

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



T E S I S

**Rendimiento y Contenido de Antocianinas de Cinco Ecotipos de
Maiz Morado (*Zea mays L*) en Condiciones del Distrito de
Paucartambo Pasco 2022**

**Para optar el título profesional de:
Ingeniero Agrónomo**

Autor:

Bach. Judith Luz Zelmira CAMPOS TINEO

Asesor:

Dr. Manuel LLANOS ZEVALLOS

Cerro Pasco – Perú - 2024

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



T E S I S

**Rendimiento y Contenido de Antocianinas de Cinco Ecotipos de
Maiz Morado (*Zea mays L*) en Condiciones del Distrito de
Paucartambo Pasco 2022**

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

Dr. Hickey Emilio CORDOVA HERRERA
PRESIDENTE

Msc. Josué Hernán INGA ORTIZ
MIEMBRO

Mg. Moisés TONGO PIZARRO
MIEMBRO



Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Unidad de Investigación

INFORME DE ORIGINALIDAD N° 096-2024/UIFCCAA/V

La Unidad de Investigación de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión ha realizado el análisis con exclusiones en el software antiplagio Turnitin Similarity, que a continuación se detalla:

Presentado por
CAMPOS TINEO, Judith Luz Zelmira

Escuela de Formación Profesional
Agronomía - Paucartambo

Tipo de trabajo
Tesis

Rendimiento y Contenido de Antocianinas de Cinco Ecotipos de Maíz Morado (*Zea mays* L) en Condiciones del Distrito de Paucartambo - Pasco 2022

Asesor
Dr. LLANOS ZEVALLOS, Manuel

Índice de similitud
28%

Calificativo
APROBADO

Se adjunta al presente el reporte de evaluación del software anti plagio.

Cerro de Pasco, 22 de octubre de 2024



Firma Digital
Director UIFCCAA

c.c. Archivo
LHT/UIFCCAA

DEDICATORIA

Dedico mi tesis principalmente a Dios, por darme la fuerza necesaria para culminar esta meta.

A mis padres, por todo su amor y por motivarme a seguir hacia adelante.

También a mis hermanos, por brindarme su apoyo moral en los momentos que tocaba investigar.

Y, finalmente, a los que no creyeron en mí, con su actitud lograron que tomará más impulso.

AGRADECIMIENTO

A los docentes de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, especialmente a los docentes que me apoyaron y alentaron, por su invaluable enseñanza y permanente orientación en mis estudios universitarios.

A los señores informantes y miembros del Jurado Evaluador de la presente tesis, por sus oportunas observaciones que permitieron mejorar la elaboración del informe final.

Asimismo, mi reconocimiento a todas las personas que de una u otra manera colaboraron en la ejecución de esta investigación

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se efectuó en el Distrito de Paucartambo, en una zona agroecológica de 2950 msnm, predio San Francisco, zona con sembríos de maíz amiláceo, se optó por un diseño de bloques completos al azar, el objetivo fue de determinar el ecotipo que resalta más en el rendimiento y en el contenido de antocianinas para los cuales se seleccionó ecotipos a nivel nacional de maíz morado consta de T1=Negra Tomasa proveniente de Huanuco, T2= Morado Caraz proveniente de Ancahs, T3= Ecotipo local seleccionado de agricultores del distrito de Paucartambo Pasco, T4=INIA 601 proveniente de Cajamarca y el T5=INIA 615 Negro Canaan proveniente de Ayacucho, los resultados muestran que el ecotipo de maíz morado INIA 601 resultó con un rendimiento promedio de 1.16 TM/Ha seguido del ecotipo local con un rendimiento promedio de 1.01 TM/Ha, el ecotipo INIA 615 Negro Canaan tiene un rendimiento promedio de 0.48 TM/Ha, el ecotipo Negra Tomasa con un rendimiento promedio de 0.40 TM/Ha y el ecotipo Morado Caraz presentó un rendimiento promedio de 0.32 TM/Ha; en cuanto al contenido de antocianinas totales (mg/100 gr) efectuados los análisis correspondientes en el laboratorio de la Universidad Nacional Agraria de La Molina el ecotipo local obtuvo 301.6 mg, seguido del ecotipo INIA 601 con 298.4 mg, el ecotipo Morado Caraz con 288.6 mg, el ecotipo INIA 615 Negro Canaan con 280.5 mg y por último el ecotipo Negra Tomasa obtuvo 262.5 mg. Deduciendo en relación al contenido de antocianinas y rendimiento los ecotipos más resaltantes fueron el Ecotipo Local y el ecotipo INIA 601.

Palabras clave: *Ecotipos, Antocianinas, Rendimiento, Zea mays,*

ABSTRACT

The present research work was carried out in the District of Paucartambo, in an agroecological zone of 2950 meters above sea level, San Francisco property, an area with starchy corn crops, a complete randomized block design was chosen, the objective was to determine the ecotype which stands out more in the yield and in the anthocyanin content for which ecotypes at the national level of purple corn were selected, consisting of T1 = Negra Tomasa from Huanuco, T2 = Morado Caraz from Ancahs, T3 = local ecotype selected from farmers from the Paucartambo Pasco district, T4=INIA 601 from Cajamarca and T5=INIA 615 Negro Canaan from Ayacucho, the results show that the purple corn ecotype INIA 601 resulted with an average yield of 1.16 MT/Ha followed by the local ecotype with an average yield of 1.01 MT/Ha, the INIA 615 Negro Canaan ecotype has an average yield of 0.48 MT/Ha, the Negra Tomasa ecotype with an average yield of 0.40 MT/Ha and the Morado Caraz ecotype presented an average yield of 0.32 TM/Ha; Regarding the content of total anthocyanins (mg/100 gr), the corresponding analyzes were carried out in the laboratory of the National Agrarian University of La Molina, the local ecotype obtained 301.6 mg, followed by the INIA 601 ecotype with 298.4 mg, the Morado Caraz ecotype with 288.6 mg, the INIA 615 Negro Canaan ecotype with 280.5 mg and finally the Negra Tomasa ecotype obtained 262.5 mg. Deducing in relation to the anthocyanin content and yield, the most notable ecotypes were the Local Ecotype and the INIA 601 ecotype.

Keywords: Ecotypes, Anthocyanins, Yield, Zea mays,

INTRODUCCIÓN

El maíz morado es un cultivo sostenido y preservado durante siglos por los agricultores andinos, base de la ahora llamada pequeña agricultura familiar.

El maíz peruano en general y el maíz morado en particular son cultivos autóctonos, con una antigüedad registrada entre 3 000 y 6 700 años, los encontrados en la Huaca Prieta, y de hasta 7 200 años los encontrados en Paredones.

Existen 52 razas de maíces en el Perú, una de las razas primitivas es la raza Kculli, de la que se deriva el maíz morado. En el país, el maíz está ordenado en grandes grupos, como maíz amarillo duro y el maíz amiláceo por otro lado, éste último conformado por el maíz amiláceo seco, maíz amiláceo choclo o verde, y maíz amiláceo morado.

Es preocupante observar que, en estos últimos veinte años, la tasa de crecimiento real del Valor Bruto de la Producción (VBP) del maíz peruano en general ha mostrado serios signos de estancamiento y deterioro, al margen del maíz morado, que muestra un marginal incremento. Los problemas que ha venido generando la crisis en el sector agrario y que afecta al cultivo de los diferentes tipos de maíz son principalmente de carácter estructural: problemas como el minifundio, carencia de una organización de productores de corte empresarial, nulo acceso al crédito, bajo nivel educativo, alto nivel de pobreza, bajo uso de semillas certificadas, bajo nivel tecnológico, van hacer de éste rubro, de altos costos de producción, baja productividad, y de un bajo nivel competitivo

El maíz morado es un producto que tiene los granos, brácteas (panca) y la coronta (tusa) de color morado a negro debido a un colorante natural llamado antocianina; lo interesante del maíz morado es que ofrece la más elevada concentración de antocianina entre todos los colorantes naturales, siendo el Perú uno de los pocos países en el mundo que dispone de importantes volúmenes para la exportación, ya que actualmente sus exportaciones no superan ni el 7% de la oferta nacional, entre maíz

morado en grano y entero y lo exportado como antocianina, en su equivalente de materia prima.

La antocianina goza de una serie de propiedades funcionales, para beneficio de la salud humana, es un insumo para la industria alimentaria, la industria farmacéutica, de belleza, etc. que se puede encontrar en diferentes productos, pero en una mayor concentración en el maíz morado. No obstante, sus bondades, solo un pequeño porcentaje de frutas y vegetales conteniendo este pigmento está siendo integrado a la industria de los colorantes y de alimentos y bebidas. La antocianina, derivado del maíz morado no está siendo tomado muy en cuenta, debido al limitado conocimiento de la antocianina derivada del maíz morado y de la existencia de oferta exportable.

En cuanto a la producción nacional de maíz morado, esta ha sido de volúmenes poco significativos hasta el año 2011, a partir del siguiente año se observa un crecimiento de 3,7% promedio anual, con un volumen de 17,7 mil toneladas; en los siguientes años la producción nacional aumenta lentamente, a 21,5 mil toneladas en el 2015, 23 mil toneladas en el 2019. En el 2020 se registra un volumen récord de 24,6 mil toneladas. El aumento de la producción está relacionado con el aumento de las áreas cosechadas, que pasaron de 1 531 hectáreas en el 2001 a 3 380 hectáreas en las 2010 y 4 401 hectáreas en el 2020. A esto se suma el marginal incremento del rendimiento, que de 4,1 toneladas por hectárea, se eleva a 5 toneladas por hectárea en el 2010 y a 5,6 toneladas por hectárea en el 2020, en un lapso de 10 años, un incremento poco significativo, reflejo de las limitaciones que enfrenta la agricultura familiar.

En cuanto a las principales regiones productoras de maíz morado destacan Lima y Ayacucho, con alrededor del 50% de la producción total, a la que le siguen otras regiones básicamente de la sierra peruana. En la sierra se produce el 59% en promedio del total y en la costa el 41%.

Respecto a los precios promedio en chacra, en el largo plazo se observa un comportamiento poco dinámico, de manera que entre el 2001 hasta el 2015 (15 años),

los precios se han incrementado de S/0,70 a solo S/1,2 el kilogramo. En el 2020, el precio fue de solo S/1,5 habiendo caído de S/1,7 precio promedio registrado en el 2019. En el corto plazo, son los precios en chacra de la región Lima, los que van abarrotar el Mercado Mayorista de Santa Anita, y son los que van influir en el precio en chacra a nivel nacional.

En los primeros cuatro meses de 2023, las exportaciones peruanas de maíz morado sumaron 240 toneladas por US\$ 560.000, registrando una contracción de -3% en volumen, pero +18% en valor, frente a lo registrado en igual periodo del año anterior

Entre enero y abril del presente año, el maíz morado llegó a diez países, con Estados Unidos concentrando el 66% del volumen y 79% del valor total de las exportaciones, con 156 toneladas adquiridas por US\$ 445.000.

Miranda Agro Export S.A.C. fue la que empresa que más volumen exportó en el primer cuatrimestre del 2023 con 38 toneladas (16% del volumen total) por US\$ 122.000 (22% del valor total). El producto fue exportado en presentaciones de maíz empaquetado en bolsas de entre 130 a 425 gramos y sacos de 22 kilogramos con destino al mercado estadounidense.

De la misma manera, Importadora y Exportadora Doña Isabel E.I.R.L. también tuvo una participación significativa al concentrar el 11% del volumen y 15% del valor total al exportar 26 toneladas por US\$ 84.000 hacia Estados Unidos y Uruguay. (Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego 2021)

Haciendo observación a las bondades que tiene maíz morado y existiendo ecotipos élitos a nivel nacional y contando con pisos agroecológicos donde se desarrolla el maíz morado en el distrito de Paucartambo se ha propuesto efectuar un trabajo de investigación para constatar el rendimiento de ecotipos existentes a nivel nacional y ver los contenidos de antocianinas y proponer cuales de ellos presentan características agronómicas que interese a los productores de la zona, por lo cual se planteará el problema de investigación y formulación del mismo.

Para lo cual se ha planteado la interrogante:

¿De qué forma se podría conocer el rendimiento y el contenido de antocianinas de 05 ecotipos de maíz morado (*Zea mays* L.) en condiciones del distrito de Paucartambo–Pasco 2022?

Para responder a la hipótesis

Los ecotipos determinan en el rendimiento y contenido de antocianinas de 05 ecotipos de maíz morado (*Zea mays* L.) en condiciones del distrito de Paucartambo–Pasco

A tal fin se propone el siguiente objetivo:

Determinar el rendimiento y el contenido de antocianinas de 05 ecotipos de maíz morado (*Zea mays* L.) en condiciones del distrito de Paucartambo–Pasco 2022

INDICE

DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTO	
RESUMEN	
ABSTRACT	
INTRODUCCIÓN	
INDICE	

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACION

1.1. Identificación y determinación del problema	1
1.2. Delimitación de la investigación	2
1.3. Formulación del problema.....	3
1.3.1. Problema general	3
1.3.2. Problemas específicos	3
1.4. Formulación de objetivos	4
1.4.1. Objetivo general	4
1.4.2. Objetivos específicos.....	4
1.5. Justificación de la investigación	4
1.6. Limitaciones de la investigación.....	5

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes de estudio	6
2.2. Bases teóricas – científicas.....	11
2.2.1. Rendimiento	11
2.2.2. Antocianinas.....	12
2.2.3. Cultivo de maíz morado.....	13
2.2.4. Ecotipos en estudio	33
2.3. Definición de términos básicos	35

2.4.	Formulación de hipótesis	36
2.4.1.	Hipótesis general.....	36
2.4.2.	Hipótesis específicas.....	36
2.5.	Identificación de Variables	37
2.6.	Definición operacional de variables e indicadores.....	37

CAPITULO III

METODOLOGIA Y TECNICAS DE INVESTIGACION

3.1.	Tipo de Investigación	38
3.2.	Nivel de investigación	38
3.3.	Métodos de investigación	38
3.4.	Diseño de investigación	38
3.5.1.	Modelo estadístico lineal	38
3.5.2.	Análisis de varianza.....	39
3.5.3.	Prueba estadística.....	39
3.5.	Población y muestra	39
3.6.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	39
3.7.	Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación	40
3.8.	Técnicas de procesamiento y análisis de datos	40
3.9.	Tratamiento estadístico.....	40
3.9.1.	Croquis experimental.....	41
3.10.	Orientación ética, filosófica y epistémica.....	43

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.	Descripción del trabajo de campo	44
4.1.1.	Instalación del experimento	44
4.1.2.	Labores en el experimento	45
4.1.3.	Evaluaciones periódicas.....	45
4.2.	Presentación, análisis e interpretación de resultados.....	45

4.2.1. Número de mazorcas por parcela.....	45
4.2.2. Peso de mazorcas por parcela	46
4.2.3. Longitud de mazorcas (cm)	47
4.2.4. Diámetro de mazorcas (cm).	48
4.2.5. Rendimiento por parcela (gr).....	49
4.2.6. Contenido de antocianinas	51
4.2.7. Altura de planta(cm)	51
4.3. Prueba de hipótesis	52
4.3.1. Numero de mazorcas por parcela.....	52
4.3.2. Peso de mazorcas por parcela (Gr).....	53
4.3.3. Longitud de mazorca (cm)	54
4.3.4. Diámetro de mazorca (cm)	55
4.3.4. Rendimiento por parcela (Kg).....	56
4.3.5. Rendimiento TM/Ha.....	57
4.3.6. Contenido de antocianinas.	58
4.3.7. Altura de planta (m).....	59
4.4. Discusión de resultados.....	59

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Matriz de operacionalización de variables	37
Tabla 2 Cuadro de análisis de varianza del DBCA.....	39
Tabla 3 Tratamiento en estudio.....	41
Tabla 4 Análisis de varianza del número de mazorcas/parcela	45
Tabla 5 Análisis de varianza del peso de mazorca por parcela (Gr).....	46
Tabla 6 Análisis de varianza de la longitud de mazorca (cm).....	47
Tabla 7 Análisis de varianza del diámetro de mazorcas (cm).....	48
Tabla 8 Análisis de varianza del rendimiento por parcela (gr)	49
Tabla 9 Análisis de varianza del rendimiento TM/Ha.....	50
Tabla 10 Análisis físico químico del contenido de antocianinas totales de 05 ecotipos de maíz morado (Zea mays L)	51
Tabla 11 Análisis de varianza de la altura de planta (cm)	51

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Disposición experimental	42
Figura 2 Detalles de la unidad experimental	43
Figura 3 Orden de mérito y significación del número de mazorcas por parcela.....	52
Figura 4 Prueba Duncan ALS (D) (0.05) del número de mazorcas por parcela.....	53
Figura 5 Orden de mérito y significación del peso de mazorca por parcela (gr)	53
Figura 6 Prueba Duncan ALS(D) (0.05) del peso de mazorca por parcela (Gr).....	54
Figura 7 Orden de mérito y significación de la longitud de mazorca (cm).....	54
Figura 8 Prueba Duncan ALS(D) (0.05) de la longitud de mazorca (cm).....	55
Figura 9 Orden de mérito y significación del diámetro de mazorca (cm)	55
Figura 10 Prueba Duncan ALS (D) (0.05) del diámetro de mazorca (cm)	56
Figura 11 Orden de mérito y significación del rendimiento por parcela (kg)	56
Figura 12 Prueba Duncan ALS(D) (0.05) del rendimiento por parcela (Kg).....	57
Figura 13 Orden de mérito y significación del rendimiento TM/Ha	57
Figura 14 Prueba Duncan ALS(D) (0.05) del rendimiento TM/Ha.....	58
Figura 15 Orden de mérito y significación del contenido de antocianinas totales mg/100gr	58
Figura 16 Orden de merito y significación de la altura de planta (m)	59
Figura 17 Prueba Duncan ALS(D) (0.05) de la altura de planta (m)	59

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACION

1.1. Identificación y determinación del problema

El cultivo de maíz morado actualmente es una alternativa de cultivo, es importante desarrollar parcelas demostrativas con la finalidad de demostrar su producción y rendimiento en condiciones del distrito de Paucartambo y a la vez hacer conocer sus bondades nutricionales, medicinales y de mercado, esto va acompañado de técnicas de producción e implementación de tecnología, cuales son instalados en parcelas. Es importante señalar que el cultivo de maíz morado tiene un mercado aceptable y de precios que es una alternativa económica de la zona que diversifican sus cultivos con la finalidad de mejorar sus ingresos económicos.

