



UNIVERSIDAD NACIONAL

PEDRO RUIZ GALLO

FACULTAD DE AGRONOMÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



**Defoliación en dos variedades de maíz morado (*Zea mays* L.) y su efecto en el
rendimiento y contenido de antocianina, Cutervo – Cajamarca**

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE

INGENIERA AGRÓNOMA

Autor:

Luz Pamela Santos Vilchez

Asesor:

Dr. José Averno Neciosup Gallardo

Lambayeque – Perú

2024

Defoliación en dos variedades de maíz morado (*Zea mays* L.) y su efecto en el rendimiento y contenido de antocianina, Cutervo – Cajamarca

Autor:

Luz Pamela Santos Vilchez

Presentado a la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, para la Obtención del Título Profesional de:

INGENIERA AGRÓNOMA

Aprobado por:



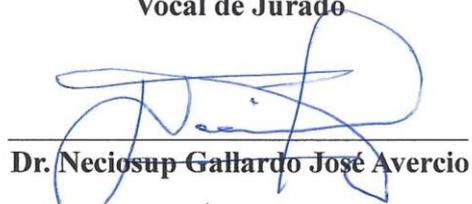
Dr. Ricardo Chavarry Flores
Presidente de Jurado



Dr. Américo Celada Becerra
Secretario de Jurado



Dr. Edgar Eli Vega Figueroa
Vocal de Jurado



Dr. Neciosup Gallardo José Avercio
Asesor

Lambayeque – Perú

2024

Dedicatoria

El presente trabajo de investigación está dedicado a mi madre María Haydee Vilchez Leiva, quien siempre estuvo a mi lado, brindándome su amor y apoyo incondicional, así mismo, a mis abuelos por sus consejos brindados, que me permitieron superar las adversidades.

Agradecimiento

Agradezco a Dios por darme la vida, la fortaleza y el entendimiento, haciéndome sentir capaz de afrontar todo obstáculo por más dificultoso que sea.

A mis padres Haydee y Kelvin, por sus sabios consejos, su amor y su apoyo incondicional.

A mis abuelos, quienes que con su sabiduría me permitió el no rendirme, ser perseverante y humilde, guiándome siempre en la vida.

A mi asesor de tesis, Dr. Neciosup Gallardo José Avercio, por su confianza, apoyo y asesoramiento en cada etapa de desarrollo de mi trabajo, asimismo a los miembros de jurado: Dr. Ricardo Chavarry Flores, Dr. Américo Celada Becerra y Dr. Edgar Eli Vega Figueroa, por sus aportes en la mejora de esta investigación, y a todos los docentes de la facultad de agronomía por su experiencia y conocimiento brindado.

Asimismo, mi agradecimiento a la Ing. M. Sc. Elizabeth Alicia Medina Hoyos, por haberme facilitado la semilla de maíz morado, para poder realizar mi trabajo de investigación.

Índice

Dedicatoria.....	2
Agradecimiento.....	3
Índice.....	4
Índice de Tablas.....	7
Índice de Figuras.....	11
Resumen.....	15
Introducción.....	17
Capítulo I. Diseño Teórico.....	19
1.1. Antecedentes de la Investigación.....	19
1.1.1. Antecedentes Internacionales.....	19
1.1.2. Antecedentes Nacionales.....	27
1.2. Bases Teóricas.....	29
1.2.1. Origen y distribución del maíz en el Perú.....	29
1.2.2. Clasificación taxonómica.....	30
1.2.3. Morfología.....	31
1.2.4. Fenología.....	33
1.2.5. Razas de maíz en el Perú.....	34
1.2.6. Variedades de maíz morado en el Perú.....	35
1.2.7. Variedades mejoradas de maíz morado.....	36
1.2.8. Exigencias agroecológicas del cultivo.....	37
1.2.9. Labores culturales.....	40
1.2.10. Defoliación.....	44
1.2.11. Efecto de la defoliación en el rendimiento.....	44
1.2.12. Efecto de la defoliación en el contenido de antocianinas.....	47
1.2.13. Composición química del maíz morado.....	47
1.2.14. Usos de las antocianinas de maíz.....	49
1.2.15. Producción y exportación del maíz morado.....	50
Capítulo II. Diseño Metodológico.....	53
2.1. Localización del Campo Experimental.....	53
2.2. Análisis Físico y Químico del Suelo.....	53
2.3. Condiciones Climatológicas.....	54
2.4. Materiales.....	56

2.4.1.	<i>Material Biológico</i>	56
2.4.2.	<i>Material de Campo</i>	56
2.4.3.	<i>Insumos</i>	56
2.5.	Metodología	57
2.5.1.	<i>Tipo y nivel de investigación</i>	57
2.5.2.	<i>Población y muestra de estudio</i>	57
2.5.3.	<i>Tratamientos de estudio</i>	57
2.5.4.	<i>Prueba de hipótesis</i>	58
2.5.5.	<i>Diseño de la investigación</i>	58
2.5.6.	<i>Análisis estadístico</i>	59
2.5.7.	<i>Características del campo experimental</i>	60
2.5.8.	<i>Instalación y manejo del experimento</i>	61
2.5.9.	<i>Registro de características</i>	64
Capítulo III. Resultados y Discusión		67
3.1.	Análisis de las Características Evaluadas	67
3.1.1.	<i>Días al 50 % de floración masculina</i>	67
3.1.2.	<i>Días al 50 % de floración femenina</i>	70
3.1.3.	<i>Días a la madurez fisiológica</i>	73
3.1.4.	<i>Madurez de cosecha</i>	76
3.1.5.	<i>Altura de planta</i>	79
3.1.6.	<i>Diámetro de tallo</i>	81
3.1.7.	<i>Longitud de mazorca</i>	84
3.1.8.	<i>Diámetro de mazorca</i>	87
3.1.9.	<i>Número de hileras por mazorca</i>	89
3.1.10.	<i>Número de granos por hilera</i>	92
3.1.11.	<i>Índice de cosecha</i>	95
3.1.12.	<i>Peso de una mazorca</i>	97
3.1.13.	<i>Peso de grano por mazorca</i>	99
3.1.14.	<i>Peso de coronta por mazorca</i>	102
3.1.15.	<i>Peso de 1000 granos</i>	105
3.1.16.	<i>Porcentaje de desgrane (%)</i>	107
3.1.17.	<i>Rendimiento de mazorca</i>	110
3.1.18.	<i>Rendimiento de grano</i>	113
3.1.19.	<i>Rendimiento de coronta</i>	116

3.1.20. <i>Contenido de antocianina</i>	119
Capítulo IV. Conclusiones	122
Capítulo V. Recomendaciones	123
Referencias	124
Anexos	135
Anexo A. Análisis de la Varianza	135
Anexo B. Figuras	142

Índice de Tablas

Tabla 1 Etapas de crecimiento del maíz (<i>Zea mays</i> L.).....	33
Tabla 2 Pérdida porcentual del rendimiento asociada con distintos grados de defoliación producidos en diferentes etapas de crecimiento	45
Tabla 3 Composición química del maíz morado (contenido en 100 gramos)	48
Tabla 4 Producción de maíz morado	50
Tabla 5 Exportaciones de maíz morado en los últimos seis años	50
Tabla 6 Análisis físico-químico del suelo experimental del centro poblado de Urcurume, Cutervo-Cajamarca, 2022.....	54
Tabla 7 Información Meteorológica, centro poblado de Urcurume, Cutervo-Cajamarca. Agosto 2022 - febrero 2023	55
Tabla 8 Factores y tratamientos en estudio.....	58
Tabla 9 <i>Análisis de variancia (ANAVA)</i>	59
Tabla 10 Días al 50 % de floración masculina de dos variedades, tres defoliaciones y un testigo en maíz morado	67
Tabla 11 Días al 50 % de floración masculina de tratamientos de factores combinados (Variedad + Defoliación).....	69
Tabla 12 Días al 50 % de floración femenina de dos variedades, tres defoliaciones y un testigo en maíz morado.....	70
Tabla 13 Días al 50 % de floración femenina de tratamientos de factores combinados (Variedad + Defoliación).....	72
Tabla 14 Días a la madurez fisiológica de dos variedades, tres defoliaciones y un testigo en maíz morado.....	73

Tabla 15 Días a la madurez fisiológica de tratamientos de factores combinados (Variedad + Defoliación).....	75
Tabla 16 Días a la madurez de cosecha de dos variedades, tres defoliaciones y un testigo en maíz morado.....	76
Tabla 17 Días a la madurez de cosecha de tratamientos de factores combinados (Variedad + Defoliación).....	78
Tabla 18 Altura de planta (m) de dos variedades, tres defoliaciones y un testigo en maíz morado.....	79
Tabla 19 Altura de planta (m) de tratamientos de factores combinados (Variedad + Defoliación).....	80
Tabla 20 Diámetro de tallo (cm) de dos variedades, tres defoliaciones y un testigo en maíz morado.....	82
Tabla 21 Diámetro de tallo (cm) de tratamientos de factores combinados (Variedad + Defoliación).....	83
Tabla 22 Longitud de mazorca (cm) de dos variedades, tres defoliaciones y un testigo en maíz morado.....	84
Tabla 23 Longitud de mazorca (cm) de tratamientos de factores combinados (Variedad + Defoliación).....	85
Tabla 24 Diámetro de mazorca (cm) de dos variedades, tres defoliaciones y un testigo en maíz morado.....	87
Tabla 25 Diámetro de mazorca (cm) de tratamientos de factores combinados (Variedad + Defoliación).....	88

Tabla 26 Número de hileras por mazorca de dos variedades, tres defoliaciones y un testigo en maíz morado.....	90
Tabla 27 Número de hileras por mazorca de tratamientos de factores combinados (Variedad + Defoliación).....	91
Tabla 28 Número de granos por hilera de dos variedades, tres defoliaciones y un testigo en maíz morado.....	92
Tabla 29 Número de granos por hilera de tratamientos de factores combinados (Variedad + Defoliación).....	93
Tabla 30 Índice de cosecha de dos variedades, tres defoliaciones y un testigo en maíz morado	95
Tabla 31 Índice de cosecha de tratamientos de factores combinados (Variedad + Defoliación) .	96
Tabla 32 Peso de una mazorca de dos variedades, tres defoliaciones y un testigo en maíz morado	97
Tabla 33 Peso de una mazorca de tratamientos de factores combinados (Variedad + Defoliación)	98
Tabla 34 Peso de grano por mazorca de dos variedades, tres defoliaciones y un testigo en maíz morado.....	100
Tabla 35 Peso de grano por mazorca de tratamientos de factores combinados (Variedad + Defoliación).....	101
Tabla 36 Peso de coronta por mazorca de dos variedades, tres defoliaciones y un testigo en maíz morado.....	103
Tabla 37 Peso de coronta por mazorca de tratamientos de factores combinados (Variedad + Defoliación).....	104

Tabla 38 Peso de 1000 granos (g) de dos variedades, tres defoliaciones y un testigo en maíz morado.....	105
Tabla 39 Peso de 1000 granos (g) de tratamientos de factores combinados (Variedad + Defoliación).....	106
Tabla 40 Porcentaje de desgrane de dos variedades, tres defoliaciones y un testigo en maíz morado.....	108
Tabla 41 Porcentaje de desgrane de tratamientos de factores combinados (Variedad + Defoliación).....	109
Tabla 42 Rendimiento de mazorca (kg/ha) de dos variedades, tres defoliaciones y un testigo en maíz morado.....	110
Tabla 43 Rendimiento de mazorca (kg/ha) de tratamientos de factores combinados (Variedad + Defoliación).....	112
Tabla 44 Rendimiento de grano (kg/ha) de dos variedades, tres defoliaciones y un testigo en maíz morado.....	113
Tabla 45 Rendimiento de grano (kg/ha) de tratamientos de factores combinados (Variedad + Defoliación).....	114
Tabla 46 Rendimiento de coronta (kg/ha) de dos variedades, tres defoliaciones y un testigo en maíz morado.....	116
Tabla 47 Rendimiento de coronta (kg/ha) de tratamientos de factores combinados (Variedad + Defoliación).....	118
Tabla 48 Contenido de antocianina (mg de antocianina/100 g) en coronta de maíz morado de tratamientos de factores combinados (Variedad + Defoliación).....	119

Índice de Figuras

Figura 1 Estructura de la cianidina.....	49
Figura 2 Principales países de exportación	51
Figura 3 Principales exportadoras	51
Figura 4 Información Meteorológica, Centro poblado de Urcurume, Cutervo-Cajamarca. Agosto 2022 -febrero 2023.....	55
Figura 5 Croquis del campo experimental	61
Figura 6 Días al 50 % de floración masculina de dos variedades, tres defoliaciones y un testigo en maíz morado	68
Figura 7 Días al 50 % de floración masculina de tratamientos de factores combinados (Variedad + Defoliación).....	69
Figura 8 Días al 50 % de floración femenina de dos variedades, tres defoliaciones y un testigo en maíz morado.....	71
Figura 9 Días al 50 % de floración femenina de tratamientos de factores combinados (Variedad + Defoliación).....	72
Figura 10 Días a la madurez fisiológica de dos variedades, tres defoliaciones y un testigo en maíz morado.....	74
Figura 11 Días a la madurez fisiológica de tratamientos de factores combinados (Variedad + Defoliación).....	75
Figura 12 Días a la madurez de cosecha de dos variedades, tres defoliaciones y un testigo en maíz morado.....	77
Figura 13 Días a la madurez de cosecha de tratamientos de factores combinados (Variedad + Defoliación).....	78

Figura 14 Altura de planta (m) de dos variedades, tres defoliaciones y un testigo en maíz morado.....	80
Figura 15 Altura de planta (m) de tratamientos de factores combinados (Variedad + Defoliación).....	81
Figura 16 Diámetro de tallo (cm) de dos variedades, tres defoliaciones y un testigo en maíz morado.....	82
Figura 17 Diámetro de tallo (cm) de tratamientos de factores combinados (Variedad + Defoliación).....	83
Figura 18 Longitud de mazorca (cm) de dos variedades, tres defoliaciones y un testigo en maíz morado.....	85
Figura 19 Longitud de mazorca (cm) de tratamientos de factores combinados (Variedad + Defoliación).....	86
Figura 20 Diámetro de mazorca (cm) de dos variedades, tres defoliaciones y un testigo en maíz morado.....	88
Figura 21 Diámetro de mazorca (cm) de tratamientos de factores combinados (Variedad + Defoliación).....	89
Figura 22 Número de hileras por mazorca de dos variedades, tres defoliaciones y un testigo en maíz morado.....	90
Figura 23 Número de hileras por mazorca de tratamientos de factores combinados (Variedad + Defoliación).....	91
Figura 24 Número de granos por hilera de dos variedades, tres defoliaciones y un testigo en maíz morado.....	93

Figura 25 Número de granos por hilera de tratamientos de factores combinados (Variedad + Defoliación).....	94
Figura 26 Índice de cosecha de dos variedades, tres defoliaciones y un testigo en maíz morado	95
Figura 27 Índice de cosecha de tratamientos de factores combinados (Variedad + Defoliación)	96
Figura 28 Peso de una mazorca de dos variedades, tres defoliaciones y un testigo en maíz morado.....	98
Figura 29 Peso de una mazorca de tratamientos de factores combinados (Variedad + Defoliación).....	99
Figura 30 Peso de grano por mazorca de dos variedades, tres defoliaciones y un testigo en maíz morado.....	100
Figura 31 Peso de grano por mazorca de tratamientos de factores combinados (Variedad + Defoliación).....	101
Figura 32 Peso de coronta por mazorca de dos variedades, tres defoliaciones y un testigo en maíz morado.....	103
Figura 33 Peso de coronta por mazorca de tratamientos de factores combinados (Variedad + Defoliación).....	104
Figura 34 Peso de 1000 granos (g) de dos variedades, tres defoliaciones y un testigo en maíz morado.....	106
Figura 35 Peso de 1000 granos (g) de tratamientos de factores combinados (Variedad + Defoliación).....	107
Figura 36 Porcentaje de desgrane de dos variedades, tres defoliaciones y un testigo en maíz morado.....	108

Figura 37 Porcentaje de desgrane de tratamientos de factores combinados (Variedad + Defoliación).....	109
Figura 38 Rendimiento de mazorca (kg/ha) de dos variedades, tres defoliaciones y un testigo en maíz morado.....	111
Figura 39 Rendimiento de mazorca (kg/ha) de tratamientos de factores combinados (Variedad + Defoliación).....	112
Figura 40 Rendimiento de grano (kg/ha) de dos variedades, tres defoliaciones y un testigo en maíz morado.....	114
Figura 41 Rendimiento de grano (kg/ha) de tratamientos de factores combinados (Variedad + Defoliación).....	115
Figura 42 Rendimiento de coronta (kg/ha) de dos variedades, tres defoliaciones y un testigo en maíz morado.....	117
Figura 43 Rendimiento de coronta (kg/ha) de tratamientos de factores combinados (Variedad + Defoliación).....	118
Figura 44 Contenido de antocianina (mg de antocianina/100 g) en coronta de maíz morado de tratamientos de factores combinados (Variedad + Defoliación).....	120

Resumen

El maíz morado (*Zea mays* L.) posee antocianinas principalmente del tipo cianidina-3 β -glucósido, que reducen y previenen diferentes enfermedades. Perú, principal país productor y exportador de maíz morado, ha evidenciado en la actualidad una demanda creciente, permitiendo a los productores incrementar sus ingresos. La presente investigación tuvo como objetivo determinar el efecto de la defoliación sobre el rendimiento de grano, mazorca, coronta, en dos variedades de maíz morado. Se ejecutó en el centro poblado de Urcurume, Cutervo-Cajamarca a una altitud de 2649 m.s.n.m; entre agosto del 2022 y febrero del 2023. Se estableció el diseño experimental de parcelas divididas con cuatro repeticiones; la defoliación se aplicó días previos a iniciar la floración masculina, eliminando el 33.3% del área foliar en el tercio inferior, medio y superior. Se determinó que las variedades no difirieron estadísticamente por tener la misma base genética; las defoliaciones no afectaron los rendimientos de mazorca, grano, coronta, ni demás características evaluadas; pero si, el peso de 1000 granos que fue mayor con defoliaciones del tercio superior. Los tratamientos de factores combinados, difirieron estadísticamente para días a la floración masculina, femenina, madurez fisiológica y de cosecha, diámetro de tallo, porcentaje de desgrane, rendimiento de mazorca y coronta; no obstante, la defoliación influyó en el peso de 1000 granos. El contenido de antocianinas en coronta se vio favorecido por defoliaciones del tercio medio, y afectadas por defoliaciones del nivel superior.

Palabras clave: antocianinas, cianidina-3 β -glucósido, defoliación, emparentadas.

Abstract

Purple corn (*Zea mays* L.) contains anthocyanins mainly of the cyanidin-3 β -glucoside type, which reduce and prevent different diseases. Peru, the main producer and exporter of purple corn, has currently shown a growing demand, allowing producers to increase their income. The present research aimed to determine the effect of defoliation on the yield of grain, cob, cob, in two varieties of purple corn. It was carried out in the town of Urcurume, Cutervo-Cajamarca at an altitude of 2649 m.a.s.l; between August 2022 and February 2023. The experimental design of divided plots with four repetitions was established; defoliation was applied days before the start of male flowering, eliminating 33.3% of the leaf area in the lower, middle and upper third. It was determined that the varieties did not differ statistically because they had the same genetic base; Defoliation did not affect the yield of cob, grain, cob, or other characteristics evaluated; but it did affect the weight of 1000 grains, which was greater with defoliation of the upper third. The combined factor treatments differed statistically for days to male and female flowering, physiological and harvest maturity, stem diameter, shelling percentage, cob and crown yield; however, defoliation influenced the 1000-grain weight. The anthocyanin content in crown was favored by defoliations of the middle third, and affected by defoliations of the upper level.

Key words: anthocyanins, cyanidin-3 β -glucoside, defoliation, related.

Introducción

El cultivo de maíz morado (*Zea mays* L.) originario de América, pertenece al grupo de maíz amiláceo, raza Kculli. Se caracteriza por presentar brácteas, granos y coronta de color morado a negro por los pigmentos antociánicos que contiene (Medina et al., 2020). El mayor pigmento del grano y coronta es del tipo cianidina $3, \beta$ - *glucósido* (Justiniano, 2010). Las antocianinas del maíz morado son un antioxidante natural, antimicrobial, que cumplen un rol importante en el organismo como la regeneración de tejidos, circulación sanguínea, desintoxica el cuerpo, fortalece el sistema inmune, desactiva sustancias cancerígenas y protege del desarrollo de enfermedades crónicas degenerativas, entre otras; por lo que es usado para la coloración de bebidas, productos vegetales, de panadería, lácteos, mermeladas, frutas confitadas, también para teñir tejidos y en la industria cosmética (Risco, 2007). El maíz morado es reconocido por la Unión Europea y por la Legislación Japonesa con el código E-163 (INDECOPI, 2016).

Este cultivo resalta por su cobertura territorial, ya que se puede cultivar desde los 600 hasta los 3200 e incluso 4000 m.s.n.m (MIDAGRI, 2021); además por su aprovechamiento integral importante en la dieta alimentaria nacional. Junto a otras gramíneas como el arroz y el trigo, son las más cultivadas a nivel mundial, contribuyendo a la seguridad alimentaria.

Perú es uno de los principales países productores y exportadores de maíz morado. Actualmente la mazorca, coronta y antocianinas de maíz morado han evidenciado una demanda creciente a nivel nacional e internacional, lo que constituye una alternativa para ser aprovechada por los productores, que les permita incrementar sus ingresos económicos (MINAGRI, 2019).

En la sierra del Perú la siembra de maíz morado podría ser rentable y una opción para asociar al pequeño agricultor con el mercado, ya que a diferencia de la siembra tradicional de

maíz amiláceo que produce $1,5 \text{ t ha}^{-1}$ de grano con ingresos de S/ 4500 ha, la venta de brácteas,

grano y coronta con niveles altos de antocianinas pueden alcanzar ingresos de hasta cuatro veces más (Medina et al., 2020).

El maíz está sujeto a diversos problemas que afectan los rendimientos y en este caso el contenido de antocianinas, ya sea por factores abióticos o bióticos entre los que destaca la pérdida de área foliar que podría reducir la capacidad fotosintética. Los efectos de las defoliaciones dependen de las etapas fenológicas del cultivo y de la intensidad en la que se produzca. Es por ello que nace la inquietud de realizar defoliaciones antes del inicio de la floración masculina en tres niveles de la planta, de manera que con esta actividad se dé a conocer los efectos de realizar esta actividad y las repercusiones en cuanto a rendimientos y contenido de antocianinas.

Por la importancia que radica en el maíz morado y los pocos estudios que existen en cuanto a defoliaciones en maíz morado y su efecto en el rendimiento y contenido de antocianinas, la presente investigación se realizó con el objetivo general de: determinar el efecto de la defoliación sobre el rendimiento de grano, mazorca, coronta, en dos variedades de maíz morado, y como objetivos específicos: estimar el efecto de la defoliación sobre el rendimiento de grano y sus componentes; estimar el efecto de la defoliación sobre el rendimiento de mazorca y coronta; y estimar el efecto de la defoliación en el contenido de antocianina en la coronta.

Capítulo I. Diseño Teórico

1.1. Antecedentes de la Investigación

1.1.1. Antecedentes Internacionales

Maza (2022) en su trabajo sobre “Rendimiento y contenido de antocianinas en respuesta a la modificación de la relación fuente-sumidero en periodo pre y post-antesis en un genotipo local de maíz morado (*Zea mays* L.), establecido en el sector la Argelia, ciudad de Loja”. Se aplicaron 5 tratamientos: 50 % de defoliación en pre y post antesis, 50 % de retiro de mazorcas en etapas R1 (emergencia de estigmas) y R3 (etapa lechosa) y el control. Concluye que las defoliaciones influyen en el número de granos, rendimiento e índice de cosecha; el retiro de mazorcas disminuyen la competencia entre mazorcas en la planta denotando mayor rendimiento; las defoliaciones disminuyen el índice de área foliar, pero la reducción estadística no es significativa en la biomasa seca aérea del maíz, debido al aumento en la eficiencia de uso de radiación de las hojas que quedan; los tratamientos de defoliación y retiro de mazorcas no influyen en el contenido de antocianinas del grano.

Delgado et al. (2014) en su estudio sobre “Defoliación en maíz y su efecto sobre el rendimiento de frijol-maíz en asociación”, ejecutado en Montecillo-México durante la temporada primavera-verano 2010-2011, eliminó las hojas en la etapa de prefloración del maíz en el 30 % en tres estratos: inferior, medio y superior; defoliación total y el testigo. Encontró similitud entre tratamientos de los estados fenológicos de ambos cultivos, asimismo, respecto al factor defoliación, indican que con la defoliación del estrato superior del maíz se logra mayor rendimiento y biomasa total del frijol, sin embargo, en el maíz se provoca un abatimiento del rendimiento; con defoliación total indican que en ambos cultivos el rendimiento y la biomasa total es más baja, pero el índice de cosecha en frijol es mayor con defoliación total y media, así

también en maíz donde su índice de cosecha es mayor con defoliación media seguido de la defoliación inferior y total.

De acuerdo a Pendleton y Hammond (1969) en su trabajo en el que aplicaron tratamientos de defoliación a plantas individuales de maíz, con el fin de determinar el potencial fotosintético relativo (RPP) de diversos niveles del dosel foliar y el rendimiento de grano final, llevado a cabo en el campo de Urbana, Illinois en Estados Unidos, a lo largo de tres años. Encontraron que el RPP de las hojas del nivel superior eran relativamente dos veces mayor que las del medio y cinco veces mayor que las del nivel inferior. Asimismo, disminución lineal del RPP por defoliaciones semanales luego del despuntado. Señalan también que en densidades extremadamente bajas como 4,942 plantas/ha las hojas del nivel medio son las más importantes, mientras que para densidades intermedias o altas las hojas superiores contribuyen más al rendimiento de grano.

Gates y Mortimore (1972) con el fin de determinar que hojas son más importantes en la resistencia a la pudrición del tallo, desarrollaron experimentos con plantas de maíz cultivadas en hileras normales a 20 cm y amplias a 102 cm, en un terreno franco arenoso de Harrow, Ontario-Canadá. Para ello emplearon dos híbridos: susceptible (Pioneer 3775) y resistente (B14 x cH9) a los cuales eliminaron determinados grupos de hojas (hojas superiores, hoja de mazorca y dos superiores, dos hojas debajo de la mazorca, hojas inferiores), en la etapa media de formación de seda. Como resultado indican que la eliminación de hojas de determinados grupos como de las hojas superiores subestima sus efectos si otras hojas compensan su pérdida, además estas hojas de ambos genotipos contribuyen de manera similar al rendimiento, pero en plantas resistentes aún más a la reducción de enfermedades que las susceptibles. Las hojas inferiores de las plantas resistentes al recibir sombra de las superiores

contribuyeron menos al rendimiento y la resistencia a la pudrición del tallo que de las susceptibles.

Estudios realizados por Thomison y Nafziger (2003) en Ohio e Illinois-Estados Unidos en plantas de maíz con el 90 % androestériles y el resto con carácter rico en aceite, que se emplean para producir aceite Top Cross, indican que los rendimientos de grano disminuyen por aumento de las defoliaciones y a medida en que más cerca se defolice a la emergencia de la panoja, de manera que defoliaciones completas durante la floración reducen de 95 % a más los rendimientos. En cuanto al contenido de aceite del grano es menos afectado de manera que una defoliación completa en las fases vegetativa tardía, floración y llenado temprano de grano solo reduce de 30 a 40 %, mientras que el contenido de proteína aumenta hasta 50 %.

En estudios realizados por Egharevba et al. (1976) para evaluar el efecto de eliminar hojas sobre patrones de acumulación de materia seca y rendimiento del grano de maíz, señalan que defoliaciones severas al inicio y hasta diez días después del 50 % de la formación de estigmas, el rendimiento de grano reduce a consecuencia del menor número de granos, mientras que el rendimiento de grano afectado por disminución del peso del grano se debe por defoliaciones menos severas y hasta veinte días a más después del 50 % de formación de estigmas. Asimismo, indican que defoliaciones de treinta días posteriores a la formación de estigmas reduce de manera significativa la materia seca total acumulada. Las hojas eliminadas por encima de la mazorca no son significativamente diferentes que eliminar hojas por debajo de la mazorca.

Lauer et al. (2004) en estudios realizados en Wisconsin y Pensilvania-Estados Unidos, señalan que el rendimiento de forraje de maíz se ve afectado por defoliaciones severas cerca de la aparición de estigmas, siendo las etapas de defoliación más perjudiciales la V7(se observa el

cuello de la séptima hoja), V10(se observa el cuello de la hoja diez), R1(emergencia de estigmas) y R4(etapa masoza), con pérdidas del rendimiento de forraje en porcentajes de 16, 43, 70 y 40, respectivamente.

Battaglia et al. (2019) en su experimento ejecutado con dos híbridos de maíz por un periodo de dos años, indican que las pérdidas de rendimiento a consecuencia de las defoliaciones no se pueden reducir sembrando en hileras estrechas. La variabilidad del rendimiento de maíz defoliado es independiente del ancho de la hilera, y no está relacionado con la mayor radiación interceptada.

Blanco et al. (2022) en su investigación desarrollada con el propósito de evaluar la relación daño-rendimiento que origina el gusano cogollero, eliminaron de manera manual el 33 y 66 % de hojas del maíz en etapas V1, V2, V3 y V4 (se observa el cuello de la primera, segunda, tercera y cuarta hoja, respectivamente). Encontrando que el rendimiento no se ve afectado por las defoliaciones en ninguna etapa inferior o igual a V4, mejor aún al fertilizar las plantas defoliadas se produce más grano que las plantas no fertilizadas. Las plantas con defoliaciones inferior o igual a V4 compensan altos niveles de defoliación sin reducir sus rendimientos.

Blanco et al. (2023) en su investigación llevada a cabo en Maryland-Estados Unidos, eliminaron el 75 % de hojas de maíz antes del desarrollo de la séptima hoja (V7) por una, dos y tres veces. Concluyendo que a pesar de la frecuencia y alta defoliación los rendimientos no disminuyen, asimismo en la etapa V2 (visible el cuello de la segunda hoja) una sola defoliación produce más cantidad de grano que el tratamiento sin defoliación, confirmando la capacidad que tiene el maíz para compensar y hasta sobre compensar las defoliaciones severas en etapas tempranas.

Liu et al. (2015) en experimentos desarrollados por la Universidad Agrícola de Shandong-China, con el fin de conocer los efectos de eliminar hojas sobre el rendimiento de grano del maíz cultivados en alta densidad. Cultivaron plantas a una densidad de 105,000 plantas/ha a los que se sometió a tratamientos de defoliación de dos hojas superiores y siguientes, cuatro hojas superiores, seis hojas superiores y testigo; hasta tres días después de formados los estigmas. Concluyendo que la defoliación de dos hojas (superior y siguiente) cultivados a una alta densidad retrasa la senescencia de hojas, mejora la fotosíntesis del dosel y la acumulación de la materia seca por ende mayor peso y rendimiento de grano.

Thomason y Battaglia (2020) en su trabajo sobre “Efectos de la defoliación temprana sobre las plantaciones de maíz y el rendimiento de grano”, en el que aplicaron defoliaciones a 2,5 cm sobre el suelo con ayuda de una podadora de hilo, eliminando hojas una o dos veces por semana comenzando de la etapa V3 (visible el cuello de la tercera hoja) hasta la etapa V6 (visible el cuello de la sexta hoja). Concluyen que los rendimientos se reducen con la frecuencia de la defoliación y la etapa en que se defolie, siendo la etapa V6 más perjudicial con pérdidas de hasta el 100 % de los rendimientos.

En plantas defoliadas, el crecimiento llega muchas veces a ser igual o mayor que aquellas plantas que no recibieron tal daño, lo que corresponde a crecimiento compensatorio o sobre compensatorio (McNaughton, 1983, mencionado por Ballina, 2008). Sin embargo, existe efectos desfavorables pues la defoliación puede llegar a disminuir el crecimiento, así como la adecuación de las plantas (Belsky, 1986; Crawley, 1989, mencionado por Ballina, 2008).

Según Klein y Shapiro (2011) en la “Evaluación de daños por granizo al maíz”, señalan que las disminuciones del rendimiento de grano no son directamente proporcionales a las

disminuciones del área foliar, debido al incremento y movimiento de materia seca del área foliar que se queda y de otras partes de la planta respectivamente.

Covarrubias (2000) en su trabajo sobre “Efecto de cuatro niveles de defoliación sobre el rendimiento de una línea pura de maíz”, realizado en la Universidad de Talca-Chile con defoliaciones de 0, 1, 3 y 5 hojas, no defoliando las hojas inferiores adyacentes a la mazorca; determinó que el rendimiento de grano y sus componentes, así como la fertilidad de la mazorca no fueron afectados ya que no presentaron diferencias significativas en los diferentes niveles de defoliación, mientras que el índice de área foliar si disminuyó significativamente por defoliaciones severas.

En investigaciones realizadas por Espinosa et al. (2010) sobre la “Eliminación de espiga y hojas en un híbrido de maíz androestéril y fértil” maíz H-49, se tuvieron como tratamientos el desespigue sin o con eliminación de 1-8 hojas y el testigo sin desespigue. Obtuvieron que la eliminación de espiga aumenta los rendimientos de grano, siendo el efecto mayor en la versión fértil. La defoliación de más de tres hojas incluido la eliminación de espigas, reduce los rendimientos, asimismo la eliminación de espiga y hojas reduce la calidad de la mazorca, principalmente cuando se elimina la espiga más 6, 7 y 8 hojas.

Lora (2016) en su trabajo “Efecto de las defoliaciones en la producción final de maíz ciclo FAO 400” desarrollado en la Universidad Pública de Navarra-España, con semillas de ciclo 400 de la variedad Pioneer PO222, en el que se defolió al 0 %, 33 %, 66 % y 100 % en siete etapas fenológicas. Presentó que las reducciones de producción aumentan según la etapa y la intensidad de defoliación, generando reducciones del 50 % en la etapa cinco con 13 hojas y del 75-100 % en la etapa seis de floración. La mazorca reduce en longitud de 25 a 40 mm en las etapas 5 y 6 con defoliación del 66 al 100 %, siendo más cortas a las obtenidas por las mismas

intensidades de defoliación, pero en otros momentos; mientras que su diámetro se ve afectado con reducciones de 5 a 6 mm en los momentos 5 ,6 y 7 con defoliaciones del 100 %.

Ochoa et al. (1996) con la finalidad de evaluar el efecto de remover de manera manual y mediante pastoreo con corderos las hojas inferiores del maíz, antes y durante la etapa de floración femenina, en la producción de grano, ejecutado en México. Realizaron dos experimentos con el híbrido H-311, el primero con cinco tratamientos: testigo, eliminación de 4 y 8 hojas inferiores, antes y durante el jiloteo; y el segundo con cuatro: testigo, pastoreo antes, durante y después del jiloteo. Concluyendo que la defoliación de 4 u 8 hojas inferiores antes y 8 durante la floración femenina produce un ligero abatimiento de los rendimientos de grano, asimismo, el peso de grano tiende a reducir con defoliación antes del jiloteo mas no durante este. La producción de maíz pastoreado reduce ligeramente antes y durante el jiloteo que después de este, el peso de granos es mayor en el testigo en comparación a los pastoreados que son menores y similares.

En trabajos realizados por Ortiz et al. (2022) con el objetivo de evaluar el efecto de la eliminación de hojas de maíz en diferentes estratos al momento de la floración femenina, llevado a cabo en la localidad de Edelira-Paraguay, aplicaron tratamientos: sin defoliar, defoliación de la hoja principal, defoliación por debajo de la mazorca, defoliación por encima de la mazorca y defoliación total. Mostrando que cualquier nivel de defoliación al momento de la floración femenina va a reducir los rendimientos, y esto a causa de que la planta no capta la radiación solar adecuada.

Barimavandi et al. (2010) con el fin de estudiar los efectos de diferentes niveles de defoliación sobre el crecimiento y rendimiento del maíz SC 704 en Irán, aplicaron ocho tratamientos en la antesis y después de la apertura de panoja, los cuales fueron: testigo (T1),

defoliación de hojas de la mazorca (T2), defoliación de hojas sobre y debajo de la mazorca (T3 y T4), defoliación de dos hojas debajo y encima de la mazorca (T5 y T6), defoliación completa (T7), defoliación de la hoja de la borla (T8). En el que determinaron que las defoliaciones completas seguido de las defoliaciones sobre la mazorca, reducen en mayor medida el rendimiento de grano, el número de granos por hileras, peso seco del grano, longitud de mazorca, materia seca total, además el número de hileras por mazorca que solo se ve afectada con defoliaciones completas; la eliminación de la hoja de la panoja y de la hoja de la mazorca no afectan el rendimiento de grano, ni el número de granos; los tratamientos no tuvieron efecto sobre el índice de cosecha y el índice de área foliar que fue mejor en T1 pero menor en T4.

Oladapo et al. (2009) realizaron un estudio sobre “Los efectos del tiempo de defoliación en el rendimiento, calidad y almacenamiento de las hojas de maíz como forraje estacional para la producción de rumiantes”, desarrollado en Nigeria, en el que aplicaron tratamientos: sin defoliar y cuatro tratamientos con 50 % de defoliación por planta desde la base del suelo tras 4, 8, 12 y 16 semanas después de sembrar. En sus resultados mostraron que el maíz defoliado a doce semanas tras la siembra, el forraje es de buena calidad y los rendimientos de grano no se ven afectados. Además, las hojas de maíz secas y almacenadas por cuatro meses tienen alto valor nutritivo.

