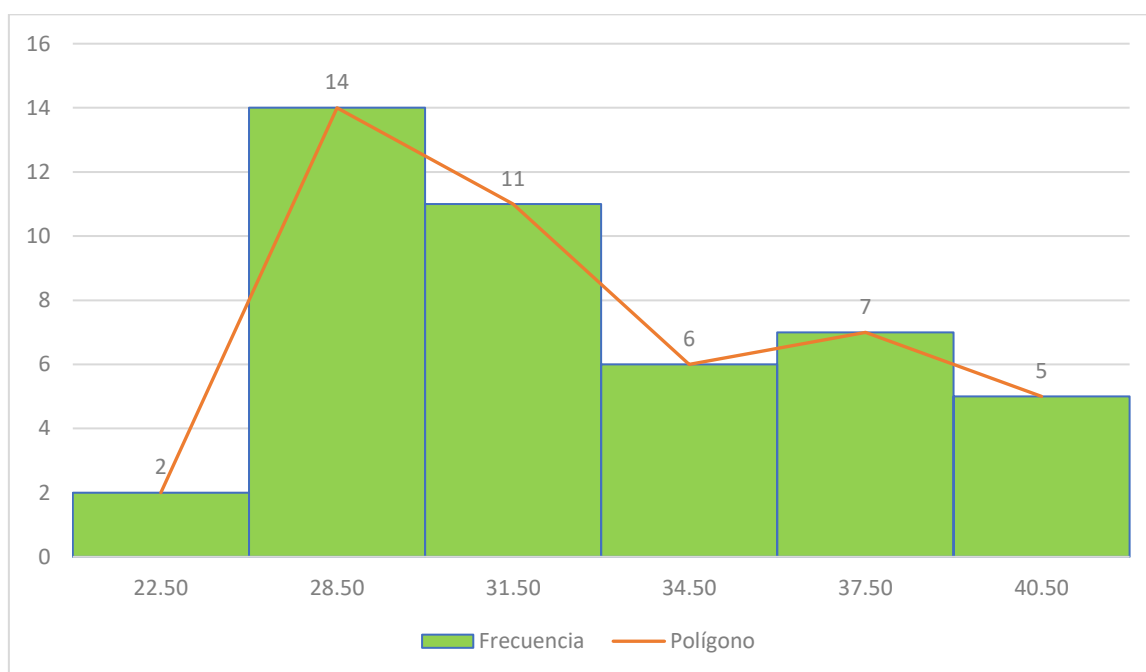


Figura 21. Número de granos por hilera en el choclo de la variedad coruca-Callejón de Conchucos, Ancash.

4.1.2.11 Rendimiento (kg ha⁻¹)

La Tabla 44 presenta los resultados de la estadística descriptiva para el rendimiento del maíz choclo variedad coruja cultivado en el Callejón de Conchucos, en Áncash. A partir de los datos, se puede establecer una caracterización clara del comportamiento productivo de esta variedad en dicha zona.

Tabla 44

Estadística descriptiva para rendimiento (kg ha⁻¹) de maíz choclo coruja en el Callejón de Conchucos-Ancash.

Parámetros	Valor
Promedio	23576,896
CV (%)	16,919
Valor mínimo	14760,000
Valor máximo	33120,000
Coeficiente de asimetría	0,367
Coeficiente de curtosis	3,007
Test de normalidad	0,969N

^N La muestra proviene de una población con distribución normal, por la prueba de Shapiro-Wilk, a 5% de probabilidad. Referencias para estimadores de asimetría y curtosis siendo 0 y 3, respectivamente.

El rendimiento promedio alcanzado fue de 23 576,896 kg ha⁻¹, valor que refleja un alto desempeño productivo, superando notablemente al rendimiento medio reportado para el choclo Blanco Urubamba (19 576,550 kg ha⁻¹, ver Tabla 22). Este resultado indica que, bajo las condiciones agroclimáticas y de manejo aplicadas, la variedad coruja posee un mejor potencial de rendimiento en la región evaluada.

El coeficiente de variación (CV) fue de 16,919%, lo cual sugiere una moderada dispersión de los datos respecto al promedio, y una buena homogeneidad en el rendimiento entre las unidades de producción evaluadas. Un CV por debajo del 20% es considerado generalmente aceptable en estudios agronómicos, ya que indica confiabilidad en los resultados.

Los valores extremos de rendimiento oscilaron entre un mínimo de 14 760 kg ha⁻¹ y un máximo de 33 120 kg ha⁻¹, lo cual revela una amplitud significativa en la respuesta productiva, posiblemente influenciada por factores como la fertilidad del suelo, el manejo agronómico, la disponibilidad hídrica y el control de plagas y enfermedades.

El coeficiente de asimetría (0,367) muestra una ligera asimetría positiva, lo que indica que existe una mayor frecuencia de valores por debajo del promedio, con algunos datos que se alejan hacia valores más altos. Esta leve inclinación hacia la derecha sugiere que aunque la mayoría de los rendimientos son cercanos a la media, algunos agricultores lograron obtener producciones notablemente superiores.