Haciendo observación a esta problemática se ha propuesto efectuar un trabajo de investigación para constatar el rendimiento y el contenido de antocianinas de 05 ecotipos de maíz morado en condiciones del distrito de Paucartambo introducidas y determinar su producción y productividad y recomendar el mismo, por lo cual se planteará el problema de investigación y formulación del mismo.

1.2. Delimitación de la investigación

Tema:	“Rendimiento y Contenido de Antocianinas de Cinco Ecotipos de Maiz Morado (Zea Mays L) en Condiciones del Distrito de Paucartambo-Pasco”
Problemática:	Ecotipos de maíz morado alternativa de cultivo en el distrito de Paucartambo
Población:	800 plantas en total, 160 plantas del ecotipo Negra Tomasa, 160 Plantas del ecotipo Morado Caraz, 160 >plantas del ecotipo INIA 601, 160 plantas del ecotipo Negro Canaan y 160 plantas del ecotipo local como testigo
Lugar:	Distrito de Paucartambo
Año de estudio:	2022
Duración:	8 meses

Datos complementarios de la delimitación

Campo:	Agropecuario
Área:	Agronómica
Espacial:	Paucartambo – Pasco 2022
Temporal:	8 meses
Unidad de observación:	Ensayo experimental

Ubicación Geográfica

Región:	Pasco
Provincia:	Pasco
Distrito:	Paucartambo
Predio:	San Francisco

Altitud:	2950 msnm
Latitud:	10°46'36.30"S
Longitud:	75°49'10.68"O
Zona de vida:	Bosque húmedo montano tropical (bh-MT), Paramo pluvial sub andino tropical (pp-ST).

La presente tesis está enfocada en el método de investigación experimental, para lo cual se ha elegido el distrito de Paucartambo una zona eminentemente agrícola con siembras considerables de maíz amiláceo dentro de la región de Pasco, el tiempo de duración es de una campaña agrícola (8 meses) considerando siempre que en la zona elegida existe dos campañas agrícolas una campaña grande y la otra chica en relación al acceso de riego, en la investigación se pretendió encontrar el ecotipo de maíz morado que presenta mejores rendimientos y contenido de antocianinas por tanto se presentará los resultados de esta investigación.

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema general

¿De qué forma se podría conocer el rendimiento y el contenido de antocianinas de 05 ecotipos de maíz morado (*Zea mays* L.) en condiciones del distrito de Paucartambo–Pasco 2022?

1.3.2. Problemas específicos

- a. ¿Cuál será el rendimiento en de los 05 ecotipos de maíz morado (*Zea mays* L.) en condiciones distrito de Paucartambo–Pasco 2022?
- b. ¿Cuál es el contenido de antocianina de los 05 ecotipos de maíz morado (*Zea mays* L.) en condiciones distrito de Paucartambo–Pasco 2022?

1.4. Formulación de objetivos

1.4.1. Objetivo general

Determinar el rendimiento y el contenido de antocianinas de 05 ecotipos de maíz morado (*Zea mays* L.) en condiciones del distrito de Paucartambo–Pasco 2022

1.4.2. Objetivos específicos

Determinar el rendimiento en de 05 ecotipos del maíz morado (*Zea mays* L.) en condiciones distrito de Paucartambo–Pasco 2022

Analizar el contenido de antocianina de 05 ecotipos del maíz morado (*Zea mays* L.) en condiciones distrito de Paucartambo–Pasco 2022

1.5. Justificación de la investigación

Se considera que la importancia de la presente investigación, es que permite mediante los 05 ecotipos determinar su rendimiento y el contenido de antocianina y que sean de interés en la producción y productividad por lo cual tiene efectos significativos, de modo que los ecotipos sea seleccionada y evaluada por diferentes parámetros y o indicadores tales como, emergencia, floración, área foliar, forma de la mazorca, inserción de la mazorca, altura de planta, numero de mazorcas, tolerancia y/o resistencia a plagas y enfermedades, peso de la mazorca, cobertura de la mazorca, disposición de hileras y granos, forma de la superficie del grano, rendimiento de la mazorca, contenido de antocianinas, para posteriormente se pueda realizar otras investigaciones y ésta investigación sirva como bases teóricas en el aporte al conocimiento científico; y de esa manera poder recomendar el ecotipo productivo y de alto contenido de antocianina, hacia la producción por los agricultores de la zona.

La Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, a través de la Escuela de Formación Profesional de Agronomía con sede en el distrito de Paucartambo en coordinación con el responsable de la tesis, ante la necesidad de efectuar un

proyecto de investigación, se presenta el proyecto de tesis **“Rendimiento y Contenido de Antocianina de 05 Ecotipos de Maíz Morado (Zea mays L.) en Condiciones del Distrito de Paucartambo-Pasco 2022”** con el único objetivo de efectuar trabajos de investigación referente a cultivos alternativos en zonas agroecológicas de la Región de Pasco y por no decir del país, preocupados que hoy en día el productor agrario tiene dificultades en su producción debido al monocultivo, alto costo de producción de sus cultivos, bajo costo de sus productos y la presencia de factores adversos el cual hace que su agricultura sea deficiente y por ende insatisfactorio para cubrir sus necesidades primarias.

El trabajo de investigación consta determinar el factor ecotipo en cuanto a rendimiento en el cultivo de maíz morado (Zea mays L.) en condiciones del distrito de Paucartambo y poner a disponibilidad de los agricultores los resultados de la investigación.

1.6. Limitaciones de la investigación

- No se cuenta con mucha información concerniente en la zona donde se instaló el proyecto.
- La obtención del material genético para propagación hay que hacerlo con anterioridad a la instalación del proyecto.
- Factores adversos no previstos que puedan ocurrir, así como los cambios bruscos de temperatura y otros parámetros agrometeorológicos.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes de estudio

Medina-Hoyos et al.(2020), menciona que el maíz morado (*Zea mays* L.) originado de la raza Kculli, es propio de los valles interandinos y se cultiva hasta 3000 m.s.n.m.; es único en el mundo por poseer un color morado oscuro en el grano y otras partes de la planta. El color está determinado por antocianinas como la cianidina-3-glucósido. El objetivo del trabajo fue evaluar la producción de grano y la cantidad de antocianinas en la coronta y brácteas de seis cultivares de maíz morado. El contenido de antocianinas se determinó a través de la absorbancia del pigmento por HPLC (High Performance Liquid Chromatography). Los cultivares se sembraron en 28 localidades del departamento de Cajamarca (Perú), entre 2016 y 2019. Los resultados muestran que la mayor producción de grano ($2,77 \text{ t ha}^{-1}$) y la mayor concentración de antocianinas en corontas (6,12) y brácteas (3,18 mg/100 g de cianidina-3-glucósido) se obtiene sembrando la variedad INIA 601; con esta alternativa tecnológica el agricultor podría establecer un agronegocio rentable ya que podría obtener ingresos cuatro veces mayores que vendiendo solo grano de otros tipos de maíz.

Rabanal-Atalaya & Medina-Hoyos (2021) manifiesta que el maíz morado (*Zea mays* L.), es un importante cereal del Perú, el cual contiene polifenoles, entre los que se encuentran los flavonoides, siendo los más importantes, las antocianinas. La mazorca (olote y grano) está constituida en un 85% por grano y un 15% de olote. Su alto contenido en antocianina, principalmente como cianidina-3-glucosido (C3G), hace que actúe como un poderoso antioxidante natural, anticancerígeno, y antiinflamatorio, además, ayuda a disminuir la presión sanguínea y el colesterol alto, mejora la circulación sanguínea y promueve la regeneración del tejido y es por estos importantes beneficios, que surge la necesidad de comprender el mecanismo de acción de las antocianinas en la salud humana. Por ello, el objetivo del presente trabajo de revisión es describir la estructura química de las antocianinas, tipos y factores que afectan no solo el color sino también su estabilidad. En la segunda parte, se detallaron las diferentes razas y variedades mejoradas del maíz morado con que cuenta el Perú, y la cantidad de antocianinas encontradas con las diferentes técnicas químicas utilizadas. Por último, se describieron las diferentes actividades biológicas de las antocianinas poniendo énfasis en la más importante como un poderoso antioxidante. Encontrando que las condiciones de extracción óptima de las antocianinas son con 1 g de muestra con 15 mL de agua con agitación constante durante 15 min a 90 °C, resaltando el poder antioxidante alto tanto en sistemas *in-vitro* como *ex-vivo*.

Guillén-Sánchez et al. (2014), menciona que el maíz morado es una planta oriunda de América, que tiene el epispermo de las semillas (granos) y la tusa (coronta) de color morado, lo que le otorga características especiales a los pigmentos que poseen (entre 1,5% y 6,0%), llamados antocianinas, que pertenecen al grupo de los flavonoides. Debido a su alto contenido de antocianinas (cianin-3-glucosa C3G que es su principal colorante) y compuestos fenólicos actúa como un poderoso antioxidante natural y anticancerígeno,

teniendo además propiedades funcionales debido a estos compuestos bioactivos. El maíz morado además aporta cantidades importantes de almidón, cerca del 80%; un 10% de azúcares los cuales le confieren un sabor dulce, un 11% de proteínas, 2% de minerales y vitaminas (complejo B y ácido ascórbico) concentrados en el endospermo. Además del valor nutricional, el maíz morado tiene una composición rica en fitoquímicos, que tienen efectos benéficos en nuestro cuerpo, tales como neutralizar los radicales libres y actuar como antimutagénico. Este trabajo de revisión tuvo como objetivo, recopilar información sobre los estudios realizados al maíz morado, como alternativa al uso de colorantes artificiales de alimentos y por sus beneficios a la salud al incluirlo en la dieta, tales como, enfermedades cardiovasculares (hipertensión arterial), reducción del colesterol, lucha contra la diabetes, siendo el más resaltante la acción antioxidante (antiarrugas).

Gutiérrez et al., (2009), en su investigación sustenta que las antocianinas, fenoles totales y actividad antioxidante de los extractos de corontas de maíz morado fueron evaluados en la investigación. Las extracciones se realizaron en soluciones etanólicas al 20 % y pH 2 acondicionadas según un diseño factorial con los factores temperatura y tiempo ambos en 4 niveles. Los resultados indican antocianinas entre 11.567 y 37.127 mg/g de coronta, fenoles totales expresados como GAE entre 23.426 y 76.962 mg GAE/g de coronta, y DPPH remanente entre los 17.06 y 68.80 %. El análisis de regresión lineal indica dependencias altamente significativas entre la actividad antioxidante y fenoles totales ($r^2 = 0.9974$)

Pinedo Taco, (2015), en su trabajo de investigación efectuado en el campo experimental del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA)-Canaán Ayacucho, se evaluaron variables biométricas, agronómicas y contenido de antocianina de dos variedades de maíz morado INIA-615 Negro Canaán y PMV-581 con cuatro niveles de fertilización (NPK), bajo un Diseño de Bloque

Completo al Azar con arreglo factorial 2v x 4f que generó ocho tratamientos en cuatro repeticiones. Entre las variedades PMV581 e INIA-615 Negro Canaán, asimismo entre niveles de fertilización, no se encontraron diferencias significativas para las variables días a la floración masculina, días a la floración femenina, altura de planta, altura de mazorca, longitud de mazorca, diámetro de mazorca, numero de granos por hilera, número de hileras por mazorca, y peso de tuza; pero se halló diferencias significativas entre variedades para peso de grano, peso de mazorca y rendimiento de mazorca, y entre niveles de fertilización para las variables rendimiento de mazorca y contenido de antocianina. El mayor rendimiento de mazorca se alcanzó con la variedad INIA-615-Negro Canaán con 3,67 t/ha seguida de la variedad PMV-581 resultó con 2,78 t/ha. Con el nivel de fertilización f3 se logró el mayor rendimiento de mazorcas (3,69 t/ha), seguido por los niveles f4 y f2 que resultaron estadísticamente iguales. Asimismo, con el nivel de fertilización f2 (120-110-80) se obtuvo el mayor contenido de antocianina en equivalentes de cianidina-3-glucósido mg/100g 2,21 estadísticamente igual a los niveles de fertilización f4 (120-120-100) 1,64 y f3 (120-90-60) 1,62. En el contenido de antocianina en equivalentes de cianidina-3-glucósido mg/100g, la variedad Negro Canaán con 1,82 y la variedad PMV-581 con 1,67 estadísticamente resultaron iguales.

Ccaccya Ccaccya et al., (2019), menciona que las antocianinas son compuestos bioactivos presentes en el maíz y son responsables de los colores de este recurso nativo, por ello se espera que las variedades de pigmentación más intensa del maíz morado presenten una cantidad elevada de compuestos antociánicos. Uno de los factores que influye en su cuantificación es la eficacia de la extracción, lo cual depende de la naturaleza química de las antocianidinas, si están esterificadas tenderán a disolverse mejor en medio metanólico y si están glicosilada en medio acuoso.

Los niveles de antocianinas de la coronta de maíz morado de las muestras ensayadas varían entre 24,4 mg/g en Abancay (apurímac), 34.1 mg/g en San Marcos (Cajamarca) , y 42,6 mg/g siendo mayor la muestra obtenida en Cañete (Lima).

Guevara (2017), presenta el efecto de tres densidades [40cmx60cm, 30cmx50cm y 20cmx60cm] de siembra en el comportamiento agronómico de tres variedades de maíz morado (*Zea mays* L.) INIA-601, UNC-47 y PMV-581. Para ello se realizaron muestreo de suelo. Las labores culturales comenzaron con la preparación del terreno, siembra, manejo del cultivo y cosecha. El proyecto se localizó en el anexo Quipachacha, distrito de Levanto región Amazonas a 2820 msnm, Estación Experimental UNTRM, INDES- CES. El área de terreno fue de 844.8m² con dimensiones de 13,20 m ancho por 64m de largo. El diseño estadístico fue factorial de 3 bloques (repeticiones) y 09 parcelas demostrativas (tratamientos), con separación de 1,0 m entre parcelas y 1, 5 m entre bloques, además de 1 testigo 60cmx40cm. Para la contratación de la hipótesis ($p < 0.05$) se utilizó el análisis de variancia de los factores y variables de estudio y su respectiva prueba de Tukey en SPSS (Versión 23.0). El mayor porcentaje de germinación de 96.80 se encontró en la variedad de maíz morado UNC - 47 a densidad de siembra de 1.5m². A los 93 días se desarrolló la floración sin diferencia significativa entre tratamientos. La variedad INIA - 601 sobresalió en mayor altura de planta 202.6cm (tratamiento 1) a densidad 60cmx40. Asimismo, 04 plantas/m lineal, 1.43 mazorca/planta a densidad 50cmx30 y mayor peso de semillas 5.497 g. Del mismo modo, la variedad PVM - 581 sobresalió con 145 cm de inserción de mazorca, es decir, a densidad de 60cmx20cm. El mayor número de hileras por mazorca fue 11.83 y longitud de mazorca 20.76cm a densidad de 60cmx40cm. El mayor diámetro de mazorca se encontró en la variedad PVM - 581 (4.93 cm) a densidad de 50cmx30cm. Se encontró un rendimiento promedio de maíz morado de 4808.80 kg/ha en la

variedad INIA – 601 a densidad 60cmx40cm, por consiguiente, menor diámetro de mazorca. Los menores rendimiento se encontraron en PVM – 581 a densidades 2745.50 kg/ha.

Rabanal-Atalaya & Medina-Hoyos, (2022), menciona que el maíz morado contiene como principal metabolito secundario a las antocianinas, pertenecientes al grupo de los flavonoides polifenólicos, responsables de muchas actividades biológicas principalmente de la actividad antioxidante alta. Se busca identificar maíces morados con buena producción de grano y contenido de antocianinas en el olote y brácteas que generen más ingresos a los productores de la región Cajamarca en Perú, usando tres cultivares en cuatro localidades de la región Cajamarca en Perú. Los resultados muestran el mejor ambiente de producción fue Chala, donde se registró la mayor producción de grano fue en los cultivares INIA-601 (4.38 t ha⁻¹) y MM (3.75 t ha⁻¹). Los mismos cultivares tuvieron las más altas concentraciones de antocianinas tanto en el olote y en las brácteas, con valores de 7.9 y 4.53 mg g⁻¹ para INIA-601 y 7.2 y 2.1 mg g⁻¹ para MM respectivamente, sugiriéndolos como variedades potenciales por el alto rendimiento y contenido de antocianinas.

2.2. Bases teóricas – científicas

2.2.1. Rendimiento

Resultado de la producción después de una campaña agrícola utilizando técnicas apropiadas y no apropiadas, se realizará una evaluación de rendimiento, con énfasis a caracteres cuantitativos y cualitativos de producción y productividad.

Estación Experimental Baños del Inca INIA (2004) Menciona que el potencial de rendimiento es de 3 a 6 Tn/ha del maíz morado, parámetro a ser medido en la presente tesis y comprobar el ecotipo más resaltante en el rendimiento del cultivo.

2.2.2. Antocianinas

Las antocianinas son un grupo de pigmentos de color rojo, hidrosolubles, ampliamente distribuidos en el reino vegetal (Ortíz et al., 2011)

Químicamente las antocianinas son glucósidos de las antocianidinas, es decir, están constituidas por una molécula de antocianidina, que es la aglicona, a la que se le une un azúcar por medio de un enlace β -glucosídico. La estructura química básica de estas agliconas es el ión flavilio (Badui, 2006), también llamado 2-fenilbenzopirilio (Wong, 1995), que consta de dos grupos aromáticos: un benzopirilio (A) y un anillo fenólico (B); el flavilio normalmente funciona como un catión (Badui, 2006). Las agliconas libres raramente existen en los alimentos, excepto posiblemente como componentes traza de las reacciones de degradación (Ortíz et al., 2011).