Bani et al. (2018) en su trabajo “Efectos de la defoliación sobre las características del maíz de planta entera como forraje y cultivo energético”, emplearon defoliación con porcentajes de 0, 33, 66 y 100 en etapas V12 (hoja número doce), R1 (emergencia de estigmas) y R3 (etapa lechosa). En el que determinaron que la materia seca reduce de manera progresiva con niveles crecientes de defoliación y con la aplicación en V12, la mayor acumulación de nitratos se da con defoliación total que a su vez cuando es temprana reduce el potencial bioquímico de metano.

En el ensayo desarrollado por Papucci et al. (2019) sobre el “Efecto del daño foliar y el ambiente sobre el rendimiento en el cultivo de maíz”, ejecutado en Zavalla-Argentina, donde los tratamientos fueron testigo y seis tratamientos con daño foliar (rasgado en tres partes de hojas) en los momentos (R1-15 días, R1 y R1 +15 días), y diferentes intensidades por momento (con quebrado y sin quebrado de la nervadura central). Determinaron que la expresión del rendimiento no es afectada por interacciones entre ambiente y tratamientos, además que los menores rendimientos y peso de 1000 semillas se producen con daño foliar con quebrado de la nervadura central en R1 y R1+ 15, respectivamente.

1.1.2. Antecedentes Nacionales

Quiroz (2019) en su trabajo “Efecto del despanoje y defoliación sobre el rendimiento de grano de la línea de alta endogamia de maíz amarillo duro *Zea mays* L. (Poaceae) CML 297” realizado en la UPAO-Trujillo, con ocho tratamientos: testigo sin despanojar, despanoje y el resto de tratamientos con despanoje más eliminación de hojas desde la primera (hoja bandera) hasta la sexta hoja (hoja mazorca). Concluyó que el despanoje aumenta en 7.5 % el rendimiento, la defoliación reduce el rendimiento de grano en un 30.9 % respecto al testigo sin despanojar y 35.9 % respecto al tratamiento de despanoje; la defoliación de las seis hojas en comparación al testigo sin despanojar disminuye la longitud de la mazorca, número de granos por hilera y la prolificidad en 8 %, 4.1 % y 20 %, respectivamente.

En la investigación realizada por Vilchez (2022), sobre el “Efecto de la defoliación inferior en el rendimiento del *Zea mays* “maíz amarillo””, ejecutado en la irrigación de Santa Rosa, Huaura-Lima, en el que se aplicaron defoliaciones a los días 14, 21, 28 y 35 con porcentajes de 0 y 100 % por debajo de la mazorca en el estado R1 (emergencia de estigmas),

encontró que no hay interacción entre días a la defoliación y el porcentaje, y que el peso de granos, mazorca y rendimiento se ven afectados por el 100 % de defoliación.

Huamán (2021) con la finalidad de evaluar los efectos a causa de las precipitaciones sólidas en el rendimiento de maíz amiláceo en condiciones de secano en Acobamba-Huancavelica, aplicó siete tratamientos después de los 75 días de sembrar: sin defoliación; defoliación de las láminas de cada hoja en porcentajes de 25, 50, 75 y 100; rasgado total de las láminas de la hoja y rasgado total de las láminas con quiebre de la nervadura. Determinando que el efecto del daño foliar se manifiesta en menor tamaño de mazorcas y rendimientos de acuerdo a la magnitud de defoliación y rasgado de las hojas, asimismo según la magnitud de la defoliación reduce los rendimientos de grano seco, sin embargo, el crecimiento de la planta no es afectado por daños foliares.

Huanuqueño y Tobaru (2016) en su experimento ejecutado en UNALM-Lima Perú, plantearon evaluar la magnitud del menor rendimiento de grano al eliminar la panoja y hasta cuatro hojas cercanas a esta, asimismo, determinar el número de hojas límite que se puede eliminar junto a la panoja sin causar pérdidas del rendimiento de grano. Para ello emplearon el híbrido doble de maíz amarillo PM-212 al que aplicaron seis tratamientos: sin emascular (testigo), emasculado y emasculado con (última hoja-dos últimas hojas-tres últimas hojas-cuatro últimas hojas). Eliminaron las panojas aún envueltas por la hoja bandera. Encontraron que el testigo muestra mayor rendimiento de grano en comparación a la emasculación con cuatro hojas (los rendimientos reducen 4.3 % por hoja eliminada; en tanto eliminación de panoja junto a la hoja bandera no reduce el rendimiento).

1.2. Bases Teóricas

1.2.1. Origen y distribución del maíz en el Perú

El centro principal de origen, fueron las regiones montañosas de México y Guatemala (Mesoamérica), seguido de los Andes centrales (Tapia y Fries, 2007).

La existencia de maíz pre cerámico en el Perú, presente en evidencias arqueológicas y botánicas (coronta, granos y otros órganos de la planta de maíz) de excavaciones principalmente en yacimientos como de los sitios costeros del valle del Casma (Cerro El Calvario y Cerro Julia), Las Culebras, Los Gavilanes, Aspero y sitios serranos como La Cueva y El Guitarrero, indican la gran antigüedad del maíz en el Perú (Bonavia y Grobman, 1999). Alexander Grobman señaló que las pruebas de datación mediante radiocarbono realizadas a quince muestras de microfósiles analizadas de sitios arqueológicos de Paredones y Huaca Prieta (departamento de La Libertad) revelaron que la antigüedad fluctúa entre 6504 y 7775 años del presente, que superan en antigüedad a los 6300 años que alcanzó el maíz encontrado en la zona de Guilá Naquitz estado de México-Oaxaca (Municipalidad del Cusco, 2018).

La diversificación del maíz en el Perú encontrada en los yacimientos como en los Gavilanes, indican la presencia de tres razas primitivas (Confite Chavinense, Proto-Confite Morocho y Proto-Kculli), razas con alta frecuencia de coloración antociánica a las que se les considera como precursoras de las más de cincuenta razas que existen de maíz en la actualidad en el Perú, a diferencia del maíz de México en el que se descubrió una sola raza llamada teocintle (Bonavia y Grobman, 1999).

Según Manrique (1999), confirma que el maíz morado tiene su progenie en la raza “Kculli” que hasta la actualidad viene siendo cultivada en el Perú. Se hizo cruce con diferentes

razas transfiriendo sus colores propios a las razas derivadas de ellos como Piscoruntu, Huayleño, San Gerónimo, Cusco, Arequipeño, Huancavelicano e Iqueño.

Sevilla y Valdez (1985) mencionan que el maíz morado es adaptable a diversos climas que presenta la costa y sierra del Perú. Su distribución radica principalmente en la región Lima, Ayacucho, Arequipa, Huánuco, Cajamarca y Áncash, quienes son las principales regiones productoras de maíz morado peruano. Encontrando diferentes variedades según su adaptabilidad a las condiciones edafoclimáticas de cada región, es así que se puede cultivar desde los 600 hasta los 3200 e incluso 4000 m.s.n.m. (MIDAGRI, 2021).

1.2.2. Clasificación taxonómica

El maíz morado lleva el nombre en inglés como “Andean purple corn”, conocido también por los nombres de “purple corn” o “blue corn”. MINAGRI (2017) afirma que el nombre científico del maíz morado es *Zea mays* var, amilácea (L) y es parte de la familia de las gramíneas.

Según Takhtajan (1980) la clasificación taxonómica del maíz es el siguiente:

Reino	: Plantae
División	: Magnoliophyta
Clase:	: Liliopsida
Orden	: Poales
Familia	: Poaceae
Subfamilia	: Panicoideae
Tribu	: Andropogoneae
Género	: <i>Zea</i>
Especie	: <i>Zea mays</i> L.
Nombre común	: Maíz morado

1.2.3. Morfología

Las características morfológicas han ido evolucionando conforme al transcurso del tiempo, generando modificaciones como en altura, inserción, ciclo de maduración, tipos de granos, número de mazorcas, número de hileras por planta, longitud y ancho de hojas (Paliwal, 2001).

El maíz (*Zea mays* L.) es una planta monoica, ya que posee flores estaminales funcionales que se encuentran en la panoja, así también flores pistiladas juntas en las mazorcas desarrolladas en la quinta o sexta hoja, contabilizadas a partir de la panoja (INIA, 2020).

las características morfológicas del maíz morado son las siguientes:

Órganos vegetativos

Raíz. Se tiene dos tipos: seminales y adventicias. Las primeras emergen de la semilla durante la germinación y consta de radícula (primera estructura seminal que rompe el pericarpio) y de un número que varía de raíces laterales que nacen en la base del primer entrenudo, su crecimiento inicial es de manera horizontal y luego se dirige hacia abajo. Las raíces adventicias nacen a partir de los primeros entrenudos en forma de cono invertido, la base de los entrenudos consta de una especie de corona con cuatro a cinco raíces, que aumentan conforme al entrenudo superior (del séptimo al octavo entrenudo bajo el suelo), estas coronas se siguen formando hasta los entrenudos que se encuentran al nivel del suelo, brindando anclaje a la planta (INIA, 2020).

Tallo. Es simple, erecto, robusto y sin ramificaciones, puede alcanzar alturas de hasta cuatro metros. Su apariencia se asemeja a la caña, al realizarle un corte transversal tiene una médula porosa más no presenta entrenudos (Takhtajan, 1980). A su vez Tocagni (1982) afirma que es una caña verticalmente, que varía en altura de 0,80 a 2,50 m, alcanza casi cuatro metros en climas tropicales y presenta entre ocho y catorce nudos.

Hojas. Se encuentran ubicadas de manera alterna, son largas y lanceoladas con tricomas en el haz y bordes cortantes, la nervadura es central y las venas son delgadas y paralelas, también posee la vaina foliar que envuelve al entrenudo y la lígula que se encarga de unir la lámina con la vaina (INIA, 2020). Es una planta anual con quince a treinta hojas verdaderas de color verde intenso que emergen de los nudos (Llanos, 1984).

Órganos reproductivos

Panoja. Inicia su crecimiento una vez manifestado todas las hojas, para luego dar paso a la formación de los granos de polen que se liberan cuando concluye la emergencia de la panoja. La liberación del polen comienza en la parte inferior que comprende el tercio medio superior y continua en ambas direcciones. De acuerdo a la variedad existe entre 15 a 50 millones de granos de polen por panoja, que se diseminan por vectores de polinización, principalmente el viento (INIA, 2020).

Mazorca. Constituida de 85 % de grano y 15 % de coronta, contiene el pigmento al cual se le denomina antocianina quien se encuentra en mayor proporción en coronta que en el grano y panca (MIDAGRI, 2021).

Grano. El grano o semilla es cariósipide. La pared del pericarpio se adhiere a la cubierta de la semilla, que se fusionan para formar la pared. El grano maduro presenta pared, embrión diploide y endosperma triploide, que son las tres partes principales. La capa de aleurona se forma a partir del contacto entre la parte más externa del endosperma con la pared del grano (Takhtajan, 1980). Es una cariósipide con forma redonda y de color morado, que se ubica en hileras longitudinales en la mazorca (Risco, 2007).

1.2.4. Fenología

De acuerdo a Lafitte (1993) las etapas vegetativas como reproductivas del maíz se detallan a continuación (Tabla 1):

Tabla 1

Etapas de crecimiento del maíz (Zea mays L.)

Etapas de Crecimiento	
Etapas Vegetativas	VE Surge la emergencia a la superficie del suelo del coleóptilo.
	V1 Se observa el cuello de la primera hoja, el cual siempre presenta el ápice en forma redonda.
	V2 Se observa el cuello de la segunda hoja.
	Vn Se observa el cuello de la hoja número "n", letra que representa el número definitivo de hojas de una planta, que por lo general tiene entre 16 a 22 hojas, pero a consecuencia de la floración se pierden 4 a 5 hojas inferiores.
	VT Se visualiza completamente la última rama de la panícula, que no es lo mismo a la floración masculina debido a que en esta última se libera el polen.
Etapas Reproductivas	R1 Es visible los estigmas en un 50 % en las plantas.
	R2 Considerada la etapa de ampolla, debido a que los granos contiene un líquido claro y se observa el embrión.
	R3 Considerada la etapa lechosa pues los granos están llenos con un líquido lechoso de color blanco.
	R4 Conocida como etapa masoza por la pasta blanca de los granos, además el embrión tiene la mitad del ancho del grano aproximadamente.
	R5 Considerada como la etapa dentada, puesto que la parte superior de los granos se llenan de almidón y de acuerdo al genotipo dentado los granos adoptan esta forma. Asimismo se observa la línea de leche en granos cristalinos como dentados.
	R6 Madurez fisiológica. Es visible una capa negra o línea negra en la base del grano, asimismo este cuenta con alrededor del 35 % de humedad.

Nota. Fuente: Lafitte (1993).

1.2.5. Razas de maíz en el Perú

Existen 55 razas de maíz conservadas en el Banco de Germoplasma del Programa Cooperativo de Investigación de Maíz (PCIM), (Manrique,1997, mencionado por Justiniano, 2010):

Razas primitivas. Se tiene cinco grupos; cuatro en la sierra (Confite Puntiajudo, Confite Puneño, Confite Morocho y Kculli) y uno en la selva (Enano).

Razas derivadas de las primeras. Se tiene a veinte; de las cuales seis se encuentran en la Costa (Alazán, Mochero, Iqueño, Rabo de Zorro, Pagaladroga y Chapareño); doce en la sierra (Huancavelicano, Chullpi, Paro, Huayleño, Ancashino, Granda, Morocho, Piscorunto, Shajatu, Cuzco Blanco, Cusco Cristalino Amarillo, Uchuquilla) y en la selva se tiene a dos (Piricinco, Sabanero).

Razas de segunda derivación. Se tiene a diez; en la costa se encuentran cuatro (Perla, Rienda, Chancayano y Huachano); en la sierra cuatro (Cuzco Gigante, Arequipeño, San Gerónimo, Huancavelicano) y en la selva dos (Chimlos y Maraño).

Razas introducidas. Se tiene a seis; tres en la costa (Arizona, Colorado, Pardo) y tres en la selva (Alemán, Chuncho y Cuban Yellow).

Razas incipientes. Se tiene a doce; cinco en la costa (Coruca, Chancayano Amarillo, Jora, Morochillo, Tumbesino); en la sierra siete (Morocho Cajabambino, Morado Canteño, Allajara, Amarillo Huancabamba, Blanco Ayabaca, Huarmaca, Huanuqueño).

Razas no definidas. Se encuentran a dos; en la sierra (Sarco) y en la selva (Perlilla).

En la actualidad se han identificado 52 razas como segunda aproximación, donde se ha excluido razas de la primera aproximación e incluido otras razas, teniendo en cuenta morfología,

adaptación y usos, además de la información citológica. Estas razas están distribuidas en las tres regiones naturales del Perú (sierra, costa y selva), (MINAM, 2018).

1.2.6. Variedades de maíz morado en el Perú

Las distintas variedades de maíz morado provienen de una raza ancestral que aún es cultivada en territorio peruano, a la cual se le denomina “Kculli”, que es una de las pocas razas con presencia de pigmentos antociánicos en grano y coronta (Manrique, 1997, mencionado por Justiniano, 2010):

Existen distintas razas de “Kculli” en América del sur, así pues, el Kculli de Bolivia que se parece al de Perú por las características morfológicas de la planta, mazorca y la intensidad de pigmentos; el Negrito chileno quien presenta mazorca más pequeña, granos esbeltos, pero con mayor número de hileras; y el Kculli argentino que se caracteriza por tener mazorcas de mayor tamaño y granos más duros (Justiniano, 2010).

Sevilla y Valdez (1985), especifican a las variedades que más se conocen:

Cuzco Morado. Asociada a la raza cusco gigante. Es una variedad tardía, que presenta mazorcas con ocho hileras concretas y granos grandes. Se siembra en altitudes intermedias de los departamentos de Apurímac y Cuzco.

Morado Canteño. Proveniente de la raza Cuzco. Esta variedad es precoz, sus características de la mazorca se parecen a la raza Cusco Morado, pero de menor tamaño. Se siembra principalmente en las zonas altas hasta una altitud de 2500 m.s.n.m del valle del Chillón, en la región de Lima, aunque se puede cultivar en los distintos lugares de la sierra peruana. Es la variedad más consumida del mercado limeño.

Morado de Caraz. Proveniente de las Razas Alazán y Ancashino. Variedad de precocidad intermedia, su maíz es más pequeño que los de origen cusqueño, tiene mayor

capacidad de rendimiento dentro de las variedades tradicionales y la coronta presenta alto contenido de antocianinas. Se siembra en la ciudad de Caraz, callejón de Huaylas en grandes extensiones por lo que recibe el nombre de Morado de Caraz, se puede adaptar también a la Costa.

Arequipeño. Variedad con mayor precocidad que las mencionadas anteriormente, presenta mazorcas con granos morados que se disponen en hileras regulares, la mazorca tiene forma similar a la variedad Cuzco, aunque más pequeña. La coronta tiene un color que no es tan intenso al de otras variedades, sin embargo, de acuerdo a la colección realizada en Arequipa cuenta con mucha variabilidad de esta característica, por lo que podría ser parte de una variedad mejorada.

Negro de Junín. Variedad precoz, se caracteriza por tener granos grandes de color negro que se disponen irregularmente en una mazorca con morfología corta y redonda. Esta variedad tiene la forma parecida a la raza San Jerónimo.

Huancavelicano. Se cultiva en regiones de la sierra centro y sur hasta el departamento de Arequipa, llega a ocupar altitudes mayores que las otras variedades.

1.2.7. Variedades mejoradas de maíz morado

PMV-581. Variedad mejorada del Morado Caraz por la Universidad Nacional Agraria La Molina, se adapta a condiciones de costa y sierra baja. El periodo vegetativo es intermedio, las mazorcas son medianas de 15 a 20 cm, largas y con un alto contenido de antocianinas, además con un rendimiento que alcanza las 6 t/ha. Es resistente a enfermedades como roya y cercospora (Manrique, 1997, mencionado en Justiniano, 2010).

PMV-582. Es una Variedad mejorada del Morado Caraz por la Universidad Nacional Agraria La Molina, se adapta a condiciones de sierra alta. Se caracteriza por tener plantas y

mazorcas de tamaño intermedio, con un alto contenido de pigmentos antociánicos, el rendimiento alcanza las 4 t/ha. (Manrique, 1997, mencionado en Justiniano, 2010).

INIA-601 (INIA Negro Cajamarca). Variedad que fue mejorada en la Subestación Experimental del INIA en Cajabamba, por selección recurrente de medios hermanos durante seis ciclos. Esta variedad fue formada en base a 256 progenies, de las cuales 108 eran de la variedad Morado de Caraz y las restantes de la variedad local Negro de Parubamba. Se adapta bien a condiciones de la sierra norte de territorio peruano como son las regiones de Cajamarca, Piura y La Libertad, a altitudes de 2600 a 2900 metros (INIA, 2004).

INIA-615 (Negro Canaán). Variedad que fue mejorada por el Programa Nacional de Investigación en Maíz del INIA en la Estación Experimental Agraria Canaán- Ayacucho, mediante selección recurrente de medios hermanos de 36 colecciones de cultivares de la zona provenientes de la raza kully, llevados a cabo a lo largo de nueve ciclos. Sus progenitores femeninos han sido variedades locales como Negro, Kully y Morado, y los progenitores masculinos un compuesto balanceado de Negro, Kully y Morado. Se adapta bien a condiciones de la sierra, con altitudes de 2000 a 3000 metros (INIA, 2007).

1.2.8. Exigencias agroecológicas del cultivo

Clima. El maíz morado crece en los diferentes climas que presentan la sierra y costa del Perú, debido a la presencia de las diferentes variedades que le permiten extenderse ampliamente. En todos los ambientes donde se cultiva, su desarrollo y rendimiento se ven idealmente favorecidos por climas secos con temperaturas correspondientes a las de los valles interandinos en las vertientes de los océanos pacífico y atlántico, entre 600 y 2500 metros sobre nivel del mar (Sevilla y Valdez, 1985).

El maíz morado está adaptado a ambientes de sierra, que incluyen laderas, valles y llanuras ubicadas entre 1800 a 2800 metros sobre el nivel del mar, con una temperatura media anual de 12 a 20 °C y una precipitación media anual de 500 a 1000 mm (MIDAGRI, 2021).

Medina (2022) señala que la existencia de nubes, neblina y las bajas temperaturas que se da en condiciones de sierra a altitudes de 3000 m.s.n.m, perjudica el crecimiento y desarrollo normal de la planta, prolongando el periodo vegetativo.

El maíz morado produce mayores antocianinas cuando está expuesto a los rayos solares (Medina et al., 2016). No obstante, altas temperaturas en la fase reproductiva, afectan la viabilidad del polen por lo que los rendimientos disminuyen significativamente (INIA, 2020).

Suelo. El maíz crece bajo distintas condiciones de suelo, aunque suelos arcillosos y arenosos afecta el desarrollo del cultivo, no obstante, se ve favorecido por aquellos con textura media (francos), profundos, fértiles y bien drenados que tengan alta capacidad de retención de agua, pero teniendo en cuenta que excesos de humedad afecta la acumulación del contenido de antocianina en mazorca (MIDAGRI, 2021).

El maíz morado requiere de suelos con estructura granular, blandos con adecuado drenaje, retención de humedad y buena aireación. El pH para el desarrollo adecuado del cultivo debe estar entre 6 a 6.5 es decir neutro a levemente alcalino (Medina et al., 2016).

Los suelos con pH de 5.5 a 8 dan buenos resultados, pero el óptimo es aquel que va en los rangos de 6 a 7. El pH diferente a estos rangos suele aumentar o disminuir la disponibilidad de algunos elementos provocando toxicidad o carencia. El maíz es ligeramente tolerante a las sales que se encuentran contenidas en el suelo como en las aguas de riego (Fuentes, 2002, citado en Pinedo, 2015).

El contenido de antocianinas del maíz morado se ve afectado por excesos de humedad, por lo cual se debe cultivar en suelos que presentan un pH de 5 a 8, con conductividad eléctrica entre 1 y 4 Ds/m (Risco, 2007).

Agua. El riego para el maíz morado debe ser por gravedad. Teniendo en cuenta las condiciones edafoclimáticas el riego se debe realizar cada diez a doce días, priorizando los riegos durante las etapas de floración y panojamiento, en el que se requiere un volumen de 8 a 10 mil m³/ha de agua (Risco, 2007).

El maíz requiere de 500 a 700 mm de precipitación en todo el ciclo del cultivo, pero si el suelo no puede almacenar esta cantidad ya sea porque es poco profundo, por la velocidad de escurrimiento, alta demanda evaporativa por temperaturas elevadas y escasa humedad relativa, se requiere de riegos complementarios pues la cantidad de lluvia no es suficiente (Lafitte, 1993).

Las lluvias que se presentan entre octubre y marzo en la sierra norte y en el centro del país, son apropiadas para lograr rendimientos mayores a 5 t/ha. Sin embargo, si aparecen periodos de escasez de agua, se debe aplicar riegos complementarios en las etapas de crecimiento y en especial en etapas previas a la floración y durante el llenado de grano, pues son etapas críticas que influyen en el rendimiento y la calidad. Se debe procurar que el riego humedezca los 30 cm de profundidad (Medina et al., 2016).

Época de Siembra. Se cultiva entre los 1200 y 2400 metros sobre nivel del mar. En la región sierra las épocas de siembra más apropiadas son entre los meses de agosto a octubre, mientras que en la costa entre los meses de abril y setiembre (Manrique, 2000).

En los valles interandinos se siembra entre los 2000 a 3100 msnm. La mejor época de siembra se da en campaña chica en el mes de julio siempre que se cuente con agua de riego, en campaña grande en los meses de octubre y noviembre (Medina, 2022).

1.2.9. Labores culturales

Semilla. Debe ser certificada, producida por los multiplicadores de semilla como el INIA, si la semilla es propia utilizar la de buena calidad, es importante tener en cuenta que las semillas de maíz amiláceo se comportan mejor a su lugar de origen y adaptación. Se debe tratar la semilla para asegurar una buena densidad poblacional, mediante fungicidas e insecticidas antes de iniciar la siembra (Medina, 2022).

Preparación del terreno. La preparación del terreno va a depender de las condiciones que presente cada suelo, así pues, se recomienda en suelos arcillosos pasar yunta por lo menos en tres ocasiones antes de la siembra; a un mes en el que se aplica además cal agrícola si son suelos ácidos, a dos semanas con el fin de suavizar y uniformar la profundidad y en el día de la siembra para definir la profundidad de 30 cm y uniformizarla (Medina et al., 2016).

La preparación de la tierra tiene como objetivo primario crear una estructura adecuada para el desarrollo del cultivo, terrones de más de 6 cm de diámetro obstaculizan la emergencia, es por ello que las operaciones de labranza se deben realizar cuando el suelo tiene la humedad adecuada (Lafitte, 1993).

Siembra. Es importante que la semilla este en buen contacto con el suelo, la profundidad correcta debe permitir que la semilla absorba agua y este protegido de desecación y pájaros y no germine con lluvias ligeras, pudiendo alcanzar la superficie del suelo antes de que termine sus reservas o sea atacada por alguna plaga, por tanto, la profundidad debe estar entre 5 a 7 cm y si las semillas son grandes y sanas hasta 10 cm (Lafitte, 1993).

Es importante tener una adecuada población de plantas ya que se logra mayor número de mazorcas y por ende tusas o corontas que es la parte de la planta con más contenido de antocianinas, por ello se recomienda sembrar a distanciamientos entre surcos de 0.80 m y entre

golpes a 0.50 m con tres semillas por golpe para luego realizar el desahíje dejando dos plantas por golpe, necesitando 35 kg/ha. De manera que la densidad sea de 50 000 plantas por hectárea y se evite que por mayor densidad las plantas crezcan y se tumben por acame (Medina, 2022).

La densidad de siembra de acuerdo a la calidad y fertilidad que presentan los suelos, está entre 55.555 y 66.666 plantas/ha. Si se siembra más plantas se obtiene mayores rendimientos si se tiene buena fertilización y manejo del cultivo, sin embargo, es posible tener plantas improductivas y mazorcas pequeñas que afectan la calidad y por ende el precio del producto (Risco, 2007).

Control de malezas. Las malezas compiten con el cultivo por luz, agua y nutrientes, siendo las etapas críticas entre V3 y V8, antes de la etapa V3 las malezas son importantes si el tamaño es mayor al maíz o por escasez de agua, después de la etapa V8 las malezas causan problemas si existe carencia de agua y nutrientes, sobrepasan el tamaño del maíz o tiene efecto alelopático. Además, que muchas malezas dificultan la cosecha aumentando los costos de producción. Es por ello que se recomienda realizar deshierbos oportunos y además aplicación de herbicidas antes de que el maíz llegue a la etapa V8 (Lafitte, 1993).

Desahíje. Se debe de realizar el desahíje en plantas de tres a cuatro hojas, dejando una por golpe. Eliminando plantas débiles, con crecimiento acelerado o aquellas que demoran en crecer, con el fin de tener plantas uniformes que sean capaces de aprovechar los nutrientes.

Cuando crece más de dos plantas en la misma postura los rendimientos de grano se ven afectados por competencias de nutrientes agua y luz, asimismo más de cuatro plantas en una misma postura ocasiona que de una a tres de ellas no desarrollen mazorca (Medina et al., 2016). Por ello cuando presentan de tres a cuatro hojas es importante ralear las plantas en exceso dejando dos a tres plantas por postura (Lafitte, 1993).

Aporque. El aporque se ejecuta en dos momentos oportunos, cuando la planta tiene cerca de 30 cm y el segundo con plantas de 40 a 50 cm de altura, permitiendo el correcto anclaje de las plantas y buena aireación de las raíces, además de eliminar malezas (INIA, 2007). En esta labor cultural se aprovecha la realización de la segunda fertilización.

Fertilización. El maíz morado necesita de fertilizantes que contengan nitrógeno, fósforo y potasio (N, P, K), que se aplican de acuerdo a la etapa fenológica del cultivo, tipo de suelo y el contenido de humedad. Es importante que la formulación se fraccione en tres partes; a la siembra donde el fertilizante se aplica de manera uniforme en la extensión del campo, al aporque y al inicio de la floración masculina o aparición de la panoja en la que el fertilizante se debe aplicar a la costilla del surco. Se debe evitar el exceso de nitrógeno en la etapa inicial para no tener crecimientos desmedidos, aplicar el 80 % de fósforo al momento de la siembra para aumentar rendimientos y prevenir que la aplicación en etapas posteriores disminuya el contenido de antocianinas (Medina et al., 2016).

La fertilización se debe hacer en base al análisis de suelo. Sin embargo, se puede aplicar 90-45-00 kg/ha de N-P₂O₅-K₂O al momento de fertilización dividiendo para ello el nitrógeno en 1/3 para el primer deshierbo y 2/3 antes de que se inicie la floración (INIA, 2004).

En la sierra norte, en especial la región Cajamarca el suelo contiene 20 % de materia orgánica no disponible para la planta por problemas de acidez del suelo, por lo que se recomienda aplicar de 8 a 10 t/ha de guano de corral de acuerdo a su disponibilidad y fertilización nitrogenada en el primer aporque. Si se emplea fertilización se necesita por lo general macronutrientes, 28 a 30 kg de nitrógeno, 10-12 kg de fósforo, 23-45 kg de potasio por tonelada de grano además de magnesio calcio y azufre; y micronutrientes como boro, cobre, manganeso, fierro, molibdeno y zinc en cantidades requeridas por la planta. La aplicación de

abonos se realiza de forma corrida y localizada mientras que los fertilizantes son aplicados todo el fosforado y potásico y 1/3 del nitrogenado hasta diez días después de la siembra y 2/3 restantes del nitrogenado en el aporque teniendo en cuenta de aplicar a la costilla de los surcos a chorro continuo y si es la siembra por golpes entre plantas (Medina, 2022).

Cosecha. La cosecha del maíz morado va a depender según el uso. Cuando los granos presentan alrededor de 30 % de humedad se cosechan las mazorcas pues las antocianinas se concentran y estabilizan en la coronta y brácteas. Es importante cosechar de manera oportuna para evitar ataque de gorgojos como (*Pagiocerus frontalis* Fab.) y lluvias que en esta etapa ocasionan pudrición de las mazorcas y la germinación prematura de granos. Asimismo, en el departamento de Cajamarca donde se industrializa el maíz morado, las mazorcas son cosechadas dejando en pie a las plantas (Medina, 2022).

La cosecha se realiza cuando los granos presenten de 30 a 35 % de humedad, donde se tumba las plantas con el fin de concentrar mayor pigmento y después de alrededor de cuatro a cinco días se separan las mazorcas de la planta para seguir con el secado de la mazorca (Risco, 2007).

Secado. Las mazorcas se secan sobre tarimas de madera o mantas teniendo en cuenta no exponerlas a los rayos solares y seleccionando las de buena calidad para facilitar el posterior desgrane. El secado natural dura aproximadamente de 30 a 45 días hasta que el grano tenga alrededor de 14 % de humedad, si se desea acelerar el secado las mazorcas se deben voltear mínimo tres veces evitando el desgrane (Medina, 2022).

Para conservar la calidad de antocianinas es importante secar la mazorca hasta que llegue al 20 % de humedad, teniendo en cuenta que el proceso debe ser rápido, con aire forzado o energía solar, evitando que la mazorca este expuesta a la luz solar (Risco, 2007).

Almacenamiento. El grano, coronta y brácteas, se envasan en bolsas de polipropileno. El almacén se realiza cuando las mazorcas tienen alrededor del 14 % de humedad, es decir luego del secado. El lugar debe ser seguro y estar debidamente limpio, seco, libre de roedores, aves e insectos, asimismo contar con buena ventilación, la temperatura debe oscilar entre 10 °C y la humedad relativa entre 50 a 60 %. Se debe tener cuidado con la aplicación de insecticidas ya que lo almacenado es empleado para elaboración de diferentes productos que consume el humano (Medina, 2022).

1.2.10. Defoliación

La defoliación por su propia definición, consiste en la eliminación total o parcial de hojas verdes, este puede ser de manera directa mediante el corte manual o mecánico y de manera indirecta por causa del ganado, insectos, enfermedad y factores climáticos como el viento y granizo.

Es la caída prematura de hojas de árboles y plantas, que se producen por contaminación ambiental, enfermedad o acción humana (RAE, 2023). No confundiendo con el término de exfoliar que consiste en la división de las láminas y eliminación de aquellas células muertas (RAE, 2024).

1.2.11. Efecto de la defoliación en el rendimiento

El efecto que tiene la defoliación en el rendimiento, va a depender del número de hojas que se pierdan, del nivel donde se encuentren las hojas en la planta y principalmente de la etapa fenológica en el que se produzca (Tabla 2). Si la defoliación se produce antes de que el maíz haya llegado a las etapas V4-V5 (se observa el cuello de la cuarta y quinta hoja, respectivamente), el efecto sobre el rendimiento es mínimo. Luego de la etapa V6 (se observa el

cuello de la sexta hoja), el efecto de la defoliación aumenta conforme más cerca se encuentre a la floración, bien sea antes o después (Lafitte, 1993).

Las plantas de maíz en etapas tempranas (antes del desarrollo de la séptima hoja), son capaces de compensar y hasta sobre compensar niveles altos de defoliación sin disminuir sus rendimientos (Blanco et al., 2023). En la fase vegetativa gran parte de la energía se conduce hacia la formación del follaje, es por ello que el maíz tolera de cierta manera la eliminación de hojas por ataque de alguna plaga (INTAGRI, 2016).

Tabla 2

Pérdida porcentual del rendimiento asociada con distintos grados de defoliación producidos en diferentes etapas de crecimiento

Grado de Defoliación	Etapas de Crecimiento			
	V6	V12	VT	R2
Se eliminó 33 % del área	3	7	22	10
Se eliminó 66 % del área	3	23	50	26
Se eliminaron todas las hojas	2	40	92	80
Se eliminaron las hojas debajo de la mazorca				2
Plantas cortadas justo arriba de la mazorca				45
Se eliminó 54 % del área, baja densidad				28
Se eliminó 51 % del área, alta densidad				18
Se eliminó 73 % del área, alta densidad.				37

Nota. Fuente: Lafitte (1993).

Las defoliaciones durante o cerca de la floración causan mayor reducción del rendimiento, así pues, una defoliación completa en la floración reduce hasta en 95 % a más los rendimientos (Thomison y Nafziger, 2003). El menor rendimiento de grano debido al menor número y peso de granos, corresponde a defoliaciones severas (al inicio y hasta diez días después) y menos severas (hasta veinte días a más), después del 50 % de la formación de estigmas (Egharevba et al., 1976). Cualquier nivel de defoliación al momento de la floración

femenina va a reducir los rendimientos, debido a que la planta no capta la radiación solar adecuada (Ortiz et al., 2022).

Las defoliaciones completas seguidas de las defoliaciones sobre la mazorca en la antesis y después de la apertura de la panoja, reducen en mayor medida el rendimiento de grano (Barimavandi et al., 2010). Los rendimientos se ven afectados por el 100 % de defoliación por debajo de la primera mazorca en el estado R1 (Vilchez, 2022). Los menores rendimientos y peso de 1000 semillas se producen con daño foliar con quebrado de la nervadura central en R1 y R1+15 respectivamente (Papucci et al., 2019).

El potencial fotosintético relativo de las hojas del nivel superior es dos veces mayor que las hojas del medio y cinco veces mayor que las hojas del nivel inferior, en densidades bajas las hojas del medio son más importantes, mientras que en densidades intermedias o altas las hojas superiores contribuyen en mayor medida al rendimiento de grano (Pendleton y Hammond, 1969). Con la eliminación de las dos hojas superiores luego de la polinización, se logra la mejor entrada de radiación hacia el interior del canopeo, por ende, se produce mayor removilización, así como acumulación de los nutrientes en el llenado del grano y mayor productividad (ISSU, 2021). Asimismo, si el maíz está cultivado a una alta densidad y se eliminan estas hojas, se retrasa la senescencia de hojas (Liu et al., 2015).

La defoliación del 30 % del estrato superior en la etapa de prefloración provoca un abatimiento del rendimiento, el cual es más bajo aún con defoliaciones totales (Delgado et al., 2014). El eliminar más de tres hojas junto a la espiga reduce los rendimientos, además la calidad de la mazorca la cual se ve afectada cuando se elimina la espiga más 6, 7 y 8 hojas (Espinosa et al., 2010). La eliminación de las hojas superiores subestima sus efectos si otras hojas compensan su pérdida (Gates y Mortimore, 1972).

Las pérdidas del rendimiento debido a las defoliaciones, no se pueden reducir sembrando en hileras estrechas, pues la variabilidad del rendimiento del maíz defoliado es independiente al ancho de la hilera y no está relacionado con la mayor radiación interceptada (Battaglia et al., 2019).

En muchos lugares los agricultores cortan las hojas antes de llegar a la madurez para ser usadas como forraje, dando mayor validez a este sistema de producción y omitiendo los daños de eliminación de hojas que pueden repercutir en disminución del rendimiento (Lafitte, 1993). El rendimiento del forraje disminuye conforme se aumenta la eliminación de hojas y cuanto más cerca se defolice a la aparición de estigmas (Lauer et al., 2004). El maíz defoliado al 50 % a doce semanas tras la siembra produce forraje de buena calidad y los rendimientos de grano no se ven afectados (Oladapo et al., 2009).

1.2.12. Efecto de la defoliación en el contenido de antocianinas

La eliminación de las hojas en periodos de pre y post antesis y el retiro de mazorcas en etapas tanto tempranas como tardías de reproducción, no influyen en el contenido de antocianinas en el grano del maíz (Maza, 2022).

Las defoliaciones del 33.3 % antes de la floración masculina (espiga envuelta por la hoja bandera) de las hojas del nivel medio, producen mayor contenido de antocianinas en la coronta del maíz.