En cuanto al coeficiente de curtosis (3,007), este valor se encuentra muy próximo a 3, lo que es indicativo de una distribución mesocúrtica, es decir, una forma de distribución similar a la normal en términos de concentración de los datos alrededor de la media. Esto se confirma con el test de normalidad de Shapiro-Wilk, cuyo valor fue de 0,969 y que, al ser mayor al umbral crítico (0,950) y con una probabilidad del 5%, sugiere que los datos provienen de una población con distribución normal, cumpliendo los supuestos para análisis estadísticos paramétricos.

En conjunto, estos resultados muestran que el maíz choclo coruja presenta una mayor productividad y buen comportamiento estadístico, siendo una opción prometedora para los agricultores del Callejón de Conchucos, siempre que se mantengan las condiciones adecuadas de manejo.

La Tabla 45 y Figura 22, correspondiente a la distribución de frecuencias del rendimiento del maíz choclo variedad coruja en el Callejón de Conchucos, permite observar una clara dispersión en los niveles de producción obtenidos por hectárea. El rendimiento se agrupa en siete clases, con intervalos que van desde 14 760 hasta 33 120 kg ha⁻¹, lo que revela un amplio rango de productividad entre las unidades de observación.

El intervalo de mayor frecuencia se ubica entre 20 005,71 y 22 628,57 kg ha⁻¹, con 18 observaciones, lo que representa una frecuencia relativa de 0,31. Esto indica que aproximadamente un 31 % de las parcelas evaluadas alcanzaron un rendimiento dentro de este rango, lo que lo posiciona como el grupo más representativo de la población.

Le sigue en frecuencia el intervalo entre 22 628,57 y 25 251,43 kg ha⁻¹, con 12 observaciones y una frecuencia relativa de 0,21, y el intervalo de 25 251,43 a 27 874,29 kg ha⁻¹, con 13 casos (22 %). Estos tres rangos concentran el grueso de los datos (74 % en conjunto), lo que sugiere que el cultivo de choclo coruja mostró una tendencia productiva media-alta en el área de estudio.

Por otro lado, los extremos inferiores (14 760 a 17 382,86 kg ha⁻¹) y superiores (30 497,14 a 33 120 kg ha⁻¹) presentaron baja frecuencia, con 3 y 4 observaciones respectivamente, lo que representa apenas el 5 % y 7 % del total. Estos valores indican que tanto los rendimientos muy bajos como los muy altos fueron poco comunes.

En resumen, la distribución del rendimiento muestra una tendencia concentrada en el rango medio-alto de producción, reflejando un comportamiento productivo favorable de la variedad coruja en las condiciones agroecológicas del Callejón de Conchucos. La amplitud de los intervalos y la forma de distribución también sugieren cierta heterogeneidad en el manejo agronómico o en las condiciones edafoclimáticas de las parcelas evaluadas.

Tabla 45
Distribución de frecuencias de datos para rendimiento (kg ha⁻¹).

Rendimiento (kg ha ⁻¹)		Promedio	Frecuencia	Frecuencia relativa
LI	LS			
[14760,00	17382,86]	16071,43	3	0,05
(17382,86	20005,71]	18694,29	6	0,10
(20005,71	22628,57]	21317,14	18	0,31
(22628,57	25251,43]	23940,00	12	0,21
(25251,43	27874,29]	26562,86	13	0,22
(27874,29	30497,14]	29185,71	2	0,03
(30497,14	33120,00]	31808,57	4	0,07

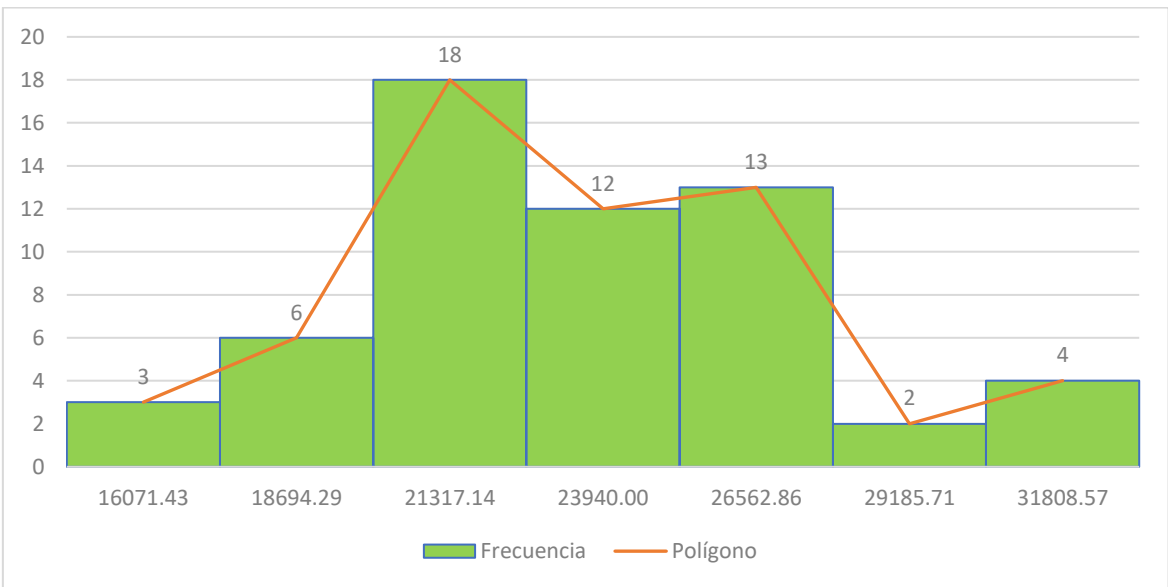


Figura 22. Rendimiento (kg ha⁻¹) en el choclo de la variedad coruja-Callejón de Conchucos, Ancash.