De todas las antocianidinas que actualmente se conocen (aproximadamente 20), las más importantes son la pelargonidina, delphinidina, cianidina, petunidina, peonidina y malvidina, nombres que derivan de la fuente vegetal de donde se aislaron por primera vez; la combinación de éstas con los diferentes azúcares genera aproximadamente 150 antocianinas. Los carbohidratos que comúnmente se encuentran son la glucosa y la ramnosa, seguidos de la galactosa, xilosa y la arabinosa, ocasionalmente, la gentobiosa, la rutinosa y la soforosa. El color de las antocianinas depende de varios factores intrínsecos, como son los sustituyentes químicos que contenga y la posición de los mismos en el grupo flavilio; por ejemplo, si se aumentan los hidroxilos del anillo fenólico se intensifica el color azul, mientras que la introducción de metoxilos provoca la formación del color rojo. (Ortíz et al., 2011)

Las antocianinas están presentes en el maíz morado. Estos compuestos son colorantes naturales que han suscitado interés debido a su carácter no tóxico y porque al ser hidrosolubles, se pueden utilizar como colorantes en productos alimenticios. Además, debido a sus propiedades antioxidantes, se pueden

encontrar numerosas publicaciones que les atribuyen propiedades beneficiosas para la salud, como la prevención de enfermedades cardiovasculares, neuronales, cáncer y diabetes, entre otras (Castañeda Ovando et al., 2009; Moldovan et al., 2012).

Cuevas et al, (2008) en su investigación sobre el análisis y caracterización de antocianinas sostienen que estas derivan del griego *anthos* flor *kyanos* azul, son el grupo más importante de pigmentos solubles al agua visibles para el ojo humano. Las antocianinas forman parte de la familia de los polifenoles y se definen como flavonoides fenólicos. Los colores rosa, rojo, azul, malva y violeta de las flores, frutas y verduras se deben a la presencia de este pigmento.

Las antocianinas se localizan principalmente en la piel de las frutas como manzanas, peras, uvas, zarzamoras, ciruelas, de flores como la Jamaica, rosas y verduras como el maíz morado. La función que cumplen es de atraer a los seres vivos (principalmente insectos y pájaros) para propósitos de polinización y dispersión de semillas. La diferencia entre el color de las frutas, flores y verduras depende de la naturaleza y concentración de antocianina. Existen factores adicionales que afectan el color como el PH de la célula, el efecto de copigmentación determinado por el contenido de flavonoides, temperatura, luz, etc. (Cuevas et al, 2008).

2.2.3. Cultivo de maíz morado

2.2.3.1. Origen y distribución

El maíz morado es una planta oriunda de América, que tiene el epispermo de las semillas (granos) y la tusa (coronta) de color morado, lo que le otorga características especiales a los pigmentos que poseen (entre 1,5% y 6,0%), llamados antocianinas, que pertenecen al grupo de los flavonoides. Debido a su alto contenido de antocianinas (cianin-3-glucosa C3G que es su principal colorante) y compuestos fenólicos,

actúa como un poderoso antioxidante natural y anticancerígeno, teniendo además propiedades funcionales debido a estos compuestos bioactivos. El maíz morado además aporta cantidades importantes de almidón, cerca del 80%; un 10% de azúcares los cuales le confieren un sabor dulce, un 11% de proteínas, 2% de minerales y vitaminas (complejo B y ácido ascórbico) concentrados en el endospermo. Además del valor nutricional, el maíz morado tiene una composición rica en fitoquímicos, que tienen efectos benéficos en nuestro cuerpo, tales como neutralizar los radicales libres y actuar como antimutagénico. (Guillén-Sánchez et al., 2014)

2.2.3.2. Clasificación taxonómica

Reino	: Plantae
División	: Magnoliophyta
Clase	: Liliopsida
Subclase	: Commelinidae
Orden	: Poales
Familia	: Poaceae
Subfamilia	: Panicoideae
Tribu	: Andropogoneae
Género	: Zea
Especie	: Z. mays
Nombre bimonial	: Zea mays L.

2.2.3.3. Morfología

A) Raíz

El sistema radicular es fibroso fasciculado y la mayor área radicular está dentro de los primeros 30 cm. Alcanzando hasta 1 m. ocupando un radio de 0.40 a 1.0 m. un área mayor puede llegar a 1.80 m (Contreras, 2003).

Así mismo se observan tres tipos de raíz, las raíces primarias emitidas por la semilla comprenden la radícula y raíces seminales, raíces principales o secundarias formadas a partir de la corona y las raíces aéreas o adventicias que nacen en último lugar, en los nudos de la base del tallo, por encima de la corona (Manrique, 1997).

B) Tallo

Presenta un tallo herbáceo, en caña esponjoso, jugoso con entrenudos y nudos más cortos en la base y más largos a medida que se alejan, bien diferenciados, está formado por tres partes; epidermis, tejido parenquimático y los haces vasculares que presenta un eje vertical de 2.50 m de longitud (Manrique, 1987; Quevedo, 1980).

El número de nudos es variable, así como también su longitud y va desde un mínimo de 12 a un máximo de 25, comúnmente oscila entre los 15 a 22 nudos. La presencia de esclerénquima en el tallo condiciona a la resistencia. El máximo desarrollo vegetativo de la planta se alcanza cuando la panoja ha emergido completamente y se ha iniciado la antesis, en este estado la planta ha alcanzado su máxima altura de desarrollo con 1,5 a 3,0 m de altura, en un periodo de 50 a 120 días (Gispert, 1987; Manrique, 1988).

C) Hoja

En la parte superior de los nudos nacen las hojas, las cuales están formadas por vainas que cubren completamente el entrenudo y un gran limbo en forma lanceolada con nervaduras paralelas a la nervadura central (Manrique, 1997).

D) Flores

Es una planta monoica de flores unisexuales, que presenta flores masculinas y femeninas bien diferenciadas en la misma planta, el maíz es una planta de polinización abierta (anemófila) propensa al cruzamiento, la gran mayoría de los granos de polen viajan de 100 m a 1000 m (CONABIO, 2011).

- **Inflorescencia masculina:**

La inflorescencia masculina es terminal, se conoce como panícula (o espiga) consta de un eje central o raquis y ramas laterales; a lo largo del eje central se distribuyen los pares de espiguillas de forma polística y en las ramas con arreglo dístico, cada espiguilla está protegida por dos brácteas o glumas, que a su vez contienen en forma apareada las flores estaminadas, en cada florecilla de la panícula hay 3 estambres donde se desarrollan los granos de polen. La coloración de la panícula está en función de la tonalidad de las glumas y anteras, que pueden ser de coloración verde, amarilla, rojiza o morada y poseen una cantidad muy elevada de polen en el orden de 20 a 25 millones de granos de polen (CONABIO, 2011).

- **Inflorescencia femenina:**

Las inflorescencias femeninas (mazorcas) se localizan en las yemas axilares de las hojas, son espigas de forma cilíndrica que consisten de un raquis central u olote donde se insertan las espiguillas por pares, cada

espiguilla con dos flores pistiladas una fértil y otra abortiva, estas flores se arreglan en hileras paralelas, las flores pistiladas tienen un ovario único con un pedicelo unido al raquis, un estilo muy largo con propiedades estigmáticas donde germina el polen. La inflorescencia femenina (mazorca) puede formar alrededor de 400 a 1000 granos arreglados en promedio de 8 a 24 hileras por mazorca; todo esto encerrado en numerosas brácteas o vainas de las hojas, los estilos largos saliendo de la punta del raquis como una masa de hilo sedoso se conocen como pelo de elote; el jilote es el elote tierno (CONABIO, 2011).

E) Frutos

En la mazorca cada grano o semilla es un fruto independiente llamado cariósido que está insertado en el raquis cilíndrico u olote; la cantidad de grano producido por mazorca está limitada por el número de granos por hilera. Como cualquier otro cereal, las estructuras que constituyen el grano del maíz (pericarpio, endospermo y embrión) le confieren propiedades físicas y químicas (color, textura, tamaño, etc.) que han sido importantes en la selección del grano como alimento (CONABIO, 2011).

En una cariósido se distinguen las siguientes partes: corona (parte exterior), opuesta al punto de inserción en el zuro), dos caras (una superior, de cara al ápice de la espiga y otra inferior de cara a la base) y el escudete con el embrión. Seccionando la cariósido se distingue un involucro externo (pericarpio) bajo el que se encuentra el endospermo, rico en

sustancias proteicas en su periferia y formando en su interior por un parénquima amiláceo en parte corneo y traslúcido y en parte blando y harinoso; por último, el embrión, rico en sustancias grasas. El germen representa del 12 al 14 % de la cariósida; el endospermo harinoso cerca del 25 al 30 % y el córneo el 45 al 50 %; el pericarpio del 8 al 12 %. Del producto seco las sustancias grasas oscilan en torno al 3 –5 %; las sustancias nitrogenadas 5 – 8 % y las sustancias amiláceas 65 – 75 %. La proteína del maíz no tiene un valor biológico muy elevado al carecer de los aminoácidos esenciales lisina y triptófano (Gispert, 1987).

2.2.3.4. Aspectos fisiológicos

A) Crecimiento y Desarrollo

El desarrollo está condicionado por una serie de procesos fisiológicos y metabólicos que son en consecuencia el resultado que imprimen tanto los factores climáticos como la regulación endógena a través de los reguladores de crecimiento y el conocimiento que se tenga sobre el funcionamiento y evolución de la planta, así como del buen manejo del cultivo, permitirá un control más preciso de alguno de los factores que afectan el rendimiento final (Medina, 1990; Sánchez, 1993).

B) Emergencia y Germinación

El buen desarrollo de la fase siembra-emergencia es esencial para el establecimiento del cultivo. Este proceso es un sistema biológico complejo, donde interviene la variedad (semilla), sus propiedades germinativas, y factores

ambientales de naturaleza física, química y biológica. La germinación, en sentido estricto, es el conjunto de procesos metabólicos que tienen lugar a partir de la inhibición de la semilla, por aumento de su contenido en agua, y del comienzo de la elongación radicular, que es la primera manifestación morfológica del crecimiento del maíz (Pavon, 2003).

La emergencia es un término agronómico que designa la aparición fuera del suelo del epicotilo, ordinariamente del coleoptilo, debido a la fuerte capacidad de alargamiento del mesocotilo y la subsiguiente aparición de las hojas. La finalización de esta etapa, cuya duración es variable en función, entre otros factores, de la profundidad de siembra, corresponde con el final de la fase heterótrofa. En ella la planta se sustenta de las reservas de la semilla, pasando después a una fase de transición en la que la energía procede tanto de las reservas del endospermo de la semilla como de la fotosíntesis de la joven plántula (Pavon, 2003).

La temperatura óptima para la germinación se estima en 18 °C y temperaturas menores a 12.8 °C la retardan, estando entre 9 a 10 °C el mínimo requerido, cuando la temperatura baja de 20 a 15 °C en la costa y sierra la emergencia del coleoptilo se da entre 10 a 15 días, pero a temperaturas altas aceleran la germinación así a los 35 °C la germinación se da en 4 días. La saturación de humedad no favorece la germinación y así se presenten bajas temperaturas de 6 a 12 °C son atacados por bacterias y hongos. La falta de humedad del suelo 10 % no permite la germinación (Medina

,1992).

Con posterioridad la planta inicia su fase autótrofa en la que sus necesidades energéticas son satisfechas totalmente por la fotosíntesis, siendo suficiente la implantación del sistema radicular para asegurar la alimentación hídrica y mineral de las plantas. Esta última fase se inicia normalmente con la aparición de la tercera hoja, siendo la temperatura óptima de 20 °C. Los factores ambientales que actúan principalmente en esta fase son: temperatura, suministro de agua y oxígeno.

La velocidad de germinación y del crecimiento de las plántulas es función directa de las temperaturas, existiendo entre 10 y 30 °C una respuesta lineal del crecimiento, lo cual hace posible cuantificar esta fase según las sumas de temperaturas (Medina 1992).

El frío, en las siembras tempranas, dificulta y retrasa el establecimiento del cultivo, provocando la aparición escalonada de plantas. La plántula de maíz es extremadamente sensible a la limitación hídrica, principalmente hasta el estado de 1-2 hojas. El déficit hídrico ejerce una acción perjudicial sobre los órganos en crecimiento activo, restringiendo la superficie foliar y acelerando la senescencia. El exceso de agua es perjudicial a la supervivencia de las plántulas, pues las raíces precisan del consumo de oxígeno del que se ven privadas con el encharcamiento. La iluminación contribuye al cambio a la vía autótrofa de joven planta, aunque su eficacia está ligada a la temperatura. También la localización del abono

demasiado próximo a la semilla produce un efecto osmótico y perjudica la germinación, al igual que la localización de abonos amoniacales cuando una fuerte liberación de amoníaco tiene lugar bajo los efectos de condiciones climáticas favorables (Medina 1992).

El agua es el principal factor ya que provoca la hinchazón del grano y se libera ácido giberélico que se traslada al endospermo actuando sobre la capa de aleurona, que es de proteínas y de enzimas (amilasa y maltasa) estas liberan azúcares que van a producir energía y origina el desarrollo embrionario, el embrión empieza a liberar citoquinina que juntamente con la energía y los aminoácidos van a empezar la división de células y se inicia la germinación (Medina 1992).

C) Desarrollo del sistema foliar y radicular

Al sembrarse el maíz en el campo, la raíz primaria y las seminales son rápidamente suplantadas por otras que forman el sistema pedicular permanente. Estando también probablemente activas las raíces iniciales en todo el periodo vegetativo de la planta, cada una da lugar a un anillo de raíces que forman el sistema radicular subterráneo (Barrenechea, 2002).

Después de la emergencia de la primera hoja, que es redondeada, aparecen la segunda y tercera. Estas últimas se despliegan con rapidez, llegando al estado de 3-4 hojas, que marca una pausa en el desarrollo de la parte aérea. El ritmo de aparición de las hojas es lineal con una temperatura que va de los 15 a los 30 °C. Al principio es determinante la

temperatura del suelo debido a la influencia en el ápice vegetativo; luego, a partir de la sexta hoja, influye la temperatura del aire. Hay diferencias genotípicas en la aparición de hojas ya que es un carácter altamente heredable (Pavon, 2003).

El crecimiento radicular es muy pequeño durante el periodo vegetativo, invadiendo primero las capas superiores y luego en profundidad durante la formación del tallo y la floración. Después de la floración hay un incremento de raíces de anclaje, pero el desarrollo radicular es muy pequeño. El máximo desarrollo del sistema radicular se produce al comienzo del desarrollo del grano. El crecimiento de las raíces está influido por la temperatura, siendo mínimo a los 10 °C y máximo a los 30 °C. La temperatura también influye en el número de raíces adventicias, aumentándolo, pero son de menor diámetro. El crecimiento de las raíces está mucho menos afectado que el de las hojas por una alimentación hídrica reducida, y la relación raíces/parte aérea aumenta en condiciones de estrés. Hay una gran capacidad de adaptación del sistema radicular a las variaciones espaciales de las condiciones hídricas del suelo. Por otro lado, la falta de oxígeno, mal drenaje etc., perturba el desarrollo radicular (Pavon, 2003).

El sistema radicular seminal, alimenta a la planta hasta el estado de 5 a 6 hojas en complementariedad con las reservas de la semilla después pierden progresivamente su funcionalidad reemplazando las raíces permanentes las que aparecen con un ritmo relacionado con el desarrollo de

las hojas (Barrenechea, 2002).

D) Desarrollo del sistema foliar:

Existen una serie de correlaciones entre el número de hojas, la precocidad de la variedad y también con la altura máxima de la planta (las variedades más tardías son más altas). La formación de hojas se detiene con la diferenciación de la panícula (aproximadamente con la aparición de la lígula) aunque puede aumentar algo. Las diferencias entre el día y la noche son favorables para la formación de hojas y también influye en el número de hojas el estrés hídrico y la mayor densidad de plantas (esto disminuye el número de hojas). La longitud de las hojas depende de la temperatura, de manera que cuando la temperatura del suelo es alta la longitudes reducida, aunque puede tener mayor anchura. En la longitud también influyen la posición en la planta, la nutrición mineral (nitrogenada), etc. Paralelamente al desarrollo foliar se desarrolla la yema terminal. Esta fase termina cuando son visibles de 6 a 10 hojas y la planta de maíz tiene una altura de 20 a 40 cm. Al final de la fase de formación de los órganos vegetativos, la yema terminal está situada anivel de la superficie del suelo y a partir de aquí se desarrolla el tallo, que alcanza gran altura en los días que preceden a la floración (Pavon, 2003).

E) Floración y fecundación:

La floración masculina y femenina están ampliamente influenciados por la temperatura y la humedad, varia con la época y localidad de siembra, una misma variedad

alcanzará la floración en un tiempo también variable; durante este periodo la demanda de agua del maíz es elevada siendo muy importante su balance en condiciones de baja pluviométrica. El estrés hídrico durante este periodo puede causar pérdidas del rendimiento importantes (Medina, 1992).

En la etapa de iniciación de la panoja y de la espiga, unos o dos días antes de comenzar la liberación de polen los entrenudos superiores se alargan rápidamente empujando la panoja fuera de la masa foliar, la cual se ve una semana a diez días antes de la aparición de los estilos. Las tres últimas semanas antes de la liberación del polen son las más expuestas ante cualquier falta de algún nutrimento, agua, etc. Ya que tanto la panoja como la mazorca difícilmente se recuperan. La liberación del polen dura entre 5-8 días teniendo su máxima producción el tercer día, los primeros estilos salen de las brácteas envolventes 2-3 días después de iniciada la liberación del polen, primero los de la base y al último los del ápice; el maíz presenta una polinización cruzada de aproximadamente 97% (Medina, 1992).

F) Formación del grano:

De la fecundación tiene lugar un periodo de letargo (aproximadamente dos semanas) antes del incremento lineal de la materia seca del grano, tiempo en el cual la mazorca alcanza rápidamente su desarrollo definitivo para luego producirse el desarrollo de los granos en tres etapas muy inmediatas:

- Estado lechoso grano con tamaño y forma definitiva de

color amarillo pálido.