1.2.13. Composición química del maíz morado

Arroyo et al. (2010), citado en Guillen et al. (2014), refiere que los componentes químicos del maíz morado son: ácido salicílico, grasas, saponinas, resinas, sales de sodio y potasio, azufre y fósforo, y además sus compuestos fenólicos.

Los compuestos fenólicos que se encuentran en el maíz morado se comportan como antioxidantes, reteniendo especies reactivas de oxígeno e inhibiendo enzimas generadoras de radicales libres (Atmani et al., 2011). En los compuestos fenólicos se tiene a las antocianinas (Aguilera et al., 2011).

Según Collazos (1962) y Fernández (1995), mencionados en Justiniano (2010), la composición química del grano y coronta se reporta en la siguiente (Tabla 3):

Tabla 3

Composición química del maíz morado (contenido en 100 gramos)

Componente	Maíz Grano (%)	Coronta (%)
Humedad	11.4	11.2
Proteína	6.7	3.74
Grasa	1.5	0.32
Fibra	1.8	24.01
Cenizas	11.7	3.29
Carbohidratos	76.9	57.44

Nota. Fuente: Justiniano (2010).

Antocianinas en maíz morado. Las antocianinas cuyo nombre proviene del griego Anthos "flor" y Kyanos "azul". Representan el grupo de mayor importancia de pigmentos hidrosolubles que son visibles por el ojo humano, son parte de la familia de polifenoles conocidos como flavonoides fenólicos (Maza y Miniati, 1993).

La mayor concentración de antocianinas lo presenta la coronta que constituye el 15 % de la mazorca y en menor proporción el grano quien forma parte del 85 % de la mazorca (Otiniano, 2012). Además, se encuentra en tallo, hojas, vaina e inflorescencias.

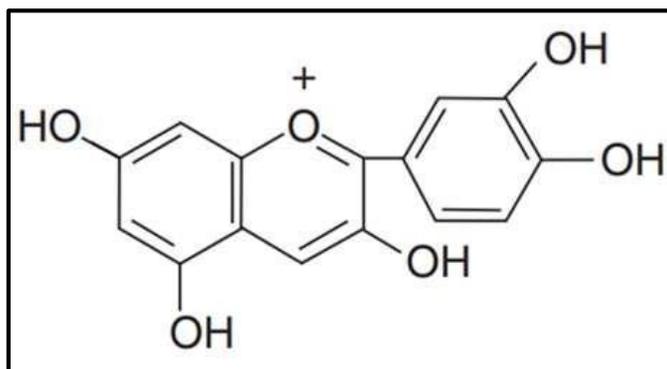
Las antocianinas se sintetizan desde etapas tempranas y continúan durante todo el ciclo del maíz, así pues, en la etapa V9 se observan en la vaina y la lámina foliar, en la V12 se observa que la síntesis de antocianinas inicia desde la base de la planta para continuar hacia el ápice

(Maza, 2022). En etapas reproductivas desde la R1 hasta la etapa R6 se observa la síntesis de antocianinas en gran parte de los órganos del maíz, en el cual la coronta y grano se ven pigmentados a partir de las etapas R3 y R4 respectivamente (Mendoza, 2012).

Estructura de las antocianinas. las antocianinas son glucósidos de las antocianidinas pues se constituyen por una molécula antocianidina llamada aglicona a la cual se le une un azúcar mediante el enlace B-glucosídico (Aguilera et al., 2011). El mayor pigmento del grano y coronta del maíz morado es el tipo cianidina $3, \beta$ - *glucósido* (Justiniano, 2010), que se muestra en la siguiente figura:

Figura 1

Estructura de la cianidina



Nota. Fuente: Badui (2006).

El color de las antocianinas se debe a diversos factores intrínsecos como los sustituyentes químicos que presenten y la ubicación de estos en el grupo flavilo, así pues, si hay mayores hidroxilos del anillo fenólico aumenta la tonalidad azul, mientras que la introducción de metoxilos ocasiona el color rojo (Badui, 2006).

1.2.14. Usos de las antocianinas de maíz

Al ser un antioxidante natural, antimicrobial, que favorece a la regeneración de tejidos, circulación sanguínea, promueve la formación de colágeno, inhibe la síntesis del colesterol,

asimismo, desintoxica el cuerpo, fortalece el sistema inmune, desactiva sustancias cancerígenas y protege del desarrollo de enfermedades crónicas degenerativas, entre otras. El pigmento es usado para la coloración de bebidas, productos vegetales, de panadería, lácteos, mermeladas, frutas confitadas, también para teñir tejidos y en la industria cosmética (Risco, 2007).

1.2.15. Producción y exportación del maíz morado

La producción que se registra desde el 2020 al 2022, se detalla a continuación:

Tabla 4

Producción de maíz morado

Año	Producción (miles de toneladas)	Área sembrada (hectáreas)
2020	24. 6	4401
2021	20	3915
2022	25. 4	4472

Nota. Elaboración propia con datos obtenidos de (MIDAGRI, 2021), para el año 2022 de (Agraria, 2023).

Las exportaciones en los seis últimos años se detallan en la tabla 5; para el año 2024, los valores son considerados del mes de enero.

Tabla 5

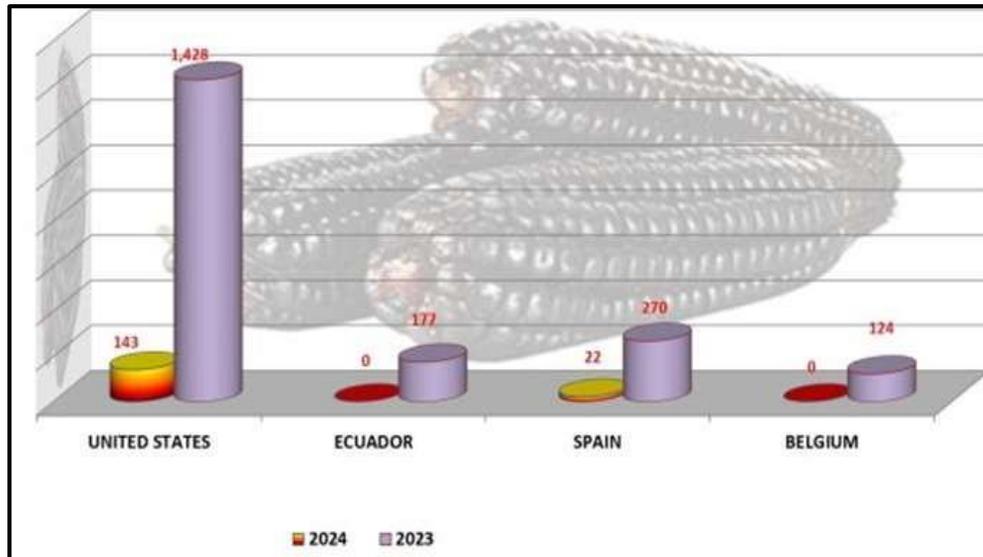
Exportaciones de maíz morado en los últimos seis años

	2019	2020	2021	2022	2023	2024
FOB (US\$)	1,249,588	1,564,228	1,661,004	1,388,245	2,251,824	200,656
Kilos (kg)	798,810	1,260,349	1,071,421	933,534	1,102,175	81,243
Precio promedio (\$)	1.56	1.24	1.55	1.49	2.04	2.47

Nota. Elaboración propia con datos obtenidos de Koo, Perú.

Figura 2

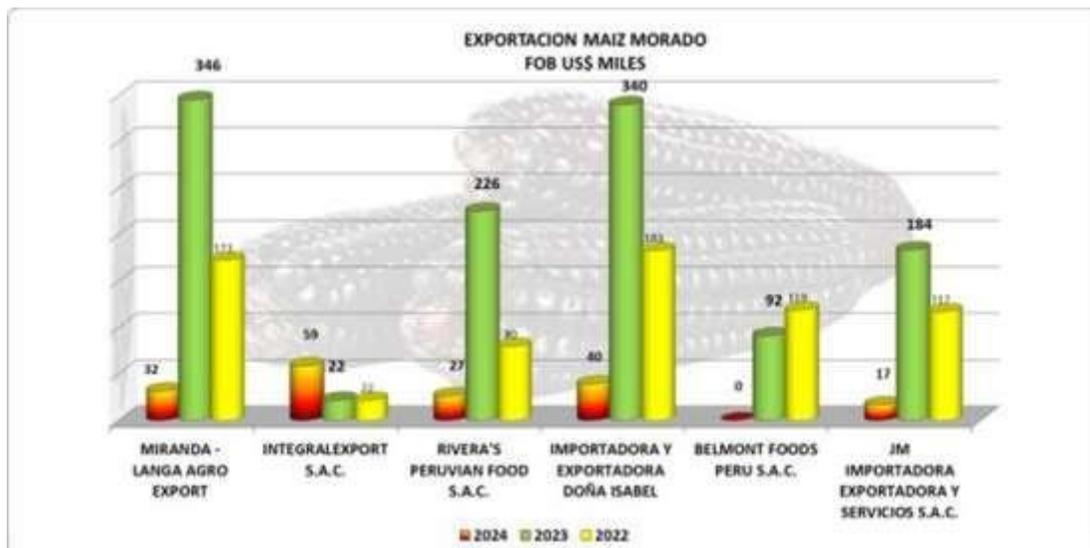
Principales países de exportación



Nota. Fuente: Koo (2024).

Figura 3

Principales exportadoras



Nota. Fuente: Koo (2024).

Las exportaciones de antocianinas de maíz registradas hasta junio del 2023, fueron de 10,279 kg a un valor FOB de US\$ 626,024 con un precio promedio de US\$ 60.90; mientras que para la misma fecha del 2022 se alcanzó 27,607 kg a un valor FOB de US\$ 327,251 con un precio promedio de US\$ 11.85. El principal país de exportación fue Estados Unidos, el cual representa el 98% del total de exportaciones, las principales exportadoras son Productos Naturales de Exportación S. A (PRONEX S.A) y Sensient Natural Colors Perú S.A.C (Koo, 2023). Las exportaciones de antocianinas presentan mayor valor agregado que las exportaciones del maíz morado (MIDAGRI, 2021).

Capítulo II. Diseño Metodológico

2.1. Localización del Campo Experimental

El presente trabajo de investigación se ejecutó en el Centro Poblado de Urcurume, Distrito y Provincia de Cutervo, Departamento de Cajamarca, que se encuentra ubicado geográficamente a una Latitud Sur de 6° 39' 24" y Longitud Oeste de 78° 84' 38", con una altitud de 2649 m.s.n.m.

2.2. Análisis Físico y Químico del Suelo

De acuerdo al análisis físico y químico del suelo realizado en el Laboratorio Agrícola, Análisis de Suelos y Aguas CYSAG-Chiclayo, señala que la textura del suelo es franco arcilloso con densidad aparente de 1.37 g/cm³; presenta un pH ligeramente ácido con conductividad eléctrica de 0.41 (suelo libre de sales). El contenido de carbonato de calcio, materia orgánica oxidable y CIC es bajo, no obstante, el contenido de fósforo y potasio extraíble presentan niveles altos del mismo modo que los cationes cambiabiles de magnesio y potasio, además del diagnóstico medio que presentó el calcio (Tabla 6).

Tabla 6

Análisis físico-químico del suelo experimental del centro poblado de Urcurume, Cutervo-Cajamarca, 2022

Propiedades Físicas			
Parámetro		Unidad	Resultado
Textura del Suelo	Arena	%	32.44
	Limo	%	36.36
	Arcilla	%	31.2
Clase Textural		Franco Arcilloso	
Densidad Aparente		1.37g/cm ³	
Fertilidad Química			
Parámetro	Unidad	Resultado	Diagnostico
pH (1:1)		6.22	Ligeramente Ácido
CE (1:1)	ds/m	0.41	Suelo Libre de Sales
CaCO ₃	%	0	Bajo
MO-Oxidable	%	0.86	Bajo
P-Extraíble	mg/k	56	Alto
K-Extraíble	mg/k	383	Alto
CIC	meq/100g	8.82	Bajo
Cationes Cambiables			
Ca ²⁺	meq/100g	5.6	medio
Mg ²⁺	meq/100g	2.4	alto
K ⁺	meq/100g	0.78	alto
Na ⁺	meq/100g	0.03	muy bajo
H ⁺ +Al ³⁺	meq/100g	0	muy bajo
∑ Cat. Básicos	meq/100g	8.82	
Sat. Bases	%	100	
∑ Cat. Ácidos	meq/100g	0	
Sat. Ácidos	%	0	

Nota. Resultados obtenidos del Laboratorio Agrícola, Análisis de Suelos y Aguas CYSAG-Chiclayo.

2.3. Condiciones Climatológicas

En la Tabla 7 y figura 4, se muestra que, durante la conducción del trabajo de investigación, la temperatura varió entre 8.39 y 19.47 °C, siendo la temperatura mínima en agosto (2022) y la temperatura máxima en noviembre (2022). La humedad relativa (%) fue

menor en el mes de octubre (2022) y mayor en febrero (2023), con 78.58 y 90.12, respectivamente. La precipitación estuvo entre 0.05 a 6.32 mm (24.47 mm de precipitación acumulada), registrándose la mínima en agosto (2022) y la máxima en febrero (2023).

Tabla 7

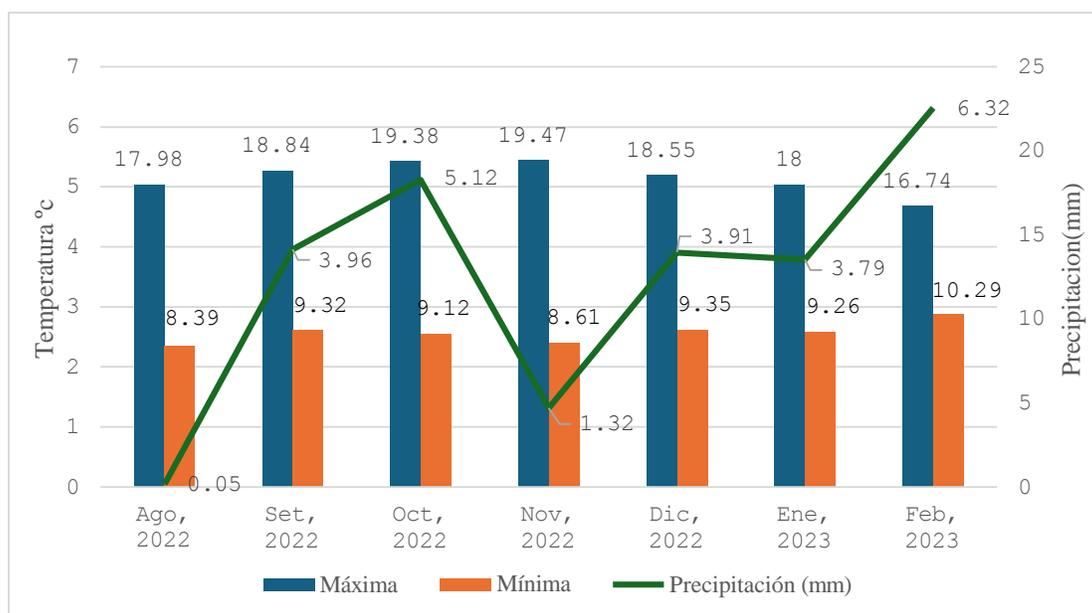
Información Meteorológica, centro poblado de Urcurume, Cutervo-Cajamarca. Agosto 2022 - febrero 2023

Mes	Temperatura (°C)		Humedad Relativa (%)	Precipitación (mm)
	Máxima	Mínima		
Agosto, 2022	17.98	8.39	81.59	0.05
Setiembre, 2022	18.84	9.32	79.77	3.96
Octubre, 2022	19.38	9.12	78.58	5.12
Noviembre, 2022	19.47	8.61	79.24	1.32
Diciembre, 2022	18.55	9.35	82.31	3.91
Enero, 2023	18	9.26	85.22	3.79
Febrero, 2023	16.74	10.29	90.12	6.32

Nota. Datos obtenidos del SENAMHI, Distrito de Cutervo-Cajamarca.

Figura 4

Información Meteorológica, Centro poblado de Urcurume, Cutervo-Cajamarca. Agosto 2022 - febrero 2023.



2.4. Materiales

2.4.1. Material Biológico

Se utilizó semillas mejoradas de maíz morado de las variedades INIA 601 y maíz Morado Mejorado (MM):

INIA 601 (INIA NEGRO). Su origen se dio en la Sub Estación Experimental de Cajabamba en el año 1990. Formado por 256 progenies, 108 de la variedad Morado de Caraz y 148 progenies pertenecientes a la variedad local Negro de Parubamba.

Morado Mejorado (MM). Variedad sintética derivado de INIA 601, adaptada a condiciones de la sierra peruana.

2.4.2. Material de Campo

En la preparación y delimitación del terreno: yugo, lampas, zapapico, estacas, wincha, cordeles, yeso, tubos PVC de 1 pulgada de 5 metros, marcador grueso.

Durante el crecimiento y desarrollo del cultivo: mochila de fumigación, aceite comestible, trampas de melaza, materiales para registrar datos en campo (lapicero, libreta de campo, cámara fotográfica).

En la cosecha: costales limpios, balanza gramera, regla.

También se utilizó carteles de madera, engrapador, etc.

2.4.3. Insumos

Antes de sembrar: fungicida Tolclofos-Metil 750 g/kg e insecticida Acephate 750 g/kg.

Durante el crecimiento y desarrollo: fertilización química (Urea + Sulfato de Potasio + Sulfato de Amonio + Fosfato Monoamonico + Sulpomag), Acido Húmico Fúlvico.

2.5. Metodología

2.5.1. Tipo y nivel de investigación

Tipo de investigación. Aplicada, se estimó el efecto que tiene la defoliación en tres niveles sobre el rendimiento de grano, coronta, mazorcas, contenido de antocianina en dos variedades de maíz morado (*Zea mays* L.).

Nivel. Experimental, el contenido antociánico, los rendimientos de grano, mazorca, coronta, se cuantificó para estimar el efecto de la defoliación sobre las mismas, comparadas con el tratamiento testigo.

2.5.2. Población y muestra de estudio

Población. Individuos de cada unidad experimental, correspondiente a los tratamientos en estudio de defoliación en maíz morado (*Zea mays* L.).

Muestra. Se tomó de cada unidad experimental, diez plantas de maíz morado (*Zea mays* L.), en las cuales se midieron las distintas características.

2.5.3. Tratamientos de estudio

Factores en estudio

- Defoliación en tres niveles: 1/3 inferior, 1/3 medio, 1/3 superior, testigo.
- Dos variedades de maíz morado: V1 (Morado mejorado) y V2 (INIA 601).

Tratamientos. Se aplicó el Diseño Experimental de parcelas divididas con cuatro repeticiones. Se tuvo como parcela grande a las variedades y como subparcela los niveles de defoliación. La defoliación se aplicó antes de iniciar la etapa de floración masculina. Se eliminó el 33.3 % del área foliar en el tercio inferior, medio y superior.

Tabla 8*Factores y tratamientos en estudio*

Factor	Tratamientos	Claves
Variedades	Var. MM + Sin defoliación	V1 D0
	Var. MM + Defol. 1/3 inferior	V1 D1
	Var. MM + Defol. 1/3 medio	V1 D2
	Var. MM + Defol. 1/3 superior	V1 D3
Niveles de Defoliación	Var. INIA 601 + Sin defoliación	V2 D0
	Var. INIA 601 + Defol. 1/3 inferior	V2 D1
	Var. INIA 601 + Defol. 1/3 medio	V2 D2
	Var. INIA 601 + Defol. 1/3 superior	V2 D3

Nota. Esta tabla indica los factores y tratamientos en estudio, siendo las variedades (Var), Morado mejorado (MM) e INIA 601, y la defoliación (Defol.), a los niveles inferior (D1), medio (D2), superior (D3) y sin defoliación (D0).

2.5.4. Prueba de hipótesis

Contrastación de hipótesis

- **Ho.** La defoliación en las variedades de maíz morado, no afecta el rendimiento de grano, mazorca, coronta y tampoco altera la concentración de antocianinas.
- **Ha.** La defoliación en las variedades de maíz morado, afecta el rendimiento de grano, mazorca, coronta y altera la concentración de antocianinas.

2.5.5. Diseño de la investigación

Este trabajo de investigación fue un experimento bifactorial con diseño de parcelas divididas y distribución al azar.

2.5.6. Análisis estadístico

En el análisis de varianza (ANAVA) se empleó el modelo lineal para un diseño de parcelas divididas, para la comparación de medias se aplicó la prueba de Tukey a un nivel de confianza del 0.05 de probabilidad.

El modelo lineal fue el siguiente:

$$\mu_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \gamma_k + (\alpha\gamma)_{ik} + (\beta\gamma)_{jk} + \epsilon_{ijk}$$

Representa a la parcela
Representa a la subparcela

μ_{ijk} = Obs. de la unidad experimental. μ = Media general del ensayo.

α_i = Efecto de los bloques. β_j = Efecto del tratamiento j de la parcela.

$(\alpha\beta)_{ij}$ = Error de la parcela [$\epsilon_{(ij)}$] · γ_k = Efecto del tratamiento k de la subparcela. $(\alpha\gamma)_{ik}$ = Efecto de la interacción de los tratamientos de la parcela y subparcela.

ϵ_{ijk} = Error de la subparcela [$\epsilon_{(ijk)}$] ·

Tabla 9

Análisis de variancia (ANAVA)

Fuentes de Variación	S.C	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F	p-valor
Bloque					
Tratamiento A					
Error (a)					
Tratamiento B					
Interacción (A*B)					
Error (b)					
Total					

2.5.7. Características del campo experimental

a. Campo experimental

- **Longitud:** 39 m
- **Ancho:** 27.5 m
- **Área total:** 1072.5 m²

e. Golpes.

- **Número de golpes por surco:** 11.00
- **Distanciamiento entre golpes:** 0.50 m
- **Semillas por golpe:** 03

b. Bloques

- **Número de bloques:** 4
- **Tratamiento por bloque:** 8
- **Ancho de las calles:** 1.5 m
- **Longitud del bloque:** 36 m
- **Ancho del bloque:** 5 m
- **Área total del bloque:** 180 m²

c. Tratamientos

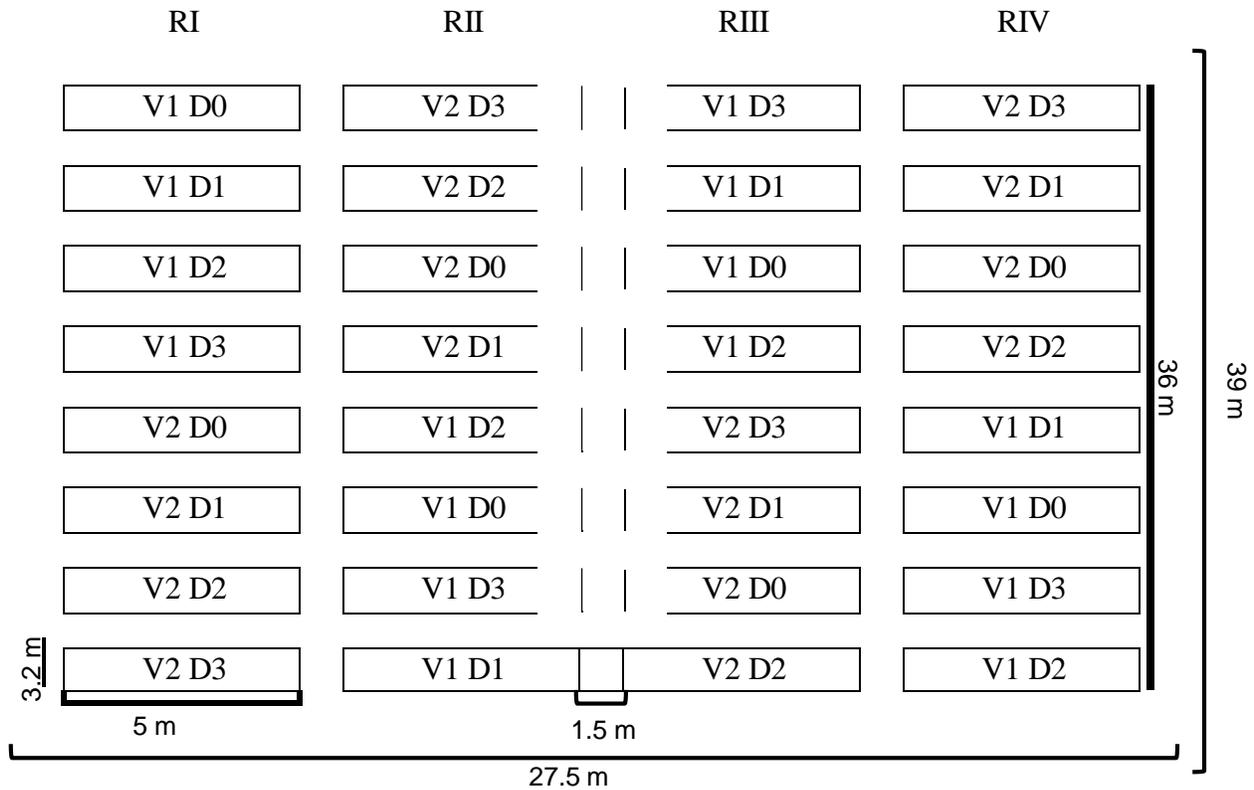
- **Longitud:** 5.0 m
- **Ancho:** 3.2 m
- **Área total del tratamiento:** 16 m²

d. Surcos

- **Largo:** 5.00 m
- **Ancho:** 0.80 m.
- **Nº de surcos por unidad experimental:** 5

Figura 5

Croquis del campo experimental



Nota. Esta figura muestra la distribución de los tratamientos en el campo experimental.

2.5.8. *Instalación y manejo del experimento*

El trabajo se instaló el 15 de agosto del 2022, realizándose las actividades agrícolas que se indican a continuación:

Obtención de la semilla. La semilla de ambas variedades fue proporcionada por la ingeniera Alicia Medina Hoyos, quien realiza investigaciones en el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA)-sede Cajamarca.

Muestreo del suelo. Se tomó veinte sub muestras de una profundidad de 30 cm, las cuales se mezcló constituyendo una muestra compuesta de aproximadamente 1 kg. Esta muestra

se envió al Laboratorio Agrícola, Análisis de Suelos y Aguas CYSAG-Chiclayo, para el análisis físico-químico correspondiente.

Preparación del terreno. Con la ayuda de la yunta se realizó la aradura y cruza del campo experimental, dejando al suelo en condiciones apropiadas para la siembra.

Demarcación del campo experimental. De acuerdo al croquis del trabajo experimental, se trazó y demarcó el área utilizando para ello yeso, estacas de madera, cordel, wincha.

Surcado. Se realizó con ayuda de la wincha, cordel, estacas, y zapapicos, a un distanciamiento de 0.80 m.

Desinfección de la Semilla. Para proteger a la semilla de hongos y gusanos de tierra garantizando la germinación, se trató a la semilla con insecticida Acephate 750 g/kg y fungicida Tolclofos-Metil 750 g/kg, aplicando la cantidad de 8 gramos de cada producto por kilogramo de semilla, para lo cual en una bolsa mediana chequera se colocó la semilla y se agregó los gramos correspondientes y un poco de agua y se mezcló bien, luego se dejó secar sobre una manta.

Siembra. El distanciamiento de siembra fue de 0.80 m entre surcos y 0.50 m entre golpes, se colocó tres semillas por golpe a una profundidad de 5 cm. Esta actividad se realizó en forma manual utilizando tubos de PVC marcado cada 0.50 m y con zapapicos.

Desahíje. Esta actividad se realizó de manera paralela al primer aporque, cuando las plantas tenían de tres a cuatro hojas, se dejaron dos plantas por golpe de manera que se aseguró una densidad de 50 000 plantas por hectárea.

Fertilización. Se fertilizó a los días después de la siembra con Urea (46 % N), Fosfato Monoamónico (44 % de P₂O₅), Sulfato de Potasio (50 % de K₂O), Sulfato de Amonio (24 % S) y Sulpomag (22 % de K₂O y 17 % de MgO). Se llevó a cabo en dos etapas, la primera a los quince días donde se aplicó 5 partes de Urea, 3 de Fosfato Monoamónico, 2 de Sulfato de

Potasio y 1 de Sulpomag, y la segunda fertilización a los 53 días con 4 partes de Urea y 5 de Sulfato de Amonio. Asimismo, la aplicación de Ácido Húmico Fúlvico a los treinta días después de la siembra.

Las aplicaciones de los fertilizantes en ambas etapas se hicieron de manera manual entre golpe y golpe. La aplicación de Acido Húmico Fúlvico se hizo al suelo cerca de la planta con ayuda de la mochila fumigadora.

Control fitosanitario. En el ciclo vegetativo del cultivo de maíz hubo poca presencia de plagas, por lo que se optó por un control etológico mediante trampas de melaza ubicadas en puntos estratégicos del campo experimental desde el inicio de la germinación del maíz con el fin de controlar principalmente el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) y gusano de tierra (*Agrotis* spp.), al momento de la floración femenina se aplicó aceite comestible a los pistilos en tres oportunidades dejando una semana como intervalo para el control de gusano de la mazorca (*Heliothis Zea*).

La enfermedad que se encontró en campo fue la de carbón del maíz (*Ustilago maydis*) que no ocasionó daños en el rendimiento del cultivo.

Deshierbo y aporque. Se realizaron dos deshierbos durante los primeros treinta días, a los quince días (con la primera fertilización) y a los treinta días (con el primer aporque y desahijé), eliminando malezas como cadillo (*Bidens pilosa*) y rábano silvestre (*Raphanus sativus*) evitando así competencias por agua, luz y nutrientes. El aporque se realizó en dos oportunidades, a los treinta días y el segundo a los 53 días después de ejecutar la siembra (con la segunda fertilización) con el propósito de incentivar una mejor fijación de la planta al suelo evitando así el acame y también con el fin de controlar malezas. Ambas actividades se

desarrollaron de manera manual con ayuda de una lampa colocando la tierra alrededor de la planta.

Riegos. Las necesidades hídricas del maíz morado fueron cubiertas por la presencia de lluvias y además mediante riego por aspersión.

Cosecha. La cosecha se ejecutó cuando los granos presentaban menos del 35 % de humedad, esta labor se llevó a cabo de manera manual cosechando tres surcos centrales por parcela colocando las mazorcas en sacos debidamente identificados, para luego proceder al secado natural hasta que el grano tenga alrededor del 14 % de humedad evitando que la mazorca se exponga directamente a la luz solar.

2.5.9. Registro de características

Días al 50 % de floración masculina. Se contó los días desde el inicio de siembra hasta la presencia de panoja o flor masculina con dehiscencia de polen, expuestas en un total del 50 % por parcela.

Días al 50 % de floración femenina. Se registró los días comprendidos desde la siembra hasta la presencia de los estigmas en un 50 % de las plantas en cada parcela.

Días a la madurez fisiológica. Para estimar esta medida, se registró los días desde el inicio de siembra hasta cuando el 50 % de las plantas manifestaron senescencia y las mazorcas presentaron una línea negra en la base del grano.

Madurez de cosecha. Se registró un conteo de los días transcurridos desde el inicio de siembra, hasta los días donde las plantas manifestaron la máxima acumulación de materia seca (grano con menos del 35 % de humedad).

Altura de planta. Se tomó diez plantas al azar por parcela, midiendo desde la base del tallo hasta el último nudo foliar. Este valor se registró cuando las plantas alcanzaron el 100 % de floración femenina.

Diámetro de tallo. Esta característica se obtuvo de las diez plantas tomadas para medir la altura de planta. Se midió en el segundo entrenudo del tallo, para luego obtener su valor promedio.

Longitud de mazorca. Se tomaron medidas en diez mazorcas seleccionadas al azar, para ello se midió la distancia en centímetros de extremo a extremo de cada mazorca. Esta característica se evaluó después de la cosecha.

Diámetro de mazorca. De las mismas diez mazorcas seleccionadas al azar de cada parcela, se tomó la medida de la parte central de cada una, para luego registrar su promedio. Característica evaluada después de la cosecha.

Número de hileras por mazorca. De las diez mazorcas seleccionadas al azar por parcela se contó las hileras, luego se obtuvo el valor promedio. Característica evaluada después de la cosecha.

Número de granos por hilera. En la evaluación de esta característica se realizó un conteo de los granos por hilera de las mismas mazorcas seleccionadas, para luego obtener su promedio.

Índice de cosecha. El valor se obtuvo una vez determinado la materia seca total y el peso de grano de la materia seca total. Se utilizó la siguiente fórmula:

$$\square\square = \frac{\begin{array}{cccc} \square\square\square\square & \square\square & \square\square\square\square\square & \square\square & \square\square \\ \square\square\square\square\square\square\square & \square\square\square\square & \square\square\square\square\square & \square\square\square\square\square & \square\square\square\square\square \end{array}}{\begin{array}{cccc} \square\square\square\square & \square\square & \square\square\square\square\square\square\square & & \\ \square\square\square\square & \square\square\square\square\square & & & \end{array}}$$

Peso de una mazorca. Después de haber cosechado y secado la mazorca, se registró el peso de diez mazorcas (grano y coronta) seleccionadas al azar en cada unidad experimental, para luego obtener el valor promedio.

Peso de grano por mazorca. Concluido el peso de las diez mazorcas, se desgranó y pesó el grano (con alrededor del 14 % de humedad), para luego obtener su valor promedio.

Peso de coronta por mazorca. Se procedió a pesar la coronta de las mismas diez mazorcas seleccionadas al azar, para luego obtener el peso promedio de coronta por mazorca.

Peso de 1000 granos. De cada parcela o unidad experimental se contabilizó aleatoriamente 1000 granos, los cuales se pesaron y registró su valor promedio.

Porcentaje de desgrane (%). Se encontró la relación que existe entre el peso de grano por parcela y el peso de mazorca por parcela.

Rendimiento de mazorca. Para determinar el rendimiento de mazorca en kg/ha, se registró el valor del peso de mazorcas por parcela, y por regla simple se encontró este valor.

Rendimiento de grano. Las mazorcas cosechadas por parcela experimental fueron expuestas al ambiente con el fin de completar su secado, luego se procedió a desgranar y pesar el grano. Se expresó en Kg/ha.

Rendimiento de coronta. Se registró pesando las corontas de las mazorcas cosechadas por unidad experimental, expresando el valor obtenido en Kg/ha.

Contenido de antocianina. Para determinar el contenido de antocianina en coronta, se tomó 300 gramos de coronta de cada tratamiento evaluado, rotulando bien las ocho muestras y enviando al laboratorio para su respectivo análisis.

El análisis fue realizado en el laboratorio La Molina Calidad Total Laboratorios - Universidad Nacional Agraria La Molina.

Capítulo III. Resultados y Discusión

3.1. Análisis de las Características Evaluadas

3.1.1. Días al 50 % de floración masculina

En el análisis de la varianza (Tabla 1A), se puede observar que para la fuente de variación variedad no hay significación; por otro lado, se observa que para la fuente de variación defoliación presentó similar resultado; asimismo, la interacción defoliación por variedad. Por lo tanto, se acepta la hipótesis nula.

En la tabla 10, figura 6, se presentan los resultados de días al 50 % de floración masculina de dos variedades, tres defoliaciones y el testigo, donde al comparar medias mediante la prueba de Tukey se encontró similitud estadística; los valores para la variedad 1 (Morado Mejorado) y la variedad 2 (INIA 601) estuvieron entre 101 a 100.25 días, asimismo las defoliaciones (D0, D2, D1, D3) que presentaron medias de 101.13, 101, 101 y 99.38 días, respectivamente. Las variedades no evidenciaron diferencias estadísticas significativas debido a su parentesco genético, las defoliaciones no influyeron sobre los días a la floración masculina.

Tabla 10

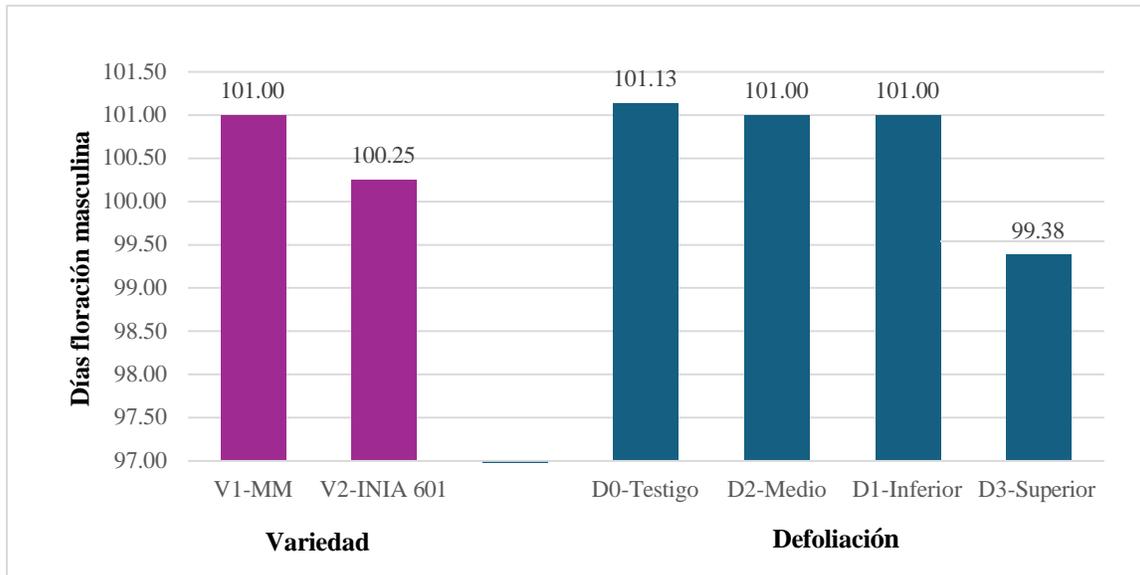
Días al 50 % de floración masculina de dos variedades, tres defoliaciones y un testigo en maíz morado

Variedad	Medias	Significación ($\alpha = 0.05$)
V1-MM	101.00	A
V2-INIA 601	100.25	A
Defoliación	Medias	Significación ($\alpha = 0.05$)
D0-Testigo	101.13	A
D2-Medio	101.00	A
D1-Inferior	101.00	A
D3-Superior	99.38	A

Nota. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Figura 6

Días al 50 % de floración masculina de dos variedades, tres defoliaciones y un testigo en maíz morado



Las medias de los tratamientos de factores combinados (Variedad + Defoliación) difirieron estadísticamente; el tratamiento V1D1 necesitó de 102.25 días para la floración masculina, seguido del tratamiento V1D2 con 102 días, mismos que expresaron semejanza estadística con los tratamientos V2D0, V1D0, V2D2, V2D3, V2D1, pero mayores al tratamiento V1D3, que mostró mayor precocidad con 98.75 días. (Tabla 11, figura 7).