4.2 Balance energético

4.2.1 Choclo Blanco Urubamba

La Tabla 46 presenta el balance energético del cultivo de choclo Blanco Urubamba, lo cual permite evaluar la eficiencia del sistema agrícola en términos de la relación entre la energía que se invierte (entrada) y la energía que se obtiene en forma de producto cosechado (salida). Esta evaluación es clave para medir la sostenibilidad energética de una actividad agrícola.

Tabla 46

Balance energético del choclo Blanco Urubamba

Componentes del sistema	Unidad de medida	Cantidad	Kcal unidad ⁻¹	Kcal ha ⁻¹
Semillas	kg	30	7703	231090
Fertilizantes				3227400
Nitrógeno	kg	180	14930	2687400
Fósforo	kg	100	3000	300000
Potasio	kg	150	1600	240000
Compuesto orgánico				90000
Gallinaza	kg	3000	30	90000
Agroquímicos				331428
Insecticida	L	3	60393	181179
Fungicida	L	3	50083	150249
Trabajo maquinaria	horas	12,5	49944	624300
Mano de Obra	horas	608	250	152000
Entrada de energía				4656218
Salida de energía				
Rendimiento	kg	19576	446	8731141
Balance energético				1,875

Entradas de energía

El total de energía invertida en el sistema agrícola asciende a 4 656 218 kcal ha⁻¹. Estas entradas provienen de:

- **Fertilizantes (69,2%):** Son el componente con mayor aporte energético al sistema, especialmente el nitrógeno, que representa 2 687 400 kcal ha⁻¹, seguido del fósforo y potasio.
- **Trabajo de maquinaria (13,4%):** Aporta 624 300 kcal ha⁻¹, lo que también representa un consumo energético considerable, sobre todo en labores de preparación del terreno y manejo del cultivo.
- **Agroquímicos (7,1%):** Insecticidas y fungicidas suman en conjunto 331 428 kcal ha⁻¹, un aporte no despreciable debido a su alta demanda energética por litro.
- **Semillas (5%):** Representan una inversión de 231 090 kcal ha⁻¹, necesarias para establecer el cultivo.
- **Mano de obra (3,3%):** Involucra 152 000 kcal ha⁻¹, lo cual se refiere a la energía asociada al trabajo humano.
- **Compost o gallinaza (1,9%):** Su contribución es de 90 000 kcal ha⁻¹, lo cual muestra una inversión energética moderada, aunque puede tener otros beneficios como mejorar la fertilidad del suelo.

Salida de energía

La producción o rendimiento del choclo Blanco Urubamba alcanza los 19 576 kg ha⁻¹, lo cual representa una salida energética de 8 731 141 kcal ha⁻¹. Este valor considera el contenido energético del producto cosechado (choclo), en este caso 446 kcal por kg.

Balance energético

El balance energético, calculado como:

$$\text{Balance energético} = \frac{\text{Salida de energía}}{\text{Entrada de energía}} = \frac{8731141}{4656218} = 1,875$$

Este resultado indica que, por cada unidad de energía invertida en el sistema, se obtiene 1,875 unidades de energía en forma de producto cosechado.

4.2.2 Choclo coruca

La Tabla 47 presenta el balance energético del cultivo de maíz choclo coruja, expresado en kilocalorías por hectárea (kcal ha^{-1}). Este tipo de análisis permite evaluar la eficiencia energética de un sistema agrícola, comparando la energía que entra al sistema (insumos) con la energía que se obtiene del rendimiento (producción). A continuación, se presenta una interpretación detallada:

Tabla 47
Balance energético del choclo coruca

Componentes del sistema	Unidad de medida	Cantidad	Kcal unidad ⁻¹	Kcal ha ⁻¹
Semillas	kg	30	7703	231090
Fertilizantes				3227400
Nitrógeno	kg	180	14930	2687400
Fósforo	kg	100	3000	300000
Potasio	kg	150	1600	240000
Compuesto orgánico				90000
Gallinaza	kg	3000	30	90000
Agroquímicos				331428
Insecticida	L	3	60393	181179
Fungicida	L	3	50083	150249
Trabajo maquinaria	horas	12,5	49944	624300
Mano de Obra	horas	688	250	172000
Entrada de energía				4676218

Salida de energía

Rendimiento	kg	23576	446	10514896
-------------	----	-------	-----	-----------------

Balance energético				2,249
---------------------------	--	--	--	--------------

Entrada de energía

La energía total invertida en el sistema productivo fue de 4 676 218 kcal ha^{-1} , distribuida entre distintos componentes:

- **Fertilizantes:** Constituyen la mayor fuente de entrada energética (3 227 400 kcal ha^{-1} , el 69% del total), siendo el nitrógeno el insumo más demandante con 2 687 400 kcal ha^{-1} .