- Estado pastoso permanece el color amarillo pálido y se aplasta fácilmente, humedad 50 – 60 %, el contenido de materia seca de la planta es de 25 % con hojas verdes.
- Estado ceroso, aparente a la cera pasando de un estado pastoso duro a vítreo donde ya no se ralla con la uña aumenta el porcentaje de materia seca de la planta y las hojas inferiores se comienzan a secar (Alonso, 1983).

G) Madurez del grano

La maduración del grano de maíz puede dividirse en la etapa vegetativa y la del desarrollo de la mazorca. La etapa vegetativa puede a su vez descomponerse en tres períodos: (1) de la siembra a la emergencia, (2) de la emergencia al espigamiento, y (3) del espigamiento a la floración femenina. Encontraron que el intervalo de la emergencia al espigamiento es una fase importante para determinar el momento de la madurez. Este periodo se hace más corto con temperaturas calientes y humedad adecuada. El intervalo de la floración femenina a la madurez es bastante constante. Por lo tanto, la estación de madurez podría predecirse en base a la fecha de la floración femenina. Si se conoce la fecha promedio de la floración femenina para un campo, al añadir 50 días se obtendrá la fecha aproximada de madurez (Shaw & Thom, 1951).

2.2.3.5. Metabolismo del maíz (fotosíntesis)

El maíz pertenece al grupo de los cultivos C-4 referido al mecanismo para asimilar el CO₂ (en la fotosíntesis) pasando por dos ciclos (Hatch-Slack y Calvin), lo cual hace que estas plantas sean mucho más eficientes y necesiten menos CO₂, la desventaja que representan estos cultivos es su susceptibilidad a las bajas temperaturas; su elevado potencial de rendimiento está asociado con altos niveles de fotosíntesis alcanzando una tasa fotosintética máxima de 20-40 mg e CO₂/cm²/h. (Ascencio, 2000).

2.2.3.6. Ciclo vegetativo del maíz

El periodo vegetativo de siembra a cosecha de híbridos comerciales de maíz para la costa es de 133 a 190 días (Parsons, 1988).

Manrique, (1987); indica que a los 15 días la plántula comienza a independizarse, tomando sus nutrientes del suelo mediante su propio sistema radicular (inicialmente se nutrió de las sustancias almacenadas en el endospermo).

Señalando que un cultivo de maíz desde su instalación en el campo hasta su madurez fisiológica (al estado de grano semi pastoso), pasa por cinco períodos:

- Periodo de siembra a germinación
- Periodo de germinación a aporque
- Periodo de aporque a floración
- Periodo de floración a fecundación
- Periodo de fecundación a madurez fisiológica Sánchez, (1993), divide al ciclo vegetativo en cinco fases:
- Crecimiento vegetativo temprano de siembra a diferenciación floral.

Comprendiendo germinación, plántula y crecimiento de las primeras

hojas, así como el total de óvulos sobre la futura mazorca.

- Crecimiento vegetativo rápido desde una altura de planta de 50 cm. hasta floración. Aumenta el área foliar de 5 a 10 veces, el peso del tallo aumenta de 50 a 100 veces alcanzando las plantas, tallos y hojas; su peso, altura y longitud máxima respectivamente.
- Polinización y floración.
- Producción de grano desde fecundación a máximo peso seco.
- Maduración o secado del tallo

A) Longitud del día:

El maíz es una de las plantas que mayor cantidad de luz solar aprovecha en el proceso de formación de almidón por lo que señala que su periodo vegetativo coincide con los días más luminosos y que el crecimiento y desarrollo del maíz depende no sólo de la intensidad de la luz que es un factor determinante en el desarrollo del proceso de la fotosíntesis, sino también del tiempo que se encuentra bajo la acción del sol durante el día, el fotoperiodo crítico no es bien definido, por eso, esta planta florece temprano con días cortos y tardíamente con días largos; de acuerdo con las experiencias, el maíz crece y mejor con días relativamente largos de 11 horas de luz (Alonso, 1983; Berlijn, 1990).

B) Temperatura:

El maíz para alcanzar su maduración debe acumular cierta cantidad de unidades de calor (grados de temperatura por día) según los híbridos, es por ello que requiere de una larga estación y clima cálido no siendo posible su cultivo donde la media de temperaturas del pleno verano es inferior a 19 °C o el periodo de temperatura nocturna durante los meses de verano es muy inferior a 13 °C alcanzando la

mayor producción a temperaturas comprendida entre 21 y 27 °C (López, 1991; Jugenheimer, 1988; Aldrich, 1974).

La formación de los fotosintatos en las hojas es el resultado de una reacción química, la cual puede ser acelerada o retardada con la temperatura, originando una mayor o menor formación de la biomasa y materia seca total al final del ciclo vital de la planta (Manrique, 1988).

C) Humedad:

La humedad del suelo, juega un papel importante en el primer periodo de germinación, activando el proceso metabólico del embrión de la semilla, iniciando la multiplicación celular en los puntos de crecimiento (epicótilo e hipocótilo) (Manrique, 1988)

De igual manera, el exceso de agua (100% de saturación) no favorece la germinación por la falta de oxígeno y la falta de humedad (10% de saturación) no permite la germinación; y que durante el segundo periodo, en estado de plántula, requiere poca humedad y clima seco para que el sistema radicular alcance su máximo desarrollo y penetre profundamente en el suelo; pero al llegar el periodo de floración – fecundación la planta debe de disponer de agua y humedad para una buena polinización, un buen número de granos por espiga, un buen desarrollo de granos, por lo que expresan asegurar una buena translocación de fotoasimilados y alto rendimiento de fitomasa en la mazorca (Manrique, 1987; López, 1991)

D) Vientos:

A causa del viento plantas jóvenes (10 – 12 cm de altura); extremos y bordes de las hojas se vuelven blancos y después de color oscuro, por las partículas de arena o tierra arrastradas provocando abrasión

en las hojas. Pero los mayores daños causados por los vientos fuertes es el vuelco de plantas de temprana y de media estación (Aldrich, 1974).

2.2.3.7. Requerimientos de suelo

El suelo ideal para el cultivo del maíz es de textura intermedia, de franco a franco limoso; pero que sin embargo, el maíz se cultiva en un amplia gama de suelos especialmente en condiciones de regadío. (Jugen heimer, 1988).

El maíz crece bien en suelos con no más de 60 cm de profundidad y que estos deben ser bien drenados y aireados, al ser este uno de los cultivos menos tolerantes a la bajadifusión del aire en el suelo. De igual modo manifiesta que el maíz se cultiva en suelos con amplia variación de propiedades químicas, que el pH puede estar comprendido entre 5.5 y 7.5, con moderada salinidad y con conductividad eléctrica del extracto de saturación en la gama de 1 a 4 mmhos/cm. (Berlijn, 1990)

La profundidad de siembra depende principalmente de la humedad del suelo y de la necesidad de anclaje de la planta (Parsons, 1988).

- En suelos húmedos y fríos, se siembra a una profundidad de 5 cm o menos.
- En suelos secos, arcillosos se siembra a una profundidad de hasta 7 cm
- En suelos de estructura ligera arenosa se puede sembrar a una profundidad de hasta 10 cm para que la semilla quede en contacto con la humedad y para obtener un adecuado anclaje de la planta.
- Según la profundidad de la siembra los mesocótilo son de diferentes longitudes al sembrar a una profundidad excesiva, se provoca una

prolongación innecesaria del mesocótilo, que a su vez puede causar el agotamiento de las reservas de la semilla.

2.2.3.8. Necesidades hídricas

Los requerimientos hídricos van de 450 a 600 mm de agua durante su ciclo de crecimiento en condiciones de clima templado y estima que el cultivo necesita 250 – 300 kg de agua para producir un kilogramo de materia seca. Además, señala que el rendimiento del maíz es poco afectado por el déficit hídrico en tanto que el ápice vegetativo no está a más de 20 cm por encima del suelo (cuando la planta tiene menos de 8 – 10 hojas) pero si se ve afectado durante el periodo transcurrido desde 20 – 30 días antes de la floración femenina a 10 – 15 días después, produciéndose pérdidas en el rendimiento del grano hasta un 60 %; este es el periodo de mayor sensibilidad al déficit hídrico y de mayor respuesta a la aplicación del riego, estimando que el 45 % de las necesidades de agua totales se produce durante este mes (López, 1991).

2.2.3.9. Necesidades de nutrientes

Como todos los cereales, tienen sus mayores necesidades nutritivas durante la floración y la formación del grano, en un periodo de cinco semanas aproximadamente, que va desde una semana antes de la aparición de la inflorescencia masculina a cuatro semanas después de aquellas. A lo largo de este periodo crítico el maíz absorbe $\frac{2}{3}$ de P_2O_5 y $\frac{3}{4}$ del N que necesita en total, la absorción del potasio es más regular, ya que se reparte durante todo el periodo vegetativo (Gros, 1992).

A) Fertilización nitrogenada:

El maíz absorbe casi todo el nitrógeno en forma de nitrato (NO_3^-) pero el nitrato solo puede almacenarse en el suelo en pequeñas cantidades a causa de la lixiviación y la desnitrificación, además los

nitratos constituyen solo una pequeña parte de los fertilizantes nitrogenados, por lo tanto la mayor parte de lo utilizado por el maíz debe llevarse a la forma de nitrato durante el periodo de crecimiento por algún procedimiento dentro del suelo (Aldrich y Leng, 1974).

El nitrógeno es el principal elemento mineral y el de mayor influencia en el rendimiento y que en las primeras fases de crecimiento vegetativo las cantidades de nitrógeno extraídas por las plantas son pequeñas y que posteriormente se da una absorción muy rápida, durante la formación del tallo y el llenado del grano. Señala también que la mayor parte de nitrógeno lo absorbe en forma de nitrato (NO_3^-) y que debe estar asimilable en el periodo de sus necesidades máximas, por lo cual el momento de aplicación es un factor crítico y aconseja, de forma general, realizar la aportación fraccionada durante el cultivo, para mejorar su eficiencia evitando pérdidas por lixiviación o desnitrificación; donde el tipo de fraccionamiento depende de varios factores como: tipo de suelo, sistema de riego, etc (López, 1991).

B) Fertilización fosfo-potásica:

La fertilización fosfo-potásica es importante para la nutrición del maíz y depende del contenido de estos nutrientes en el suelo y que la mayor cantidad de fósforo que la planta de maíz necesita es absorbida por las raíces en forma de compuestos químicos H_2PO_4^- y HPO_4^- y en pequeñas cantidades en forma orgánica, es decir en la forma que queda después de la muerte de los organismos vivos, por lo cual se debe aplicar en la línea al fondo del surco en forma localizada al momento de la siembra o colocando a un costado de cada "mata" después de la emergencia, ya que no está sometido

a pérdidas por lixiviaciones, favoreciendo el crecimiento precoz y un mayor desarrollo del sistema radicular. El potasio es utilizado por la planta de maíz en grandes cantidades esencialmente para su crecimiento vigoroso, se encuentra en todos los suelos de cultivo, excepto los arenosos, sin embargo, sólo un 1 a 2% es asimilable en la forma de ion (K^+). La plántula joven no necesita mucho potasio, pero el ritmo de absorción asciende hasta un máximo durante las 3 semanas anteriores a la emergencia de las panojas y decrece dos semanas anteriores a la madurez, por lo cual se debe aplicar en la línea al fondo del surco, o fraccionada ya que no se pierde por lixiviación como el nitrógeno, ni se fija en el mismo grado que el fósforo en compuestos no asimilables o de asimilación lenta; además investigaciones realizadas demuestran que baja cantidad de potasio junto con una alta cantidad de nitrógeno aumenta la frecuencia de tizón de la hoja, podredumbre del tallo y vuelco de la planta (Aldrich, 1974 y López, 1991)

C) Fertilización foliar:

Los estados carenciales, tanto de macroelementos como de microelementos son bastante frecuentes en el maíz y manifiestan mucho de ellos una sintomatología típica en la planta que normalmente se manifiesta en la fase temprana del crecimiento, desde la emergencia hasta el estado de 5 o 6 hojas y que muchas de estas desaparecen en las fases posteriores del crecimiento y otras pueden ser eliminadas con la aplicación al suelo o a la planta del elemento correspondiente (Jugenheimer, 1988).

2.2.3.10. Ecotipos

Un ecotipo es un grupo de plantas de genotipo similar que ocupan un nicho ecológico específico. En las ciencias forestales, el ecotipo es a veces usado sinónimamente con "raza" pero usualmente consiste de una población discreta menor. Frecuentemente, los ecotipos no son distinguibles a través de características morfológicas y solo pueden ser separados a través de diferencias fisiológicas, las cuales están usualmente relacionadas con las capacidades de sobrevivencias. El concepto de "ecotipo" fue sugerido por Turesson (1922) quien lo definió como una "respuesta genotípica de una especie a un hábitat particular (Zamudio Arancibia, 2012).

Se conoce un gran número de ecotipos de maíz morado que se diferencian por la forma y tamaño de las mazorcas. Por el número de hileras que varían de 8 a 12; por el tamaño y forma y color del pericarpio de los granos y por sus características morfológicas. Especialmente, en el maíz morado hay mucha variación en el color de grano (especialmente en la sierra). El color negro en la raza kulli y sus razas derivadas está asociada a otros colores cuya base genética es necesario conocer para dirigir la selección y controlar la pureza genética en los semilleros (Fopex, 1985).

2.2.4. Ecotipos en estudio

2.2.4.1. Morado Caraz

Es derivado del morado canteño conjuntamente con colecciones a fines, fue introducido al callejón de Huaylas por el Dr. Cerrate y R. Sevilla del proyecto de Mejoramiento del Maíz de Sierra de la UNALM en 1965.

Los trabajos de adaptación se efectuaron en campos de la estación experimental de Mitapampa y Malpaso y la semilla se identificó y multiplicó e Caraz, dominándosele Morado Caraz.

2.2.4.2. INIA 601

Se originó en 1990 en la Subestación Experimental de Cajabamba. La población “Negro” se formó con 256 progenies, 108 de la variedad morado caraz y 148 progenies de la variedad local negro de Parubampa.

El mejoramiento se realizó mediante selección recurrente de medios hermanos incidiendo fundamentalmente en el color morado intenso de tuza y grano, precocidad prolificidad mayor a 1,5 rendimiento, buen tipo de planta y sanidad de mazorca.

En total se realizaron 6 ciclos de selección con una ganancia promedio de 0.20 Tm/Ha/Ciclo

2.2.4.3. INIA 615 “Negro Canaan”

Desarrollada por el INIA en la Estación Experimental Canaán, Ayacucho a partir de 36 selecciones de cultivares locales de la raza Kcully colectadas en 1990 en las provincias de Huanta (22), Huamanga (8) y San Miguel (6) del departamento de Ayacucho

2.2.4.4. Negra Tomasa

Desarrollado por el INIA en Huanuco a partir de selecciones masales se caracteriza por su buen contenido de antocianinas, precocidad y buen rendimiento, ecotipo elegido como parte del experimento.

2.3. Definición de términos básicos

Ecotipos

Forma específica que adopta una especie viva que habita en un medio determinado. Subespecie de una especie adaptada genéticamente a un hábitat pero que puede cruzarse con otros miembros de la especie no pertenecientes a esa subespecie.

Antocianinas

Las antocianinas poseen diferentes funciones en la planta como son la atracción de polinizadores para la posterior dispersión de semillas y la protección de la planta contra los efectos de la radiación ultravioleta y contra la contaminación viral y microbiana.

Evaluación

Análisis de material genético del cultivo en estudio

Rendimiento

Producto que se desea conseguir bajo ciertos parámetros cuantitativos y/o cualitativos.

Variable dependiente

Una variable dependiente es aquella cuyos valores dependen de los que tomen otra variable.

Variable independiente

Una variable independiente es una variable que representa una cantidad que se modifica en un experimento

Indicadores

Estos elementos son los indicadores, aquellos que representan un indicio, señal o medida que permite estudiar o cuantificar una variable o sus dimensiones.

Matriz de consistencia

Una Matriz de Consistencia (MC): Es un cuadro horizontal, conformado por columnas y filas, que consiste en presentar y resumir en forma adecuada, panorámica y sucinta los elementos básicos del proyecto de investigación, para comprender y evaluar la coherencia y conexión lógica entre el problema, los objetivos, las hipótesis, indicadores etc.

Operacionalización de variables

La definición operacional de un concepto consiste en definir las operaciones que permiten medir ese concepto o los indicadores observables por medio de los cuales se manifiesta ese concepto, "La operacionalización de variables consiste en determinar el método a través del cual las variables serán medidas o analizadas.

Análisis de varianza

El Análisis de la Varianza (ANOVA) es una técnica estadística que se utiliza para comparar la media de tres o más grupos y determinar si existen diferencias significativas entre ellas.

2.4. Formulación de hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

Existe diferencias significativas en el rendimiento y el contenido de antocianinas de 05 ecotipos de maíz morado (*Zea mays* L.) en condiciones del distrito de Paucartambo–Pasco 2022

2.4.2. Hipótesis específicas

Los 05 ecotipos del maíz morado (*Zea mays* L.) presenta diferencias significativas en el rendimiento en condiciones distrito de Paucartambo–Pasco 2022

Hay diferencias significativas en el contenido de antocianina de 05 ecotipos del maíz morado (*Zea mays* L.) en condiciones distrito de Paucartambo–Pasco 2022

2.5. Identificación de Variables

Variable independiente

Ecotipos de maíz morado

Variable dependiente

Rendimiento y contenido de antocianinas

2.6. Definición operacional de variables e indicadores

Tabla 1 Matriz de operacionalización de variables

Variables	Definición conceptual	Sub variables	Tratamientos	Indicadores
V.I. Ecotipos	Un ecotipo es un grupo de plantas de genotipo similar que ocupan un nicho ecológico específico		T1= Negra Tomasa T2= Morado Caraz T3=Ecotipo local T4= INIA 601 T5 =INIA 615 Negro Canaanol	
V.D. Rendimiento	Resultado de la producción después de una campaña agrícola utilizando técnicas apropiadas para la evaluación de caracteres cuantitativos y cualitativos de la producción y productividad	Rendimiento N° mazorcas Longitud de mazorcas Diámetro de mazorcas Peso de mazorcas		Tm/ha N° cm cm gr
Contenido de antocianinas	Las antocianinas son un grupo de pigmentos de color rojo hidrosolubles ampliamente distribuidos en el reino vegetal (Fennema 1993)	Antocianinas		mg/g

Fuente Elaboración propia

CAPITULO III

METODOLOGIA Y TECNICAS DE INVESTIGACION

3.1. Tipo de Investigación

El tipo de investigación es explicativa

3.2. Nivel de investigación

Explicativo

3.3. Métodos de investigación

Experimental

3.4. Diseño de investigación

El diseño de investigación fue un diseño de bloques completos al azar

DBCA

3.5.1. Modelo estadístico lineal

$$Y_{ijk} = U + T_i + B_j + E_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = Valor o rendimiento del i-ésimo ecotipo, j-ésimo bloque.