Tabla 11

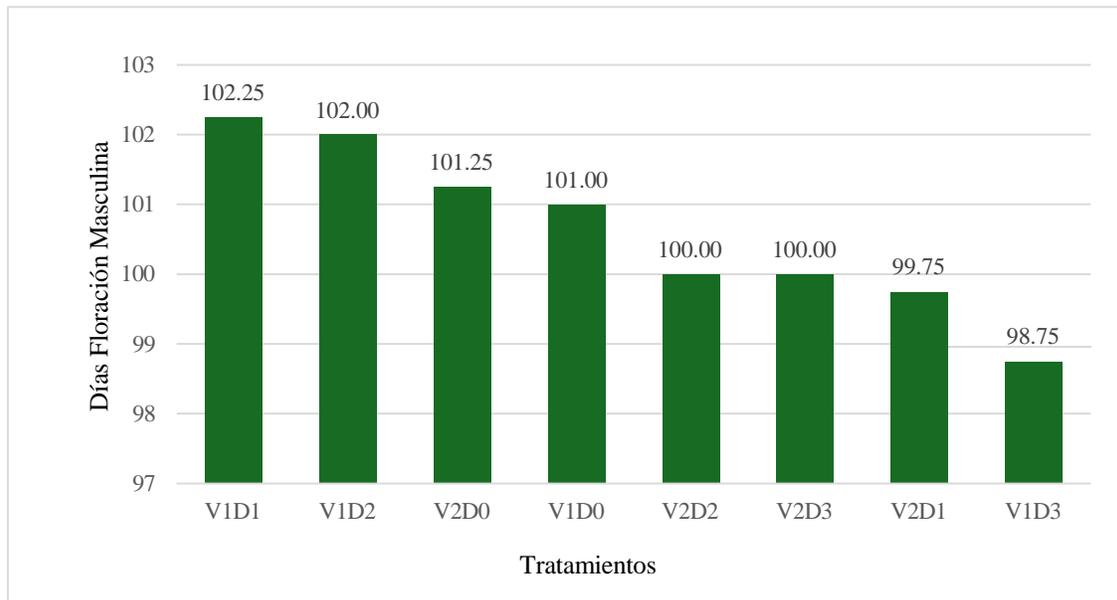
Días al 50 % de floración masculina de tratamientos de factores combinados (Variedad + Defoliación).

Tratamientos	Medias	Significación ($\alpha = 0.05$)	
V1D1	102.25	A	
V1D2	102.00	A	
V2D0	101.25	A	B
V1D0	101.00	A	B
V2D2	100.00	A	B
V2D3	100.00	A	B
V2D1	99.75	A	B
V1D3	98.75		B

Nota. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Figura 7

Días al 50 % de floración masculina de tratamientos de factores combinados (Variedad + Defoliación).



De acuerdo a los resultados obtenidos, se puede deducir que las defoliaciones no tuvieron efecto sobre esta característica.

Begazo (2013) en su trabajo Irrigación Majes 2012-2013, señala que los días a la floración masculina en el maíz, es influenciado por el clima como son: el fotoperiodo, temperaturas máximas y mínimas, humedad relativa, entre otras, así también por el genotipo.

3.1.2. *Días al 50 % de floración femenina*

En el análisis de varianza (Tabla 2A) se observa que las fuentes de variación: variedad, defoliación y la interacción de defoliación por variedad, no tuvieron significación.

La comparación de medias mediante Tukey al 0.05 de probabilidad, encontró similitud estadística entre las variedades Morado Mejorado e INIA 601, cuyos valores oscilaron entre 109.63 días y 108.38 días respectivamente. Así también, para las defoliaciones (D0, D2, D1, D3) que presentaron promedios correspondientes a 109.88, 109.5, 109.5, 107.13 días, lo cual refleja que no afectaron los días para iniciar la floración femenina. (Tabla 12, figura 8).

Tabla 12

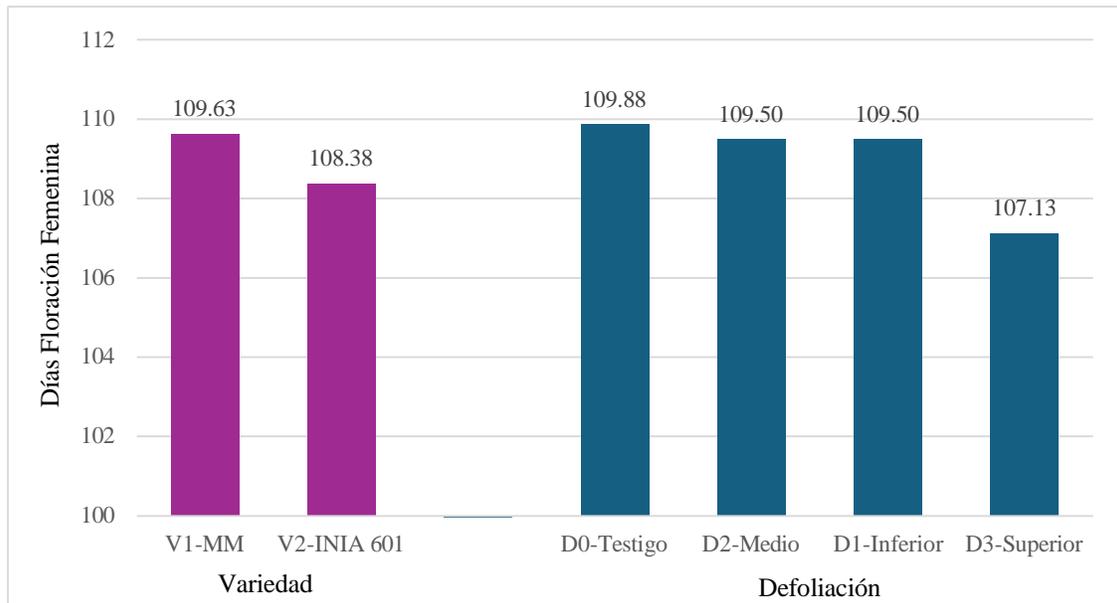
Días al 50 % de floración femenina de dos variedades, tres defoliaciones y un testigo en maíz morado.

Variedad	Medias	Significación ($\alpha = 0.05$)
V1-MM	109.63	A
V2-INIA 601	108.38	A
Defoliación	Medias	Significación ($\alpha = 0.05$)
D0-Testigo	109.88	A
D2-Medio	109.50	A
D1-Inferior	109.50	A
D3-Superior	107.13	A

Nota. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Figura 8

Días al 50 % de floración femenina de dos variedades, tres defoliaciones y un testigo en maíz morado



Los tratamientos de factores combinados (Variedad + Defoliación) presentaron diferencias estadísticas; el tratamiento V1D1 alcanzó un promedio superior de 111.75 días seguido del tratamiento V1D2 con 111 días, semejantes estadísticamente a los tratamientos V2D0, V1D0, V2D2, V2D3, V2D1, pero mayores al tratamiento V1D3 el cual presentó una media de 106.25 días al 50 % de floración femenina. (Tabla 13, figura 9).

Tabla 13

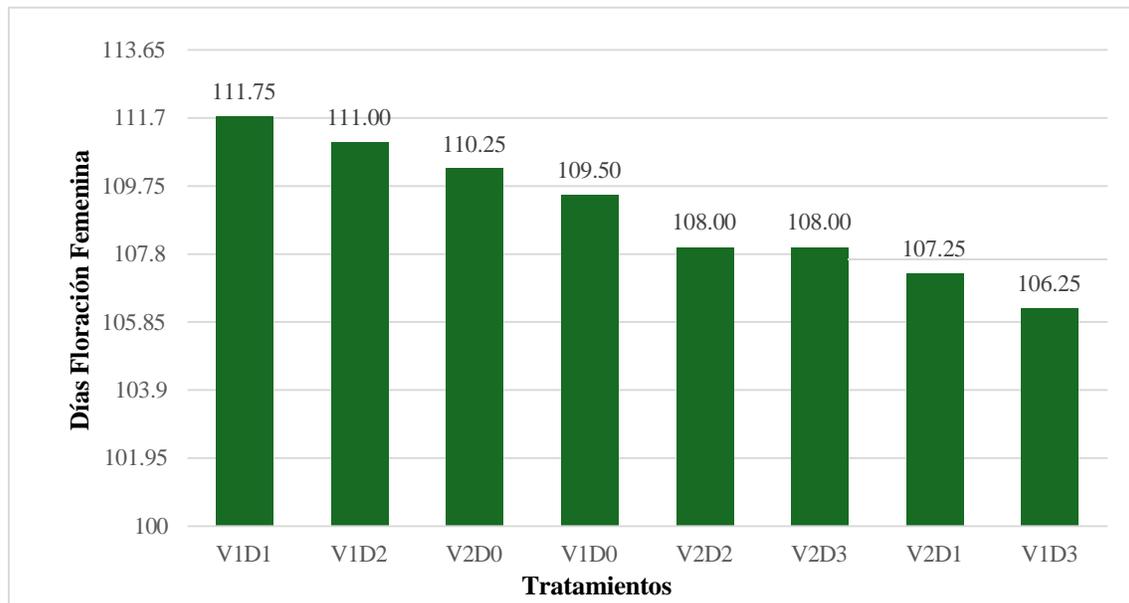
Días al 50 % de floración femenina de tratamientos de factores combinados (Variedad + Defoliación).

Tratamientos	Medias	Significación ($\alpha = 0.05$)	
V1D1	111.75	A	
V1D2	111.00	A	
V2D0	110.25	A	B
V1D0	109.50	A	B
V2D2	108.00	A	B
V2D3	108.00	A	B
V2D1	107.25	A	B
V1D3	106.25		B

Nota. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Figura 9

Días al 50 % de floración femenina de tratamientos de factores combinados (Variedad + Defoliación).



Bernier et al. (1993) indica que el inicio floral está severamente influenciado por los cambios ambientales que se relacionan con componentes estacionales como son: la temperatura, el fotoperiodo y la etapa de desarrollo de la planta.

3.1.3. *Días a la madurez fisiológica*

Las fuentes de variación variedad, defoliación y la interacción defoliación por variedad, que se observan en el análisis de varianza (Tabla 3A), mostraron no tener significación, por ende, se acepta la hipótesis nula.

Los valores promedios registrados por las variedades mostraron similitud estadística, la variedad 1 (Morado Mejorado) registró 163.13 días y la variedad 2 (INIA 601) 162.44 días. Las defoliaciones no afectaron los días a la madurez fisiológica, pues los niveles de defoliación y testigo mostraron similitud estadística, oscilando sus valores entre 163.13 días para D0 y 162 días para D3. (Tabla 14, figura 10).

Tabla 14

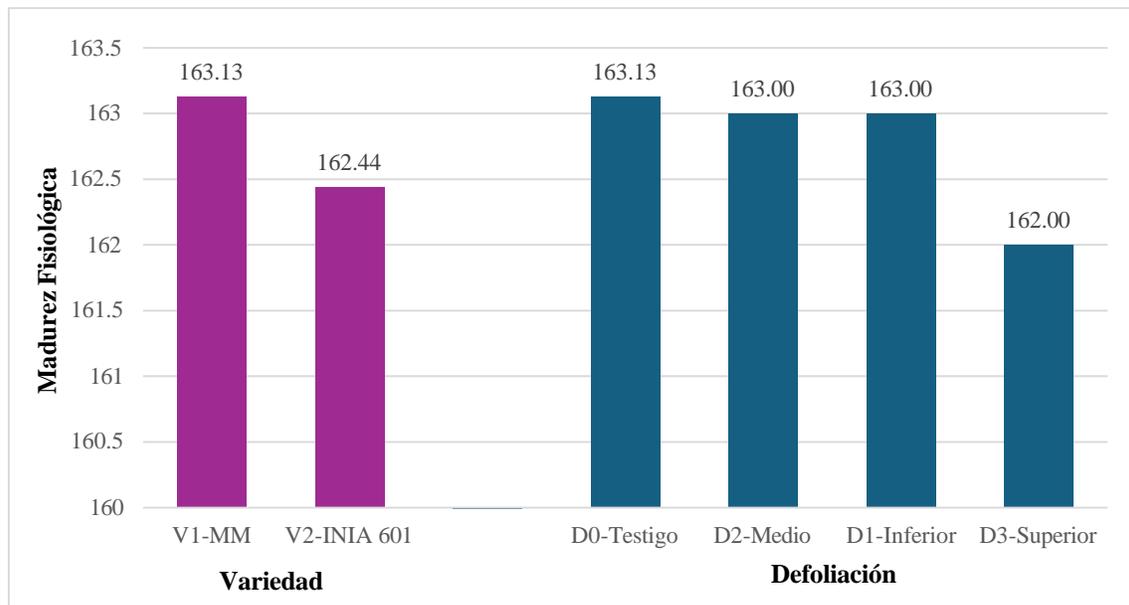
Días a la madurez fisiológica de dos variedades, tres defoliaciones y un testigo en maíz morado

Variedad	Medias	Significación ($\alpha = 0.05$)
V1-MM	163.13	A
V2-INIA 601	162.44	A
Defoliación	Medias	Significación ($\alpha = 0.05$)
D0-Testigo	163.13	A
D2-Medio	163.00	A
D1-Inferior	163.00	A
D3-Superior	162.00	A

Nota. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Figura 10

Días a la madurez fisiológica de dos variedades, tres defoliaciones y un testigo en maíz morado



Los tratamientos de factores combinados (Variedad + Defoliación) presentaron diferencias estadísticas, donde el tratamiento V1D1 obtuvo un valor promedio de 164 días, mostrándose similar estadísticamente con seis tratamientos, pero superiores al valor promedio del tratamiento V1D3 que obtuvo 161.75 días a la madurez fisiológica. (Tabla 15, figura 11).

Tabla 15

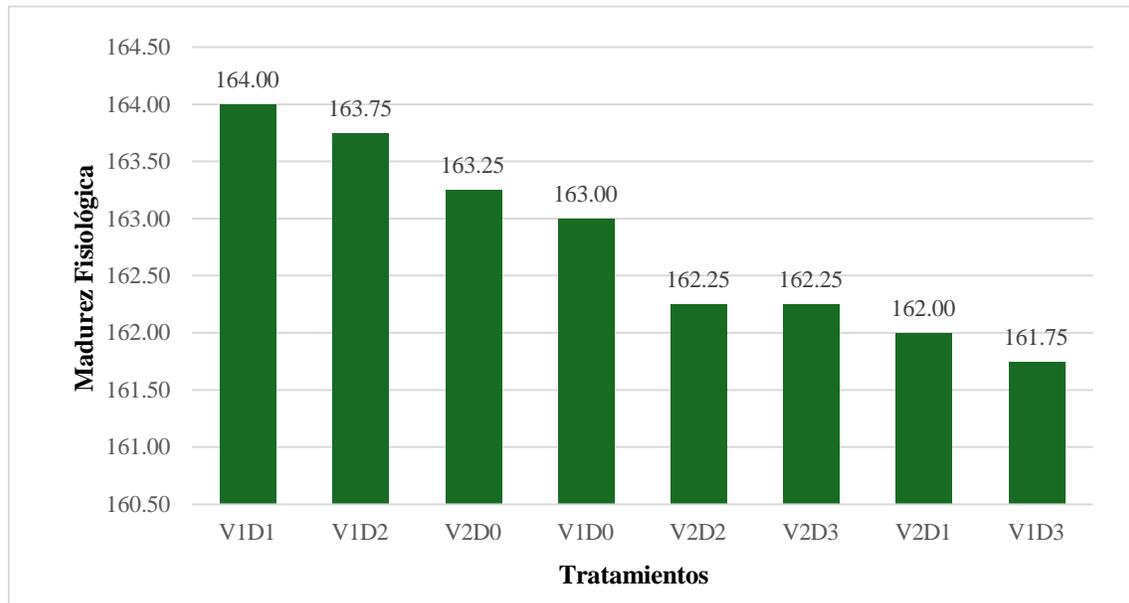
Días a la madurez fisiológica de tratamientos de factores combinados (Variedad + Defoliación).

Tratamientos	Medias	Significación ($\alpha = 0.05$)	
V1D1	164.00	A	
V1D2	163.75	A	B
V2D0	163.25	A	B
V1D0	163.00	A	B
V2D2	162.25	A	B
V2D3	162.25	A	B
V2D1	162.00	A	B
V1D3	161.75		B

Nota. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Figura 11

Días a la madurez fisiológica de tratamientos de factores combinados (Variedad + Defoliación).



Los resultados obtenidos, concuerdan con el trabajo realizado por Maza (2022) sobre el “Rendimiento y contenido de antocianinas en respuesta a la modificación de la relación fuente-

sumidero en periodo pre y post-antesis en un genotipo local de maíz morado (*Zea mays* L.), establecido en el sector la Argelia, ciudad de Loja”, donde las aplicaciones de sus tratamientos no presentaron diferencias estadísticas para los días a la madurez fisiológica.

3.1.4. *Madurez de cosecha*

El análisis de varianza que se observa en la (Tabla 4A), muestra que las fuentes de variación (variedad, defoliación y defoliación por variedad), no presentaron significación, por lo tanto, se acepta la hipótesis nula.

En la tabla 16, figura 12, se presenta la comparación de medias según la prueba de Tukey, donde se observa que las dos variedades, tres defoliaciones y el testigo mostraron similitud estadística; los valores promedios para la variedad 1 (Morado Mejorado) y la variedad 2 (INIA 601) fueron de 195.13 y 194.44 días; los valores para las defoliaciones estuvieron entre 195.13 y 194 días para D0 y D3 respectivamente.

Tabla 16

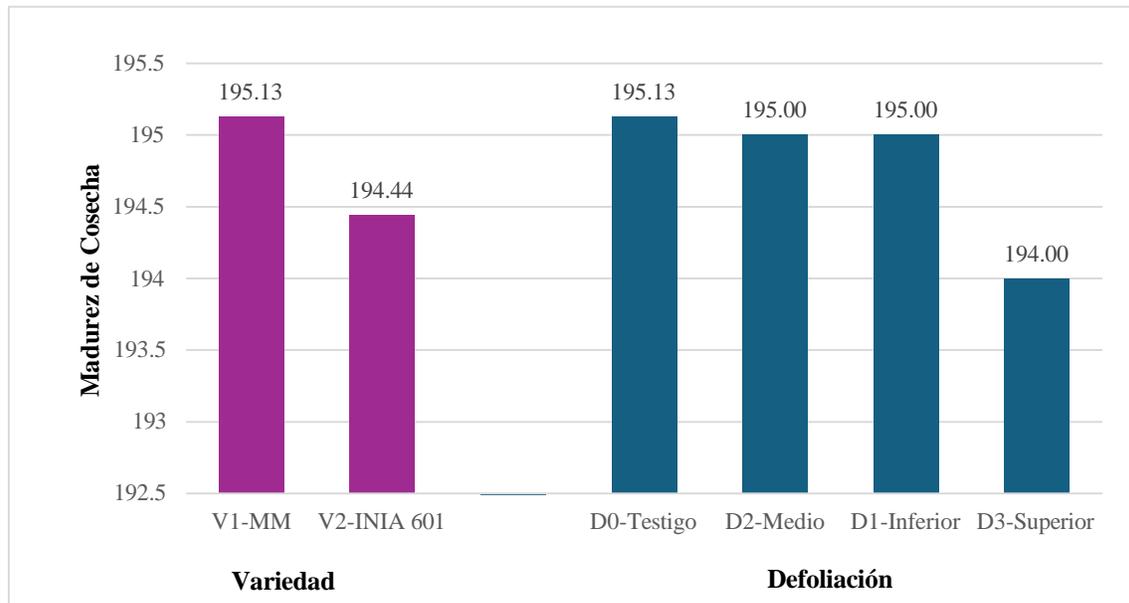
Días a la madurez de cosecha de dos variedades, tres defoliaciones y un testigo en maíz morado.

Variedad	Medias	Significación ($\alpha = 0.05$)
V1-MM	195.13	A
V2-INIA 601	194.44	A
Defoliación	Medias	Significación ($\alpha = 0.05$)
D0-Testigo	195.13	A
D2-Medio	195.00	A
D1-Inferior	195.00	A
D3-Superior	194.00	A

Nota. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Figura 12

Días a la madurez de cosecha de dos variedades, tres defoliaciones y un testigo en maíz morado



Los tratamientos (Variedad + Defoliación) mostraron diferencias estadísticas; el tratamiento V1D1 con media de 196 días fue más tardío a la madurez de cosecha, mismo que presentó similitud estadística con un grupo de seis tratamientos, mientras que el tratamiento V1D3 con media de 193.75 días fue más precoz. (Tabla 17, figura 13).

Tabla 17

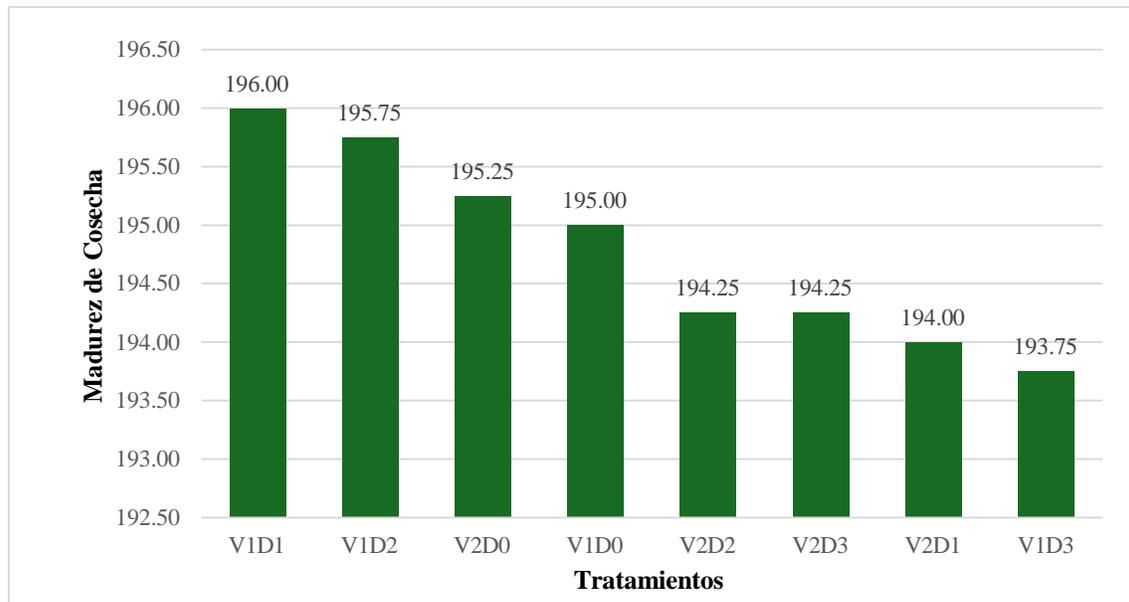
Días a la madurez de cosecha de tratamientos de factores combinados (Variedad + Defoliación)

Tratamientos	Medias	Significación ($\alpha = 0.05$)	
V1D1	196.00	A	
V1D2	195.75	A	B
V2D0	195.25	A	B
V1D0	195.00	A	B
V2D2	194.25	A	B
V2D3	194.25	A	B
V2D1	194.00	A	B
V1D3	193.75		B

Nota. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Figura 13

Días a la madurez de cosecha de tratamientos de factores combinados (Variedad + Defoliación)



No hubo efecto de las defoliaciones sobre la madurez de cosecha. Sin embargo, para los tratamientos si hubo diferencias estadísticas debido a la influencia entre ellos, y posiblemente a las condiciones climáticas que pudieron haber influido.

La madurez de cosecha para los tratamientos estuvo alrededor de los 195 días, 32 días después del valor promedio de la madurez fisiológica; este periodo prolongado para llegar a la madurez de cosecha se debe al efecto de las temperaturas del lugar, comparado con las temperaturas de los valles que existen en Cutervo.

3.1.5. *Altura de planta*

En el análisis de la varianza (Tabla 5A), se muestra que en la fuente de variación variedad no hay significación; la fuente de variación defoliación manifestó similares resultados; asimismo la interacción defoliación por variedad. Por consiguiente, se acepta la hipótesis nula.

Los valores promedios registrados por las variedades no difirieron estadísticamente, fluctuando entre 1.76 a 1.74 metros, correspondientes a la variedad 2 (INIA 601) y 1 (Morado Mejorado). Asimismo, las tres defoliaciones y el testigo se mostraron similares estadísticamente, pudiéndose inferir que no tuvieron influencia en la altura de planta; sus valores variaron entre 1.78 y 1.73 metros para D3 y D0 respectivamente. (Tabla 18, figura 14).

Tabla 18

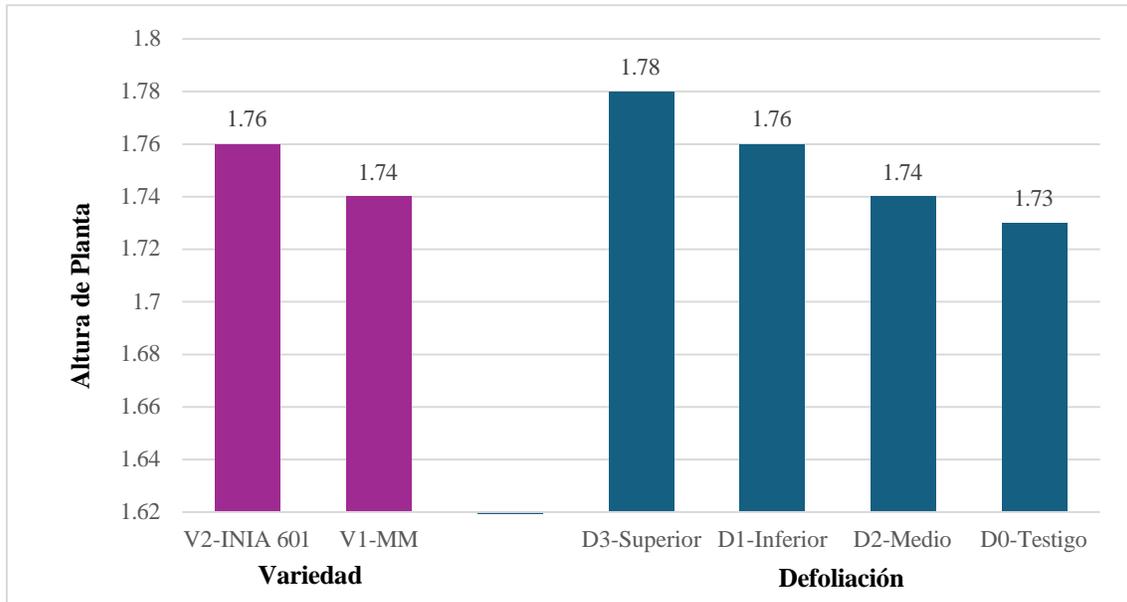
Altura de planta (m) de dos variedades, tres defoliaciones y un testigo en maíz morado

Variedad	Medias	Significación ($\alpha = 0.05$)
V2-INIA 601	1.76	A
V1-MM	1.74	A
Defoliación	Medias	Significación ($\alpha = 0.05$)
D3-Superior	1.78	A
D1-Inferior	1.76	A
D2-Medio	1.74	A
D0-Testigo	1.73	A

Nota. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Figura 14

Altura de planta (m) de dos variedades, tres defoliaciones y un testigo en maíz morado



No se presentaron diferencias estadísticas entre los tratamientos (Variedad + Defoliación), reflejando un comportamiento independiente entre los factores; sus valores promedios oscilaron entre 1.79 metros y 1.68 metros, correspondiente a los tratamientos V1D3 y V1D0. (Tabla 19, figura 15).

Tabla 19

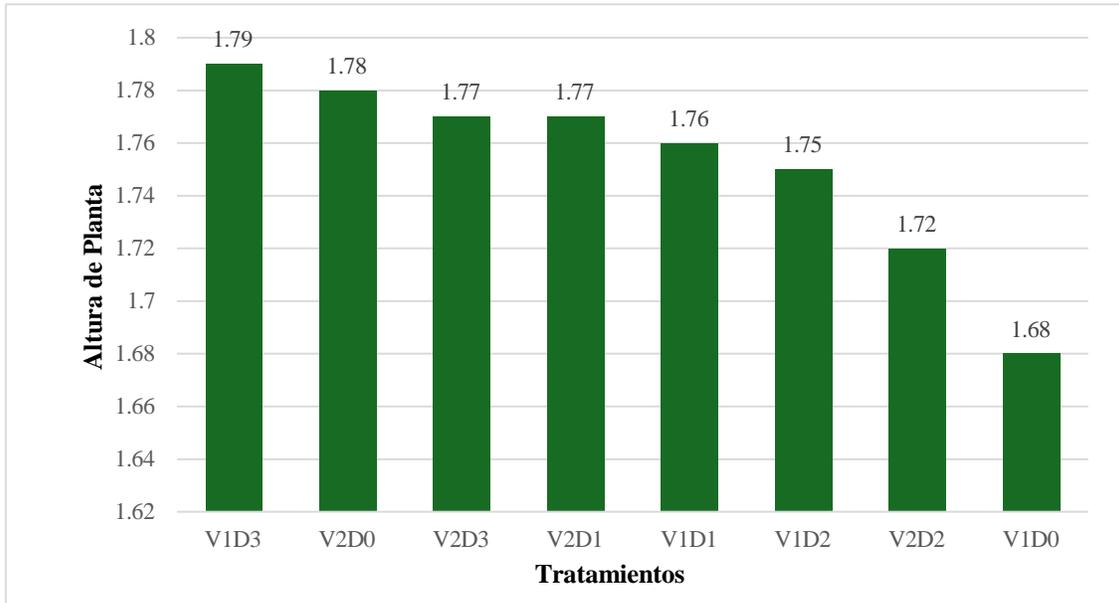
Altura de planta (m) de tratamientos de factores combinados (Variedad + Defoliación)

Tratamientos	Medias	Significación ($\alpha = 0.05$)
V1D3	1.79	A
V2D0	1.78	A
V2D3	1.77	A
V2D1	1.77	A
V1D1	1.76	A
V1D2	1.75	A
V2D2	1.72	A
V1D0	1.68	A

Nota. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Figura 15

Altura de planta (m) de tratamientos de factores combinados (Variedad + Defoliación)



Los resultados obtenidos se asemejan a los reportados por Huamán (2021), en el que a pesar de los daños foliares realizados en el cultivo de maíz, después de los 75 días de sembrar no afectaron el crecimiento de la planta.

3.1.6. Diámetro de tallo

Las fuentes de variación (variedad, defoliación y defoliación por variedad), que se observan en el análisis de varianza (Tabla 6A), no presentaron significación.

En la tabla 20, figura 16, se muestra la ausencia de diferencias significativas entre las variedades, tres defoliaciones y un testigo; los valores promedio de la variedad 1 (Morado Mejorado) y la variedad 2 (INIA 601) fueron de 2.15 a 2.12 cm; y de las defoliaciones fluctuaron sus valores entre 2.15 a 2.12 cm correspondiente a los niveles D3 y D2, no afectando el diámetro de tallo.

Tabla 20

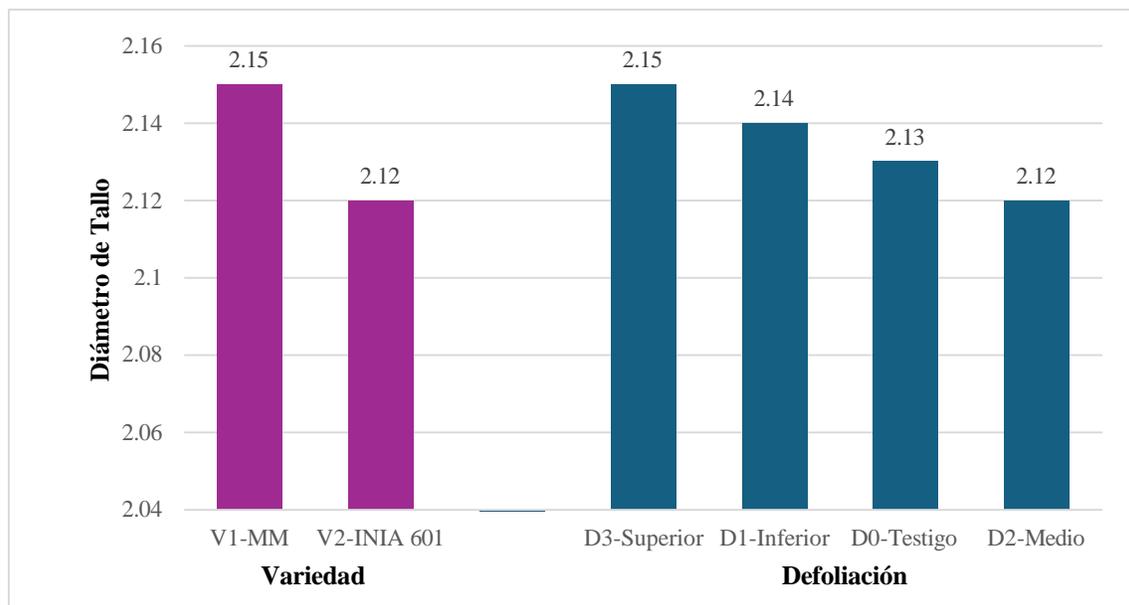
Diámetro de tallo (cm) de dos variedades, tres defoliaciones y un testigo en maíz morado

Variedad	Medias	Significación ($\alpha = 0.05$)
V1-MM	2.15	A
V2-INIA 601	2.12	A
Defoliación	Medias	Significación ($\alpha = 0.05$)
D3-Superior	2.15	A
D1-Inferior	2.14	A
D0-Testigo	2.13	A
D2-Medio	2.12	A

Nota. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Figura 16

Diámetro de tallo (cm) de dos variedades, tres defoliaciones y un testigo en maíz morado



Los valores promedio de los tratamientos de factores combinados (Variedad + Defoliación) presentaron diferencias estadísticas; donde el tratamiento V1D3 mostró mayor diámetro de tallo con 2.17 cm, semejante estadísticamente a los tratamientos V2D1, V1D0, V1D2, V1D1 que presentaron 2.14 cm, además de los tratamientos V2D3 y V2D0 con 2.12 y

2.11 cm respectivamente, mientras que el menor fue para el tratamiento V2D2 con 2.09 cm.

(Tabla 21, figura 17).

Tabla 21

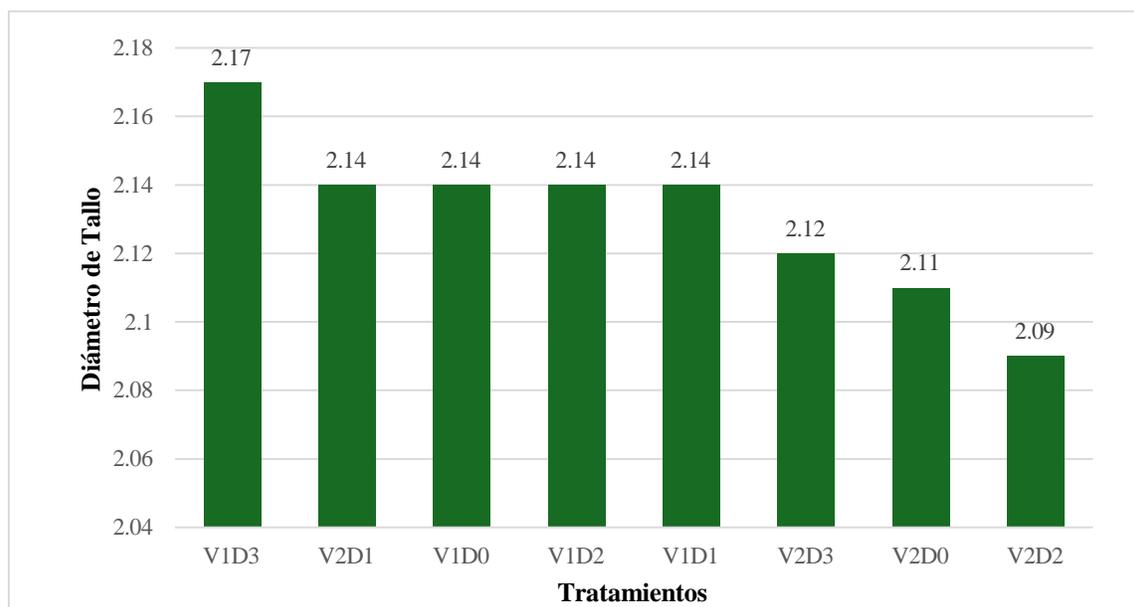
Diámetro de tallo (cm) de tratamientos de factores combinados (Variedad + Defoliación)

Tratamientos	Medias	Significación ($\alpha = 0.05$)	
V1D3	2.17	A	
V2D1	2.14	A	B
V1D0	2.14	A	B
V1D2	2.14	A	B
V1D1	2.14	A	B
V2D3	2.12	A	B
V2D0	2.11	A	B
V2D2	2.09		B

Nota. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Figura 17

Diámetro de tallo (cm) de tratamientos de factores combinados (Variedad + Defoliación)



Zaharan y Garay (1991), citados por Vásquez y Ruiz (1993), indican que el grosor del tallo depende de la variedad, condiciones ambientales y nutricionales del suelo.