- **Trabajo de maquinaria:** Representa una entrada importante con 624 300 kcal ha⁻¹ (13,3% del total), lo que refleja el uso significativo de mecanización en el cultivo.
- **Agroquímicos:** Aportan 331 428 kcal ha⁻¹ (7,1%), especialmente por el uso de insecticidas (181 179 kcal ha⁻¹).
- **Semillas:** Contribuyen con 231 090 kcal ha⁻¹.
- **Mano de obra:** Requiere 172 000 kcal ha⁻¹, siendo un indicador de moderada demanda de trabajo humano.
- **Compost orgánico (gallinaza):** Aporta 90 000 kcal ha⁻¹, representando una alternativa sostenible que complementa los fertilizantes químicos.

Salida de energía

El rendimiento fue de 23 576 kg ha⁻¹, y considerando un valor energético de 446 kcal kg⁻¹, la energía de salida asciende a 10 514 896 kcal ha⁻¹.

Balance energético

El balance energético se obtiene dividiendo la salida entre la entrada de energía:

$$\text{Balance energético} = \frac{\text{Salida de energía}}{\text{Entrada de energía}} = \frac{10514896}{4676218} = 2,249$$

Este resultado indica que, por cada unidad de energía invertida, se obtienen aproximadamente 2,249 unidades de energía en forma de producto cosechado. Este valor refleja una eficiencia energética favorable.

CAPITULO V. DISCUSIONES

Altura de planta y altura de inserción de mazorca

La altura de planta es un indicador importante de vigor vegetativo. En los proporcionados, el choclo Blanco Urubamba mostró una mayor altura de planta en comparación con el choclo coruja, lo cual puede atribuirse a su mejor adaptación a las condiciones edafoclimáticas del Callejón de Conchucos. Los valores para el Blanco Urubamba se encuentran dentro de los rangos reportado por Quevedo (2013) que varía entre 140 y 240 cm; y de Cárdenas (2022), que encontró valores entre 202,37 y 238,57 cm.

En cuanto a la altura de inserción de la mazorca, el choclo Blanco Urubamba también presentó un valor superior, lo que puede facilitar las labores de cosecha manual, pero también podría implicar una mayor susceptibilidad al vuelco bajo condiciones de viento fuerte, dependiendo de la robustez del tallo. De igual forma, los valores para el Blanco Urubamba se encuentran dentro del rango reportado por Quevedo (2013) que varía entre 50 y 130 cm.

Los datos indican que una de las variedades presenta mayor altura de planta y altura de inserción de mazorca. Esta característica puede relacionarse con adaptaciones genéticas propias de maíces de altura, como los cultivados en regiones andinas. Souza et al. (2008) encontraron diferencias significativas en altura de planta y altura de mazorca entre progenies de maíz blanco nativo cultivado en distintos ambientes, lo cual evidencia una interacción genotipo $\times$ ambiente relevante en estas características. La altura elevada de inserción de la mazorca, sin embargo, puede generar inestabilidad en condiciones de viento o lluvias intensas.

Longitud y diámetro de mazorca

El choclo coruja presentó mayor longitud de mazorca (promedio de 15,67 cm frente a 15,29 cm en el Blanco Urubamba), lo cual es deseable desde el punto de vista comercial, ya que implica una mejor presentación del producto en el mercado. Además, también se observó mayor diámetro de mazorca en el coruja (59,96 mm vs. 57,80 mm aprox. en el Blanco Urubamba), lo que indica una mazorca más robusta y, posiblemente, con mayor número de granos por hilera. Los valores observados para el Blanco Urubamba, en cuanto a longitud, se encuentran dentro del rango reportado por Quevedo (2013) que varían entre 12 y 22 cm.

En lo que respecta al diámetro, los valores encontrados fueron menores a lo reportado por el mismo autor que menciona valores entre 58 y 70 mm.

La longitud y diámetro de mazorca son variables importantes en la productividad. Algunas razas andinas tienden a presentar mayores valores como estrategia de supervivencia en ambientes marginales. Toledo et al. (2015), en un estudio con la raza Zapalote chico en Oaxaca, también reportaron variabilidad significativa en longitud de mazorca y diámetro de mazorca, relacionada tanto al material genético como al ambiente de cultivo.

Peso de mazorca y rendimiento

En cuanto al peso de mazorca con y sin brácteas, los datos mostraron que el choclo coruja presentó rendimientos ligeramente mayores. Este comportamiento también se reflejó en los valores de rendimiento total, con un promedio de 23 576 kg ha⁻¹ para el coruja, frente a 19 576 kg ha⁻¹ en el Blanco Urubamba. Esta diferencia significativa en el rendimiento se traduce también en un balance energético superior para el choclo coruja (2,249 frente a 1,875).