U = Efecto de la media general

T_i = Efecto del i-ésimo ecotipo

B_j = Efecto del j-ésimo bloque

E_{ij} = Efecto del error experimental del i-ésimo ecotipo, j-ésimo bloque.

$i = 1, 2, \dots, t(\text{tratamientos})$

$j = 1, 2, \dots, b(\text{bloques})$

3.5.2. Análisis de varianza

Tabla 2 Cuadro de análisis de varianza del DBCA

Fuentes de variación	G.L	S.C	C.M.	F _c	F Tabulada		Significación
					0.01	0.05	
Bloques	(b-1)	SC (BL)	SC (BL)/G.L. (BL)	CM(BL)/CM E. EXP			
Ecotipos	(t-1)	SC (TTOS)	SC (TTOS)/G.L. (TTOS)	CM(TTOS)/CM E. EXP			
Error Experimental	t(b-1)	SC (E. EXP)	SC (E. EXP)/ G.L. E. EXP				
Total	tb-1	SC (TOTAL)					

Fuente: Elaboración propia

3.5.3. Prueba estadística

Se utilizó la prueba Duncan (para efectos principales):

$$ALS(D) = AES(D)0.05 * SD$$

$$\text{Dónde: } SD = \sqrt{CME/b}$$

3.5. Población y muestra

La población constituyo de 800 plantas distribuidos en 20 unidades experimentales y en cada unidad experimental fue de 40 plantas distribuidos en 4 surcos de 10 plantas cada surco.

La muestra resultante de la prueba Z para poblaciones finitas fue de 260 plantas evaluadas y en cada unidad experimental se evaluó 13 plantas

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

A través de los experimentos son una técnica de recolección de datos en el cual se manipuló intencionalmente las variables independientes en este caso los ecotipos se analizó las consecuencias que la manipulación tiene sobre la variable dependiente, rendimiento y contenido de antocianina. El experimento fue una manera directa, precisa y confiable y valiosa de recolectar datos por lo que se diseñó el experimento.

El instrumento de recolección de datos fue adoptado mediante formatos de evaluación durante la ejecución del experimento de acuerdo al diseño experimental.

3.7. Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación

Hay varias formas de evaluar la validez del análisis factorial, incluida la validez de contenido, la validez de criterio y la validez de constructo. La validez de contenido se refiere al grado en que los factores identificados en el análisis representan el dominio de contenido de las variables utilizadas en el análisis. La validez de criterio se refiere al grado en que los resultados del análisis factorial son consistentes con algún criterio o estándar externo. La validez de constructo se refiere al grado en que los resultados del análisis factorial son consistentes con el constructo teórico que el análisis pretende medir.

Los instrumentos se elaboraron con base a estudio previo (formatos de campo), el cual está debidamente citado, se calibraron adecuadamente las confiabilidades de los instrumentos como la balanza, regla y vernier, fueron calibradas en consecuencia, el coeficiente de variabilidad C.V. se utilizó para evaluar la confiabilidad expresado en porcentaje. Según Calzada (2003) son aceptables para este tipo de trabajo valores menores a cuarenta por ciento.

3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Las técnicas de procesamiento de datos son a través del programa Excel y el software de INFOSTAT, mediante la presentación del análisis de varianza, así como la prueba de comparación de medias Duncan.

3.9. Tratamiento estadístico

El trabajo se efectuó con 05 tratamientos (ecotipos élite) distribuidos en 4 bloques:

Tabla 3 Tratamiento en estudio

Numero	Clave	Descripción de los tratamientos	Cantidad
01	T1	Negra Tomasa	200 plantas
02	T2	Morado Caraz	200 plantas
03	T3	Variedad Local	200 plantas
04	T4	INIA 601	200 plantas
05	T5	INIA 615 Negro Canaan	200 plantas

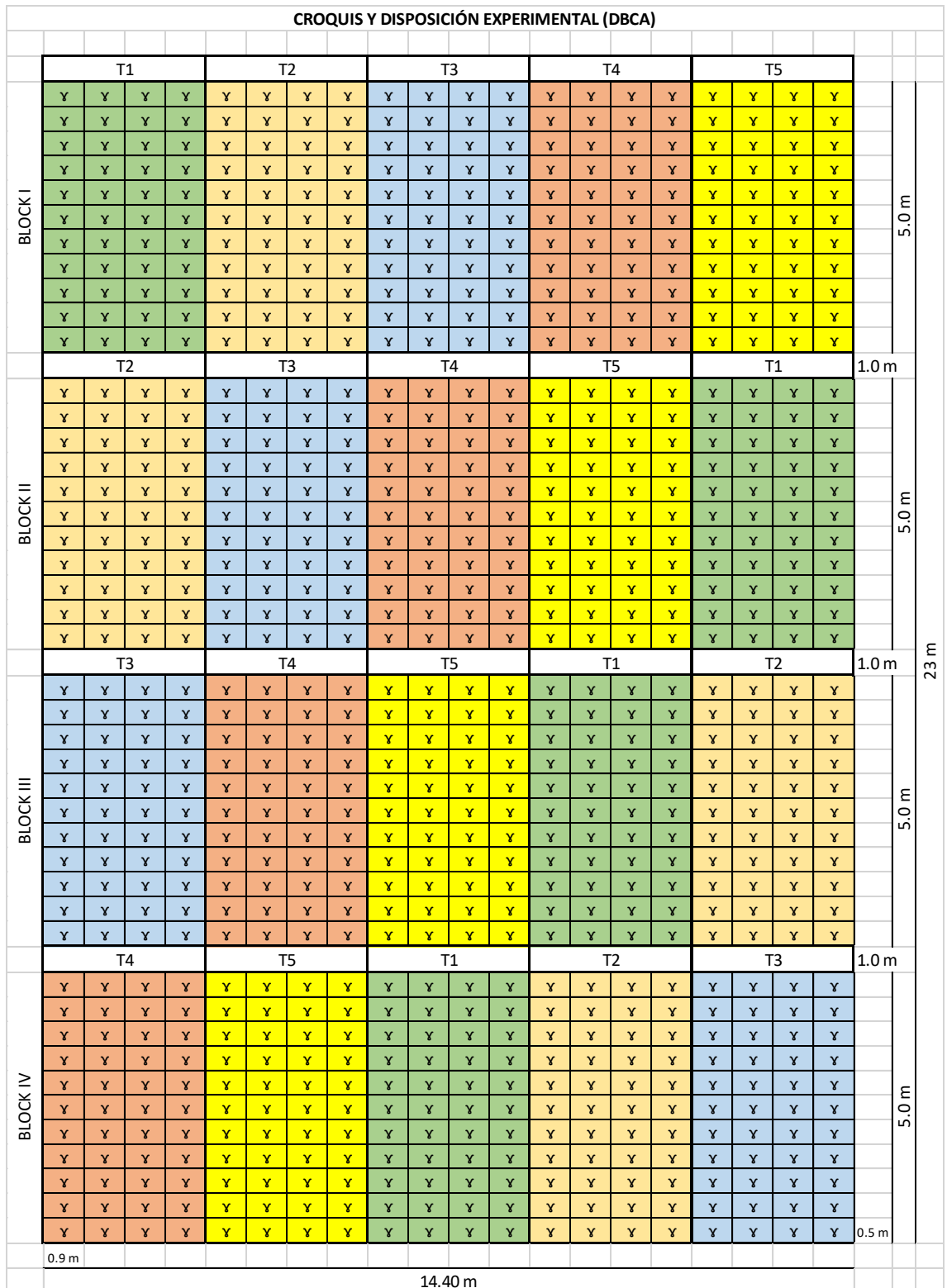
Fuente: Elaboración propia

3.9.1. Croquis experimental

A) Características del experimento

- Área útil de parcelas : 288 m²
- Área de Calles : 43.2 m²
- Área total del experimento : 331.2 m²
- Ancho de Calles : 1.0 m
- Área cada parcela : 18 m²
- Ancho de surco : 0.9 m
- Distancia entre plantas : 0.5 m
- Población de plantas : 800
- Plantas por unidad experimental : 40

Figura 1 Disposición experimental



B) Detalles de la parcela

Figura 2 Detalles de la unidad experimental

Detalle de unidad experimental						
						1.0 m
1	γ	γ	γ	γ	0.5 m	5.0 m
2	γ	γ	γ	γ		
3	γ	γ	γ	γ		
4	γ	γ	γ	γ		
5	γ	γ	γ	γ		
6	γ	γ	γ	γ		
7	γ	γ	γ	γ		
8	γ	γ	γ	γ		
9	γ	γ	γ	γ		
10	γ	γ	γ	γ		
	0.9 m					
	3.6 m				0.9 m	

3.10. Orientación ética, filosófica y epistémica

Este trabajo se realizó de acuerdo al estatuto de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión en donde se establece el cumplimiento de código de ética. Autoría Judith Luz Zelmira CAMPOS TINEO es el autor de la presente tesis.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción del trabajo de campo

El trabajo de campo se realizó en el distrito de Paucartambo – Pasco en San Francisco, ubicado a 2950 m.s.m.s. a una distancia 96 km de Cerro de Pasco. Se trabajó con cinco ecotipos de maíz morado, el área experimental fue de largo 23.0 m y de ancho 14.40 m el área total 331.2 m² conformado por 800 plantas, la muestra fue representada por 13 plantas, distribuidos en 4 bloques, con 5 tratamientos cada uno.

4.1.1. Instalación del experimento

Se procedió al acondicionamiento del terreno, marcación y diseño de acuerdo al croquis presentado utilizando el sistema 3, 4, 5 para cuadrar el terreno, ubicación de las unidades experimentales, así como la delimitación de calles, ubicación del gigantograma de identificación del proyecto.

Se efectuó la siembra, con distanciamientos establecidos y con la codificación respectiva y la identificación de las unidades experimentales para la ejecución de los tratamientos, así como también de la evaluación.

4.1.2. Labores en el experimento

Como todo cultivo necesita de labores agronómicas se efectuó los aporques, fertilización, control de malezas, control de plagas, y cosecha; labores indispensables para el mantenimiento del cultivo

4.1.3. Evaluaciones periódicas

Se estableció un plan de recolección de datos de acuerdo a los parámetros considerados en el proyecto considerando las etapas fenológicas del cultivo y en particular de la asignación de los tratamientos motivo de la investigación

4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados

Los resultados de la presente tesis se detallarán en el análisis de varianza de cada parámetro, y las interpretaciones mediante la prueba estadística utilizada comparando los resultados de cada tratamiento con mayor énfasis el rendimiento y el contenido de antocianinas.

4.2.1. Número de mazorcas por parcela

Tabla 4 Análisis de varianza del número de mazorcas/parcela

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F Cal.	F Tab. 0.05	F Tab. 0.01	Significación
Ecotipos	4	431.80	107.95	8.74	3.26	5.41	*
Bloques	3	100.55	33.52	2.71	3.49	5.95	n.s.
Error Experimental	12	148.20	12.35				
Total	19	680.55					

C.V. = 23.20 %

Ecotipos

La prueba estadística es: $F_c=8.74$, el valor de tabla para un nivel de significación del 5% $F(0.95,4,12)=3.26$ y del 1% $F(0.95,4,12)=5.41$. Dado que la prueba estadística resulta mayor que el valor de tabla “se rechaza H_0 ” y se concluye que existe suficiente evidencia estadística para aceptar que con al

menos uno de los ecotipos se obtiene un efecto diferente en el número de mazorcas por parcela.

Bloques

La prueba estadística es: $F_c=2.71$, el valor de tabla para un nivel de significación del 5% $F(0.95,3,12)=3.49$ y del 1% $F(0.95,3,12)=5.95$. Dado que la prueba estadística resulta menor que el valor de tabla “se acepta H_0 ” y se concluye que no existe suficiente evidencia estadística para aceptar que con al menos uno de los bloques se obtiene un efecto diferente en el número de mazorcas por parcela.

4.2.2. Peso de mazorcas por parcela

Tabla 5 Análisis de varianza del peso de mazorca por parcela (Gr)

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F Cal.	F Tab	F Tab	Significación
					0.05	0.01	
Ecotipos	4	41405.6	10351.4	13.4	3.2	5.4	*
		1	0	8	6	1	
Bloques	3	2164.23	721.41	0.94	3.4	5.9	n.s.
					9	5	
Error Experimental	12	9214.68	767.89				
Total	19	52784.5					
		2					

C.V. = 26.72 %

Ecotipos

La prueba estadística es: $F_c=13.48$, el valor de tabla para un nivel de significación del 5% $F(0.95,4,12)=3.26$ y del 1% $F(0.95,4,12)=5.41$. Dado que la prueba estadística resulta mayor que el valor de tabla “se rechaza H_0 ” y se concluye que existe suficiente evidencia estadística para aceptar que con al menos uno de los ecotipos se obtiene un efecto diferente en el peso de mazorcas por parcela.

Bloques

La prueba estadística es: $F_c=0.94$, el valor de tabla para un nivel de significación del 5% $F(0.95,3,12)=3.49$ y del 1% $F(0.95,3,12)=5.95$. Dado que la prueba estadística resulta menor que el valor de tabla “se acepta H_0 ” y se concluye que no existe suficiente evidencia estadística para aceptar que con al menos uno de los bloques se obtiene un efecto diferente en el peso de mazorcas por parcela

4.2.3. Longitud de mazorcas (cm)

Tabla 6 Análisis de varianza de la longitud de mazorca (cm)

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F Cal.	F Tab. 0.05	F Tab. 0.01	Significación
Ecotipos	4	23.13	5.78	3.23	3.26	5.41	*
Bloques	3	2.76	0.92	0.51	3.49	5.95	n.s.
Error Experimental	12	21.51	1.79				
Total	19	47.40					

C.V. = 10.62 %

Ecotipos

La prueba estadística es: $F_c=3.23$, el valor de tabla para un nivel de significación del 5% $F(0.95,4,12)=3.26$ y del 1% $F(0.95,4,12)=5.41$. Dado que la prueba estadística resulta menor que el valor de tabla “se acepta H_0 ” y se concluye que no existe suficiente evidencia estadística para aceptar que con al menos uno de los ecotipos se obtiene un efecto diferente en la longitud de mazorca (cm).

Bloques

La prueba estadística es: $F_c=0.51$, el valor de tabla para un nivel de significación del 5% $F(0.95,3,12)=3.49$ y del 1% $F(0.95,3,12)=5.95$. Dado que la prueba estadística resulta menor que el valor de tabla “se acepta H_0 ” y se concluye que no existe suficiente evidencia estadística para aceptar que con al

menos uno de los bloques se obtiene un efecto diferente en la longitud de mazorca (cm)

4.2.4. Diámetro de mazorcas (cm).

Tabla 7 Análisis de varianza del diámetro de mazorcas (cm)

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F Cal.	F Tab 0.05	F Tab 0.01	Significación
Ecotipos	4	47.00	11.75	14.95	3.26	5.41	*
Bloques	3	2.60	0.87	1.10	3.49	5.95	n.s.
Error Experimental	12	9.43	0.79				
Total	19	59.03					

C.V. = 6.18 %

Ecotipos

La prueba estadística es: $F_c=14.95$, el valor de tabla para un nivel de significación del 5% $F(0.95,4,12)=3.26$ y del 1% $F(0.95,4,12)=5.41$. Dado que la prueba estadística resulta mayor que el valor de tabla “se rechaza H_0 ” y se concluye que existe suficiente evidencia estadística para aceptar que con al menos uno de los ecotipos se obtiene un efecto diferente en el diámetro de mazorcas (cm).

Bloques

La prueba estadística es: $F_c=1.10$, el valor de tabla para un nivel de significación del 5% $F(0.95,3,12)=3.49$ y del 1% $F(0.95,3,12)=5.95$. Dado que la prueba estadística resulta menor que el valor de tabla “se acepta H_0 ” y se concluye que no existe suficiente evidencia estadística para aceptar que con al menos uno de los bloques se obtiene un efecto diferente en el diámetro de mazorcas (cm)

4.2.5. Rendimiento por parcela (gr).

Tabla 8 Análisis de varianza del rendimiento por parcela (gr)

F.V.	G. L.	S.C.	C.M.	F Cal	F Ta b. 0.0 5	F Ta b. 0.0 1	Significaci ón
Ecotipos	4	7671466.3 0	1917866. 58	5.7 5	3.2 6	5.4 1	*
Bloques	3	950181.40	316727.1 3	0.9 5	3.4 9	5.9 5	n.s.
Error Experime ntal	12	3999312.1 0	33276.01				
Total	19	12620959. 80					

C.V. = 47.59 %

Ecotipos

La prueba estadística es: $F_c=5.75$, el valor de tabla para un nivel de significación del 5% $F(0.95,4,12)=3.26$ y del 1% $F(0.95,4,12)=5.41$. Dado que la prueba estadística resulta mayor que el valor de tabla “se rechaza H_0 ” y se concluye que existe suficiente evidencia estadística para aceptar que con al menos uno de los ecotipos se obtiene un efecto diferente en el rendimiento por parcela (gr).