Es importante indicar que el mayor grosor que presentan los tallos permiten que la planta presente resistencia al acame debido a los fuertes vientos.

3.1.7. Longitud de mazorca

En las fuentes de variación (variedad, defoliación y defoliación por variedad), no hay significación, tal como se muestra en el análisis de varianza (Tabla 7A). Por lo tanto, se acepta la hipótesis nula.

La prueba de Tukey realizada al 0.05 de probabilidad para comparar medias, determinó que las variedades no presentaron diferencias estadísticas, siendo sus valores de 13.77 a 13.65 cm para la variedad 2 (INIA 601) y variedad 1 (Morado Mejorado) respectivamente. De la misma manera, los valores promedio de las defoliaciones y un testigo no fueron diferentes estadísticamente, demostrando que no afectaron la longitud de mazorca; sus valores fluctuaron entre 14.07 cm para D1 a 13.44 cm para D0. (Tabla 22, figura 18).

Tabla 22

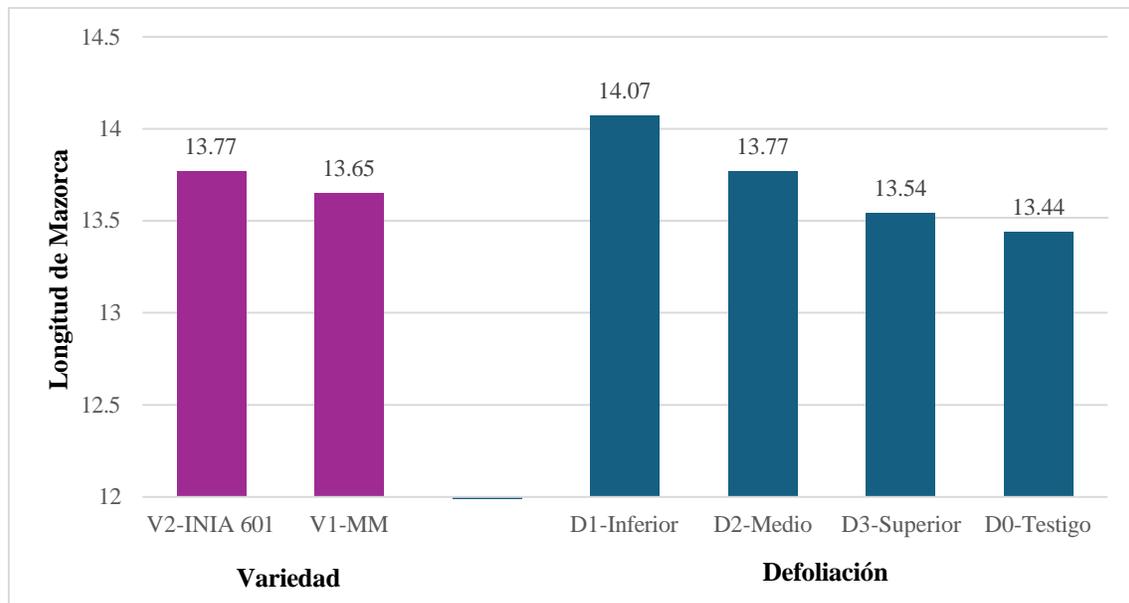
Longitud de mazorca (cm) de dos variedades, tres defoliaciones y un testigo en maíz morado

Variedad	Medias	Significación ($\alpha = 0.05$)
V2-INIA 601	13.77	A
V1-MM	13.65	A
Defoliación	Medias	Significación ($\alpha = 0.05$)
D1-Inferior	14.07	A
D2-Medio	13.77	A
D3-Superior	13.54	A
D0-Testigo	13.44	A

Nota. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Figura 18

Longitud de mazorca (cm) de dos variedades, tres defoliaciones y un testigo en maíz morado



Al comparar los valores promedios obtenidos de los factores combinados de variedad y defoliación, no se encontró diferencias significativas, fluctuando sus valores entre 14.76 cm a 12.93 cm correspondientes a los tratamientos V1D1 y V1D0. (Tabla 23, figura 19).

Tabla 23

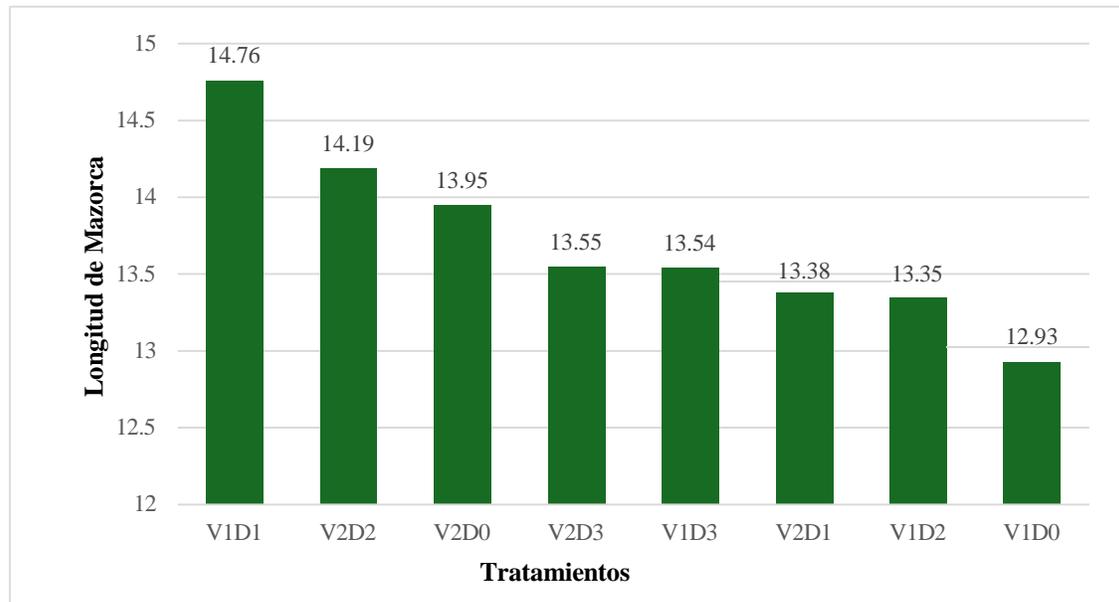
Longitud de mazorca (cm) de tratamientos de factores combinados (Variedad + Defoliación)

Tratamientos	Medias	Significación ($\alpha = 0.05$)
V1D1	14.76	A
V2D2	14.19	A
V2D0	13.95	A
V2D3	13.55	A
V1D3	13.54	A
V2D1	13.38	A
V1D2	13.35	A
V1D0	12.93	A

Nota. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Figura 19

Longitud de mazorca (cm) de tratamientos de factores combinados (Variedad + Defoliación)



El resultado obtenido se debería por lo general al momento y la intensidad en la que se llevó a cabo la eliminación de hojas, que concuerda con el trabajo sobre “Efecto de las defoliaciones en la producción final de maíz ciclo FAO 400” desarrollado por Lora (2016), en el que al eliminar el 33 % de hojas antes de la floración, no presentó diferencias significativas de longitud de mazorca. Asimismo, con Vilchez (2022) en el que las defoliaciones realizadas desde los 14 días a los 35 días después del estado R1 (luego de la polinización) por debajo de la mazorca en porcentajes de 0 y 100 % no presentaron diferencias significativas para longitud de mazorca.

3.1.8. Diámetro de mazorca

Como se observa en el análisis de varianza (Tabla 8A), la fuente de variación variedad, no tuvo significación; la fuente de variación defoliación presentó similares resultados; así también, la interacción defoliación por variedad. Se acepta la hipótesis nula.

Las variedades, tres defoliaciones y un testigo, no presentaron diferencias estadísticas; los valores promedio de las variedades registraron 4.7 a 4.68 cm correspondientes a la variedad 2 (INIA 601) y variedad 1 (Morado Mejorado); las defoliaciones oscilaron entre valores promedios de 4.72 cm a 4.66 cm, los mismos que correspondieron a las defoliaciones D1 y D0. (Tabla 24, figura 20).

Tabla 24

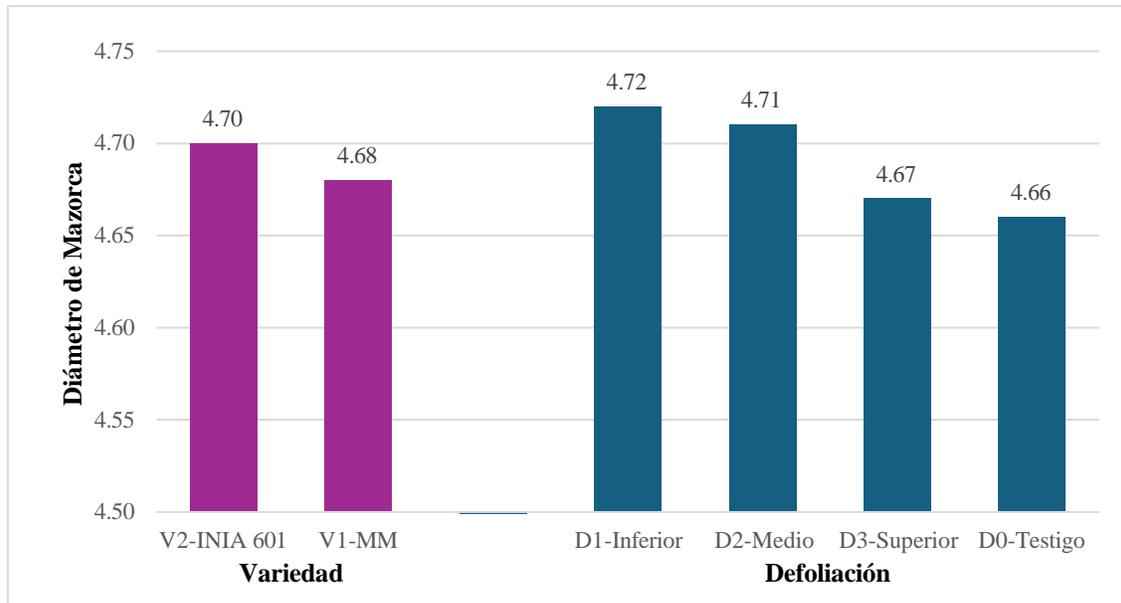
Diámetro de mazorca (cm) de dos variedades, tres defoliaciones y un testigo en maíz morado

Variedad	Medias	Significación ($\alpha = 0.05$)
V2-INIA 601	4.70	A
V1-MM	4.68	A
Defoliación	Medias	Significación ($\alpha = 0.05$)
D1-Inferior	4.72	A
D2-Medio	4.71	A
D3-Superior	4.67	A
D0-Testigo	4.66	A

Nota. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Figura 20

Diámetro de mazorca (cm) de dos variedades, tres defoliaciones y un testigo en maíz morado



Los tratamientos de factores combinados no presentaron diferencias estadísticas, comportándose de manera autónoma; los valores promedios oscilaron entre 4.83 cm y 4.58 cm para los tratamientos VID1 y VID0 respectivamente. (Tabla 25, figura 21).

Tabla 25

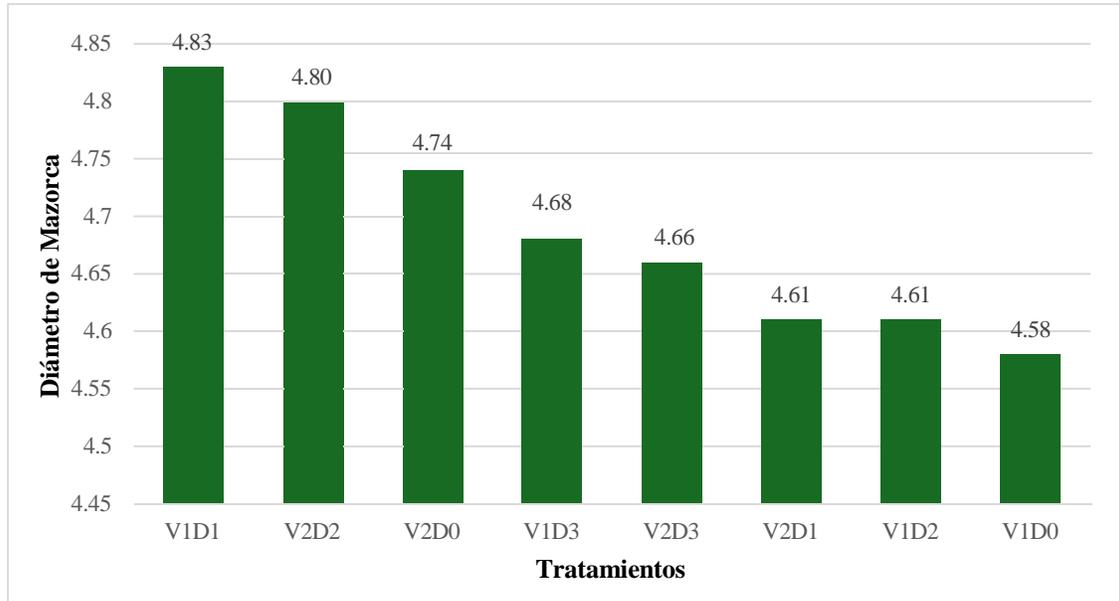
Diámetro de mazorca (cm) de tratamientos de factores combinados (Variedad + Defoliación)

Tratamientos	Medias	Significación ($\alpha = 0.05$)
VID1	4.83	A
V2D2	4.80	A
V2D0	4.74	A
VID3	4.68	A
V2D3	4.66	A
V2D1	4.61	A
VID2	4.61	A
VID0	4.58	A

Nota. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Figura 21

Diámetro de mazorca (cm) de tratamientos de factores combinados (Variedad + Defoliación)



Los resultados se asemejan con los de Vílchez (2022), en el que defoliaciones de los 14 a 35 días después del estado R1 por debajo de la mazorca en porcentajes de 0 y 100 %, no presentaron diferencias significativas para diámetro de mazorca.

Adetiloye et al. (1984), citado en Vásquez y Ruiz (1993), menciona que la longitud y diámetro de mazorca depende de la humedad del suelo, nitrógeno y de la radiación solar.

3.1.9. Número de hileras por mazorca

Las fuentes de variación (variedad, defoliación y defoliación por variedad) que se observan en el análisis de la varianza (Tabla 9A), muestran que no hay significación, por lo tanto, se acepta la hipótesis nula.

En la tabla 26, figura 22, se puede observar la comparación de medias de Tukey, donde no se encontró diferencias estadísticas en ningún factor (Variedad – Defoliación); la variedad 2 (INIA 601) y la variedad 1 (Morado Mejorado) presentaron valores de 10.53 y 10.49

respectivamente; los valores de las defoliaciones y un testigo oscilaron entre 10.81 a 10.25 para D1 y D3 respectivamente.

Tabla 26

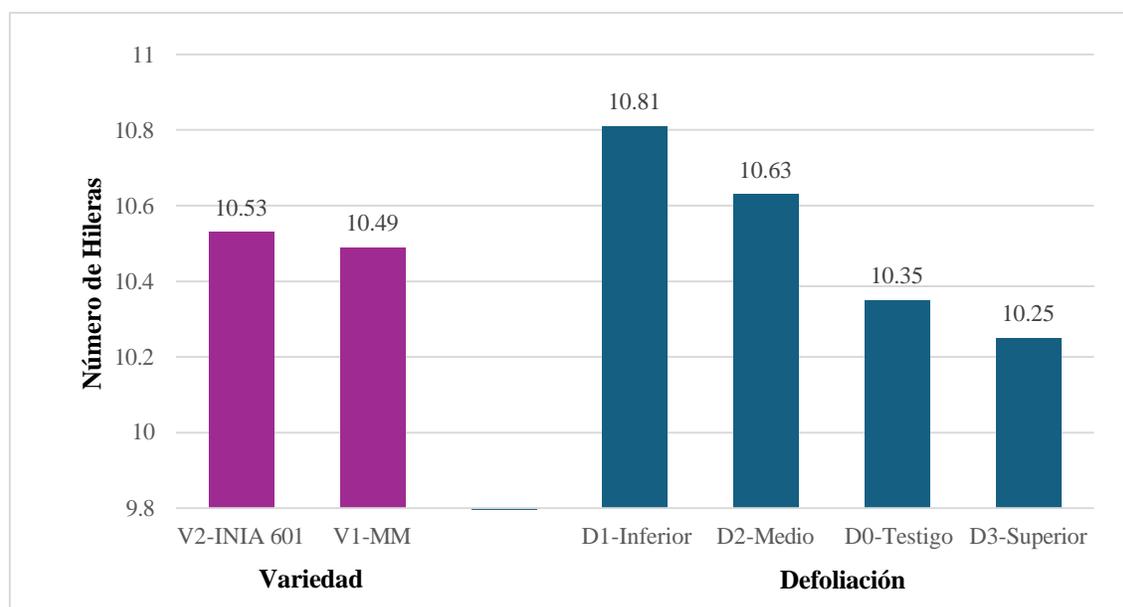
Número de hileras por mazorca de dos variedades, tres defoliaciones y un testigo en maíz morado

Variedad	Medias	Significación ($\alpha = 0.05$)
V2-INIA 601	10.53	A
V1-MM	10.49	A
Defoliación	Medias	Significación ($\alpha = 0.05$)
D1-Inferior	10.81	A
D2-Medio	10.63	A
D0-Testigo	10.35	A
D3-Superior	10.25	A

Nota. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Figura 22

Número de hileras por mazorca de dos variedades, tres defoliaciones y un testigo en maíz morado



La tabla 27, figura 23, muestra que los tratamientos de factores combinados fueron estadísticamente iguales, oscilando sus valores promedio entre 10.82 para el tratamiento V1D1 y 10.19 para el tratamiento V2D3.

Tabla 27

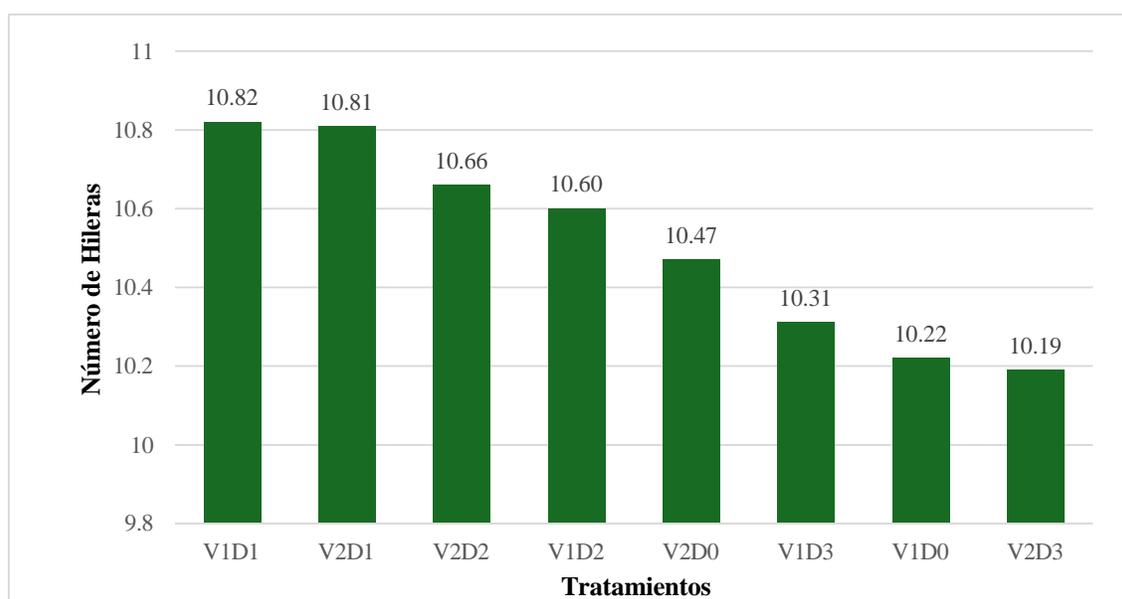
Número de hileras por mazorca de tratamientos de factores combinados (Variedad + Defoliación)

Tratamientos	Medias	Significación ($\alpha = 0.05$)
V1D1	10.82	A
V2D1	10.81	A
V2D2	10.66	A
V1D2	10.60	A
V2D0	10.47	A
V1D3	10.31	A
V1D0	10.22	A
V2D3	10.19	A

Nota. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Figura 23

Número de hileras por mazorca de tratamientos de factores combinados (Variedad + Defoliación)



Las defoliaciones no tuvieron efecto sobre esta característica. Resultados que coincide con Barimavandi et al. (2010), en el que sometieron al maíz SC 704 a ocho tratamientos de defoliación en la antesis y después de la apertura de la panoja, reportando que el número de hileras por mazorca se ve afectado solo por defoliaciones completas.

3.1.10. Número de granos por hilera

En la tabla 10A (análisis de la varianza), se puede presenciar que en la fuente de variación variedad, la fuente de variación defoliación y la interacción defoliación por variedad, no hay significación, por ende, se acepta la hipótesis nula.

Al realizar la prueba de comparación de medias a los factores variedad y defoliación, no se encontró diferencias significativas; la variedad 2 (INIA 601) y la variedad 1 (Morado Mejorado) registraron valores promedio de 17.61 a 16.61 respectivamente; las tres defoliaciones y un testigo mostraron valores entre 17.39 para D0 y 16.75 para D2. (Tabla 28, figura 24).

Tabla 28

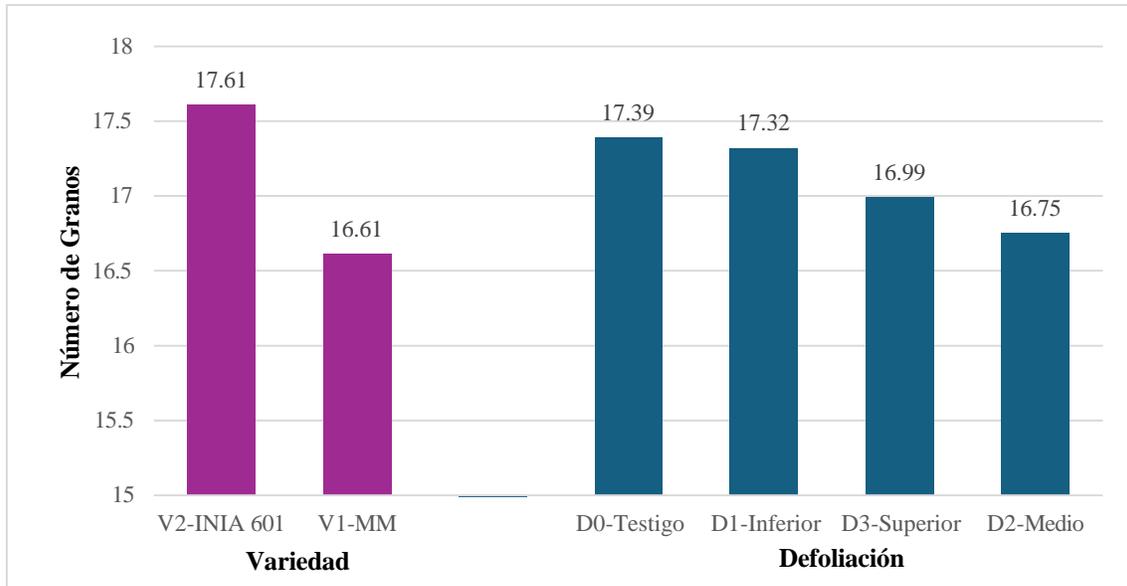
Número de granos por hilera de dos variedades, tres defoliaciones y un testigo en maíz morado

Variedad	Medias	Significación ($\alpha = 0.05$)
V2-INIA 601	17.61	A
V1-MM	16.61	A
Defoliación	Medias	Significación ($\alpha = 0.05$)
D0-Testigo	17.39	A
D1-Inferior	17.32	A
D3-Superior	16.99	A
D2-Medio	16.75	A

Nota. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Figura 24

Número de granos por hilera de dos variedades, tres defoliaciones y un testigo en maíz morado



En la prueba de comparación de medias Tukey al 0.05 de probabilidad, realizada a los tratamientos de factores combinados (Variedad + Defoliación), no se encontraron diferencias estadísticas siendo su comportamiento autónomo; sus valores promedio oscilaron entre 18.41 a 16.38 correspondiente a los tratamientos V2D0 y V1D0. (Tabla 29, figura 25).

Tabla 29

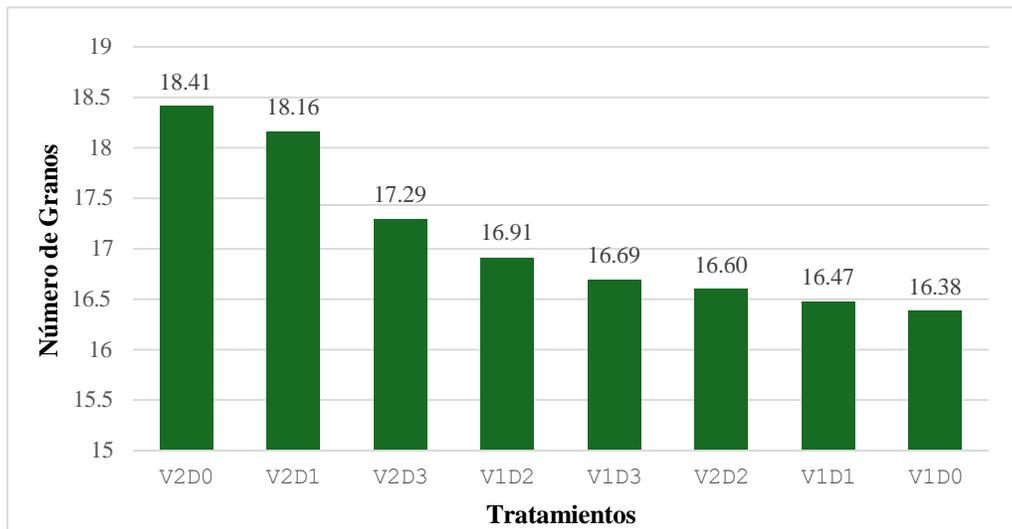
Número de granos por hilera de tratamientos de factores combinados (Variedad + Defoliación)

Tratamientos	Medias	Significación ($\alpha = 0.05$)
V2D0	18.41	A
V2D1	18.16	A
V2D3	17.29	A
V1D2	16.91	A
V1D3	16.69	A
V2D2	16.60	A
V1D1	16.47	A
V1D0	16.38	A

Nota. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Figura 25

Número de granos por hilera de tratamientos de factores combinados (Variedad + Defoliación)



Las defoliaciones no tuvieron efecto sobre el número de granos por hilera, resultados que se asemejan a los de Covarrubias (2000) quien indica que defoliaciones de 0, 1, 3 y 5 hojas no defoliando las hojas inferiores adyacentes a la mazorca no afectan esta característica. No obstante, en trabajos realizados por Egharevba et al. (1976) señalan que las defoliaciones severas al inicio y hasta 10 días después del 50% de formados los estigmas reduce el número de granos; Barimavandi et al. (2010), determinó que defoliaciones completas seguido de defoliaciones sobre la mazorca en la antesis y después de la apertura de panoja afectan el número de granos por hileras; Ortiz et al. (2022), señala que defoliaciones al 100% al momento de la floración femenina repercute en menos número de granos; asimismo, Maza (2022) indicó que defoliaciones del 50% en la etapa de panojamiento y R1 (emergencia de estigmas) influyen en el número de granos; Quiroz (2019) concluye que el despanoje más defoliaciones hasta la sexta hoja (hoja mazorca) disminuye el número de granos por hilera en 4.1%.

El resultado obtenido en este trabajo podría obedecer por ende al momento y la intensidad en el que se llevaron a cabo las defoliaciones.

3.1.11. Índice de cosecha

No hay significación en las fuentes de variación (variedad, defoliación y la interacción defoliación por variedad), tal como se muestra en el análisis de varianza (Tabla 11A).

Los valores promedios de índice de cosecha para ambas variedades (INIA 601 y Morado Mejorado), tres defoliaciones y un testigo no difirieron estadísticamente siendo el valor de 0.22 para ambos factores en estudio. (Tabla 30, figura 26).

Tabla 30

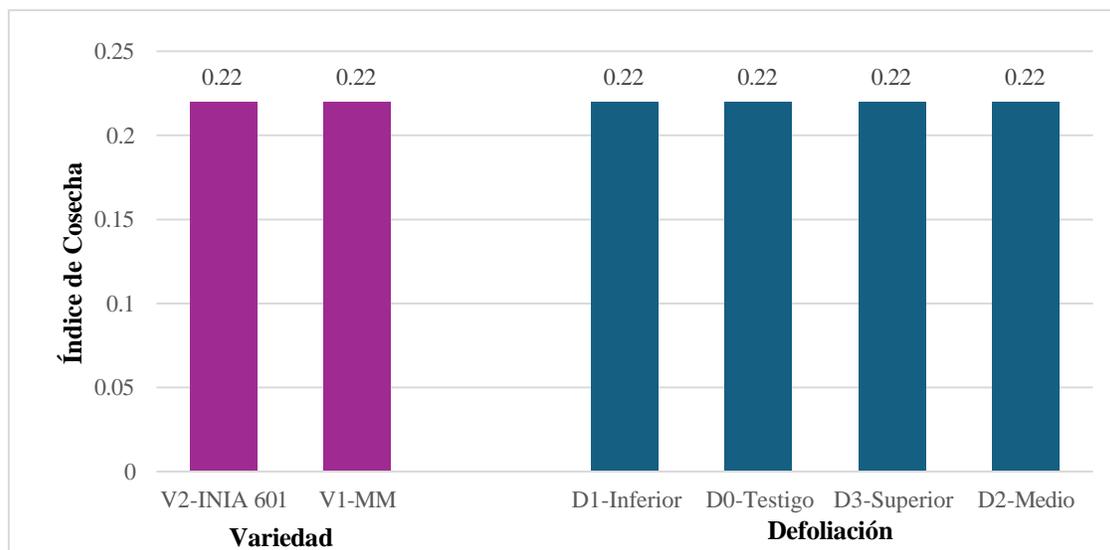
Índice de cosecha de dos variedades, tres defoliaciones y un testigo en maíz morado

Variedad	Medias	Significación ($\alpha = 0.05$)
V2-INIA 601	0.22	A
V1-MM	0.22	A
Defoliación	Medias	Significación ($\alpha = 0.05$)
D1-Inferior	0.22	A
D0-Testigo	0.22	A
D3-Superior	0.22	A
D2-Medio	0.22	A

Nota. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Figura 26

Índice de cosecha de dos variedades, tres defoliaciones y un testigo en maíz morado



En la tabla 31, figura 27, se observa que los valores promedios obtenidos para los tratamientos de factores combinados (Variedad + Defoliación) no difirieron estadísticamente, oscilando sus promedios entre 0.23 a 0.21 correspondiente a V2D0 y V1D0. Esto demostraría que cada factor en estudio tuvo comportamiento independiente.

Tabla 31

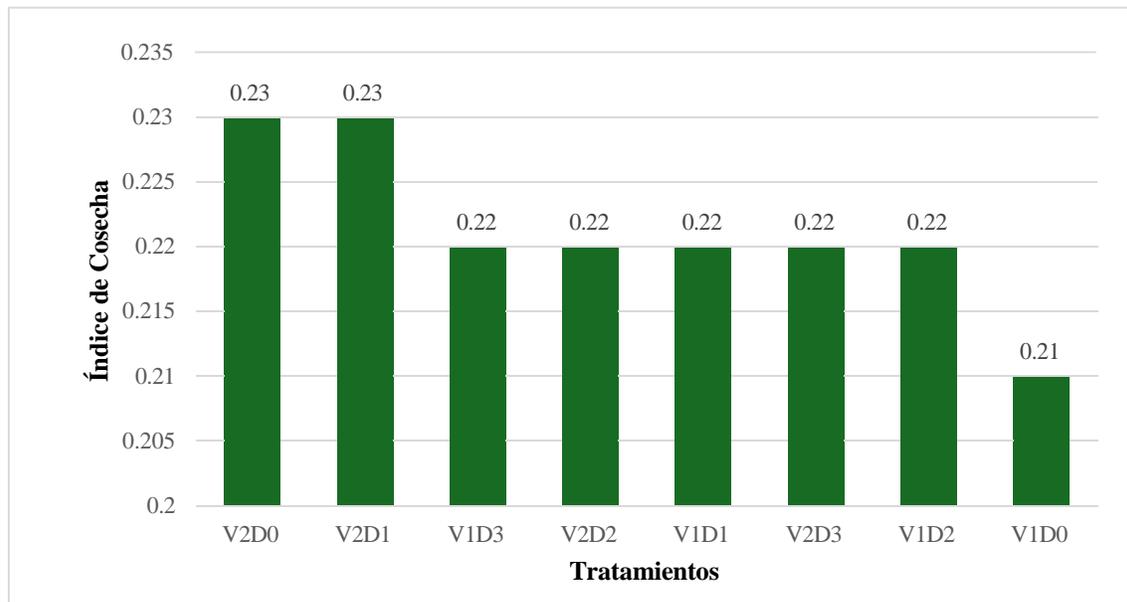
Índice de cosecha de tratamientos de factores combinados (Variedad + Defoliación)

Tratamientos	Medias	Significación ($\alpha = 0.05$)
V2D0	0.23	A
V2D1	0.23	A
V1D3	0.22	A
V2D2	0.22	A
V1D1	0.22	A
V2D3	0.22	A
V1D2	0.22	A
V1D0	0.21	A

Nota. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Figura 27

Índice de cosecha de tratamientos de factores combinados (Variedad + Defoliación)



Los resultados obtenidos indican que las defoliaciones no afectaron el índice de cosecha, coincidiendo con Barimavandi et al. (2010), donde sus diferentes tratamientos de defoliación en la antesis y después de la apertura de panoja no tuvieron efecto sobre el índice de cosecha.

3.1.12. Peso de una mazorca

En el análisis de la varianza (Tabla 12A), se evidenció que en las fuentes de variación (variedad, defoliación y defoliación por variedad) no hay significación, por lo tanto, se acepta la hipótesis nula y rechaza la hipótesis alternativa.

Al realizar la comparación de medias por medio de Tukey, no se encontraron diferencias significativas en ambas variedades (INIA 601 y Morado Mejorado) que registraron valores entre 91.98 y 86.69 gramos respectivamente. Asimismo, los valores promedio de las tres defoliaciones y un testigo fueron estadísticamente similares, lo que demuestra que las defoliaciones no tuvieron efecto sobre esta característica; sus valores oscilaron entre 91.02 gramos para D1 y 88.37 gramos para D3. (Tabla 32, figura 28).

Tabla 32

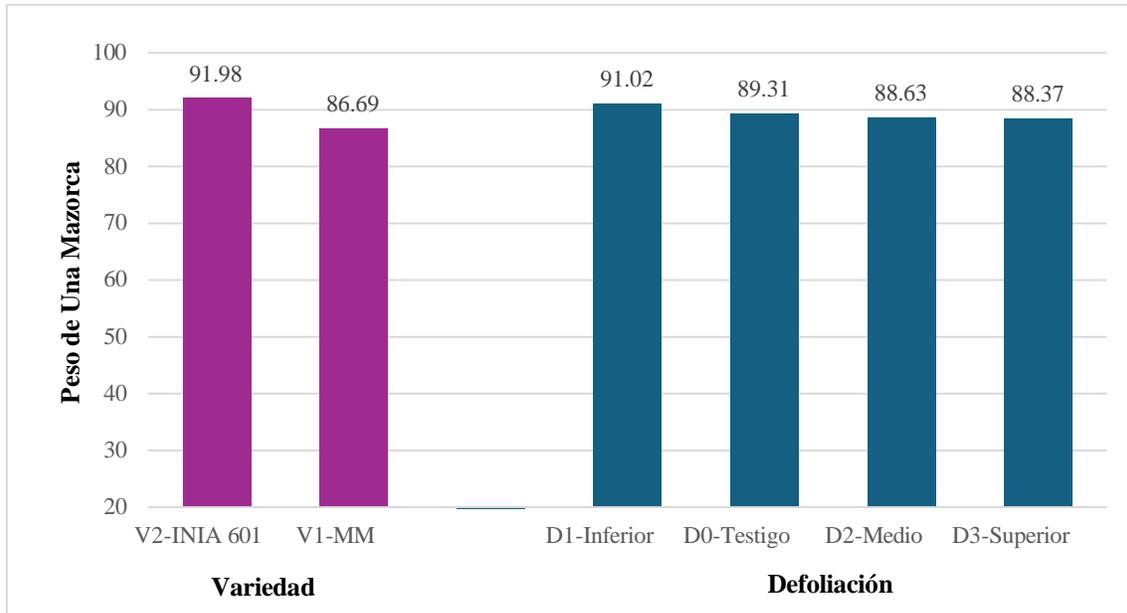
Peso de una mazorca de dos variedades, tres defoliaciones y un testigo en maíz morado

Variedad	Medias	Significación ($\alpha = 0.05$)
V2-INIA 601	91.98	A
V1-MM	86.69	A
Defoliación	Medias	Significación ($\alpha = 0.05$)
D1-Inferior	91.02	A
D0-Testigo	89.31	A
D2-Medio	88.63	A
D3-Superior	88.37	A

Nota. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Figura 28

Peso de una mazorca de dos variedades, tres defoliaciones y un testigo en maíz morado



No obstante, en la tabla 33, figura 29, se puede observar que los tratamientos de los pesos promedios de una mazorca presentaron diferencias significativas, donde el tratamiento V2D0 fue superior con 97.38 gramos, mientras que V1D0 con 81.24 gramos fue el tratamiento con menor peso de mazorca.