Estas variables son determinantes para evaluar el éxito de una variedad en términos de productividad. Estudios como el de Araujo et al. (2013) han demostrado que las variedades criollas de maíz pueden mejorar significativamente su rendimiento bajo sistemas de manejo tecnológico intermedio o alto, especialmente si se acompaña con fertilización adecuada. Sin embargo, su rendimiento muchas veces se ve limitado en comparación con híbridos modernos.

En resumen, los resultados agronómicos obtenidos permiten evidenciar diferencias significativas entre las variedades de choclo evaluadas, las cuales pueden atribuirse tanto al componente genético como al ambiente de cultivo. Estas diferencias son consistentes con lo reportado en la literatura sobre razas andinas y tropicales de maíz, resaltando la importancia de evaluar el desempeño agronómico en condiciones locales específicas. Las variedades nativas pueden ser una base genética importante para programas de mejoramiento, siempre y cuando se combine con prácticas agronómicas adecuadas que maximicen su expresión fenotípica.

Balance energético

El balance energético es una métrica clave que refleja la eficiencia del sistema agrícola. El choclo coruja, al generar un rendimiento mayor con prácticamente la misma cantidad de insumos energéticos, logró una mayor eficiencia energética. Esto implica que, por cada unidad de energía invertida, se obtuvo más energía en forma de producto cosechado. Esta eficiencia tiene implicancias importantes en la sostenibilidad y rentabilidad del sistema agrícola. Según Sami et al. (2014), en cultivos de maíz el total de energía requerida puede alcanzar los $92,560 \text{ MJ}\cdot\text{ha}^{-1}$, generando emisiones de $20,191 \text{ kg CO}_2\text{-eq}\cdot\text{ha}^{-1}$. En este estudio, el uso de electricidad, fertilizantes y combustible representó el 55.5%, 22.6% y 6.4% de la energía total invertida, respectivamente. Este tipo de análisis permite identificar los insumos que más contribuyen al gasto energético y a las emisiones de gases de efecto invernadero.

CAPITULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

- a) **Diferencias morfo-agronómicas claras entre variedades:** Las dos variedades de maíz choclo evaluadas (choclo Blanco Urubamba y choclo coruja) mostraron diferencias en características como altura de planta, altura de inserción de mazorca, longitud y diámetro de mazorca, peso de mazorca con y sin brácteas y rendimiento. Estas diferencias evidencian el potencial genético diferencial que puede aprovecharse para fines de mejoramiento o selección local.
- b) **El balance energético evidencia eficiencia moderada del sistema:** Se identificó que los sistemas productivos tradicionales presentan un balance energético positivo, pero bajo en comparación con sistemas agroecológicos más optimizados. La mayor parte del consumo energético proviene del uso de fertilizantes y uso de maquinaria.
- c) **Importancia del enfoque sostenible en sistemas altoandinos:** La sostenibilidad del cultivo de choclo depende tanto del rendimiento agronómico como de la eficiencia energética. La valorización de residuos agrícolas y el uso de prácticas de bajo impacto ambiental pueden mejorar el balance energético y la resiliencia del sistema.

6.2 Recomendaciones

- a) La elección entre estas dos variedades dependerá de los objetivos del productor: si se prioriza el rendimiento y la eficiencia energética, el coruja sería la opción más adecuada; si se busca rusticidad y adaptación, el Blanco Urubamba podría seguir siendo una alternativa válida.
- b) Los resultados indican que, si bien ambas variedades presentan un buen comportamiento agronómico en la zona del Callejón de Conchucos; el choclo coruja destaca por su mayor rendimiento, mayor tamaño de mazorca y mejor eficiencia energética. Sin embargo, el choclo Blanco Urubamba podría tener ventajas agronómicas como mayor altura de planta y posiblemente mejor adaptación a ciertas condiciones locales.
- c) **Fomentar la conservación y evaluación de germoplasma local:** Se recomienda continuar evaluando variedades nativas en diferentes pisos ecológicos, no solo para identificar las más productivas, sino también para conservar la diversidad genética del maíz andino.

- d) **Implementar prácticas de manejo sostenible:** La inclusión de abonos orgánicos, labranza reducida, manejo integrado de plagas y el uso eficiente del agua pueden mejorar la eficiencia energética del sistema y reducir el impacto ambiental.
- e) **Aprovechar subproductos del maíz:** Se sugiere el uso de rastrojo y hojas de maíz como fuente de biomasa o compost, lo cual permite cerrar ciclos energéticos dentro del mismo sistema productivo.
- f) **Transferencia tecnológica y capacitación:** Se debe fortalecer la capacitación de productores sobre manejo agronómico eficiente, análisis de suelos, rotación de cultivos y evaluación de costos energéticos, para una agricultura más rentable y sostenible.
- g) **Desarrollar estudios económicos y energéticos integrados:** Es importante continuar con investigaciones que no solo evalúen el rendimiento físico, sino también el costo energético y económico, para una mejor toma de decisiones por parte de los productores y las instituciones.