Bloques

La prueba estadística es: $F_c=0.95$, el valor de tabla para un nivel de significación del 5% $F(0.95,3,12)=3.49$ y del 1% $F(0.95,3,12)=5.95$. Dado que la prueba estadística resulta menor que el valor de tabla “se acepta H_0 ” y se concluye que no existe suficiente evidencia estadística para aceptar que con al menos uno de los bloques se obtiene un efecto diferente en el rendimiento por parcela (gr).

Rendimiento TM/Ha

Tabla 9 Análisis de varianza del rendimiento TM/Ha

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F Cal.	F Tab. 0.05	F Tab. 0.01	Significación
Ecotipos	4	2.37	0.59	5.75	3.26	5.41	*
Bloques	3	0.29	0.10	0.95	3.49	5.95	n.s.
Error Experimental	12	1.23	0.10				
Total	19	3.90					

C.V. = 47.59 %

Ecotipos

La prueba estadística es: $F_c=5.75$, el valor de tabla para un nivel de significación del 5% $F(0.95,4,12)=3.26$ y del 1% $F(0.95,4,12)=5.41$. Dado que la prueba estadística resulta mayor que el valor de tabla “se rechaza H_0 ” y se concluye que existe suficiente evidencia estadística para aceptar que con al menos uno de los ecotipos se obtiene un efecto diferente en el rendimiento TM/Ha.

Bloques

La prueba estadística es: $F_c=0.95$, el valor de tabla para un nivel de significación del 5% $F(0.95,3,12)=3.49$ y del 1% $F(0.95,3,12)=5.95$. Dado que la prueba estadística resulta menor que el valor de tabla “se acepta H_0 ” y se concluye que no existe suficiente evidencia estadística para aceptar que con al menos uno de los bloques se obtiene un efecto diferente en el TM/Ha.

4.2.6. Contenido de antocianinas

Tabla 10 Análisis físico químico del contenido de antocianinas totales de 05 ecotipos de maíz morado (*Zea mays L*)

Ecotipos	Antocianinas totales (mg/100gr)	Cantidad analizada (gr)
Negra tomasa (T1)	262.5	528.4
Morado Caraz (T2)	288.6	440.5
Ecotipo local (T3)	301.6	513.2
INIA 601 (T4)	298.4	568.4
INIA 615 (Negro Canaan) (T5)	280.5	280.5

Fuente: Laboratorio UNALM

En la tabla 10 se puede observar que el ecotipo local y/o testigo al cual se le asignó el tratamiento 3 tiene 301.6 mg/100 gr del contenido de antocianinas totales seguido del ecotipo INIA 601 al cual se le asignó el tratamiento 4 tiene 298.4 mg/100gr de antocianinas totales y por último el ecotipo negra tomasa al cual se le asignó el tratamiento 1 tiene en contenido de antocianinas totales de 262.5 mg/100 gr, la respuesta a este parámetro está influenciado por carácter genético y la interacción genotipo x medio ambiente dato muy interesante para estudios posteriores

4.2.7. Altura de planta(cm)

Tabla 11 Análisis de varianza de la altura de planta (cm)

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F Cal.	F Tab. 0.05	F Tab. 0.01	Significación
Ecotipos	4	1.76	0.44	8.13	3.26	5.41	*
Bloques	3	0.17	0.06	1.03	3.49	5.95	n.s.
Error Experimental	12	0.65	0.05				
Total	19	2.58					

C.V. = 10.11 %

Ecotipos

La prueba estadística es: $F_c=8.13$, el valor de tabla para un nivel de significación del 5% $F(0.95,4,12)=3.26$ y del 1% $F(0.95,4,12)=5.41$. Dado que la prueba estadística resulta mayor que el valor de tabla “se rechaza H_0 ” y se concluye que existe suficiente evidencia estadística para aceptar que con al menos uno de los ecotipos se obtiene un efecto diferente en la altura de planta (cm)

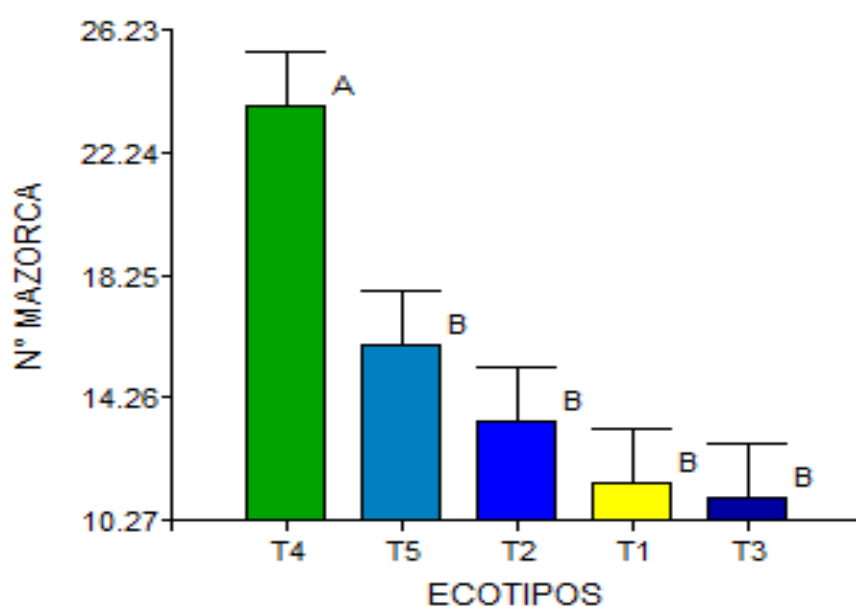
Bloques

La prueba estadística es: $F_c=1.03$, el valor de tabla para un nivel de significación del 5% $F(0.95,3,12)=3.49$ y del 1% $F(0.95,3,12)=5.95$. Dado que la prueba estadística resulta menor que el valor de tabla “se acepta H_0 ” y se concluye que no existe suficiente evidencia estadística para aceptar que con al menos uno de los bloques se obtiene un efecto diferente en la altura de planta (cm).

4.3. Prueba de hipótesis

4.3.1. Numero de mazorcas por parcela

Figura 3 Orden de mérito y significación del número de mazorcas por parcela



En la figura 3 el tratamiento 4 (INIA 601) tiene el número de mazorcas en promedio de 24 y el tratamiento 3 (Ecotipo local) alcanzó un número de mazorcas de 11.

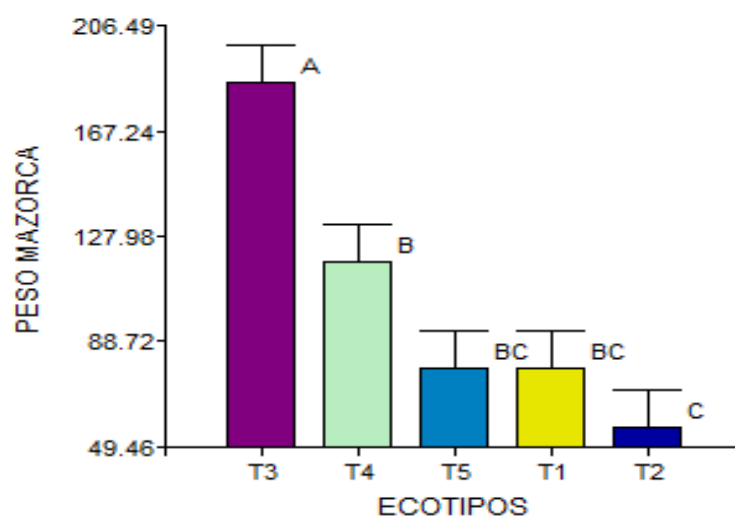
Figura 4 Prueba Duncan ALS (D) (0.05) del número de mazorcas por parcela

Ecotipos	Medias	n	ALS (D)	Significación
T4	23.75	4	1.76	A
T5	16.00	4	1.76	B
T2	13.50	4	1.76	B
T1	11.50	4	1.76	B
T3	11.00	4	1.76	B

Error: 12.35 Gl: 12

4.3.2. Peso de mazorcas por parcela (Gr)

Figura 5 Orden de mérito y significación del peso de mazorca por parcela (gr)



En la figura 5 el tratamiento 3 (Ecotipo local) tiene un peso promedio por parcela de 185.50 gr y el tratamiento 2 (Morado Caraz) tiene un peso promedio por parce de 56.60 gr

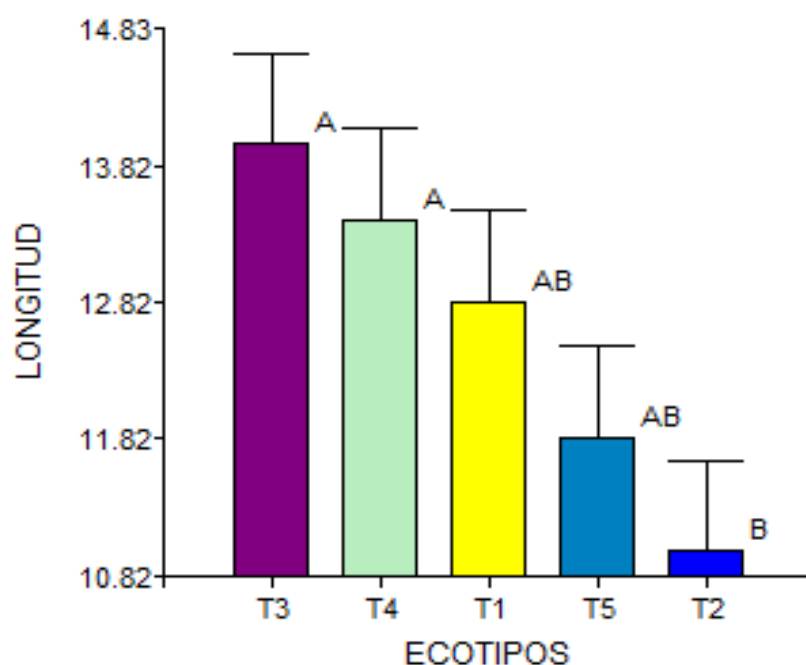
Figura 6 Prueba Duncan ALS(D) (0.05) del peso de mazorca por parcela (Gr)

Ecotipos	Medias	n	ALS (D)	Significación
T3	185.50	4	13.86	A
T4	118.50	4	13.86	B
T5	79.15	4	13.86	B C
T1	78.80	4	13.86	B C
T2	56.60	4	13.86	C

Error: 767.89 Gl: 12

4.3.3. Longitud de mazorca (cm)

Figura 7 Orden de mérito y significación de la longitud de mazorca (cm)



En la figura 7 el tratamiento 3 (Ecotipo local) tiene una longitud promedio de mazorca de 13.98 cm y el de menor longitud fue el tratamiento 2 (Morado Caraz) con 11 cm

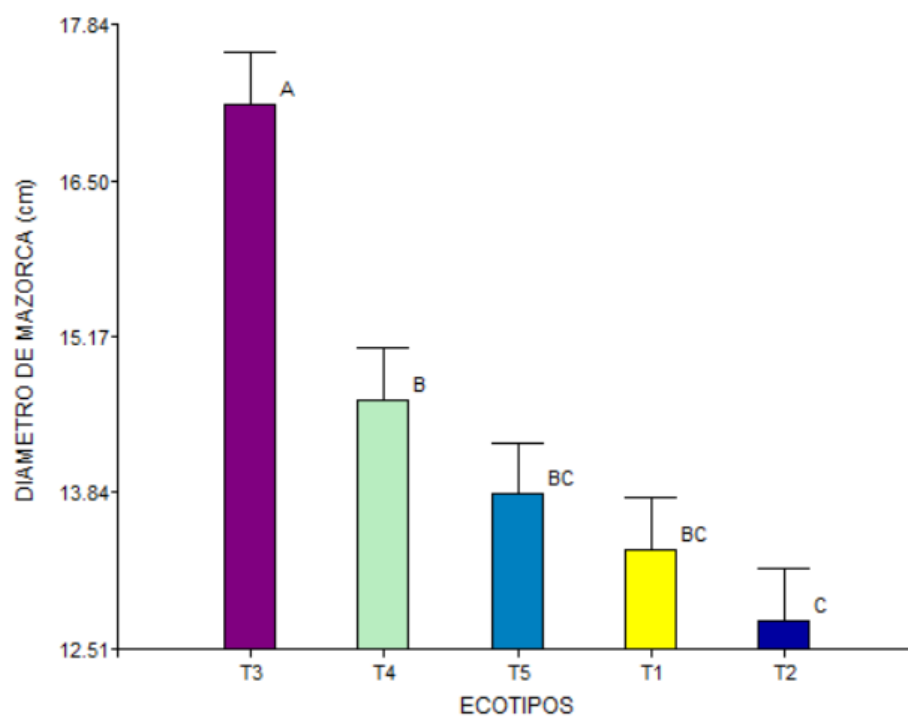
Figura 8 Prueba Duncan ALS(D) (0.05) de la longitud de mazorca (cm).

Ecotipos	Medias	n	ALS (D)	Significación
T3	13.98	4	0.67	A
T4	13.43	4	0.67	A
T1	12.83	4	0.67	A B
T5	11.83	4	0.67	A B
T2	11.00	4	0.67	B

Error: 1.7923 Gl: 12

4.3.4. Diámetro de mazorca (cm)

Figura 9 Orden de mérito y significación del diámetro de mazorca (cm)



En la figura 9 El tratamiento 3 (Ecotipo local) obtuvo un diámetro de mazorca en promedio de 17.15 cm seguido del tratamiento 4 (INIA 601) con un diámetro promedio de 14.63 cm y en último lugar fue el tratamiento 2 (Morado Caraz) con un diámetro promedio de 12.75 cm.

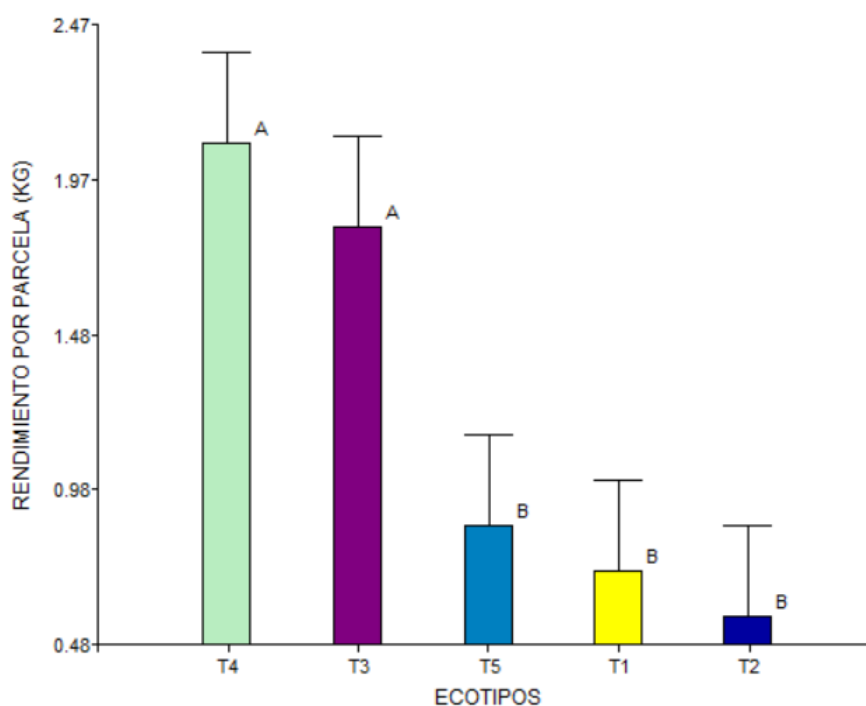
Figura 10 Prueba Duncan ALS (D) (0.05) del diámetro de mazorca (cm)

Ecotipos	Medias	n	ALS (D)	Significación
T3	17.15	4	0.44	A
T4	14.63	4	0.44	B
T5	13.83	4	0.44	B C
T1	13.35	4	0.44	B C
T2	12.75	4	0.44	C

Error: 0.7857 Gl: 12

4.3.4. Rendimiento por parcela (Kg)

Figura 11 Orden de mérito y significación del rendimiento por parcela (kg)



En la figura 11 el tratamiento 4 (INIA 601) obtuvo un rendimiento promedio de 2.09 kg/parcela, seguido del tratamiento 3 (ecotipo local con 1.82 kg/parcela, también se puede observar que el tratamiento 2 (Morado Caraz) obtuvo un rendimiento promedio de 0.52 kg/parcela.

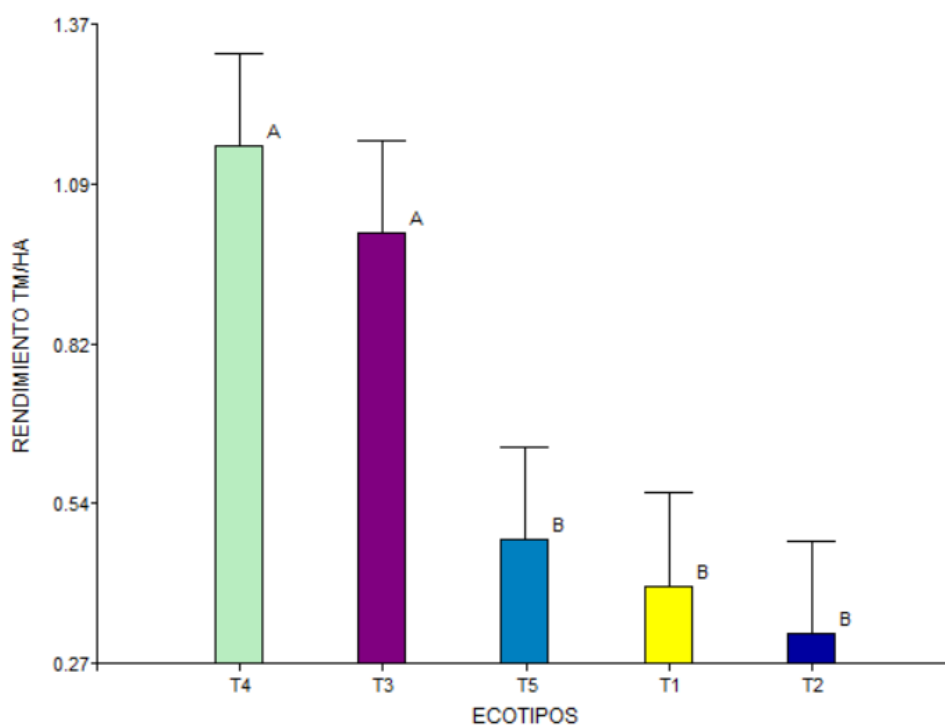
Figura 12 Prueba Duncan ALS(D) (0.05) del rendimiento por parcela (Kg)

Ecotipos	Medias	n	ALS (D)	Significación
T4	2.09	4	0.29	A
T3	1.82	4	0.29	A
T5	0.86	4	0.29	B
T1	0.72	4	0.29	B
T2	0.57	4	0.29	B

Error: 0.3345 Gl: 12

4.3.5. Rendimiento TM/Ha

Figura 13 Orden de mérito y significación del rendimiento TM/Ha



En la figura 13 el tratamiento 4 (INIA 601) obtuvo un rendimiento promedio de 1.16 TM/Ha, seguido del tratamiento 3 (ecotipo local) con 1.01 TM/Ha, también se puede observar que el tratamiento 2 (Morado Caraz) obtuvo un rendimiento promedio de 0.57 TM/Ha.