Tabla 33

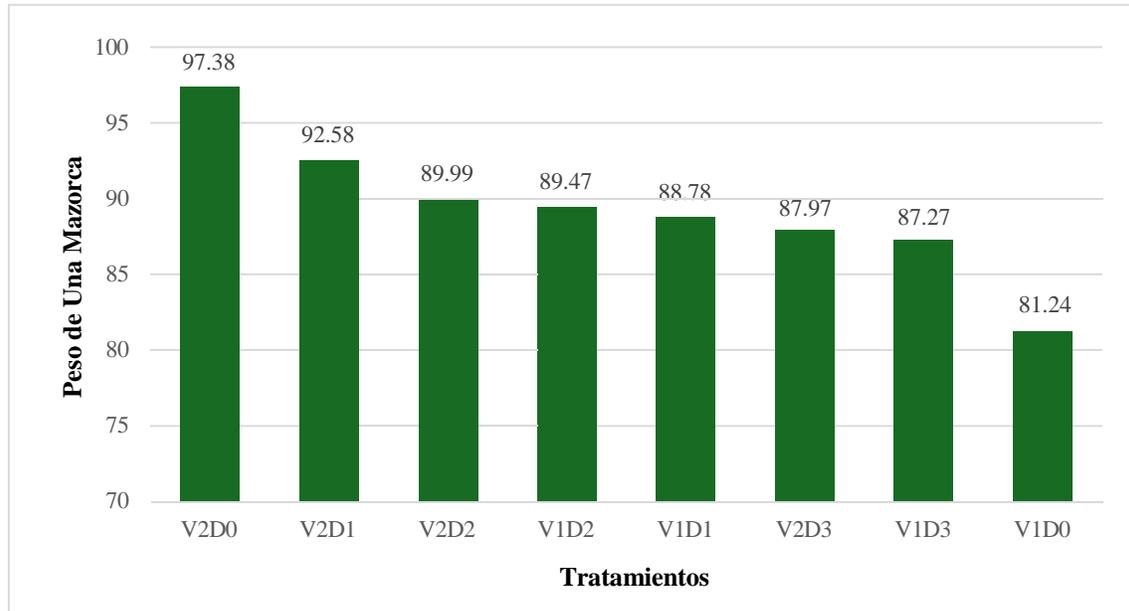
Peso de una mazorca de tratamientos de factores combinados (Variedad + Defoliación)

Tratamientos	Medias	Significación ($\alpha = 0.05$)	
V2D0	97.38	A	
V2D1	92.58	A	B
V2D2	89.99	A	B
V1D2	89.47	A	B
V1D1	88.78	A	B
V2D3	87.97	A	B
V1D3	87.27	A	B
V1D0	81.24	A	B

Nota. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Figura 29

Peso de una mazorca de tratamientos de factores combinados (Variedad + Defoliación).



3.1.13. Peso de grano por mazorca

Como se muestra en el análisis de varianza (Tabla 13A), no hay significación en las fuentes de variación (variedad, defoliación y la interacción defoliación por variedad), por ende, se acepta la hipótesis nula.

En la comparación de medias mediante la prueba de Tukey al 0.05 de probabilidad, no se encontraron diferencias significativas entre variedades, tres defoliaciones y un testigo. Los promedios registrados para la variedad 2 (INIA 601) fue de 71.46 gramos y la variedad 1 (Morado Mejorado) de 66.52 gramos, que representan el 77.7 y 76.7 % del peso de una mazorca, respectivamente. Asimismo, las tres defoliaciones y un testigo con valores promedio entre 70.52 gramos para D1 y 66.93 gramos para D3, los cuales representan el 77.48 y 75.74 %, del peso de una mazorca, respectivamente. (Tabla 34, figura 30).

Tabla 34

Peso de grano por mazorca de dos variedades, tres defoliaciones y un testigo en maíz morado

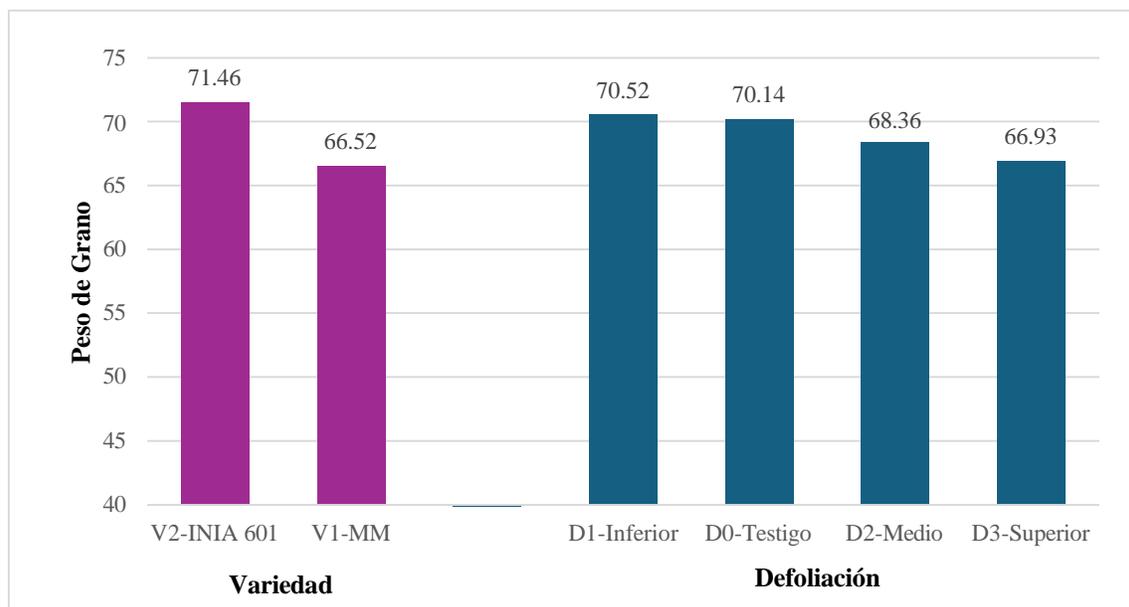
Variedad	Medias	Significación ($\alpha = 0.05$)
V2-INIA 601	71.46	A
V1-MM	66.52	A

Defoliación	Medias	Significación ($\alpha = 0.05$)
D1-Inferior	70.52	A
D0-Testigo	70.14	A
D2-Medio	68.36	A
D3-Superior	66.93	A

Nota. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Figura 30

Peso de grano por mazorca de dos variedades, tres defoliaciones y un testigo en maíz morado



En la comparación de medias de los factores combinados (Variedad + Defoliación), no se encontró diferencias significativas, estando sus valores promedio entre los tratamientos V2D0 con 76.34 y V1D0 con 63.95 gramos, los cuales representan el 78.4 y 78.7 % del peso de una

mazorca, respectivamente. (Tabla 35, figura 31). No hubo influencia entre los factores, cada uno actuó de manera independiente.

Tabla 35

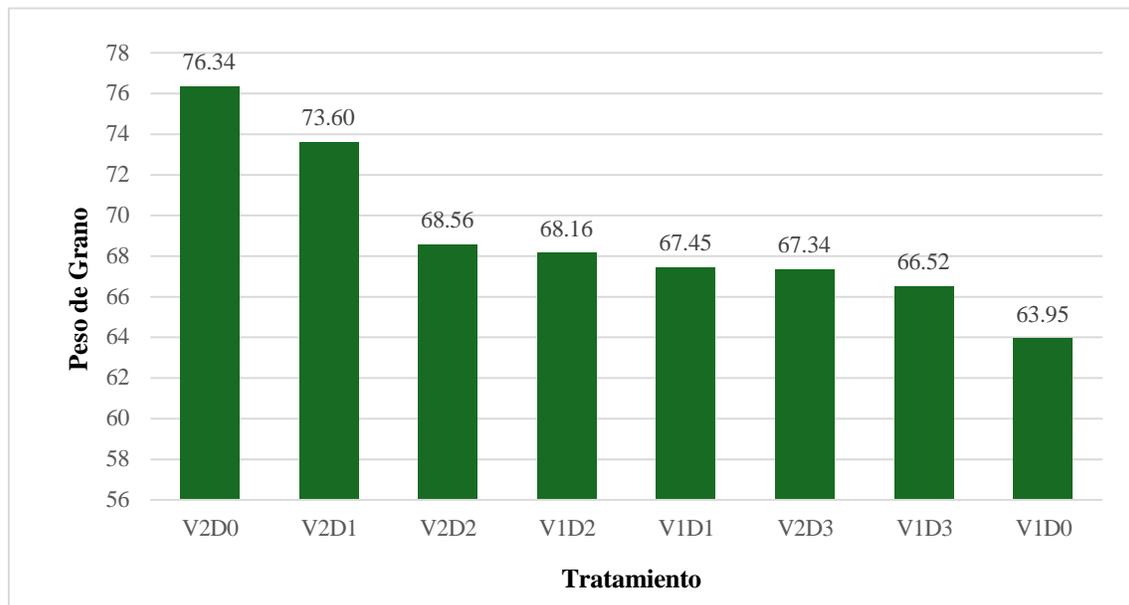
Peso de grano por mazorca de tratamientos de factores combinados (Variedad + Defoliación)

Tratamientos	Medias	Significación ($\alpha = 0.05$)
V2D0	76.34	A
V2D1	73.60	A
V2D2	68.56	A
V1D2	68.16	A
V1D1	67.45	A
V2D3	67.34	A
V1D3	66.52	A
V1D0	63.95	A

Nota. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Figura 31

Peso de grano por mazorca de tratamientos de factores combinados (Variedad + Defoliación)



Por los resultados obtenidos, las defoliaciones no afectan el peso de grano por mazorca; concordando con Covarrubias (2000) quien al eliminar (0, 1, 3 y 5 hojas) teniendo cuidado de no

defoliar las hojas inferiores cerca de la mazorca, obtuvo que el peso del grano no mostró diferencias significativas. Asimismo, con Barimavandi et al. (2010) quien señala que las defoliaciones completas seguido de defoliaciones sobre la mazorca afectan el peso seco del grano y con Vílchez (2022) quien señala que el peso de granos se ve afectado si se defolia el 100% por debajo de la mazorca en el estado R1.

Se puede deducir que los resultados obtenidos obedecen a la magnitud de las defoliaciones realizadas en los tres niveles de la planta y al momento o etapa de la planta en el que se llevó a cabo.

3.1.14. Peso de coronta por mazorca

El análisis de varianza que se observa en la tabla 14A, muestra que para las fuentes de variación variedad y defoliación, no hay significación; sin embargo, para la fuente de variación defoliación por variedad, se evidenció significación.

El peso de coronta por mazorca no presentó diferencias significativas en las dos variedades, tres defoliaciones y un testigo. Las variedades registraron promedios de 20.52 gramos (INIA 601) y de 20.17 gramos (Morado mejorado), que representan el 22.31 y 23.27 % del peso de una mazorca, respectivamente. De igual forma, las defoliaciones y un testigo registraron valores promedios de 21.45, 20.5, 20.27 y 19.17 gramos correspondiente a D3, D1, D2 y D0, los cuales representan porcentajes de 24.27, 22.52, 22.87 y 21.47, del peso de una mazorca, respectivamente. (Tabla 36, figura 32).

Tabla 36

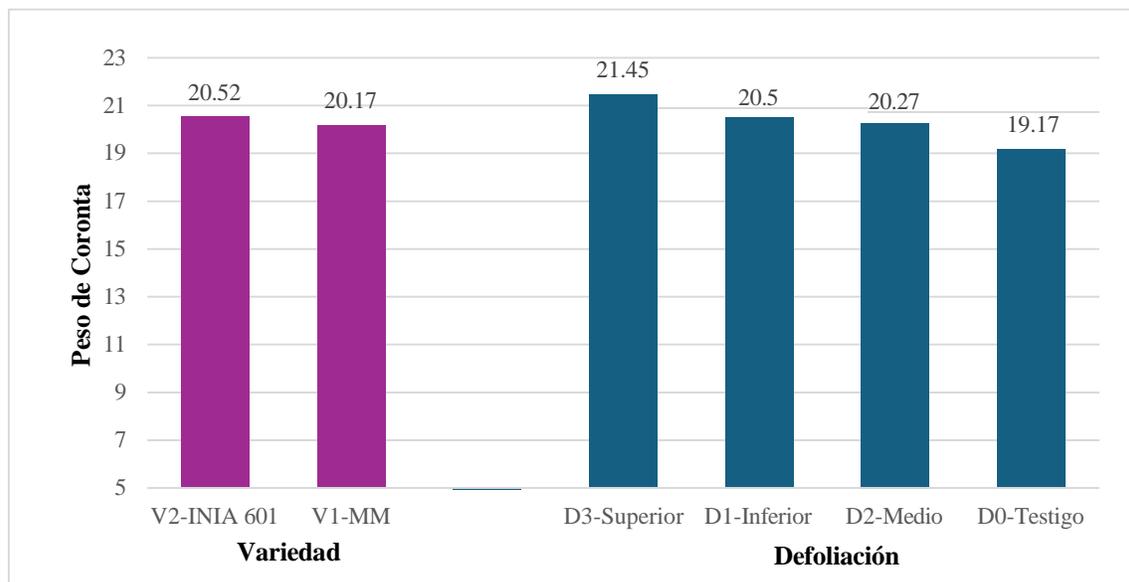
Peso de coronta por mazorca de dos variedades, tres defoliaciones y un testigo en maíz morado

Variedad	Medias	Significación ($\alpha = 0.05$)
V2-INIA 601	20.52	A
V1-MM	20.17	A
Defoliación	Medias	Significación ($\alpha = 0.05$)
D3-Superior	21.45	A
D1-Inferior	20.50	A
D2-Medio	20.27	A
D0-Testigo	19.17	A

Nota. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Figura 32

Peso de coronta por mazorca de dos variedades, tres defoliaciones y un testigo en maíz morado



Al realizar la comparación de medias, se encontró diferencias significativas entre los tratamientos; el tratamiento V1D3 fue superior con promedio de 22.27 gramos, el cual representa el 25.51 % del peso de una mazorca, mismo que guardo similitud con los tratamientos V1D1, V2D2, V2D0, V2D3, V1D2, V2D1 que obtuvieron promedios de 22.01, 21.43, 21.04, 20.63,

19.11, 18.99 gramos respectivamente, pero diferente al tratamiento V1D0 quien obtuvo el menor promedio con 17.29 gramos (21.28 % del peso de una mazorca). (Tabla 37, figura 33).

Tabla 37

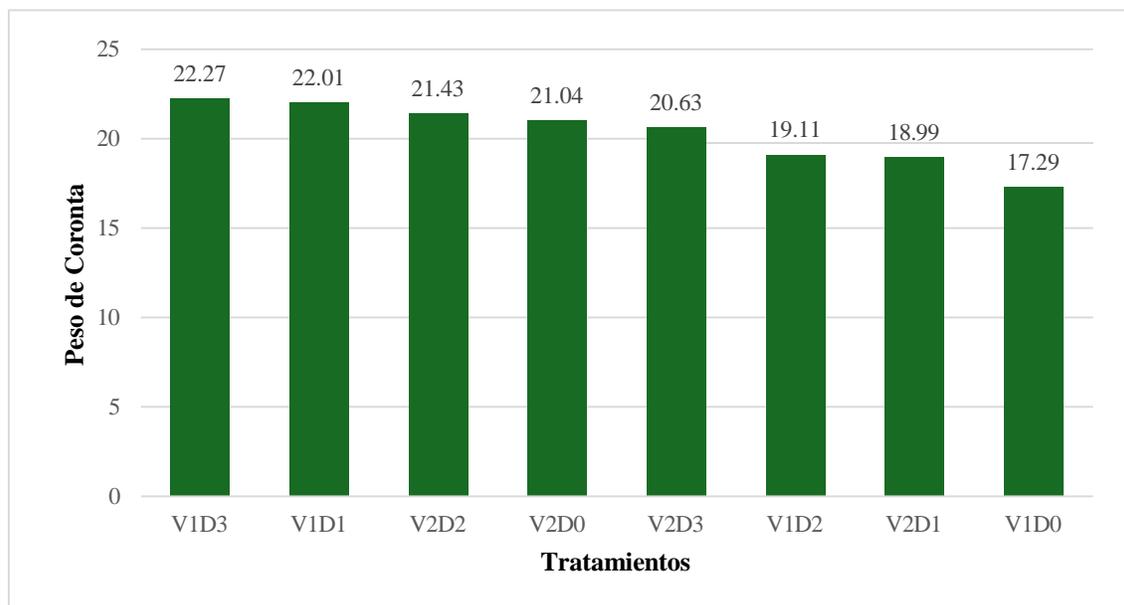
Peso de coronta por mazorca de tratamientos de factores combinados (Variedad + Defoliación)

Tratamientos	Medias	Significación ($\alpha = 0.05$)
V1D3	22.27	A
V1D1	22.01	A
V2D2	21.43	A
V2D0	21.04	A
V2D3	20.63	A
V1D2	19.11	A B
V2D1	18.99	A B
V1D0	17.29	B

Nota. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Figura 33

Peso de coronta por mazorca de tratamientos de factores combinados (Variedad + Defoliación)



3.1.15. Peso de 1000 granos

En la tabla 15A, del análisis de la varianza, se observa que en la fuente de variación variedad, no hay significación; no obstante, para la fuente de variación defoliación si se observa significación; la fuente de variación de la interacción defoliación por variedad, mostró no tener significancia.

Las variedades registraron valores promedios de peso de 1000 granos con similitud estadística, siendo sus valores 390.32 y 380.34 gramos correspondiente a la variedad 2 (INIA 601) y a la variedad 1 (Morado Mejorado). No obstante, los valores promedio de las tres defoliaciones y un testigo registraron diferencias significativas, en la que D3 con 406.42 gramos fue superior a D1, D0 y D2 que presentaban similitud estadística con valores promedio de 382.63, 382.13, 370.14 gramos, respectivamente. (Tabla 38, figura 34).

Tabla 38

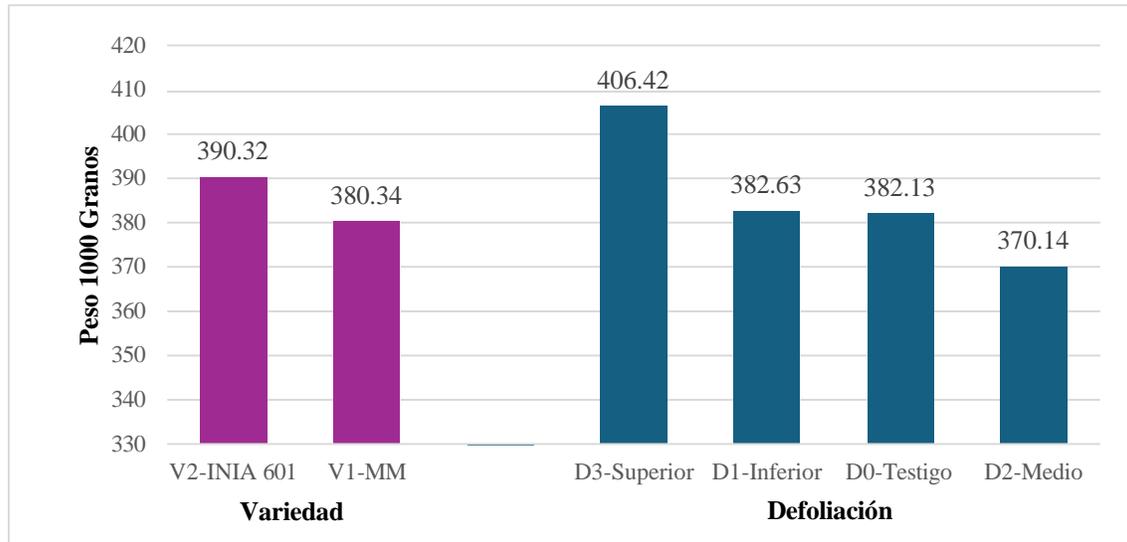
Peso de 1000 granos (g) de dos variedades, tres defoliaciones y un testigo en maíz morado

Variedad	Medias	Significación ($\alpha = 0.05$)
V2-INIA 601	390.32	A
V1-MM	380.34	A
Defoliación	Medias	Significación ($\alpha = 0.05$)
D3-Superior	406.42	A
D1-Inferior	382.63	B
D0-Testigo	382.13	B
D2-Media	370.14	B

Nota. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Figura 34

Peso de 1000 granos (g) de dos variedades, tres defoliaciones y un testigo en maíz morado



Los promedios de los tratamientos de los factores combinados (Variedad + Defoliación) registraron diferencias estadísticas, siendo superior el valor promedio de V2D3 con 407.48 gramos mismo que guardo similitud con cuatro tratamientos, pero diferente estadísticamente a los tratamientos V1D2, V2D2 y V1D0, que registraron los valores promedios más bajos con 370.56, 369.73 y 361.2 gramos respectivamente. (Tabla 39, figura 35).

Tabla 39

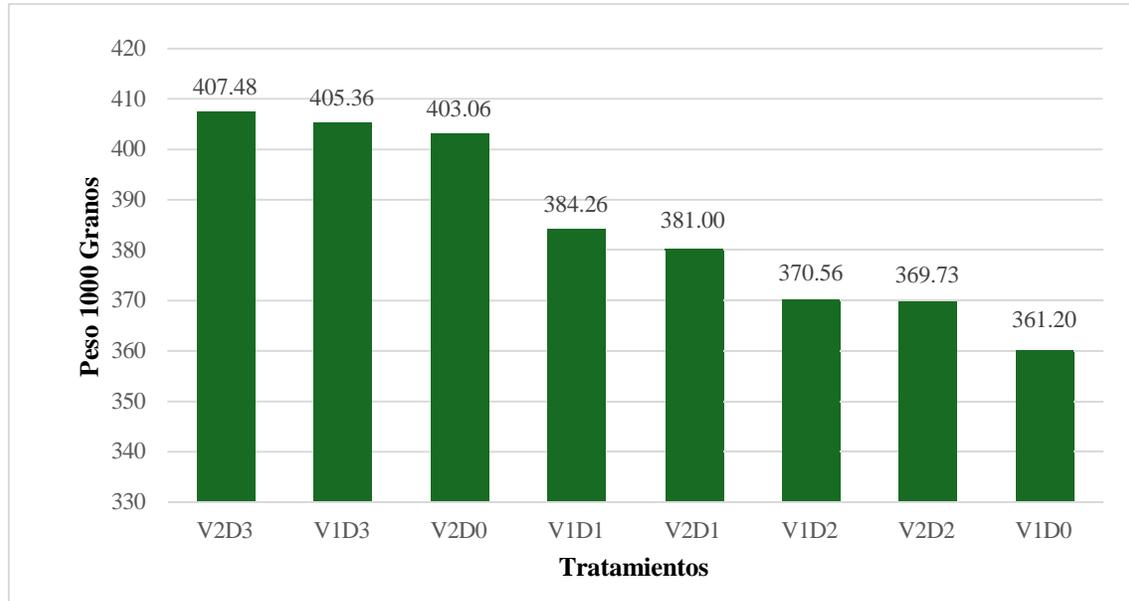
Peso de 1000 granos (g) de tratamientos de factores combinados (Variedad + Defoliación)

Tratamientos	Medias	Significación ($\alpha = 0.05$)		
V2D3	407.48	A		
V1D3	405.36	A	B	
V2D0	403.06	A	B	
V1D1	384.26	A	B	C
V2D1	381.00	A	B	C
V1D2	370.56		B	C
V2D2	369.73		B	C
V1D0	361.20			C

Nota. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Figura 35

Peso de 1000 granos (g) de tratamientos de factores combinados (Variedad + Defoliación)



Se evidenció que con la defoliación del nivel superior (D3), se obtuvo mayor peso de 1000 granos, debido posiblemente a que la defoliación del nivel superior permitió mejor entrada de la luz y su distribución en la planta, aumentando la capacidad fotosintética y acumulando los fotosintatos en los granos.

Los resultados obtenidos concuerdan con los de Liu et al. (2015) que reportaron mayor peso de grano con defoliaciones de dos hojas (superior y siguiente) hasta tres días después de formados los estigmas.

3.1.16. Porcentaje de desgrane (%)

Las fuentes de variación que se observan en el análisis de la varianza (Tabla 16A), muestran que no hay significación, en la variedad, defoliación y la interacción de defoliación por variedad, por lo tanto, se acepta la hipótesis nula.

El porcentaje de desgrane para las dos variedades, tres defoliaciones y un testigo no

difirieron estadísticamente. La variedad 2 (INIA 601) y la variedad 1 (Morado Mejorado) contaron con valores promedios de 77.59 y 76.83 % respectivamente. Las tres defoliaciones y un testigo presentaron valores promedios que oscilaron entre 78.57 y 75.73 % correspondiente a D0 y D3. (Tabla 40, figura 36).

Tabla 40

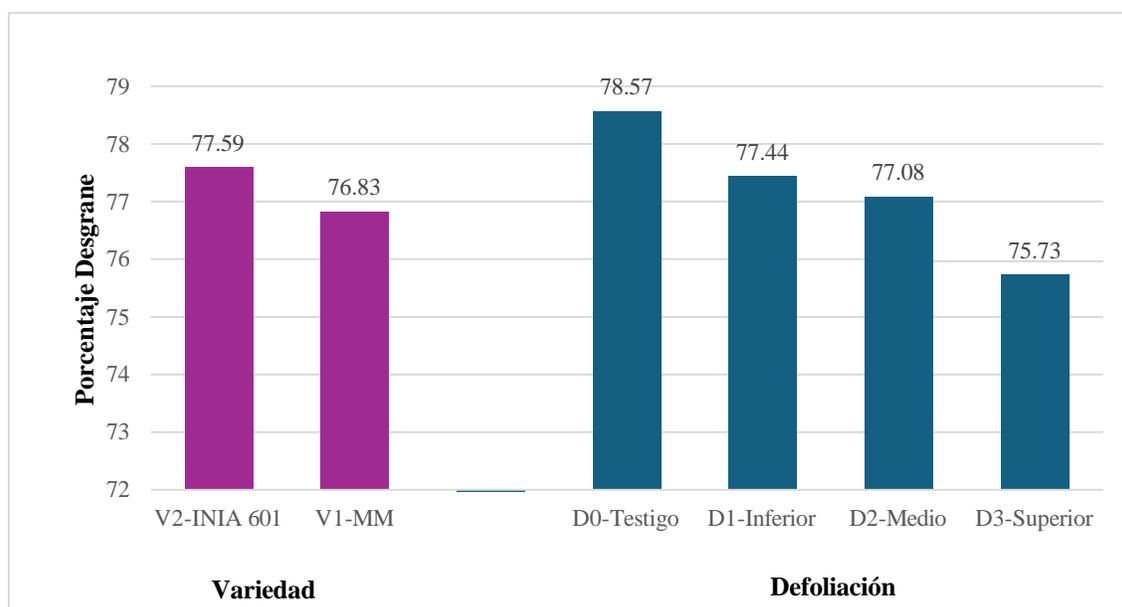
Porcentaje de desgrane de dos variedades, tres defoliaciones y un testigo en maíz morado

Variedad	Medias	Significación ($\alpha = 0.05$)
V2-INIA 601	77.59	A
V1-MM	76.83	A
Defoliación	Medias	Significación ($\alpha = 0.05$)
D0-Testigo	78.57	A
D1-Inferior	77.44	A
D2-Medio	77.08	A
D3-Superior	75.73	A

Nota. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Figura 36

Porcentaje de desgrane de dos variedades, tres defoliaciones y un testigo en maíz morado



La comparación de medias del porcentaje de desgrane en los tratamientos, mostró diferencias estadísticas, en el que V2D1 obtuvo un promedio mayor de 79.46 % y guardó relación con seis tratamientos, mientras que V1D3 registró el menor valor promedio de 75.04 %. (Tabla 41, figura 37).

Tabla 41

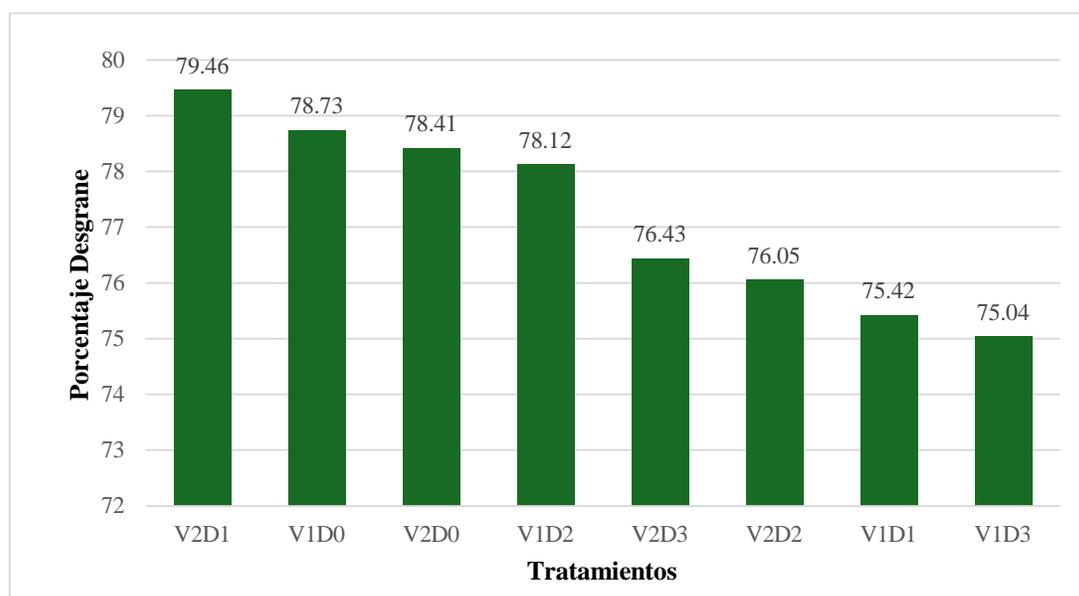
Porcentaje de desgrane de tratamientos de factores combinados (Variedad + Defoliación)

Tratamientos	Medias	Significación ($\alpha = 0.05$)	
V2D1	79.46	A	
V1D0	78.73	A	B
V2D0	78.41	A	B
V1D2	78.12	A	B
V2D3	76.43	A	B
V2D2	76.05	A	B
V1D1	75.42	A	B
V1D3	75.04		B

Nota. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Figura 37

Porcentaje de desgrane de tratamientos de factores combinados (Variedad + Defoliación)



3.1.17. Rendimiento de mazorca

No se evidenció significación, en las fuentes de variación de variedad, defoliación y defoliación por variedad, tal como se observa en el análisis de varianza de la tabla 17A.

La comparación de medias mediante la prueba de Tukey al 0.05 de probabilidad, detectó que las dos variedades, tres defoliaciones y un testigo mostraron ser estadísticamente similares. La variedad 2 (INIA 601) y la variedad 1 (Morado Mejorado) mostraron valores de 4710.38 y 4450.43 kg/ha respectivamente. Así también las tres defoliaciones y un testigo que registraron rendimientos equivalentes entre 4646.61 y 4495.47 kg/ha correspondiente a D1 y D3. (Tabla 42, figura 38).

Tabla 42

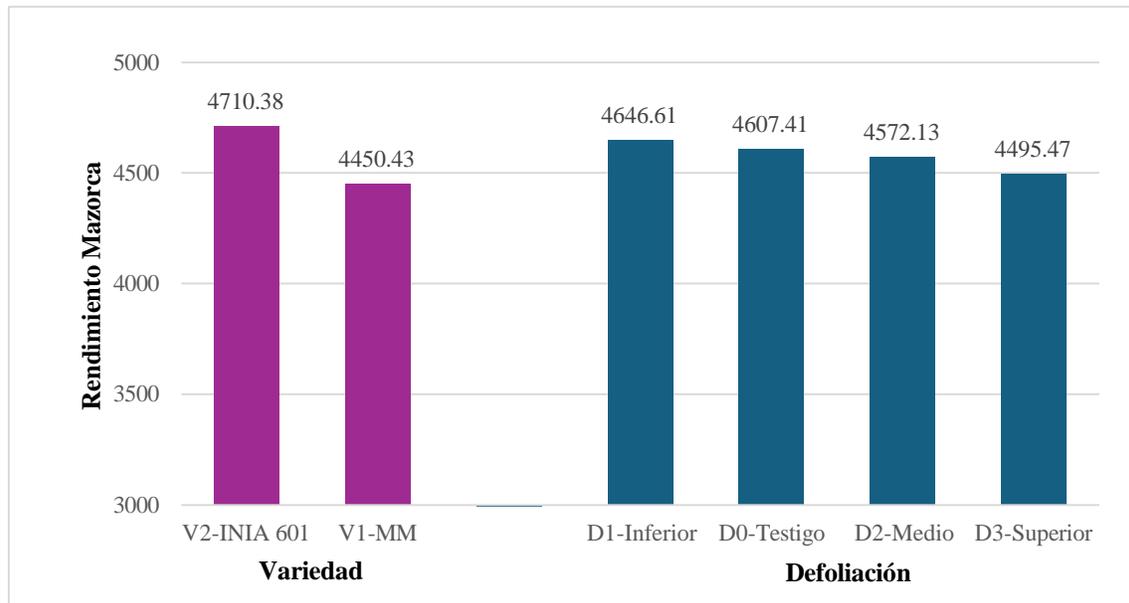
Rendimiento de mazorca (kg/ha) de dos variedades, tres defoliaciones y un testigo en maíz morado

Variedad	Medias	Significación ($\alpha = 0.05$)
V2-INIA 601	4710.38	A
V1-MM	4450.43	A
Defoliación	Medias	Significación ($\alpha = 0.05$)
D1-Inferior	4646.61	A
D0-Testigo	4607.41	A
D2-Medio	4572.13	A
D3-Superior	4495.47	A

Nota. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Figura 38

Rendimiento de mazorca (kg/ha) de dos variedades, tres defoliaciones y un testigo en maíz morado



Al comparar medias por medio de Tukey, se halló diferencias significativas en los tratamientos de factores combinados (Variedad + Defoliación). Siendo el tratamiento V2D0 el que registró mayor rendimiento de mazorca con 5029.37 kg/ha, mostrándose similar estadísticamente a seis tratamientos, pero diferente a V1D0 el cual obtuvo menor rendimiento de mazorca con un valor de 4185.46 kg/ha. (Tabla 43, figura 39).

Tabla 43

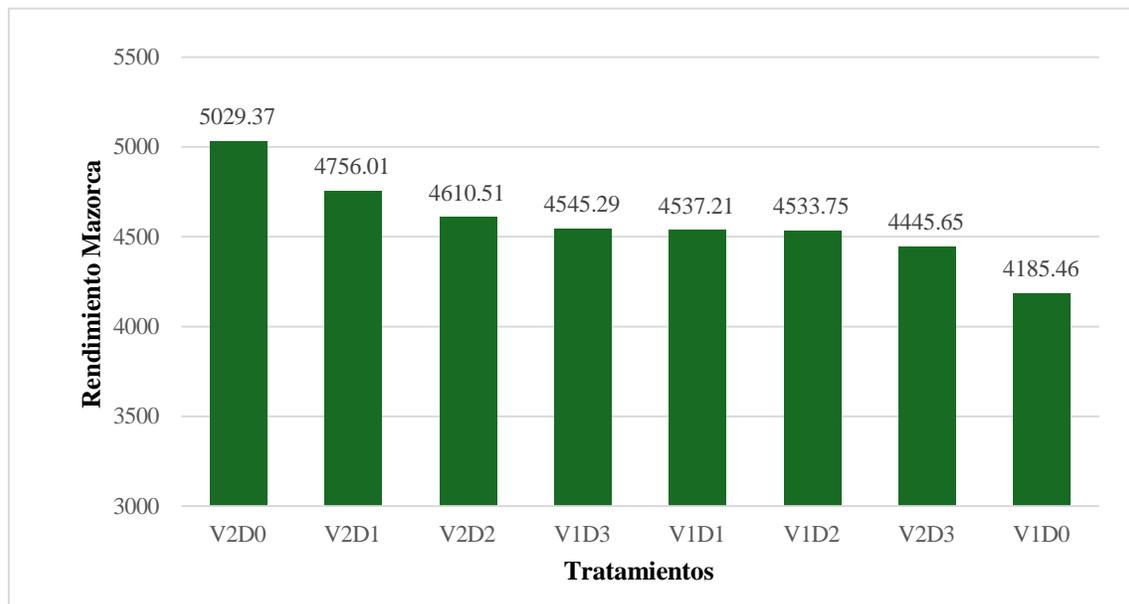
Rendimiento de mazorca (kg/ha) de tratamientos de factores combinados (Variedad + Defoliación)

Tratamientos	Medias	Significación ($\alpha = 0.05$)	
V2D0	5029.37	A	
V2D1	4756.01	A	B
V2D2	4610.51	A	B
V1D3	4545.29	A	B
V1D1	4537.21	A	B
V1D2	4533.75	A	B
V2D3	4445.65	A	B
V1D0	4185.46		B

Nota. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Figura 39

Rendimiento de mazorca (kg/ha) de tratamientos de factores combinados (Variedad + Defoliación)



3.1.18. Rendimiento de grano

En el análisis de varianza de la tabla 18A, se observa que en las fuentes de variación (variedad, defoliación, y la interacción defoliación por variedad) no hay significación, por lo tanto, se acepta la hipótesis nula.