CAPITULO V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abbas, A., Zhao, C., Waseem, M., Ahmed Khan, K., & Ahmad, R. (2022). Analysis of Energy Input–Output of Farms and Assessment of Greenhouse Gas Emissions: A Case Study of Cotton Growers. *Front. Environ. Sci.* 9, 826838. <https://www.frontiersin.org/journals/environmental-science/articles/10.3389/fenvs.2021.826838/full>
- Acevedo, A. (2020). Evaluación del rendimiento de maíz amiláceo (*Zea mays* L.) bajo condiciones de riego por goteo y la fertilización nitrogenada. *Revista de Investigación Aporte Santiaguino Ingeniería e Innovación*, 3(2), 260-273, <https://doi.org/10.32911/as.2020.v13.n2.739>
- Araujo, A. V. D., Júnior, D. S. B., Ferreira, I. C. P. V., Costa, C. A., & Porto, B. (2013). Desempenho agrônômico de variedades crioulas e híbridos de milho cultivados em diferentes sistemas de manejo. *Revista Ciência Agronômica*, 44(4), 885-892. <https://doi.org/10.1590/S1806-66902013000400027>
- Arellano, J. L., Salinas, y Mendoza, A. (2000). Efecto del ethrel sobre el acame, el rendimiento y sus componentes en las variedades de maíz V-18 y H-139. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 23(1), 129-140. Recuperado de <https://revistafitotecniamexicana.org/documentos/23-1/13a.pdf>
- Barandiarán, M. A. (2020). *Manual técnico del cultivo de maíz amarillo duro*. Recuperado de <https://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/20.500.12955/1643/1/Manual%20T%C3%A9cnico%20del%20Cultivo%20de%20Ma%C3%ADz%20Amarillo%20Duro.pdf>
- Barros, J. F. C., y Calado, J. G. (2014). *A cultura do milho*. Recuperado de <https://dspace.uevora.pt/rdpc/bitstream/10174/10804/1/Sebenta-milho.pdf>
- Cárdenas, Y. M. (2022). “Eficiencia de Abonos Orgánicos en la Producción de Maíz Blanco Urubamba (*Zea mays* L), Choccepuquio – Andahuaylas – 2018” (tesis de pregrado). Recuperado de <https://repositorio.utea.edu.pe/server/api/core/bitstreams/3d502391-d5b9-4431-acfc-9a6b7dbe60cf/content>
- Caviedes, M., Alban, M., Velásquez, J., y Carbajal, F. (2024). Estudio de la eficiencia productiva del maíz (*Zea mays* L.) amiláceo y duro en el Ecuador. *Avances en Ciencias e Ingenierías*, 16(2). <https://doi.org/10.18272/aci.v16i2.3401>

- Christo, B., Olivas, D., Erlacher, W., Barros, V., & Uzátegui, I. (2017). Balanço energético e diagnóstico de qualidade do algodoeiro cultivado com sementes nativas em Lima, Peru. *Scientia Agropecuaria*, 8(4), 431-436. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2017.04.14>
- De Melo, D., Pereira, J. O., Godoy, E., Filho, A. G., Pereira, L. H, y, Pinheiro, R. (2007). Balanço energético do sistema de produção de soja e milho em uma propriedade Agrícola do Oeste do Paraná. *Acta Sci. Agron* 29(2), 173-178. Recuperado de <https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciAgron/article/view/233/108>
- Dhanapala, S., Nilmalgoda, H., Gunathilake, M. B., Rathnayake, U., & Wimalasiri, E. M. (2023). Energy Balance Assessment in Agricultural Systems; An Approach to Diversification. *AgriEngineering*, 5(2), 950-964. <https://doi.org/10.3390/agriengineering5020059>
- Eurostat Energy Balance Guide. (2019). *Methodology Guide for the Construction of Energy Balances & Operational Guide for the Energy Balance Builder Tool*; Eurostat: Luxembourg. Recuperado de <https://ec.europa.eu/eurostat/documents/38154/4956218/ENERGY-BALANCE-GUIDE.pdf/de76d0d2-8b17-b47c-f6f5-415bd09b7750?t=1632139948586>
- Ferraro-Júnior, L. (1999). Proposição de método de avaliação de sistemas de produção e de sustentabilidade (tesis de pregrado). Recuperado de <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11136/tde-20220207-214730/publico/FerraroJuniorLuizAntonio.pdf>
- Ferreira, L., C., Carvalho, O., & Tsutsui, M. (2010). Avaliação energética econômica da cultura do milho em assentamento rural, Iperó-sp. *Revista energia na agricultura*. 25(2), 105-122. Recuperado de <https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/137353/ISSN0102-9169-2010-25-02-105-124.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ghani, L., Mahmood, N., Muhammad, Z., Bahri, S., & Saputra, J. (2019). The Energy Flow for Maize Production: an Application of Material Flow Analysis (MFA) and Giddens Structural Theory. *Journal of Southwest Jiaotong University*, 54(4), 1-12. <https://doi.org/10.35741/issn.0258-2724.54.4.7>.
- Gliessman, S., Rosado-May, F., Guadarrama-Zugasti, C., Jedlicka, J., Cohn, A., Méndez, V., Cohen, R., Trujillo, L., Bacon, C., & Jaffe, R. (2007). Agroecología: promoviendo una transición hacia la sostenibilidad. *Revista de ecología y medio ambiente*, 16(1),