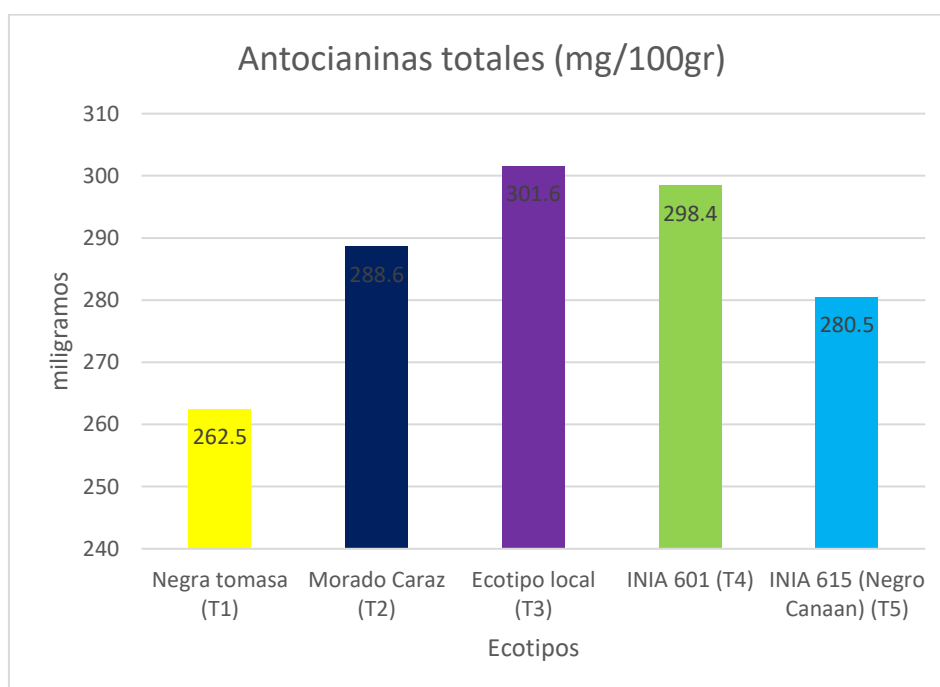
Figura 14 Prueba Duncan ALS(D) (0.05) del rendimiento TM/Ha

Ecotipos	Medias	n	ALS (D)	Significación
T4	1.16	4	0.16	A
T3	1.01	4	0.16	A
T5	0.48	4	0.16	B
T1	0.40	4	0.16	B
T2	0.32	4	0.16	B

Error: 0.1030 GI: 12

4.3.6. Contenido de antocianinas.

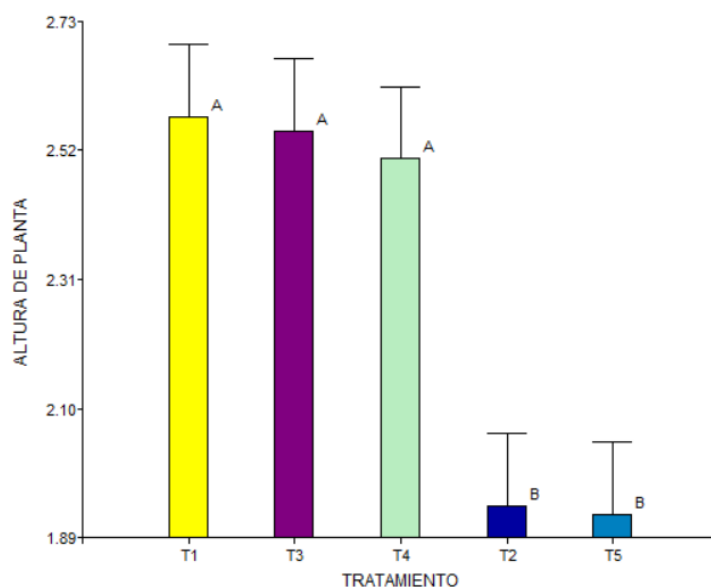
Figura 15 Orden de mérito y significación del contenido de antocianinas totales mg/100gr



En la figura 15 se puede observar que el ecotipo local obtuvo 301.6 mg/100 gr, a diferencia del ecotipo INIA 601 con 298.4 mg/100 gr, el ecotipo negra tomasa obtuvo 262.5 mg /100 gr, en condiciones del distrito de Paucartambo, datos que entrarán en discusión en vista que el ecotipo local obtuvo dicha respuesta a diferencia de los demás ecotipos élités introducidos.

4.3.7. Altura de planta (m)

Figura 16 Orden de merito y significación de la altura de planta (m)



En la figura 16 el tratamiento 1 (Ecotipo Negra Tomasa) obtuvo una altura promedio de planta de 2.57 m, seguido del tratamiento 3 (ecotipo local) con 2.55 m, también se puede observar que el tratamiento 5 (INIA 615 Negro Canaan) obtuvo una altura promedio de 1.93 m.

Figura 17 Prueba Duncan ALS(D) (0.05) de la altura de planta (m)

Ecotipos	Medias	n	ALS (D)	Significación
T1	2.57	4	0.12	A
T3	2.55	4	0.12	A
T4	2.51	4	0.12	A
T2	1.95	4	0.12	B
T5	1.93	4	0.12	B

Error: 0.0541 Gl: 12

4.4. Discusión de resultados

Medina-Hoyos et al.(2020), menciona que el maíz morado (*Zea mays* L.) originado de la raza Kculli, es propio de los valles interandinos y se cultiva hasta 3000 m.s.n.m, la mayor concentración de antocianinas en corontas (6,12) y brácteas (3,18 mg/100 g de cianidina-3-glucósido) se obtiene

sembrando la variedad **INIA 601**; con esta alternativa tecnológica el agricultor podría establecer un agronegocio rentable ya que podría obtener ingresos cuatro veces mayores que vendiendo solo grano de otros tipos de maíz.

En cuanto al contenido de antocianinas en la presente tesis resalta el ecotipo local obtuvo 301.6 mg/100 gr, a diferencia del ecotipo **INIA 601** con 298.4 mg/100 gr, el ecotipo negra tomasa obtuvo 262.5 mg /100 gr, en condiciones del distrito de Paucartambo, datos que entrarán en discusión en vista que el ecotipo local obtuvo dicha respuesta a diferencia de los demás ecotipos élites introducidos.

En cuanto al rendimiento, el tratamiento 4 (**INIA 601**) obtuvo un rendimiento promedio de 1.16 TM/Ha, seguido del tratamiento 3 (ecotipo local) con 1.01 TM/Ha, también se puede observar que el tratamiento 2 (Morado Caraz) obtuvo un rendimiento promedio de 0.32 TM/Ha. Medina-Hoyos et al.(2020) describe que los resultados del ecotipo **INIA 601** muestran que la mayor producción de grano (2,77 t ha⁻¹).

Si hacemos la diferencia entre el contenido de antocianinas se resalta en la presente tesis que existe un ecotipo local del distrito de Paucartambo que supera en el contenido de antocianinas superior a los demás ecotipos élite introducidos en esta zona.

En cuanto al rendimiento es inferior registrados a nivel nacional, esto se debe a condiciones de adaptación u otros aspectos para seguir investigando en la mejora de la producción y productividad del cultivo.

CONCLUSIONES

Se determinó el rendimiento y el contenido de antocianinas de 05 ecotipos de maíz morado (*Zea mays L.*) en condiciones del distrito de Paucartambo–Pasco 2022, objetivos fundamentales en la presentación de los resultados de la presente tesis.

Se determinó el rendimiento de 05 ecotipos del maíz morado (*Zea mays L.*) en condiciones distrito de Paucartambo–Pasco, el tratamiento 4 (INIA 601) obtuvo un rendimiento promedio de 1.16 TM/Ha, seguido del tratamiento 3 (ecotipo local) con 1.01 TM/Ha, también el tratamiento 2 (Morado Caraz) obtuvo un rendimiento promedio de 0.32 TM/Ha.

Se analizó el el contenido de antocianina de 05 ecotipos del maíz morado (*Zea mays L.*) en condiciones distrito de Paucartambo–Pasco, el ecotipo local obtuvo 301.6 mg/100 gr, a diferencia del ecotipo INIA 601 con 298.4 mg/100 gr, el ecotipo negra tomasa obtuvo 262.5 mg /100 gr.

RECOMENDACIONES

En cuanto a rendimiento TM/ha se ha podido observar que el ecotipo INIA 601 en condiciones de Paucartambo tiene un buen rendimiento, el Ecotipo local ha superado a los demás ecotipos en cuanto al contenido de antocianinas, es muy importante resaltar estos dos ecotipos tanto en el rendimiento así como en el contenido de antocianinas el cual va permitir una alternativa de cultivo en la zona y recomendarlos su uso, además estos resultados pueden variar en vista que el maíz tiene problemas de adaptación ya que los ecotipos introducidos fueron experimentados en esta primera campaña.

La información del presente trabajo de investigación formará parte de futuras investigaciones por lo que se recomienda hacer investigaciones de los ecotipos introducidos y su comportamiento en otros pisos ecológicos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ccaccya Ccaccya, A. M., Soberón Lozano, M., & Arnao Salas, I. (2019). Estudio comparativo del contenido de compuestos bioactivos y cianidina-3-glucósido del maíz morado (*Zea mays* L.) de tres regiones del Perú. *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 85(2), 206-215.
2. Guevara, M. P. (2017). Densidad de siembra y comportamiento agronómico de tres variedades de maíz morado (*Zea mayz* L.). *Revista ECIPerú*, 14(1), 21-21.
3. Guillén-Sánchez, J., Mori-Arismendi, S., & Paucar-Menacho, L. M. (2014). Características y propiedades funcionales del maíz morado (*Zea mays* L.) var. Subnigroviolaceo. *Scientia Agropecuaria*, 5(4), 211-217.
4. Gutierrez, A. G., Acevedo, J. A., Ballarte, L. N., Teixeira, B. J., Llajaruna, H. P., Aquise, I. S., Espinoza, E. T., & Jacobo, F. Q. (2009). Antocianinas, fenoles totales y actividad antioxidante de las corontas del maíz morado (*Zea mays* L.): Método de extracción. *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas*, 8(6), 509-518.
5. Medina-Hoyos, A., Narro-León, L. A., & Chávez-Cabrera, 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.
6. Ortiz, M. A., Vargas, M. del C. R., Madinaveitia, R. G. C., & Velázquez, J. A. M. (2011). Propiedades funcionales de las antocianinas. *Biotechnia*, 13(2), 16-22.
7. Pinedo Taco, R. E. (2015). *Niveles de fertilización en dos variedades de maíz morado (Zea mays L.) en la localidad de Canaán-Ayacucho*.
8. Rabanal-Atalaya, M., & Medina-Hoyos, A. (2021). Análisis de antocianinas en el maíz morado (*Zea mays* L.) del Perú y sus propiedades antioxidantes. *Terra Latinoamericana*, 39.

9. Rabanal-Atalaya, M., & Medina-Hoyos, A. (2022). Cultivares de maíz morado de alto rendimiento y contenido de antocianinas en la región Cajamarca, Perú. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 13(3), 381-392.
10. Varillas, R., & Florencio, V. (2012). *Manejo agronómico del maíz morado en los valles interandinos del Perú*.

ANEXOS

Instrumentos de recolección de datos

Proyecto: "Rendimiento y Contenido de Antocianinas de Cinco Ecotipos de Maiz Morado (<i>Zea mays L</i>) en Condiciones del Distrito de Paucartambo-Pasco 2022"							
Parámetro: _____				Fecha: _____			
	N° Pl.	T1V1	T1V2	T2V1	T2V2	T3V1	T3V2
REPETICIÓN 1	1						
	2						
	3						
	4						
	5						
	6						
	7						
	8						
	9						
	10						
	11						
	12						
		TOTAL					
	PROM.						
REPETICIÓN 2	1						
	2						
	3						
	4						
	5						
	6						
	7						
	8						
	9						
	10						
	11						
	12						
		TOTAL					
	PROM.						
REPETICIÓN 3	1						
	2						
	3						
	4						
	5						
	6						
	7						
	8						
	9						
	10						
	11						
	12						
		TOTAL					
	PROM.						

FICHA DE EVALUACIÓN Y/O CONFIABILIDAD DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS INFORMATIVOS

Apellidos y nombres del informante	Grado académico	Cargo o institución donde labora	Nombre del instrumento de evaluación	Autor (a) del instrumento
BECERRA POZO, Dante Alex	Maestro	UNDAC	Áreas con riesgo crítico Calidad de suelos	Judith Luz Zelmira CAMPOS TINEO
Título de tesis: "Rendimiento y Contenido de Antocianinas de Cinco Ecotipos de Maiz Morado (<i>Zea mays L</i>) en Condiciones del Distrito de Paucartambo-Pasco 2022"				

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente 0 – 20 %	Regular 21 – 40 %	Buena 41 – 60 %	Muy buena 61 – 80 %	Excelente 81 - 100 %
1. CLARIDAD	Está formulado con lenguaje apropiado					X
2. OBJETIVIDAD	Está expresado en conductas observables.					X
3. ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología.					X
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.					X
5. SUFICIENCIA	Comprende a los aspectos de cantidad y calidad.					X
6. INTENCIONALIDAD	Está adecuado para valorar aspectos del sistema de evaluación y desarrollo de capacidades.					X

7. CONSISTENCIA	Basado en aspectos teórico científicos de la tecnología educativa.					X
8. COHERENCIA	Entre los índices, indicadores y las dimensiones.					X
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito de la investigación.					X
10. OPORTUNIDAD	El instrumento ha sido aplicado en el momento oportuno y más adecuado.					X
III. OPINIÓN DE APLICACIÓN: Se trata de un instrumento adecuado a la realización del experimento para ser aplicado en la investigación por los puntajes alcanzados al ser evaluado en estricta relación con las variables y sus dimensiones.						
IV. PROMEDIO DE VALIDACIÓN: 90%						
Cerro de Pasco, 30 enero de 2024	04074262				9308601 68	
Lugar y fecha	N° DNI	Firma del experto			N° celular	

INFORME DE ENSAYOS: CONTENIDO DE ANTOCIANINAS



LA MOLINA CALIDAD TOTAL LABORATORIOS UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

Instituto de Certificación, Inspección y Ensayos



INFORME DE ENSAYOS

N° 002945 - 2023

SOLICITANTE : CAMPOS TINEO JUDITH LUZ ZELMIRA
DIRECCIÓN LEGAL : AV.SIMON BOLIVAR S/N PAUCARTAMBO PASCO
PRODUCTO : MAÍZ MORADO - INIA 615 - NEGR CANAAN
NÚMERO DE MUESTRAS : Uno
IDENTIFICACIÓN/MTRA. : T5
CANTIDAD RECIBIDA : 447,7 g (+envase) de muestra proporcionada por el solicitante.
MARCA(S) : S.M.
FORMA DE PRESENTACIÓN : Envasado, la muestra ingresa en empaque sellado, a temperatura ambiente.
SOLICITUD DE SERVICIO : S/S N°EN-002253 -2023
REFERENCIA : ACEPTACION TELEFONICA
FECHA DE RECEPCIÓN : 25/07/2023
ENSAYOS SOLICITADOS : FÍSICO/QUÍMICO
PERÍODO DE CUSTODIA : No aplica

RESULTADOS :

ENSAYOS FÍSICOS/QUÍMICOS :

ALCANCE : N.A.

ENSAYO	RESULTADO
1.- Antocianinas Totales (mg / 100 g de muestra original)	280,5

MÉTODOS UTILIZADOS EN EL LABORATORIO :

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

FECHA DE EJECUCION DE ENSAYOS: Del 25/07/2023 Al 01/08/2023.

ADVERTENCIA :

- 1.- El muestreo, las condiciones de muestreo, tratamiento y transporte de la muestra hasta su ingreso a La Molina Calidad Total - Laboratorios son de responsabilidad del Solicitante.
- 2.- Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente Informe sin la autorización de La Molina Calidad Total - Laboratorios.
- 3.- Válido sólo para la cantidad recibida. No es un Certificado de Conformidad ni Certificado del Sistema de Calidad de quien lo produce.