Al efectuar la comparación de medias mediante Tukey, no se halló diferencias significativas para las variedades, pues presentaron promedios de 3660.63 y 3416.67 kg/ha correspondiente a la variedad 2 (INIA 601) y variedad 1 (Morado Mejorado). Asimismo, no se encontró diferencias significativas para las tres defoliaciones y un testigo, pues los valores promedio se mostraron similares estadísticamente, demostrando no tener efecto sobre el rendimiento de grano; los promedios fueron de 3619.21, 3595.81, 3533.98 y 3405.6 correspondiente a las defoliaciones D0, D1, D2, D3. (Tabla 44, figura 40).

Tabla 44

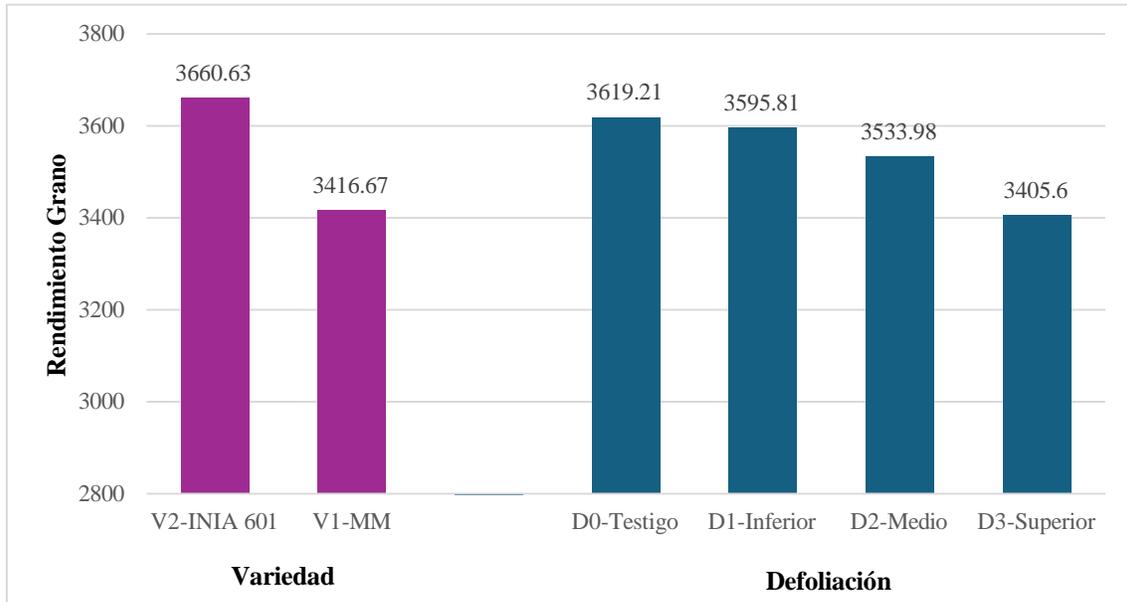
Rendimiento de grano (kg/ha) de dos variedades, tres defoliaciones y un testigo en maíz morado

Variedad	Medias	Significación ($\alpha = 0.05$)
V2-INIA 601	3660.63	A
V1-MM	3416.67	A
Defoliación	Medias	Significación ($\alpha = 0.05$)
D0-Testigo	3619.21	A
D1-Inferior	3595.81	A
D2-Medio	3533.98	A
D3-Superior	3405.6	A

Nota. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Figura 40

Rendimiento de grano (kg/ha) de dos variedades, tres defoliaciones y un testigo en maíz morado



La tabla 45, figura 41, muestra que en los tratamientos de factores combinados (Variedad + Defoliación) no se presentó diferencias estadísticas significativas, de manera que cada factor tuvo comportamiento autónomo. Los valores promedio se encontraron entre los tratamientos V2D0 y V1D0 con 3943.01 y 3295.42 kg/ha respectivamente.

Tabla 45

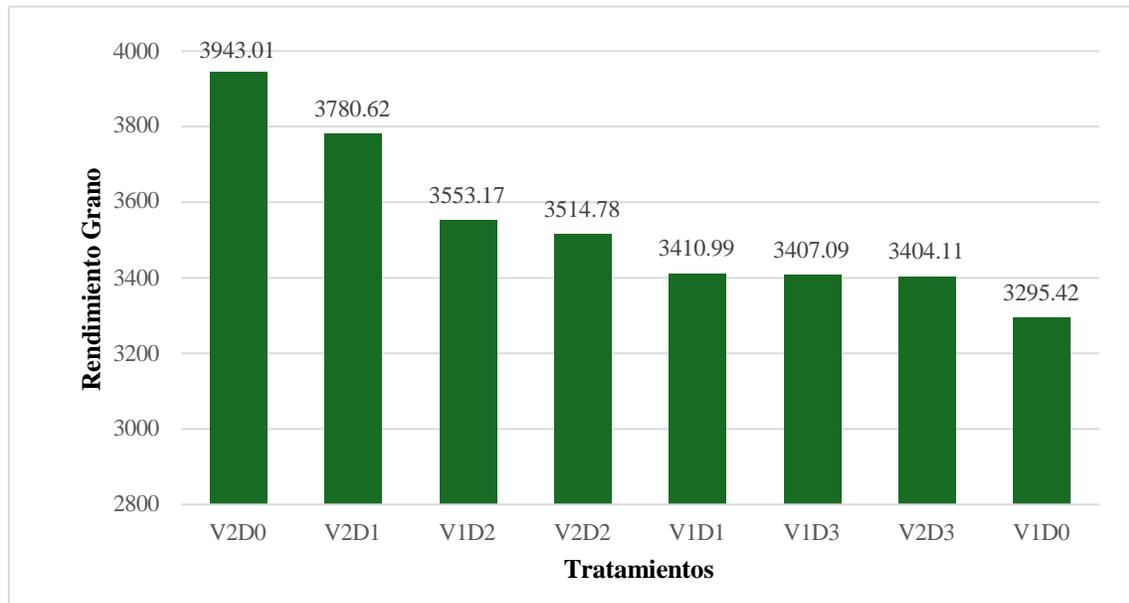
Rendimiento de grano (kg/ha) de tratamientos de factores combinados (Variedad + Defoliación)

Tratamientos	Medias	Significación ($\alpha = 0.05$)
V2D0	3943.01	A
V2D1	3780.62	A
V1D2	3553.17	A
V2D2	3514.78	A
V1D1	3410.99	A
V1D3	3407.09	A
V2D3	3404.11	A
V1D0	3295.42	A

Nota. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Figura 41

Rendimiento de grano (kg/ha) de tratamientos de factores combinados (Variedad + Defoliación)



Los resultados se relacionan con los trabajos desarrollados por Covarrubias (2000) y Oladapo et al. (2009), quienes no presentaron diferencias significativas en la aplicación de sus tratamientos; mediante la eliminación de hojas de 0 a 5 no defoliando las hojas adyacentes a la mazorca, defoliando el 50 % desde la base del suelo después de las doce semanas tras la siembra, respectivamente.

Los resultados obtenidos, posiblemente se deben a la magnitud y al momento en el que se llevaron a cabo las defoliaciones en tres niveles de la planta, pues según Barimavandi et al. (2010), Papucci et al. (2019) y Huamán (2021), determinaron que los rendimientos de grano son afectados, con defoliaciones completas seguido de defoliaciones sobre la mazorca en la antesis y después de la apertura de panoja, si se produce daño foliar con quebrado de la nervadura central en R1 y según la magnitud de la defoliación y rasgado de las hojas luego de los 75 días de sembrar, respectivamente.

Asimismo, según Klein y Shapiro (2011) señalan que las disminuciones del rendimiento de grano no son directamente proporcionales a las disminuciones del área foliar debido al incremento y movimiento de materia seca del área foliar, que se queda y de otras partes de la planta respectivamente.

3.1.19. Rendimiento de coronta

El análisis de varianza (Tabla 19A), muestra que en las fuentes de variación variedad y defoliación, no hay significación; asimismo, se observa que la fuente de variación defoliación por variedad, presentó similar resultado. Por ende, se acepta la hipótesis nula.

Al realizar la comparación de medias por medio de Tukey al 0.05, no se encontró diferencias estadísticas significativas en los factores de estudio; los valores promedio de las variedades fueron de 1055.11 y 1039.15 kg/ha, correspondiente a la variedad 2 (INIA 601) y variedad 1 (Morado Mejorado); los valores promedio de las tres defoliaciones y un testigo oscilaron entre D3 con 1095.21 kg/ha y D0 con 993.61 kg/ha. (Tabla 46, figura 42).

Tabla 46

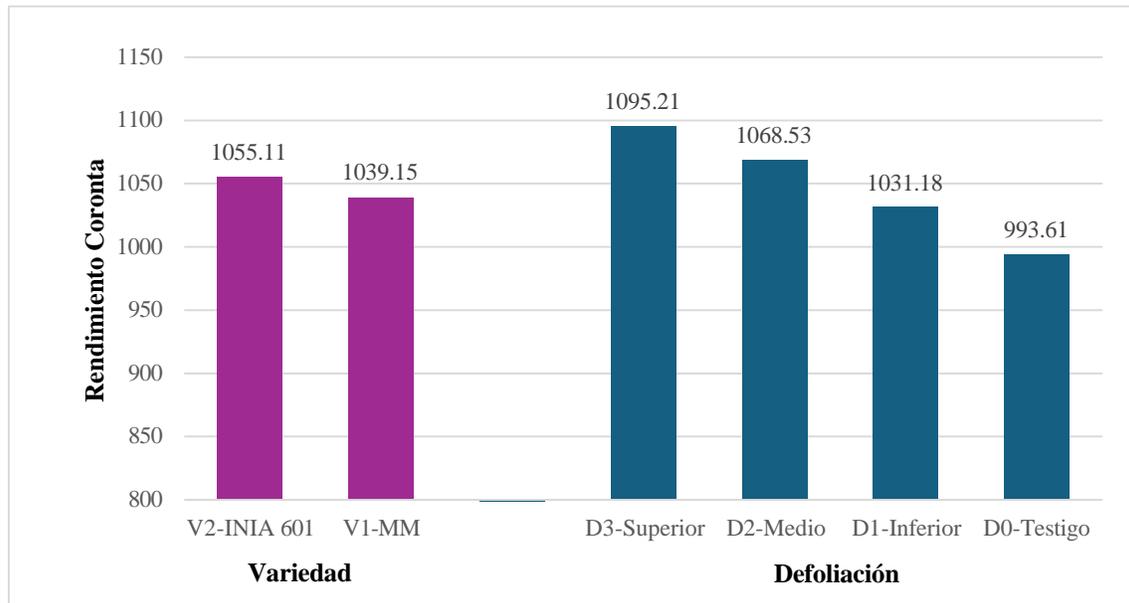
Rendimiento de coronta (kg/ha) de dos variedades, tres defoliaciones y un testigo en maíz morado

Variedad	Medias	Significación ($\alpha = 0.05$)
V2-INIA 601	1055.11	A
V1-MM	1039.15	A
Defoliación	Medias	Significación ($\alpha = 0.05$)
D3-Superior	1095.21	A
D2-Medio	1068.53	A
D1-Inferior	1031.18	A
D0-Testigo	993.61	A

Nota. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Figura 42

Rendimiento de coronta (kg/ha) de dos variedades, tres defoliaciones y un testigo en maíz morado



Los tratamientos de factores combinados (Variedad + Defoliación) mostraron diferencias estadísticas, donde el tratamiento VID3 obtuvo un valor promedio superior de 1143.58 kg/ha, que a su vez fue similar estadísticamente con seis tratamientos, pero diferente a VID0 que obtuvo el menor valor promedio de los tratamientos con 895.45 kg/ha. (Tabla 47, figura 43).

Tabla 47

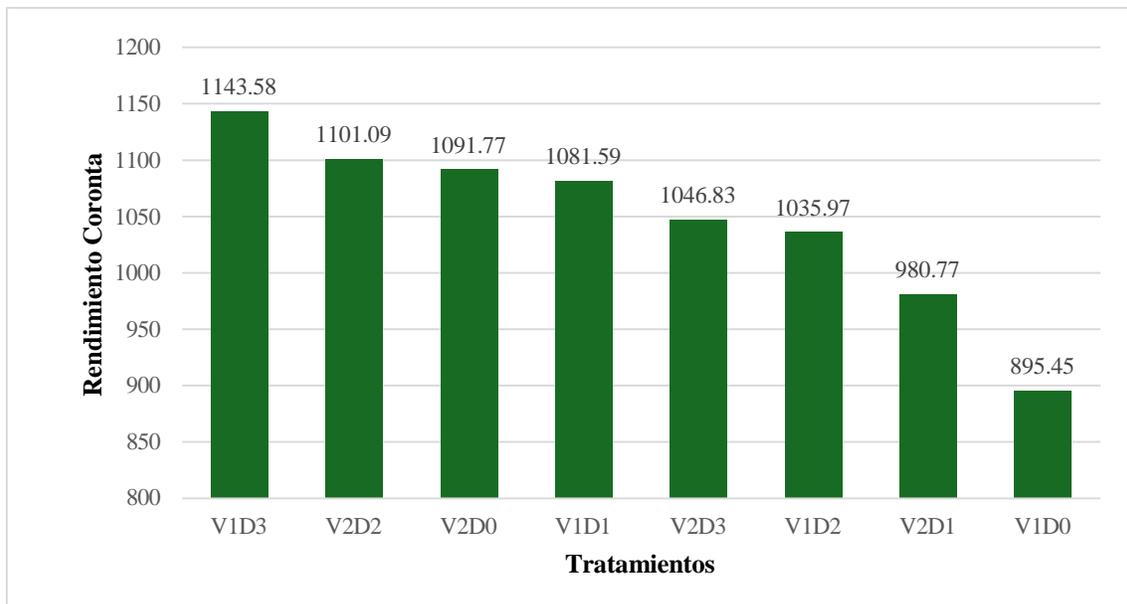
Rendimiento de coronta (kg/ha) de tratamientos de factores combinados (Variedad + Defoliación)

Tratamientos	Medias	Significación ($\alpha = 0.05$)	
V1D3	1143.58	A	
V2D2	1101.09	A	B
V2D0	1091.77	A	B
V1D1	1081.59	A	B
V2D3	1046.83	A	B
V1D2	1035.97	A	B
V2D1	980.77	A	B
V1D0	895.45		B

Nota. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Figura 43

Rendimiento de coronta (kg/ha) de tratamientos de factores combinados (Variedad + Defoliación)



3.1.20. Contenido de antocianina

Los valores promedios de los tratamientos evaluados, denotaron mayor contenido de antocianinas para los tratamientos con defoliación media, en la variedad Morado Mejorado (V1D2), seguido de la variedad INIA 601 (V2D2), con 2681.5 y 2664.55 mg de antocianina por cada 100 gramos de muestra respectivamente; mientras que los tratamientos con defoliación superior para ambas variedades, registraron el menor contenido de antocianinas con 1394.67 y 1289 mg de antociana por cada 100 gramos de muestra, correspondiente a los tratamientos V2D3 y V1D3. (Tabla 48, figura 44).

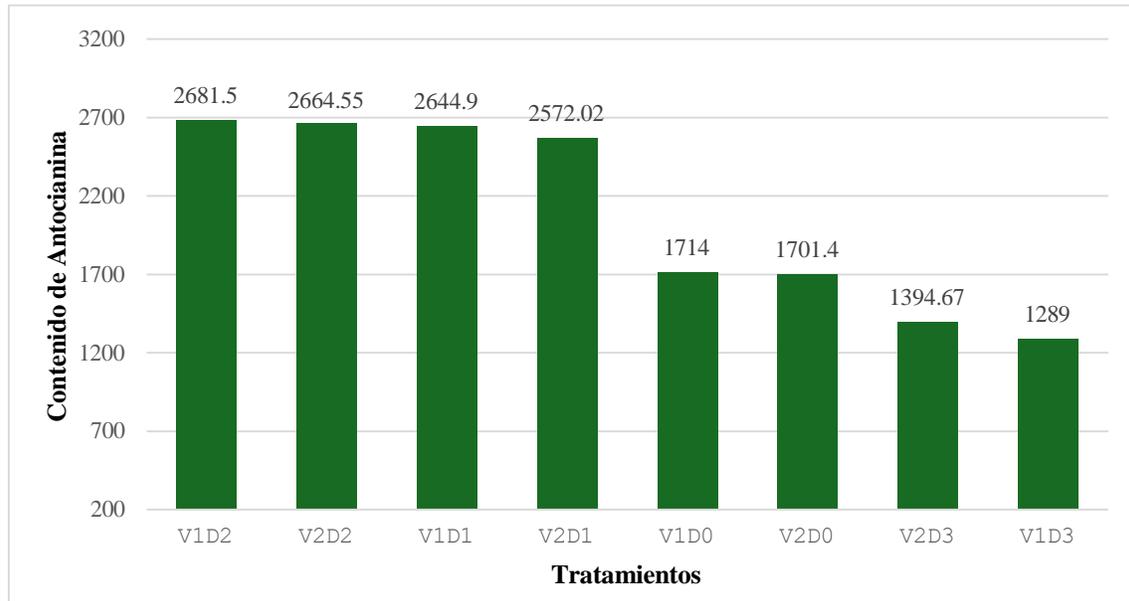
Tabla 48

Contenido de antocianina (mg de antocianina/100 g) en coronta de maíz morado de tratamientos de factores combinados (Variedad + Defoliación)

Tratamiento	Media (mg de Antocianina /100g)
V1D2	2681.5
V2D2	2664.55
V1D1	2644.9
V2D1	2572.02
V1D0	1714
V2D0	1701.4
V2D3	1394.67
V1D3	1289

Figura 44

Contenido de antocianina (mg de antocianina/100 g) en coronta de maíz morado de tratamientos de factores combinados (Variedad + Defoliación)



Por los resultados señalados, se deduce que las defoliaciones influyeron en el contenido de antocianinas en la coronta; estos difieren de lo obtenido por Maza (2022), quien no encontró diferencias estadísticas en el contenido de antocianinas del grano en respuesta a la modificación de la relación fuente-sumidero en periodos de pre y post-antesis de un genotipo local de maíz morado. Asimismo, estos resultados superan a lo obtenido por Medina et al. (2020), en su investigación “Cultivo de maíz morado (*Zea mays* L.) en zona altoandina de Perú: Adaptación e identificación de cultivares de alto rendimiento y contenido de antocianina”, quienes obtuvieron 612 mg de antocianinas/100g en coronta para la variedad INIA 601, y 563 mg/100g para la variedad Morado Mejorado.

Es importante, también mencionar, que los valores obtenidos por defoliaciones medias, inferiores y el testigo, de ambas variedades, superan a la cifra que se tenía como referencia,

lograda por investigadores de la Universidad Texas-EE. UU, que fue de 1642 mg por 100g de maíz morado. (MIDAGRI, 2021).

Capítulo IV. Conclusiones

Las variedades Morado Mejorado e INIA 601, no presentaron diferencias estadísticas significativas en ninguna de las características evaluadas, debido a que están emparentadas pues se derivan de la misma base genética.

Las defoliaciones en ningún nivel (inferior, medio y superior), tuvieron efecto sobre los rendimientos de grano, coronta y mazorca, ni las demás características evaluadas. Para el peso de 1000 granos si influyó la defoliación, obteniendo mayor peso al defoliar el tercio superior (D3).

Las diferencias estadísticas significativas de los tratamientos para las características de días a la floración masculina, floración femenina, madurez fisiológica, madurez de cosecha, diámetro de tallo, peso de mazorca, peso de coronta por mazorca, porcentaje de desgrane, rendimiento de mazorca y coronta; se debió a la interacción entre los factores en estudio. Sin embargo, para el peso de 1000 granos, las diferencias estadísticas fueron principalmente debido a la influencia de las defoliaciones.

El contenido de antocianinas de coronta se vio favorecido por defoliaciones en el tercio medio, y afectadas principalmente por defoliaciones en el nivel superior.

Capítulo V. Recomendaciones

Realizar investigaciones con estudios similares en el que se incorpore más variedades de maíz morado y se considere defoliaciones en distintas etapas del desarrollo fenológico.

Desarrollar nuevas investigaciones experimentales en el que se profundice el estudio de antocianinas en grano y coronta.

Incentivar a los agricultores de Cutervo a la producción de maíz morado ya que por sus buenos rendimientos y alto contenido de antocianinas permite que mejoren sus ingresos.

Referencias

- Aguilera, M., Reza, M., Chew, R. y Meza, J. (2011). Propiedades funcionales de las antocianinas. *Revista de Ciencias Biológicas y de la Salud*, XIII(2), 16-22.
<https://biotecnia.unison.mx/index.php/biotecnia/article/viewFile/81/75>
- Atmani, D., Ruiz-Larrea, M., Ruiz-Sanz, J., Lizcano, L. and Bakkali, F. (2011). Antioxidant potential, cytotoxic activity and phenolic content of Clematis flammula leaf extracts. *Journal of Medicinal Plants Research*, 5(4), 589-598.
<https://n9.cl/1buwb>
- Badui, S. (2006). *Química de los alimentos* (cuarta edición). Pearson Educación de México.
<https://fcen.uncuyo.edu.ar/upload/libro-badui200626571.pdf>
- Ballina Gómez, H. (2008). *Influencia de la luz y la defoliación en el crecimiento de plántulas de especies neotropicales* [Tesis para obtener el grado de doctor en ciencias, Centro de Investigación Científica de Yucatán-México, A.C.].
<https://cicy.repositorioinstitucional.mx/jspui/handle/1003/1283>
- Bani, P., Grecchi, I., Ahmed, S., Ficuciello, V., Calamari, L., Tabaglio, V. y Minuti, A. (2018). Effects of defoliation on whole-plant maize characteristics as forage and energy crop. *Grass and Forage Science*, 74(1), 65-77.
<https://doi.org/10.1111/gfs.12397>
- Barimavandi A., Sedaghatthoor S. y Ansari R. (2010). Effect of Different Defoliation Treatments on Yield and Yield Components in maize (*Zea mays* L.) Cultivar of S.C704. *Australian Journal of Crop Science*, 4(1), 9-15.
<https://n9.cl/ur17x>

- Battaglia, M., Lee, C., Thomason, W. y Van, J. (2019). Effects of Corn Row Width and Defoliation Timing and Intensity on Canopy Light Interception. *Crop science*, 59(4), 1718-1731.
<https://doi.org/10.2135/cropsci2018.05.0337>
- Begazo-Torres, J. (2013). *Marco de siembra en el rendimiento de maíz morado (Zea Mays L.) "Ecotipo Arequipeño" en la Irrigación Majes 2012-2013*. [Tesis para el título profesional de: ingeniero agrónomo, Universidad Nacional De San Agustín-Arequipa].
<https://repositorio.unsa.edu.pe/bitstreams/390f00ea-3e36-467a-9525-249514044e0e/download>
- Bernier, G., Havelange, A., Houssa, C., Petitjean, A. and Lejeune, P. (1993). Physiological signals that induce flowering. *Plant Cell* 5, 1147-1155.
- Blanco, C., Conover, K., Hernandez, G., Valentini, G., Portilla, M., Craig A., Williams, P., Nava, U., Hutchison, W. and Dively, G. (2022). Grain Yield is not Impacted by Early Defoliation of Maize: Implications for Fall Armyworm Action Thresholds. *Southwestern Entomologist*, 47(2), 335-344.
<https://doi.org/10.3958/059.047.0209>
- Blanco, C., Hernandez, G., Conover, K., Dively, G., Nava-Camberos, U., Portilla, M., Craig A., Williams, P y Hutchison, W. (2023). Severe Defoliation of Vegetative Maize Plants Does Not Reduce Grain Yield: Further Implications with Action Thresholds. *Southwestern Entomologist*, 48(4), 791-804.
<https://doi.org/10.3958/059.048.0404>

- Bonavia, D. y Grobman, A. (1999). Revisión de las pruebas de la existencia de maíz precerámico de los andes centrales. *Boletín de Arqueología PUCP*, W 3, 239-261.
<https://revistas.pucp.edu.pe/index.php/boletindearqueologia/article/view/2276/2226>
- Covarrubias Díaz, A. (2000). *Efecto de cuatro niveles de defoliación sobre el rendimiento de una línea pura de maíz* [Tesis para la obtención de título de ingeniero agrónomo, Universidad de Talca-Chile] DSpace.
<http://dspace.otalca.cl/handle/1950/666>
- Delgado, R., Escalante, J., Díaz R., Trinidad, A., Morales, E. y Sosa, E. (2014). Defoliación en maíz y su efecto sobre el rendimiento de frijol-maíz en asociación. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 5(6), 1015-1027.
<https://www.redalyc.org/pdf/2631/263131532009.pdf>
- Egharevba, P., Horrocks, R and Zuber, M. (1976). Dry Matter Accumulation in Maize in Response to Defoliation. *Agronomy Journal*, 68(1), 40-43.
<https://doi.org/10.2134/agronj1976.00021962006800010011x>
- Espinosa, A., Robledo, M., Meza, L., Arteaga, I., Bautista, D., Valdivia, R., Sierra, M., Gómez, N., Palafox, A y Zamudio, B. (2010). Eliminación de espiga y hojas en un híbrido de maíz androestéril y fértil. *Universidad y Ciencia*, 26(3), 215-224.
<https://www.redalyc.org/pdf/154/15416258001.pdf>
- Gates, L. y Mortimore, C. (1972). Effects of removal of groups of leaves on stalk rot and yield in corn. *Canadian Journal of Plant Science*, 52, 929-935.
<https://cdnsiencepub.com/doi/pdf/10.4141/cjps72-160>
- Guillén, J., Mori, S., Paucar, L. (2014). Características y propiedades funcionales del maíz morado (*Zea mays* L.) var. subnigrovioláceo. *Scientia Agropecuaria*, 5(4), 211-217.

http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2077-99172014000400005&lng=es&nrm=iso&tlng=es

Huamán Tovar, W. (2021). *Simulación del efecto de precipitación solida (granizada) como factor climático en el cultivo de maíz (Zea mays) durante la campaña agrícola 2018-2019 en Acobamba - Huancavelica* [Tesis para optar el grado académico de maestro en ciencias de ingeniería, Universidad Nacional de Huancavelica-Perú].

<https://n9.cl/xobfve>

Huanuqueño, E. y Tobaru, J. (2016). Efecto de diferentes formas de emasculación en el rendimiento de maíz amarillo (*Zea mays* L.). *Anales Científicos*, 77(2), 233-237.

DOI: <http://dx.doi.org/10.21704/ac.v77i2.627>

INDECOPI. (2016). *Maíz Morado*. Dirección de Invenciones y Nuevas Tecnologías Comisión Nacional contra la Biopiratería del Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual.

INIA. (2004). *Maíz INIA 601*. Instituto Nacional de Innovación Agraria.

<https://n9.cl/2uzknh>

INIA. (2007). *Maíz INIA 615- Negro Canaán*. Instituto Nacional de Innovación Agraria.

<https://n9.cl/lyyxw>

INIA. (2020). *Manual técnico del cultivo de maíz amarillo duro*. Instituto Nacional de Innovación Agraria.

<https://n9.cl/grgr5>

INTAGRI. (2016). *La fenología del maíz y su relación con la incidencia de plagas*. Instituto para la Innovación Tecnológica en la Agricultura.

www.intagri.com/articulos/fitosanidad/la-fenologia-del-maiz-y-su-relacion-con-la-incidencia-de-plagas

ISSUU. (2021). La eliminación de las hojas superiores del maíz conduce a un mayor rendimiento. *Revista Red de Innovadores - Aapresid*, (192), 6-10.

https://issuu.com/aapresid/docs/192_vf/s/16163376

Justiniano-Aysanoa, E. (2010). *Fenología e intensidad de color en corontas del maíz morado (Zea mays L.) en sus diferentes estados de desarrollo en la localidad de la molina* [Tesis para optar el grado de: magíster scientiae, Universidad Nacional Agraria La Molina-Perú].

<https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/1716/PAG11.139-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Klein, R. y Shapiro, C. (2011). Evaluating Hail Damage to Corn. *University of Nebraska-Lincoln Extensión*, (126), 1-8.

<https://extensionpublications.unl.edu/assets/pdf/ec126.pdf>

Koo, W. (2023). *Maíz Morado Antocianina Perú Exportación*. Agrodataperu.

<https://www.agrodataperu.com/2023/07/maiz-morado-antocianina-peru-exportacion-2023-junio.html>

Koo, W. (2024). *Maíz Morado Perú Exportación 2024 Enero*. Agrodataperu.

<https://www.agrodataperu.com/2024/03/maiz-morado-peru-exportacion-2024-enero.html>

Lafitte, H. (1993). *Identificación de problemas en la producción de maíz tropical*. Guía de campo, CIMMYT.

<https://repository.cimmyt.org/bitstream/handle/10883/727/43157.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Lauer, J., Roth, G. y Bertram, M. (2004). Impact of defoliation on corn forage yield. *Agronomy Journal*, 96(5), 1459-1463.
<https://doi.org/10.2134/agronj2004.1459>
- León, J. (5 de mayo de 2023). En el 2022 se cosecharon 250.000 hectáreas de maíz amiláceo en Perú. *Agraria. pe*.
<https://lc.cx/Z748Bi>
- Liu, T., Gu, L., Dong, S., Zhang, J., Liu, P. and Zhao, B. (2015). Optimum leaf removal increases canopy apparent photosynthesis, 13C-photosynthate distribution and grain yield of maize crops grown at high density. *Sciences Direct – ELSEVIER*, 170, 32-39.
<https://doi.org/10.1016/j.fcr.2014.09.015>
- Llanos, C.M. (1984). *El maíz su cultivo y aprovechamiento*. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España.
- Lora, A. 2016. *Efecto de las defoliaciones en la producción final de maíz de ciclo FAO 400*.
[Archivo PDF].
<https://n9.cl/r62gm>
- Manrique, A. (1999). *El Maíz Morado Peruano (Zea mays L. amilaceae st.)*. INIA-folleto N° 2-99, Lima - Perú. 24p.
- Manrique, A. (2000). *El Maíz Morado Peruano (Zea mays L. amilaceae st.)*. INIA-folleto N° 04-00, Lima - Perú. 21p.
https://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/20.500.12955/996/1/Manrique-Maiz_Morado_Peruano.pdf

- Maza, G. y Miniati, E. (1993). *Anthocyanins in Fruits, Vegetables, and Grains*. Taylor y Francis Group. (CRC Press).
- <https://doi.org/10.1201/9781351069700>
- Maza-Poma, V. (2022). *Rendimiento y contenido de antocianinas en respuesta a la modificación de la relación fuente-sumidero en periodo pre y post-antesis en un genotipo local de maíz morado (Zea mays L.), establecido en el sector la Argelia, ciudad de Loja* [Tesis para la obtención de título de ingeniero agrónomo, Universidad Nacional de Loja-Ecuador].
- <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/25706/1/Veronica%20Aracely%20Maza%20Poma.pdf>
- Medina, A., Yoshino, M., Morita, T., Maruyama, H. (2016). *Guía de producción comercial de maíz morado*. Instituto Nacional de Innovación Agraria-INIA, Ministerio de Agricultura y Riego.
- https://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/20.500.12955/421/1/Medina-Guia_de_produccion_comercial.pdf
- Medina, A., Narro, L. y Chávez, A. (2020). Cultivo de maíz morado (*Zea mays L.*) en zona altoandina de Perú: Adaptación e identificación de cultivares de alto rendimiento y contenido de antocianina. *Scientia Agropecuaria*, 11(3), 291-299.
- <http://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2020.03.01>
- Medina, A. (2022). *Guía de Manejo del Cultivo de Maíz Morado (Zea mays L.)*. Instituto Nacional de Innovación Agraria-INIA.
- <https://n9.cl/71di7>
- Mendoza, C. (2012). *Las antocianinas del maíz: Su distribución en la planta y producción* [Tesis para obtener el grado académico de maestro en ciencias, Institución de Enseñanza e

- Investigación de Ciencias Agrícolas Campus Montecillo].
<https://n9.cl/4c9v6>
- MINAGRI. (2017). *Maíz Morado, Purple corn, Fact Sheet*. Ministerio de Agricultura y Riego.
http://agroaldia.minagri.gob.pe/biblioteca/download/pdf/tematicas/f-taxonomia_plantas/f01-cultivo/maiz_morado.pdf
- MINAGRI. (2019). *Maíz morado INIA 601 posee mayores propiedades de antioxidantes*.
Ministerio de Agricultura y Riego.
<https://n9.cl/9vp52>
- MIDAGRI. (2021). *El maíz morado peruano, el producto con mayor antocianina en el mundo*.
Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego.
<https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/3531000/%20El%20Ma%C3%ADz%20Morado%20Peruano.pdf>
- MINAM. (2018). *Línea de base de la diversidad genética del maíz peruano con fines de bioseguridad*. Ministerio del Ambiente.
<https://bioseguridad.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2019/01/Linea-de-base-ma%C3%ADz-LowRes.pdf>
- Municipalidad del Cusco (2018, 18 de abril). *Origen y evolución del maíz en los andes*.
<https://cusco.gob.pe/oficina-de-relaciones-publicas/el-maiz-es-peruano-origen-y-evolucion-del-maiz-en-los-andes-congreso-internacional-a-llevarse-a-cabo-en-mayo/>
- Ochoa, M., Urrutia, J., González, G., Rodríguez, M. y Díaz, M. (1996). Defoliación inferior de plantas de maíz (*Zea mays* L.) y su efecto en la producción de grano. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 34(3), 167-171.
<https://cienciaspecuarias.inifap.gob.mx/index.php/Pecuarias/article/view/715/713>

- Oladapo F., Folu, A., Ayobami, A. and Kehinde, E. (2009). Effects of defoliation time of maize on leafyield, quality and storage of maize leaves as dry season forage for ruminant production. *Revista Brasileira de Ciencias Agrarias*, 4(3), 353-357.
<http://www.agraria.pro.br/ojs32/index.php/RBCA/article/view/v4i3a19/1262>
- Ortiz, A., Medina, M. y Ferreira, N. (2022). Defoliación del maíz (*Zea mays* L.) en floración ¿cómo afecta al rendimiento? *Brazilian Journal of Animal and Environmental Research*, 5(1), 1054-1061.
<https://n9.cl/d21sy>
- Otiniano, V. (2012). *Actividad antioxidante de antocianinas presentes en la coronta y grano de maíz (Zea mays L.) variedad morada nativa cultivada en la ciudad de Trujillo* [Tesis para optar el título de ingeniero agroindustrial, Universidad Cesar Vallejo-Perú].
- Paliwal, R. (2001). *El maíz en los trópicos: Mejoramiento y producción*. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la alimentación (FAO), Roma-Italia.
<https://curlacavunah.wordpress.com/wp-content/uploads/2010/04/el-maiz-en-los-tropicos.pdf>
- Papucci, S., González, A. y Cruciani, M. (2019). Efecto del daño foliar y el ambiente sobre el rendimiento en el cultivo de maíz. *Ciencias Agronómicas*, (34).
<https://doi.org/10.35305/agro34.225>
- Pendleton, J. and Hammond, J. (1969). Relative Photosynthetic Potential for Grain Yield of Various Leaf Canopy Levels of Corn. *Agronomy Journal*, 61(6), 911-913.
<https://doi.org/10.2134/agronj1969.00021962006100060025x>
- Pinedo-Taco, R. (2015). *Niveles de fertilización en dos variedades de maíz morado (Zea mays L.) en la localidad de Canaán Ayacucho* [Tesis para optar el grado de magister scientiae

- en producción agrícola, Universidad Nacional Agraria La Molina].
- <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/952/T007370.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Quiroz Mercado, I. (2019). *Efecto del despanoje y defoliación sobre el rendimiento de grano de la línea de alta endogamia de maíz amarillo duro Zea mays L. (Poaceae) CML 297* [Tesis para obtener el título profesional de ingeniero agrónomo, Universidad Privada Antenor Orrego].
- <https://hdl.handle.net/20.500.12759/5692>
- RAE. (2023). *Diccionario de la Lengua Española*. Real Academia Española.
- <https://dle.rae.es/defolaci%C3%B3n>
- RAE. (2024). *Diccionario Panhispánico de Dudas*. Real Academia Española (2nd ed.).
- <https://www.rae.es/dpd/defoliar>
- Risco, M. (2007). *Conociendo la cadena productiva del maíz morado en Ayacucho*. Solid -Perú.
- <https://pablosaraviatasayco.com/wp-content/uploads/2013/02/conociendo-la-cadena-productiva-del-maiz-morado-en-ayacucho.pdf>
- Sevilla, R. y Valdez, A. (1985). *Estudio de factibilidad del cultivo de maíz morado*. Fondo de Promoción y Exportación (FOPEX). Lima, Perú. 46 p.
- Takhtajan, A. (1980). Outline of the classification of flowering plants (Magnoliophyta). *The Botanical Review*, 46(3), 225-359.
- <https://es.scribd.com/document/449656924/Takhtajan-1980-Outline-of-the-classification-of-flowering-plants-magnoliophyta>
- Tapia, M. y Fries, A. (2007). *Guía de campo de los cultivos andinos*. FAO y ANPE. Lima-Perú. 209 p.

Thomason, W. and Battaglia, M. (2020). Early defoliation effects on corn plant stands and grain yield. *Agronomy Journal*, 112(6), 5024-5032.

<https://doi.org/10.1002/agj2.20402>

Thomison, P and Nafziger, E. (2003). Defoliation Affects Grain Yield, Protein, and Oil of TopCross High-Oil Corn. *Crop Management*, 2(1), 1-9.

<https://doi.org/10.1094/CM-2003-1027-01-RS>

Tocagni. (1982). *El maíz*. Editorial albatros. Buenos Aires- Argentina.