- 13-23. Recuperado a partir de <https://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/134>
- Guacho, E. F. (2014). *Caracterización agro-morfológica del maíz (Zea mays L.) de la localidad San José de Chazo* (tesis de pregrado). Recuperado de <https://dspace.esPOCH.edu.ec/items/08837053-6324-4cd6-89c4-d629154686e2>
- Guevara, F., Rodríguez, L. A., Hernández, M. A., Fonseca, M. A., Pinto, R., & Reyes, L. (2015). Eficiencia energética y económica del cultivo de maíz en la zona de amortiguamiento de la Reserva de la Biosfera "La Sepultura", Chiapas, México. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 6(8), 1929-1941. Recuperado de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342015000801929&lng=es&tlng=es.
- Huamán, O. (2021). *Observatorio de las siembras y perspectivas de la producción de Maíz Choclo*. Recuperado de <https://repositorio.midagri.gob.pe/jspui/bitstream/20.500.13036/840/1/Observatorio%20de%20las%20Siembras%20y%20Perspectivas%20de%20la%20Producci%C3%B3n%20de%20Ma%C3%ADz%20Choclo%20%281%29.pdf>
- Iglesias, L. (1995). *El estiércol y las prácticas agrarias respetuosas con el medio ambiente*. Recuperado de https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1994_01.pdf
- INIA. (2021). *Manual de producción de maíz amiláceo*. Recuperado de <https://repositorio.midagri.gob.pe/bitstream/20.500.13036/1700/1/Manual%20de%20Producci%C3%B3n%20de%20Ma%C3%ADz%20Amil%C3%A1ceo.pdf>
- Khoshroo, A., Emrouznejad, A., Ghaffarizadeh, A., Kasraei, M., & Omid, M. (2018). Sensitivity Analysis of Energy Inputs in Crop Production Using Artificial Neural Networks. *J. Clean. Prod.* 197, 992–998. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.05.249>
- Kim, K. H., & Lee, B. M. (2023). Effects of Climate Change and Drought Tolerance on Maize Growth. *Plants*, 12(20), 3548. <https://doi.org/10.3390/plants12203548>
- Leceta, F., Binder, C., Mader, C., Mächtle, B., Marsh, E., Dietrich, L., Reindel, M., Eitel, B., & Meister, J. (2024). The impact of agriculture on tropical mountain soils in the western Peruvian Andes: a pedo-geoarchaeological study of terrace agricultural systems in the Laramate region (14.5°S). *SOIL*, 10, 727–761. <https://doi.org/10.5194/soil-10-727-2024>

- López, J. (2011). *Evaluación de siete variedades de Maiz Choclero (Zea mays L. ssp amilácea). bajo condiciones de Cutervo* (tesis de pregrado). Recuperado de https://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12893/10838/L%C3%B3pez_%20Alejandr%C3%ADa_Josu%C3%A9.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Luis, D., Tapia, L., Meneses, L., Mendoza, E., Cipriano, J., Fardim, B., Abeldt, W., Das Graças, A., & Gomes, E. (2020). *Eficiência energética da produção de milho em dois locais na costa central, Peru. Agroindustrial Science*, 10(2), 153-157. Recuperado de <https://doi.org/10.17268/agroind.sci.2020.02.05>
- Mamani, J., & Echenique, M. (2021). Rendimiento de cuatro variedades de maíz (*Zea mays* L.) establecidas en la Estación Experimental Sapecho, Alto Beni- Bolivia. *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales*, 8(2), 38-45. <https://doi.org/10.53287/dlrt9824pv13m>
- Martínez, P. G. (2008). *Comparativo de rendimiento de cinco híbridos chocleros de maíz (Zea mays) en la zona de Sama - Las Yaras* (tesis de pregrado). Recuperado de <http://repositorio.unjbg.edu.pe/bitstream/handle/UNJBG/595/TG0477.pdf?sequence&isAllowed=y>
- Matsuoka, Y., Vigouroux, Y., Goodman, M. M., Sanchez, G. J., Buckler, E., & Doebley, J. (2002). A single domestication for maize shown by multilocus microsatellite genotyping. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 99(9), 6080-6084. <https://doi.org/10.1073/pnas.052125199>
- Ministerio de Agricultura y Riego-Midagri. (2021). Maíz choclo. Recuperado de https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1828781/Brochure_Mai%C3%A9z%20Choclo.pdf.pdf
- Ministerio de Agricultura y Riego-Midagri. (2022). *Compendio anual de Producción Agrícola*. Recuperado de <https://www.gob.pe/institucion/midagri/informes-publicaciones/2730325-compendio-anual-de-produccion-agricola>
- Ministerio del Ambiente (2018). Línea de base de la diversidad genética del maíz peruano con fines de bioseguridad. Recuperado de <https://bioseguridad.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2019/01/Linea-de-base-ma%C3%ADz-LowRes.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura-FAO. (2002). Los fertilizantes y su uso. Recuperado de <https://www.fao.org/3/x4781s/x4781s.pdf>

- Otzen, T., y Manterola, C. (2017). Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio. *International Journal of Morphology*, 35(1), 227-232.
<https://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022017000100037>
- Pérez, D., F. (2018). *Comparativo de variedades de maíz amiláceo (Zea Mays L.) Tipo choclero, en condiciones edafoclimáticas del distrito de Panao, Pachitea, Región Huánuco* (tesis de pregrado). Recuperado de <https://repositorio.unheval.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13080/4381/TAG00765P45.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Piperno, D. R., & Flannery, K. V. (2001). The earliest archaeological maize (*Zea mays* L.) from highland Mexico: New accelerator mass spectrometry dates and their implications. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 98(4), 2101–2103.
<https://doi.org/10.1073/pnas.98.4.2101>
- Quevedo, S. (2013). *Manual técnico de cultivo del maíz blanco Urubamba*. Recuperado de [https://repositorio.midagri.gob.pe/bitstream/20.500.13036/693/1/Manual...maiz blanco Urubamba.pdf](https://repositorio.midagri.gob.pe/bitstream/20.500.13036/693/1/Manual...maiz_blanco_Urubamba.pdf)
- Reyes, J. M. (2002). *Diccionario de biología*. Universidad Autónoma de Puebla.
- Riquetti, N. B., Benez, S. H., Silva, P.R.A. (2012). Demanda energética em diferentes manejos de solo e híbridos de milho. *Energía na Agricultura* 27, 76-85.
<https://doi.org/10.17224/EnergAgric.2012v27n2p76-85>
- Rodríguez, G. (2016). *Adaptación y rendimiento de variedades de maíz choclero (Zea mays L.) en condiciones edafoclimáticas de Santo Domingo de Puquí– Huacrachuco 2015* (tesis de pregrado). Recuperado de <https://repositorio.unheval.edu.pe/backend/api/core/bitstreams/e6c349c5-928f-490a-b988-b5266fe77c53/content>
- Sami, M., Shiekhdavoodi, M., & Almassi, M. (2014). Analysis of energy and greenhouse gas balance as indexes for environmental assessment of wheat and maize farming: a case study. *Acta Agriculturae Slovenica*, 103(2), 191-201.
<https://doi.org/10.14720/AAS.2014.103.2.4>.
- SENASA. (2020). *Guía para la implementación de Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) para el cultivo de Maíz Choclo*. Recuperado de <https://repositorio.midagri.gob.pe/bitstream/20.500.13036/1685/1/Gu%C3%ADa%20para%20la%20implementaci%C3%B3n%20de%20Buenas%20Pr%C3%A1cticas%20Agr%C3%ADcolas%20Maiz%20choclo.pdf?utm>

- Souza, A., Miranda, G., Pereira, M., Souza, L., & Ferreira, P. (2008). Agronomic performance of white maize landrace in different environmental conditions. *Revista ceres*, 55(6), 497-503. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/3052/305226820007.pdf>
- Tapia, M., y Fries, A. M. (2007). *Guía de campo de los cultivos andinos*. FAO y ANPE. Lima. Recuperado de <https://www.fao.org/4/ai185s/ai185s.pdf>
- Tito, R., Vasconcelos, H. L., & Feeley, K. J. (2018). Global climate change increases risk of crop yield losses and food insecurity in the tropical Andes. *Global change biology*, 24(2), e592–e602. <https://doi.org/10.1111/gcb.13959>
- Toledo, J., Carballo, A., & Cuevas, F. (2015). Agronomic assessment of tiny Zapalote race maize in the Isthmian region of Oaxaca. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 6(11), 2075-2082. <https://doi.org/10.29312/remexca.v0i11.775>
- Torres, A., Zanini, A., Vicentini, T., M, Da Silva, M. F., Torres, A., y Daga, J. (2004). *Balanço energético e sustentabilidade na produção de silagem de milho*. Recuperado de http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=MSC0000000022004000100030&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt
- Vâtcă, S. D., Stoian, V. A., Man, T. C., Horvath, C., Vidican, R., Gâdea, Ș., Vâtcă, A., Rotaru, A., Vârban, R., Cristina, M., & Stoian, V. (2021). Agrometeorological Requirements of Maize Crop Phenology for Sustainable Cropping—A Historical Review for Romania. *Sustainability*, 13(14), 7719. <https://doi.org/10.3390/su13147719>
- Wang, X. (2022). Managing Land Carrying Capacity: Key to Achieving Sustainable Production Systems for Food Security. *Land*, 11(4), 484. <https://doi.org/10.3390/land11040484>
- Yan, Z., Hou, F., & Hou, F. (2020). Energy Balances and Greenhouse Gas Emissions of Agriculture in the Shihezi Oasis of China. *Atmosphere*, 11(8), 781. <https://doi.org/10.3390/atmos11080781>
- Zambia. (2020). Maize growers guide. Recuperado de <https://naads.or.ug/wp-content/uploads/2021/02/maize-growers-guide-zas.pdf>