Vasquez, J. y Ruiz, O. (1993). *Influencia de cultivos antecesores y métodos de control en malezas sobre la cenosis de las malezas, crecimiento, desarrollo y rendimiento de los cultivos de Maíz (Zea mays L.), Sorgo (Sorghum bicolor (L.), Moench y Pepino (Cucumis sativus L.)* [Tesis para optar el grado de ingeniero agrónomo, Universidad Nacional Agraria-Perú].

<https://repositorio.una.edu.ni/1482/1/tnf08v335.pdf>

Vilchez Machuca, C. (2022). *Efecto de la defoliación inferior en el rendimiento del Zea mays “maíz amarillo”* [Tesis para optar el título de ingeniero agrónomo, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión-Perú].

<https://repositorio.unjfsc.edu.pe/handle/20.500.14067/5706>

Anexos

Anexo A. Análisis de la Varianza

Tabla 1A

Días al 50 % de floración masculina

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	90.5	13	6.96	2.78	0.0229
Variedad	4.5	1	4.5	0.54	0.4901
Variedad>Repeticion (Error a)	50	6	8.33	3.33	0.0219
Defoliación	16.75	3	5.58	2.23	0.1193
Defoliación*Variedad	19.25	3	6.42	2.57	0.0866
Error b	45	18	2.5		
Total	135.5	31			
C.V. (%)	1.57				

Tabla 2A

Días al 50 % de floración femenina

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	259.5	13	19.96	2.56	0.0332
Variedad	12.5	1	12.5	0.48	0.5134
Variedad>Repeticion (Error a)	155.5	6	25.92	3.32	0.0222
Defoliación	38.25	3	12.75	1.63	0.2169
Defoliación*Variedad	53.25	3	17.75	2.27	0.1147
Error b	140.5	18	7.81		
Total	400	31			
C.V. (%)	2.56				

Tabla 3A

Días a la madurez fisiológica

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	45.16	13	3.47	2.21	0.06
Variedad	3.78	1	3.78	0.89	0.3814
Variedad>Repeticion (Error a)	25.44	6	4.24	2.7	0.0479
Defoliación	6.59	3	2.2	1.4	0.276
Defoliación*Variedad	9.34	3	3.11	1.98	0.1531
Error b	28.31	18	1.57		
Total	73.47	31			
C.V. (%)	0.77				

Tabla 4A*Madurez de cosecha*

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	45.16	13	3.47	2.21	0.06
Variedad	3.78	1	3.78	0.89	0.3814
Variedad>Repeticion (Error a)	25.44	6	4.24	2.7	0.0479
Defoliación	6.59	3	2.2	1.4	0.276
Defoliación*Variedad	9.34	3	3.11	1.98	0.1531
Error b	28.31	18	1.57		
Total	73.47	31			
C.V. (%)	0.64				

Tabla 5A*Altura de planta*

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.09	13	0.01	1.05	0.4519
Variedad	1.5E-03	1	1.5E-03	0.17	0.6909
Variedad>Repeticion (Error a)	0.05	6	0.01	1.35	0.2864
Defoliación	0.01	3	4.5E-03	0.7	0.5618
Defoliación*Variedad	0.02	3	0.01	1.06	0.3889
Error b	0.12	18	0.01		
Total	0.2	31			
C.V. (%)	4.58				

Tabla 6A*Diámetro de tallo*

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.28	13	0.02	11.79	<0.0001
Variedad	0.01	1	0.01	0.18	0.6826
Variedad>Repeticion (Error a)	0.26	6	0.04	24.03	<0.0001
Defoliación	4.20E-03	3	1.40E-03	0.77	0.5259
Defoliación*Variedad	4.30E-03	3	1.40E-03	0.78	0.521
Error b	0.03	18	1.80E-03		
Total	0.31	31			
C.V (%)	2.01				

Tabla 7A*Longitud de mazorca*

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	52.56	13	4.04	2.16	0.0652
Variedad	0.12	1	0.12	0.02	0.9037
Variedad>Repeticion (Error a)	43.36	6	7.23	3.86	0.0119
Defoliación	1.86	3	0.62	0.33	0.8031
Defoliación*Variedad	7.22	3	2.41	1.29	0.3094
Error b	33.69	18	1.87		
Total	86.24	31			
C.V. (%)	9.98				

Tabla 8A*Diámetro de mazorca*

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1.42	13	0.11	1.19	0.3591
Variedad	0.01	1	0.01	0.03	0.8693
Variedad>Repeticion (Error a)	1.18	6	0.2	2.14	0.0985
Defoliación	0.02	3	0.01	0.07	0.9729
Defoliación*Variedad	0.21	3	0.07	0.78	0.5217
Error b	1.65	18	0.09		
Total	3.06	31			
C.V. (%)	6.45				

Tabla 9A*Numero de hileras por mazorca*

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	16	13	1.23	0.71	0.7297
Variedad	0.02	1	0.02	0.01	0.9351
Variedad>Repeticion (Error a)	14.23	6	2.37	1.37	0.2778
Defoliación	1.6	3	0.53	0.31	0.8179
Defoliación*Variedad	0.15	3	0.05	0.03	0.9933
Error b	31.07	18	1.73		
Total	47.06	31			
C.V. (%)	12.5				

Tabla 10A*Número de granos por hilera*

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	69.7	13	5.36	1.61	0.1714
Variedad	8.01	1	8.01	0.91	0.3766
Variedad>Repeticion (Error a)	52.74	6	8.79	2.64	0.0511
Defoliación	2.12	3	0.71	0.21	0.8862
Defoliación*Variedad	6.83	3	2.28	0.68	0.5729
Error b	59.85	18	3.33		
Total	129.55	31			
C.V. (%)	10.66				

Tabla 11A*Índice de cosecha*

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	4.80E-03	13	3.70E-04	0.66	0.7737
Variedad	5.30E-04	1	5.30E-04	1.01	0.3542
Variedad>Repeticion (Error a)	3.10E-03	6	5.20E-04	0.94	0.4938
Defoliación	1.80E-04	3	6.10E-05	0.11	0.9533
Defoliación*Variedad	9.60E-04	3	3.20E-04	0.57	0.6413
Error b	0.01	18	5.60E-04		
Total	0.01	31			
C.V. (%)	10.74				

Tabla 12A*Peso de una mazorca*

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2582.39	13	198.65	2.65	0.0283
Variedad	223.77	1	223.77	0.67	0.443
Variedad>Repeticion (Error a)	1991.67	6	331.95	4.44	0.0063
Defoliación	34.15	3	11.38	0.15	0.9269
Defoliación*Variedad	332.8	3	110.93	1.48	0.2529
Error b	1346.76	18	74.82		
Total	3929.15	31			
C.V. (%)	9.68				

Tabla 13A*Peso de grano por mazorca*

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1545.49	13	118.88	1.73	0.1387
Variedad	195.08	1	195.08	1.07	0.341
Variedad>Repeticion (Error a)	1094.57	6	182.43	2.66	0.0503
Defoliación	66.72	3	22.24	0.32	0.808
Defoliación*Variedad	189.13	3	63.04	0.92	0.4519
Error b	1235.86	18	68.66		
Total	2781.35	31			
C.V. (%)	12.01				

Tabla 14A*Peso de coronta por mazorca*

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	232.86	13	17.91	4.38	0.0023
Variedad	0.99	1	0.99	0.04	0.8487
Variedad>Repeticion (Error a)	149.22	6	24.87	6.08	0.0013
Defoliación	21.07	3	7.02	1.72	0.1992
Defoliación*Variedad	61.57	3	20.52	5.02	0.0106
Error b	73.63	18	4.09		
Total	306.49	31			
C.V. (%)	9.94				

Tabla 15A*Peso de 1000 granos*

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	11706.95	13	900.53	1.92	0.0999
Variedad	795.71	1	795.71	1.82	0.2263
Variedad>Repeticion (Error a)	2627.19	6	437.86	0.93	0.4962
Defoliación	5543.26	3	1847.75	3.93	0.0255
Defoliación*Variedad	2740.79	3	913.6	1.94	0.1587
Error b	8458.57	18	469.92		
Total	20165.52	31			
C.V. (%)	5.63				

Tabla 16A*Porcentaje de desgrane (%)*

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	100.41	13	7.72	1.18	0.365
Variedad	4.6	1	4.6	1.23	0.3104
Variedad>Repeticion (Error a)	22.48	6	3.75	0.57	0.7473
Defoliación	32.79	3	10.93	1.67	0.2091
Defoliación*Variedad	40.55	3	13.52	2.06	0.1409
Error b	117.85	18	6.55		
Total	218.26	31			
C.V. (%)	3.31				

Tabla 17A*Rendimiento de mazorca*

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	8931802.15	13	687061.7	2.98	0.0168
Variedad	540625.81	1	540625.81	0.45	0.5293
Variedad>Repeticion (Error a)	7280862.33	6	1213477.05	5.26	0.0027
Defoliación	99157.34	3	33052.45	0.14	0.9326
Defoliación*Variedad	1011156.66	3	337052.22	1.46	0.2584
Error b	4150973.2	18	230609.62		
Total	13082775.34	31			
C.V. (%)	10.48				

Tabla 18A*Rendimiento de grano*

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	5407164.29	13	415935.71	2.03	0.0818
Variedad	476151.37	1	476151.37	0.7	0.4344
Variedad>Repeticion (Error a)	4072317.27	6	678719.54	3.31	0.0224
Defoliación	219856.19	3	73285.4	0.36	0.7842
Defoliación*Variedad	638839.47	3	212946.49	1.04	0.399
Error b	3688327.53	18	204907.08		
Total	9095491.82	31			
C.V. (%)	12.79				

Tabla 19A*Rendimiento de corona*

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	740251.58	13	56942.43	3.44	0.0083
Variedad	2039.69	1	2039.69	0.02	0.8882
Variedad>Repeticion (Error a)	568525.98	6	94754.33	5.72	0.0018
Defoliación	47109.12	3	15703.04	0.95	0.4384
Defoliación*Variedad	122576.8	3	40858.93	2.47	0.0953
Error b	298190.18	18	16566.12		
Total	1038441.8	31			
C.V. (%)	12.29				

Anexo B. Figuras

1B. Preparación del Terreno



2B. Demarcación del Campo Experimental



3B. Surcado y Siembra



4B. Semilla Desinfectada



5B. Emergencia del Maíz Morado



6B. Fertilización



7B. Deshierbo y Aporque





8B. Defoliación en las Plantas de Maíz Morado





9B. Control Fitosanitario



10B. Cultivo de Maíz Morado



11B. Mazorca de Maíz Morado



12B. Cosecha



13B. Pesado de Mazorca, Coronta y Grano



14B. Pigmentación Luego del Desgrane



15B. Pesado e Identificación de las Muestras de Coronta para el Laboratorio



16B. Contenido de Antocianina



LA MOLINA CALIDAD TOTAL LABORATORIOS
UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
Instituto de Certificación, Inspección y Ensayos



INFORME DE ENSAYOS
N° 000937-2023

SOLICITANTE
DIRECCIÓN LEGAL
PRODUCTO
NÚMERO DE MUESTRAS
IDENTIFICACIÓN/MTRA
CANTIDAD RECIBIDA
MARCA(S)
FORMA DE PRESENTACIÓN
SOLICITUD DE SERVICIOS
REFERENCIA
FECHA DE RECEPCIÓN
ENSAYOS SOLICITADOS
PERÍODO DE CUSTODIA
RESULTADOS:

: LUZ PAMELA SANTOS VILCHEZ
 : AV. RAMON CASTILLA 1290 - LAMBAYEQUE
 RUC : 76657011 Teléfono : 950 032 389
 : CORONTA DE MAIZ MORADO - V1 D3
 : Uno
 : CUTERVO - CAJAMARCA
 : 303,9 g (+envase) de muestra proporcionada por el solicitante.
 : S.M.
 : Envasado, la muestra ingresó en bolsa de papel sellada.
 : S/S N°EN- 000618 -2023
 : ACEPTACIÓN TELEFÓNICA
 : 03/03/2023
 : FÍSICO / QUÍMICO
 : No aplica

ENSAYOS FÍSICOS / QUÍMICOS:
ALCANCE: N.A.

ENSAYOS	PROMEDIO	RESULTADO 1	RESULTADO 2
1.- Antocianinas Totales (mg/100 g de muestra original)	1394,7	1408,76	1380,58

MÉTODOS UTILIZADOS EN EL LABORATORIO:
 1.- RANGANA, Manual of Analysis of Fruit and Vegetables, 1978

FECHA DE EJECUCIÓN DE ENSAYOS: Del 03/03/2023 Al 14/03/2023.

ADVERTENCIA:
 En la ejecución, las condiciones de muestreo, transporte y recepción de la muestra hasta su ingreso a La Molina Calidad Total - Laboratorios son de responsabilidad del solicitante.
 Este informe no garantiza la reproducción parcial o total del presente Informe con la autorización de La Molina Calidad Total - Laboratorios.
 Este informe es válido sólo para la cantidad recibida. No es un certificado de Conformidad ni Certificado del Sistema de Calidad de quien lo produce.

La Molina, 14 de Marzo de 2023



LA MOLINA CALIDAD TOTAL LABORATORIOS - UNALM



Biot. Lourdes Margareta Barco Saldaña
 Directora Técnica (a)
 CBP - N° 01232

Pág. 1/1

Av. La Molina S/N (frente a la puerta principal de la Universidad Agraria) - La Molina - Lima - Perú
 Telf.: (511) 3495640 - 3492907 Fax: (511) 3495794
 E-mail: instit.ventas.servicios@lamolina.edu.pe - Página Web: www.lamolina.edu.pe/calidadtotal
[la molina calidad total](https://www.facebook.com/lamolina.calidadtotal)



LA MOLINA CALIDAD TOTAL LABORATORIOS
UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
Instituto de Certificación, Inspección y Ensayos



INFORME DE ENSAYOS
N° 000938-2023

SOLICITANTE
DIRECCIÓN LEGAL
PRODUCTO
NÚMERO DE MUESTRAS
IDENTIFICACIÓN/MTRA
CANTIDAD RECIBIDA
MARCA(S)
FORMA DE PRESENTACIÓN
SOLICITUD DE SERVICIOS
REFERENCIA
FECHA DE RECEPCIÓN
ENSAYOS SOLICITADOS
PERÍODO DE CUSTODIA
RESULTADOS:

: LUZ PAMELA SANTOS VILCHEZ
 : AV. RAMON CASTILLA 1290 - LAMBAYEQUE
 RUC : 76657011 Teléfono : 950 032 389
 : CORONTA DE MAIZ MORADO - V1 D3
 : Uno
 : CUTERVO - CAJAMARCA
 : 297,4 g (+envase) de muestra proporcionada por el solicitante.
 : S.M.
 : Envasado, la muestra ingresó en bolsa de papel sellada.
 : S/S N°EN- 000618 -2023
 : ACEPTACIÓN TELEFÓNICA
 : 03/03/2023
 : FÍSICO / QUÍMICO
 : No aplica

ENSAYOS FÍSICOS / QUÍMICOS:
ALCANCE: N.A.

ENSAYOS	PROMEDIO	RESULTADO 1	RESULTADO 2
1.- Antocianinas Totales (mg/100 g de muestra original)	1701,4	1708,88	1695,89

MÉTODOS UTILIZADOS EN EL LABORATORIO:
 1.- RANGANA, Manual of Analysis of Fruit and Vegetables, 1978

FECHA DE EJECUCIÓN DE ENSAYOS: Del 03/03/2023 Al 14/03/2023.

ADVERTENCIA:
 En la ejecución, las condiciones de muestreo, transporte y recepción de la muestra hasta su ingreso a La Molina Calidad Total - Laboratorios son de responsabilidad del solicitante.
 Este informe no garantiza la reproducción parcial o total del presente Informe con la autorización de La Molina Calidad Total - Laboratorios.
 Este informe es válido sólo para la cantidad recibida. No es un certificado de Conformidad ni Certificado del Sistema de Calidad de quien lo produce.

La Molina, 14 de Marzo de 2023



LA MOLINA CALIDAD TOTAL LABORATORIOS - UNALM



Biot. Lourdes Margareta Barco Saldaña
 Directora Técnica (a)
 CBP - N° 01232

Pág. 1/1

Av. La Molina S/N (frente a la puerta principal de la Universidad Agraria) - La Molina - Lima - Perú
 Telf.: (511) 3495640 - 3492907 Fax: (511) 3495794
 E-mail: instit.ventas.servicios@lamolina.edu.pe - Página Web: www.lamolina.edu.pe/calidadtotal
[la molina calidad total](https://www.facebook.com/lamolina.calidadtotal)



LA MOLINA CALIDAD TOTAL LABORATORIOS
UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

Instituto de Certificación, Inspección y Ensayos



INFORME DE ENSAYOS
N° 000939 -2023

SOLICITANTE : LUZ PAMELA SANTOS VILCHEZ
DIRECCIÓN LEGAL : AV. RAMON CASTILLA 1290 - LAMBAYEQUE
RUC : 76657011 Teléfono : 936 032 389

PRODUCTO : CORONTA DE MAIZ MORADO - V1 D0
: Una

NÚMERO DE MUESTRAS :
IDENTIFICACIÓN/MITRA : CUTERVO - CAJAMARCA
CANTIDAD RECIBIDA : 293,8 g (+envase) de muestra proporcionada por el solicitante.
MARCA(S) : S.M.

FORMA DE PRESENTACIÓN : Envasado, la muestra ingresa en bolsa de papel sellada.
SOLICITUD DE SERVICIOS : S/S N°EN- 004618 -2023
REFERENCIA : ACEPTACION TELEFONICA
FECHA DE RECEPCIÓN : 01/03/2023
ENSAYOS SOLICITADOS : FÍSICO / QUÍMICO
PERÍODO DE CUSTODIA : No aplica

RESULTADOS:

ENSAYOS FÍSICOS / QUÍMICOS:

ALCANCE: N.A.

ENSAYOS	PROMEDIO	RESULTADO 1	RESULTADO 2
1 - Azúcares Totales (mg/100 g de muestra original)	1714,0	1703,92	1724,02

MÉTODOS UTILIZADOS EN EL LABORATORIO:

1 - RANGANA, Manual of Analysis of Fruit and Vegetables, 1979

FECHA DE EJECUCIÓN DE ENSAYOS: Del 01/03/2023 Al 14/03/2023.

ADVERTENCIA:

1- El presente informe, las condiciones de muestreo, transporte y manejo de la muestra hasta su ingreso a La Molina Calidad Total - Laboratorios son de responsabilidad del solicitante.

2- No permite la reproducción parcial o total del presente informe sin la autorización de La Molina Calidad Total - Laboratorios.

3- No es válido para la cantidad recibida. No es un certificado de Conformidad ni Certificado del Sistema de Calidad de quien lo produce.

La Molina, 14 de Marzo de 2023



LA MOLINA CALIDAD TOTAL LABORATORIOS - UNLM

Luz Pamela Santos Vilchez
Bta. Luz Pamela Santos Vilchez
Dirección Técnica (E)
COP - N° 01232

Pág. 01

Av. La Molina 519 (frente a la puerta principal de la Universidad Agraria) - La Molina - Lima - Perú
Tel.: (011) 3405640 - 3402507 Fax: (011) 3495794
E-mail: trcdi.servicios@lamolina.edu.pe - Página Web: www.lamolina.edu.pe/calidadtotal



la molina calidad total



LA MOLINA CALIDAD TOTAL LABORATORIOS
UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

Instituto de Certificación, Inspección y Ensayos



INFORME DE ENSAYOS
N° 000940 -2023

SOLICITANTE : LUZ PAMELA SANTOS VILCHEZ
DIRECCIÓN LEGAL : AV. RAMON CASTILLA 1290 - LAMBAYEQUE
RUC : 76657011 Teléfono : 936 032 389

PRODUCTO : CORONTA DE MAIZ MORADO - V1 D0
: Una

NÚMERO DE MUESTRAS :
IDENTIFICACIÓN/MITRA : CUTERVO - CAJAMARCA
CANTIDAD RECIBIDA : 319,6 g (+envase) de muestra proporcionada por el solicitante.
MARCA(S) : S.M.

FORMA DE PRESENTACIÓN : Envasado, la muestra ingresa en bolsa de papel sellada.
SOLICITUD DE SERVICIOS : S/S N°EN- 004618 -2023
REFERENCIA : ACEPTACION TELEFONICA
FECHA DE RECEPCIÓN : 01/03/2023
ENSAYOS SOLICITADOS : FÍSICO / QUÍMICO
PERÍODO DE CUSTODIA : No aplica

RESULTADOS:

ENSAYOS FÍSICOS / QUÍMICOS:

ALCANCE: N.A.

ENSAYOS	PROMEDIO	RESULTADO 1	RESULTADO 2
1 - Azúcares Totales (mg/100 g de muestra original)	1289,0	1281,19	1296,76

MÉTODOS UTILIZADOS EN EL LABORATORIO:

1 - RANGANA, Manual of Analysis of Fruit and Vegetables, 1979

FECHA DE EJECUCIÓN DE ENSAYOS: Del 01/03/2023 Al 14/03/2023.

ADVERTENCIA:

1- El presente informe, las condiciones de muestreo, transporte y manejo de la muestra hasta su ingreso a La Molina Calidad Total - Laboratorios son de responsabilidad del solicitante.

2- No permite la reproducción parcial o total del presente informe sin la autorización de La Molina Calidad Total - Laboratorios.

3- No es válido para la cantidad recibida. No es un certificado de Conformidad ni Certificado del Sistema de Calidad de quien lo produce.

La Molina, 14 de Marzo de 2023



LA MOLINA CALIDAD TOTAL LABORATORIOS - UNLM

Luz Pamela Santos Vilchez
Bta. Luz Pamela Santos Vilchez
Dirección Técnica (E)
COP - N° 01232

Pág. 01

Av. La Molina 519 (frente a la puerta principal de la Universidad Agraria) - La Molina - Lima - Perú
Tel.: (011) 3405640 - 3402507 Fax: (011) 3495794
E-mail: trcdi.servicios@lamolina.edu.pe - Página Web: www.lamolina.edu.pe/calidadtotal



la molina calidad total



INFORME DE ENSAYOS
N° 000941 -2023

SOLICITANTE : LUZ PAMELA SANTOS VILCHEZ
DIRECCIÓN LEGAL : AV. RAMON CASTILLA 1290 - LAMBAYEQUE
RUC : 76657011 Teléfono : 956 032 389

PRODUCTO : CORONTA DE MAIZ MORADO - V1 D1
: Uso

NÚMERO DE MUESTRAS : Uno
IDENTIFICACIÓN/METRA : CUTERVO - CAJAMARCA
CANTIDAD RECIBIDA : 295,9 g (+envase) de muestra proporcionada por el solicitante.
MARCAS : S.M.

FORMA DE PRESENTACIÓN : Envasado, la muestra ingresa en bolsa de papel sellada.
SOLICITUD DE SERVICIOS : S/S N°EN- 000618 - 2023

REFERENCIA : ACEPTACION TELEFONICA
FECHA DE RECEPCIÓN : 03/03/2023
ENSAYOS SOLICITADOS : FÍSICO / QUÍMICO
PERÍODO DE CUSTODIA : No aplica
RESULTADOS:

ENSAYOS FÍSICOS / QUÍMICOS:

ALCANCE: N.A.

ENSAYOS	PROMEDIO	RESULTADO 1	RESULTADO 2
1.- Activación Total (mg/100 g de muestra original)	2681,3	2687,51	2675,49

MÉTODOS UTILIZADOS EN EL LABORATORIO:
1.- RANGANA, Manual of Analysis of Fruit and Vegetables, 1979

FECHA DE EJECUCIÓN DE ENSAYOS: Del 03/03/2023 Al 14/03/2023.

ADVERTENCIA:

- 1.- El muestra: Las condiciones de muestreo, transporte y recepción de la muestra hasta su ingreso a La Molina Calidad Total - Laboratorios son de responsabilidad del Solicitante.
- 2.- No permite la reproducción parcial o total del presente Informe sin la autorización de La Molina Calidad Total - Laboratorios.
- 3.- Valido solo para la cantidad recibida. No es un certificado de Conformidad ni Certificado del Sistema de Calidad de quien lo produce.

La Molina, 14 de Marzo de 2023



LA MOLINA CALIDAD TOTAL LABORATORIOS - UNALM
[Firma]
Biol. Lourdes Margarita Barco Saktaria
Directora Técnica (R)
C.B.P. - N° 01232

Pág. 1/1



INFORME DE ENSAYOS
N° 000942 -2023

SOLICITANTE : LUZ PAMELA SANTOS VILCHEZ
DIRECCIÓN LEGAL : AV. RAMON CASTILLA 1290 - LAMBAYEQUE
RUC : 76657011 Teléfono : 956 032 389

PRODUCTO : CORONTA DE MAIZ MORADO - V1 D1
: Uso

NÚMERO DE MUESTRAS : Uno
IDENTIFICACIÓN/METRA : CUTERVO - CAJAMARCA
CANTIDAD RECIBIDA : 290,3 g (+envase) de muestra proporcionada por el solicitante.
MARCAS : S.M.

FORMA DE PRESENTACIÓN : Envasado, la muestra ingresa en bolsa de papel sellada.
SOLICITUD DE SERVICIOS : S/S N°EN- 000618 - 2023

REFERENCIA : ACEPTACION TELEFONICA
FECHA DE RECEPCIÓN : 03/03/2023
ENSAYOS SOLICITADOS : FÍSICO / QUÍMICO
PERÍODO DE CUSTODIA : No aplica
RESULTADOS:

ENSAYOS FÍSICOS / QUÍMICOS:

ALCANCE: N.A.

ENSAYOS	PROMEDIO	RESULTADO 1	RESULTADO 2
1.- Activación Total (mg/100 g de muestra original)	2572,0	2587,36	2556,78

MÉTODOS UTILIZADOS EN EL LABORATORIO:
1.- RANGANA, Manual of Analysis of Fruit and Vegetables, 1979

FECHA DE EJECUCIÓN DE ENSAYOS: Del 03/03/2023 Al 14/03/2023.

ADVERTENCIA:

- 1.- El muestra: Las condiciones de muestreo, transporte y recepción de la muestra hasta su ingreso a La Molina Calidad Total - Laboratorios son de responsabilidad del Solicitante.
- 2.- No permite la reproducción parcial o total del presente Informe sin la autorización de La Molina Calidad Total - Laboratorios.
- 3.- Valido solo para la cantidad recibida. No es un certificado de Conformidad ni Certificado del Sistema de Calidad de quien lo produce.

La Molina, 14 de Marzo de 2023



LA MOLINA CALIDAD TOTAL LABORATORIOS - UNALM
[Firma]
Biol. Lourdes Margarita Barco Saktaria
Directora Técnica (R)
C.B.P. - N° 01232

Pág. 1/1



LA MOLINA CALIDAD TOTAL LABORATORIOS
UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

Instituto de Certificación, Inspección y Ensayos



INFORME DE ENSAYOS
N° 000943 -2023

SOLICITANTE : LUZ PAMELA SANTOS VILCHEZ
DIRECCIÓN LEGAL : AV. RAMÓN CASTILLA 1290 - LAMBAYEQUE
RUC : 76657011 Teléfono : 956 032 389

PRODUCTO : CORONTA DE MAIZ MORADO - V1 D1
: Uno

NÚMERO DE MUESTRAS : CUTERVO - CAJAMARCA
IDENTIFICACIÓN/MTRA : 283,2 g (+envase) de muestra proporcionada por el solicitante.
CANTIDAD RECIBIDA : S.M.
MARCA(S) : S.M.
FORMA DE PRESENTACIÓN : Envasado, la muestra ingresa en bolsa de papel sellada.
SOLICITUD DE SERVICIOS : S/S N°EN- 000618 -2023
REFERENCIA : ACEPTACION TELEFONICA
FECHA DE RECEPCIÓN : 03/03/2023
ENSAYOS SOLICITADOS : FÍSICO / QUÍMICO
PERIODO DE CUSTODIA : No aplica
RESULTADOS:

ENSAYOS FÍSICOS / QUÍMICOS:

ALCANCE: N.A.

ENSAYOS	PROMEDIO	RESULTADO 1	RESULTADO 2
1.- Azúcares Totales (mg/100 g de muestra original)	2644,9	2664,51	2625,29

MÉTODOS UTILIZADOS EN EL LABORATORIO:

1.- HANDBOOK. Manual of Analysis of Fruit and Vegetables. 1978

FECHA DE EJECUCIÓN DE ENSAYOS: Del 03/03/2023 Al 14/03/2023.

ADVERTENCIA:

1. El presente, las condiciones de muestra, transporte y tiempo de la muestra hasta su ingreso a La Molina Calidad Total - Laboratorio son de responsabilidad del solicitante.
2. No permite la reproducción parcial o total del presente informe sin la autorización de La Molina Calidad Total - Laboratorio.
3. Valido sólo para la cantidad recibida. No es un certificado de Conformidad ni Certificado del Sistema de Calidad de quien lo produce.

La Molina, 14 de Marzo de 2023



LA MOLINA CALIDAD TOTAL LABORATORIOS - UNALM
[Firma]
Biol. Lourdes Mergatta Barco Saldaña
Directora Técnica (M)
CSP - N° 01232

Pág. 01

Av. La Molina 504 (frente a la puerta principal de la Universidad Agraria) - La Molina - Lima - Perú
Tel.: (511) 3405040 - 3402507 Fax: (511) 3405704
E-mail: trmct.veritas.servicios@lamolina.edu.pe - Página Web: www.lamolina.edu.pe/calidadtotal



LA MOLINA CALIDAD TOTAL LABORATORIOS
UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

Instituto de Certificación, Inspección y Ensayos



INFORME DE ENSAYOS
N° 000944 -2023

SOLICITANTE : LUZ PAMELA SANTOS VILCHEZ
DIRECCIÓN LEGAL : AV. RAMÓN CASTILLA 1290 - LAMBAYEQUE
RUC : 76657011 Teléfono : 956 032 389

PRODUCTO : CORONTA DE MAIZ MORADO - V2 D2
: Uno

NÚMERO DE MUESTRAS : CUTERVO - CAJAMARCA
IDENTIFICACIÓN/MTRA : 292,4 g (+envase) de muestra proporcionada por el solicitante.
CANTIDAD RECIBIDA : S.M.
MARCA(S) : S.M.
FORMA DE PRESENTACIÓN : Envasado, la muestra ingresa en bolsa de papel sellada.
SOLICITUD DE SERVICIOS : S/S N°EN- 000618 -2023
REFERENCIA : ACEPTACION TELEFONICA
FECHA DE RECEPCIÓN : 03/03/2023
ENSAYOS SOLICITADOS : FÍSICO / QUÍMICO
PERIODO DE CUSTODIA : No aplica
RESULTADOS:

ENSAYOS FÍSICOS / QUÍMICOS:

ALCANCE: N.A.

ENSAYOS	PROMEDIO	RESULTADO 1	RESULTADO 2
1.- Azúcares Totales (mg/100 g de muestra original)	2664,5	2678,46	2650,64

MÉTODOS UTILIZADOS EN EL LABORATORIO:

1.- HANDBOOK. Manual of Analysis of Fruit and Vegetables. 1978

FECHA DE EJECUCIÓN DE ENSAYOS: Del 03/03/2023 Al 14/03/2023.

ADVERTENCIA:

1. El presente, las condiciones de muestra, transporte y tiempo de la muestra hasta su ingreso a La Molina Calidad Total - Laboratorio son de responsabilidad del solicitante.
2. No permite la reproducción parcial o total del presente informe sin la autorización de La Molina Calidad Total - Laboratorio.
3. Valido sólo para la cantidad recibida. No es un certificado de Conformidad ni Certificado del Sistema de Calidad de quien lo produce.

La Molina, 14 de Marzo de 2023



LA MOLINA CALIDAD TOTAL LABORATORIOS - UNALM
[Firma]
Biol. Lourdes Mergatta Barco Saldaña
Directora Técnica (M)
CSP - N° 01232

Pág. 01

Av. La Molina 504 (frente a la puerta principal de la Universidad Agraria) - La Molina - Lima - Perú
Tel.: (511) 3405040 - 3402507 Fax: (511) 3405704
E-mail: trmct.veritas.servicios@lamolina.edu.pe - Página Web: www.lamolina.edu.pe/calidadtotal

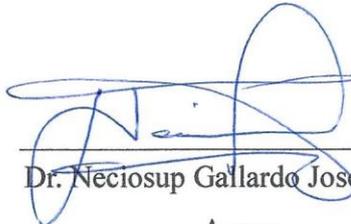


Constancia de Originalidad de Tesis

Yo, Dr. Neciosup Gallardo José Avercio asesor de tesis, de la Bachiller en Agronomía Luz Pamela Santos Vilchez, identificada con código universitario N° 185007-H, ha elaborado la tesis titulada: “Defoliación en dos variedades de maíz morado (*Zea mays* L.) y su efecto en el rendimiento y contenido de antocianina, Cutervo – Cajamarca”, luego de la revisión exhaustiva confirmo que la misma tiene un índice de similitud de 13% verificable en el reporte de similitud del programa Turnitin.

El suscrito examinó dicho reporte y concluyó que las coincidencias detectadas no constituyen plagio, por lo tanto, la tesis cumple con la integridad científica y con todas las normas para el empleo de citas y referencias establecidas en los protocolos correspondientes.

Lambayeque, 14 de setiembre del 2024



Dr. Neciosup Gallardo José Avercio
Asesor



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO
FACULTAD DE AGRONOMÍA
DECANATO



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 034-2024-D-FAG

En la ciudad de Lambayeque a los veinticinco días del mes de setiembre del año dos mil veinticuatro, siendo las diez de la mañana, se reunieron en el Auditorio de la Facultad de Agronomía los Miembros de Jurado evaluador de la tesis titulada: "DEFOLIACIÓN EN DOS VARIEDADES DE MAÍZ MORADO (Zea Mays L.) Y SU EFECTO EN EL RENDIMIENTO Y CONTENIDO DE ANTOCIANINA, CUTERVO - CAJAMARCA" designados por Decreto N°059-2022-VIRTUAL-D-FAG, fecha 21 de octubre del 2022, con la finalidad de evaluar y calificar la Sustentación de la Tesis antes mencionada, conformado por los siguientes docentes:

Dr. Ricardo Chavarry Flores
Dr. Américo Celada Becerra
Dr. Edgar Eli Vega Figueroa
Dr. José Avercio Neciosup Gallardo

Presidente
Secretario
Vocal
Patrocinador

El acto de Sustentación fue autorizado por Resolución N° 247-2024-D-FAG de fecha 19 de Setiembre del 2024.

La tesis fue presentada y sustentada por la Bachiller **SANTOS VILCHEZ LUZ PAMELA**, tuvo una duración...*11.00*... de minutos. Después de la sustentación y absueltas las preguntas y observaciones de los Miembros de Jurado, se procedió a la calificación respectiva otorgándole el calificativo de ...*1.7.6.6*... en la escala vigesimal, con mención

MUY BUENO

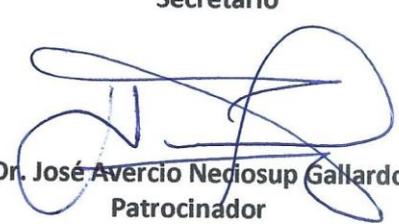
Por lo que queda **APTO** para obtener el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo de acuerdo con la Ley Universitaria N° 30220 y el Art. 46° del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

Siendo las ...*11.50 am*..., se dio por concluido el presente acto académico, dándose conformidad el presente acto con las firmas de los Miembros de Jurado.


Dr. Ricardo Chavarry Flores
Presidente


Dr. Américo Celada Becerra
Secretario


Dr. Edgar Eli Vega Figueroa
Vocal


Dr. José Avercio Neciosup Gallardo
Patrocinador

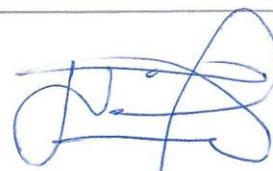
Tesis Luz Pamela Santos Vilchez

INFORME DE ORIGINALIDAD

13%	12%	5%	6%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	1library.co Fuente de Internet	2%
2	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	1%
3	repository.cimmyt.org Fuente de Internet	1%
4	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
5	repositorio.una.edu.ni Fuente de Internet	<1%
6	repositorio.uleam.edu.ec Fuente de Internet	<1%
7	pablosaraviatasayco.files.wordpress.com Fuente de Internet	<1%
8	repositorio.unprg.edu.pe Fuente de Internet	<1%
9	colposdigital.colpos.mx:8080 Fuente de Internet	



Dr. Neciosup Gallardo José Avercio

Fuente de Internet

<1 %

62 rephip.unr.edu.ar
Fuente de Internet

<1 %

63 repositorio.unsch.edu.pe
Fuente de Internet

<1 %

64 www.mag.go.cr
Fuente de Internet

<1 %

65 www.socmexent.org
Fuente de Internet

<1 %

66 Submitted to Universidad Católica de Santa
María
Trabajo del estudiante

<1 %

67 cienciasagricolas.inifap.gob.mx
Fuente de Internet

<1 %

68 dicyt.uajms.edu.bo
Fuente de Internet

<1 %

69 repositorio.ucv.edu.pe
Fuente de Internet

<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 15 words

Excluir bibliografía

Activo



Dr. Necio sup Gallardo José Avercio



Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por Turnitin. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: Luz Santos Vílchez
Título del ejercicio: Quick Submit
Título de la entrega: Tesis Luz Pamela Santos Vilchez
Nombre del archivo: TESIS_LUZ_PAMELA_SANTOS_VILCHEZ.docx
Tamaño del archivo: 31.34M
Total páginas: 155
Total de palabras: 25,616
Total de caracteres: 136,228
Fecha de entrega: 13-sept.-2024 04:23p. m. (UTC-0500)
Identificador de la entrega... 2453355395