La Molina, 1 de Agosto de 2023



LA MOLINA CALIDAD TOTAL LABORATORIOS - UNALM

Lourdes Margarita Barco Saldaña
Biol. Lourdes Margarita Barco Saldaña
Directora Técnica (e)
CBP - N° 01232



**LA MOLINA CALIDAD TOTAL LABORATORIOS
UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**

Instituto de Certificación, Inspección y Ensayos



INFORME DE ENSAYOS

N° 002941 - 2023

SOLICITANTE : CAMPOS TINEO JUDITH LUZ ZELMIRA
DIRECCIÓN LEGAL : AV.SIMON BOLIVAR S/N PAUCARTAMBO PASCO
: RUC: 10721158786 Teléfono: 960051215
PRODUCTO : MAÍZ MORADO - NEGRA TOMASA
NÚMERO DE MUESTRAS : Uno
IDENTIFICACIÓN/MTRA. : T1
CANTIDAD RECIBIDA : 528,4 g (+envase) de muestra proporcionada por el solicitante.
MARCA(S) : S.M.
FORMA DE PRESENTACIÓN : Envasado, la muestra ingresa en empaque sellado, a temperatura ambiente.
SOLICITUD DE SERVICIO : S/S N°EN-002249 -2023
REFERENCIA : ACEPTACION TELEFONICA
FECHA DE RECEPCIÓN : 25/07/2023
ENSAYOS SOLICITADOS : FÍSICO/QUÍMICO
PERÍODO DE CUSTODIA : No aplica

RESULTADOS :

ENSAYOS FÍSICOS/QUÍMICOS :

ALCANCE : N.A.

ENSAYO	RESULTADO
1.- Antocianinas Totales (mg / 100 g de muestra original)	262,5

MÉTODOS UTILIZADOS EN EL LABORATORIO :

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

FECHA DE EJECUCION DE ENSAYOS: Del 25/07/2023 Al 01/08/2023.

ADVERTENCIA :

- 1.- El muestreo, las condiciones de muestreo, tratamiento y transporte de la muestra hasta su ingreso a La Molina Calidad Total - Laboratorios son de responsabilidad del Solicitante.
- 2.- Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente Informe sin la autorización de La Molina Calidad Total - Laboratorios.
- 3.- Válido sólo para la cantidad recibida. No es un Certificado de Conformidad ni Certificado del Sistema de Calidad de quien lo produce.

La Molina, 1 de Agosto de 2023



LA MOLINA CALIDAD TOTAL LABORATORIOS - UNALM

Lourdes Margarita Barco Saldaña
Biol. Lourdes Margarita Barco Saldaña
Directora Técnica (e)
CBP - N° 01232



LA MOLINA CALIDAD TOTAL LABORATORIOS
UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

Instituto de Certificación, Inspección y Ensayos



INFORME DE ENSAYOS

N° 002944 - 2023

SOLICITANTE : CAMPOS TINEO JUDITH LUZ ZELMIRA
DIRECCIÓN LEGAL : AV.SIMON BOLIVAR S/N PAUCARTAMBO PASCO
: RUC: 10721158786 Teléfono: 960051215
PRODUCTO : MAÍZ MORADO - INIA 601
NÚMERO DE MUESTRAS : Uno
IDENTIFICACIÓN/MTRA. : T4
CANTIDAD RECIBIDA : 568,7 g (+envase) de muestra proporcionada por el solicitante.
MARCA(S) : S.M.
FORMA DE PRESENTACIÓN : Envasado, la muestra ingresa en empaque sellado, a temperatura ambiente.
SOLICITUD DE SERVICIO : S/S N°EN-002252 -2023
REFERENCIA : ACEPTACION TELEFONICA
FECHA DE RECEPCIÓN : 25/07/2023
ENSAYOS SOLICITADOS : FÍSICO/QUÍMICO
PERIODO DE CUSTODIA : No aplica

RESULTADOS :

ENSAYOS FÍSICOS/QUÍMICOS :

ALCANCE : N.A.

ENSAYO	RESULTADO
1.- Antocianinas Totales (mg / 100 g de muestra original)	298,4

MÉTODOS UTILIZADOS EN EL LABORATORIO :

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

FECHA DE EJECUCION DE ENSAYOS: Del 25/07/2023 Al 01/08/2023.

ADVERTENCIA :

- 1- El muestreo, las condiciones de muestreo, tratamiento y transporte de la muestra hasta su ingreso a La Molina Calidad Total - Laboratorios son de responsabilidad del Solicitante.
- 2- Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente Informe sin la autorización de La Molina Calidad Total - Laboratorios.
- 3- Válido sólo para la cantidad recibida. No es un Certificado de Conformidad ni Certificado del Sistema de Calidad de quien lo produce.

La Molina, 1 de Agosto de 2023



LA MOLINA CALIDAD TOTAL LABORATORIOS - UNALM

Lourdes Margarte Barco Saldaña
Biol. Lourdes Margarte Barco Saldaña
Directora Técnica (e)
CBP - N° 01232



LA MOLINA CALIDAD TOTAL LABORATORIOS
UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

Instituto de Certificación, Inspección y Ensayos



INFORME DE ENSAYOS

N° 002943 - 2023

SOLICITANTE : CAMPOS TINEO JUDITH LUZ ZELMIRA
DIRECCIÓN LEGAL : AV.SIMON BOLIVAR S/N PAUCARTAMBO PASCO
RUC: 10721158786 Teléfono: 960051215
PRODUCTO : MAÍZ MORADO - TESTIGO
NÚMERO DE MUESTRAS : Uno
IDENTIFICACIÓN/MTRA. : T3
CANTIDAD RECIBIDA : 513,2 g (+envase) de muestra proporcionada por el solicitante.
MARCA(S) : S.M.
FORMA DE PRESENTACIÓN : Envasado, la muestra ingresa en empaque sellado, a temperatura ambiente.
SOLICITUD DE SERVICIO : S/S N°EN-002251 -2023
REFERENCIA : ACEPTACION TELEFONICA
FECHA DE RECEPCIÓN : 25/07/2023
ENSAYOS SOLICITADOS : FÍSICO/QUÍMICO
PERÍODO DE CUSTODIA : No aplica

RESULTADOS :

ENSAYOS FÍSICOS/QUÍMICOS :

ALCANCE : N.A.

ENSAYO	RESULTADO
1.- Antocianinas Totales (mg / 100 g de muestra original)	301,6

MÉTODOS UTILIZADOS EN EL LABORATORIO :

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

FECHA DE EJECUCION DE ENSAYOS: Del 25/07/2023 Al 01/08/2023.

ADVERTENCIA :

- 1- El muestreo, las condiciones de muestreo, tratamiento y transporte de la muestra hasta su ingreso a La Molina Calidad Total - Laboratorios son de responsabilidad del Solicitante.
- 2- Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente Informe sin la autorización de La Molina Calidad Total - Laboratorios.
- 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, 1 de Agosto de 2023



LA MOLINA CALIDAD TOTAL LABORATORIOS - UNALM

Lourdes Margarita Barco Saldaña
Biol. Lourdes Margarita Barco Saldaña
Directora Técnica (e)
CBP - N° 01232



**LA MOLINA CALIDAD TOTAL LABORATORIOS
UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**

Instituto de Certificación, Inspección y Ensayos



INFORME DE ENSAYOS

N° 002942 - 2023

SOLICITANTE : CAMPOS TINEO JUDITH LUZ ZELMIRA
DIRECCIÓN LEGAL : AV.SIMON BOLIVAR S/N PAUCARTAMBO PASCO
: RUC: 10721158786 Teléfono: 960051215
PRODUCTO : MAÍZ MORADO - MORADO CARAZ
NÚMERO DE MUESTRAS : Uno
IDENTIFICACIÓN/MTRA. : T2
CANTIDAD RECIBIDA : 440,5 g (+envase) de muestra proporcionada por el solicitante.
MARCA(S) : S.M.
FORMA DE PRESENTACIÓN : Envasado, la muestra ingresa en empaque sellado, a temperatura ambiente.
SOLICITUD DE SERVICIO : S/S N°EN-002250 -2023
REFERENCIA : ACEPTACION TELEFONICA
FECHA DE RECEPCIÓN : 25/07/2023
ENSAYOS SOLICITADOS : FÍSICO/QUÍMICO
PERÍODO DE CUSTODIA : No aplica

RESULTADOS :

ENSAYOS FÍSICOS/QUÍMICOS :

ALCANCE : N.A.

ENSAYO	RESULTADO
1.- Antocianinas Totales (mg / 100 g de muestra original)	288,6

MÉTODOS UTILIZADOS EN EL LABORATORIO :

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

FECHA DE EJECUCION DE ENSAYOS: Del 25/07/2023 Al 01/08/2023.

ADVERTENCIA :

- 1- El muestreo, las condiciones de muestreo, tratamiento y transporte de la muestra hasta su ingreso a La Molina Calidad Total - Laboratorios son de responsabilidad del Solicitante.
- 2 - Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente Informe sin la autorización de La Molina Calidad Total - Laboratorios.
- 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, 1 de Agosto de 2023



LA MOLINA CALIDAD TOTAL LABORATORIOS - UNALM


Biol. Lourdes Margarita Barco Saldaña
Directora Técnica (e)
CBP - N° 01232

PANEL FOTOGRÁFICO









ANÁLISIS DE SUELOS

LASAE



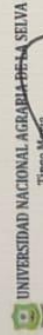
1. DATOS

SOLICITANTE:	CAMPOS TINCO JUDITH LUZ ZELMIRA	MUESTREADO POR:	CAMPOS TINCO JUDITH LUZ ZELMIRA
DEPARTAMENTO:	PASCO	FECHA DE RECEPCIÓN:	15/05/2023
PROVINCIA:	PASCO	FECHA DE INICIO DE ENSAYO:	16/05/2023
DISTRITO:	PAUCARTAMBO	FECHA DE REPORTE:	23/05/2023
SECTOR:	---	RECIBO O FACTURA:	23012463
CULTIVO:	MAIZ MORADO	OBSERVACIÓN:	---

2. RESULTADOS DEL ANÁLISIS SOLICITADO

N°	DATOS	ANÁLISIS MECÁNICO			pH	CE dS/cm	M.O. %	N %	C %	P ppm	K ppm	CIC	Ca CMBIABLES Cmol(+)/kg	Mg CMBIABLES Cmol(+)/kg	K CMBIABLES Cmol(+)/kg	Na CMBIABLES Cmol(+)/kg	Al CMBIABLES Cmol(+)/kg	H CMBIABLES Cmol(+)/kg	ClCe	Bases Cambiables %	Ácidos Cambiables %	Saturación de Aluminio %
		Arena %	Arcilla %	Limo %																		
1	M1 S0777	68	13	19	Francos Arenosos	5.76	0.147	1.950	0.088	1.131	28.00	152.56	5.486	4.221	0.780	0.267	0.218	0.000	0.000	100	0	0

Los Resultados presentados son válidos únicamente para las muestras enayadas. Queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita del LASAE.
Los Resultados no pueden ser usados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María



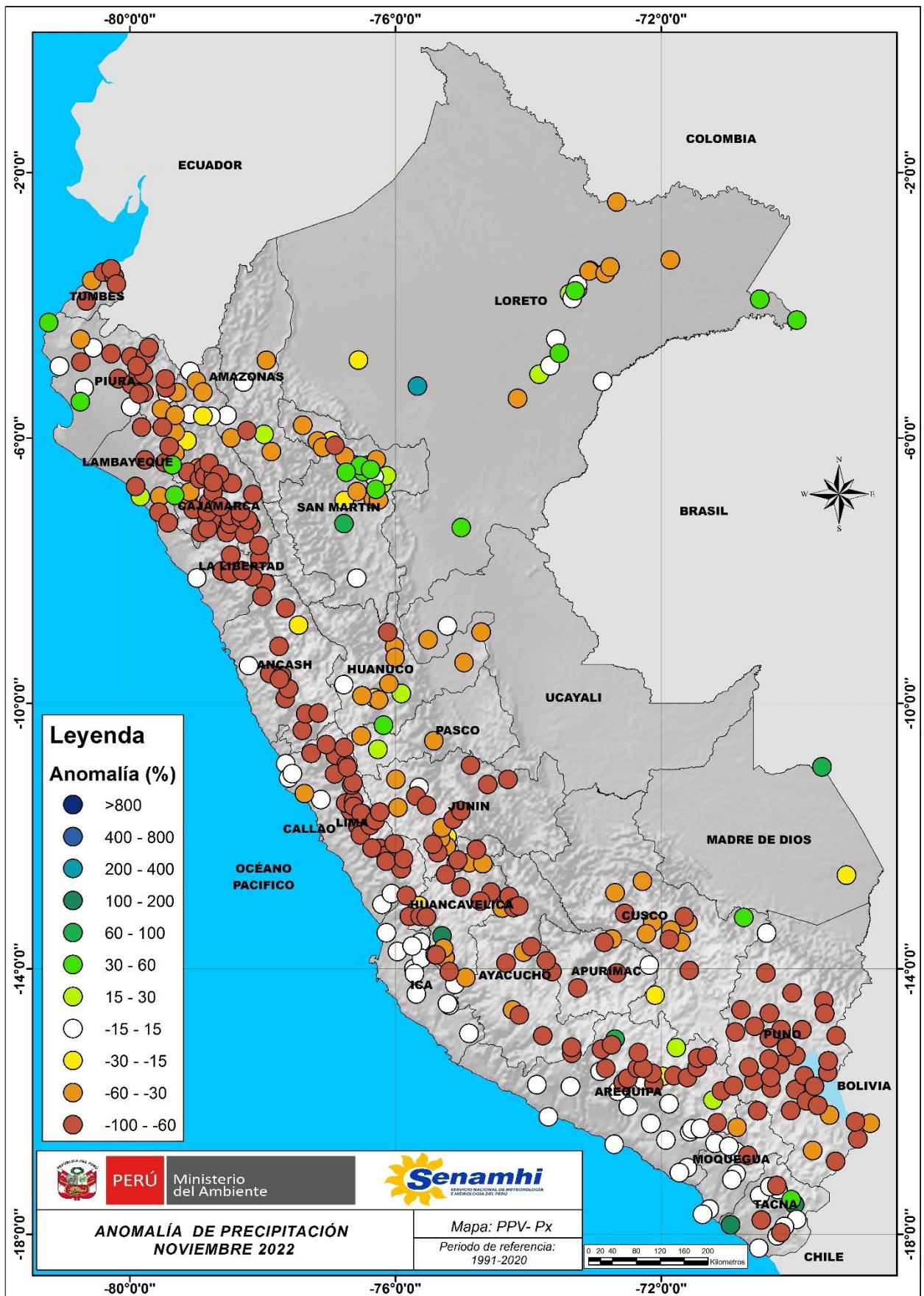
Dr. HUGO ALFARO MUSAÑANI YUPANQUI
Jefe Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología

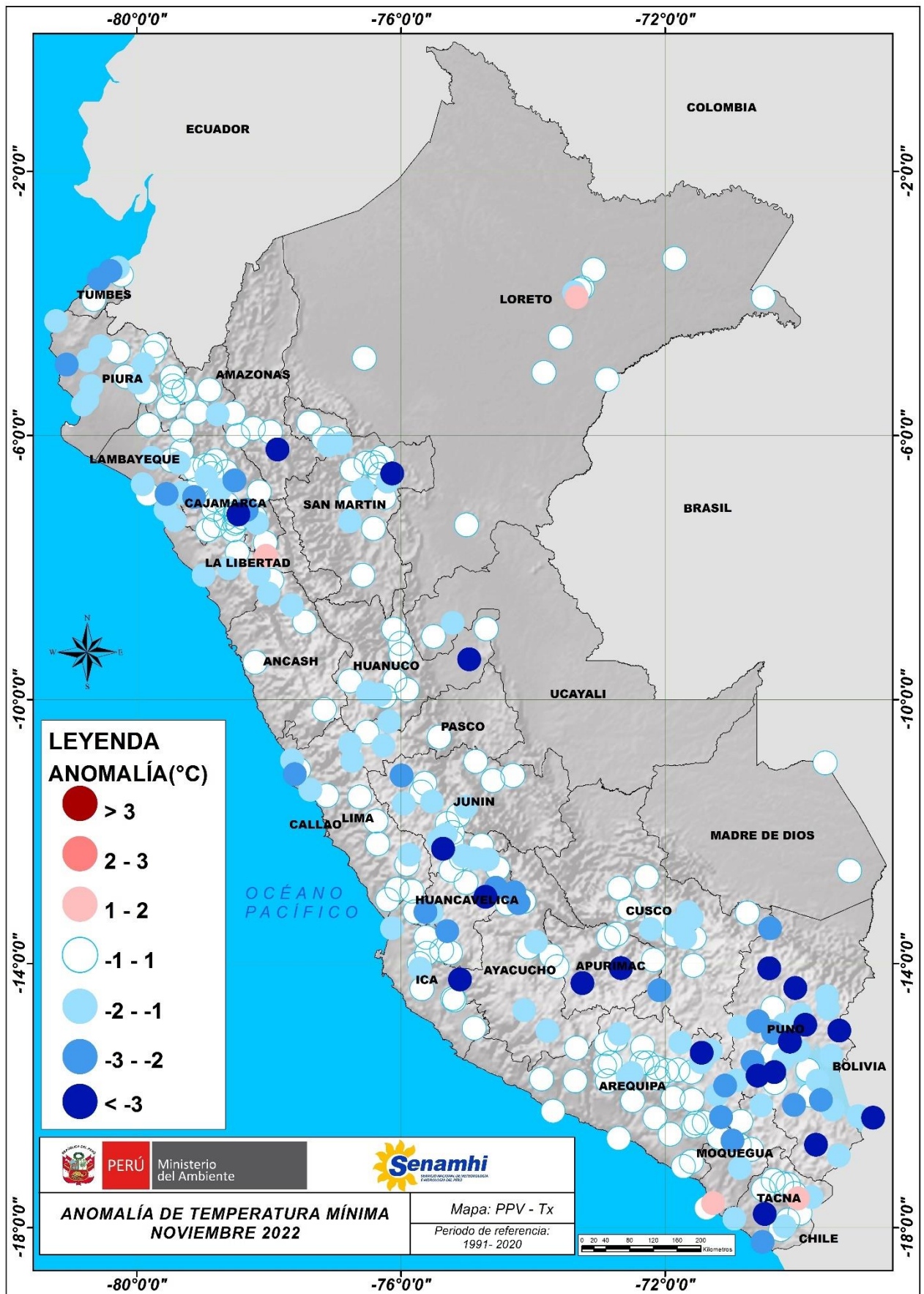
Inge GILMER MUYON NEIRA TRUJILLO
Profesional del Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología

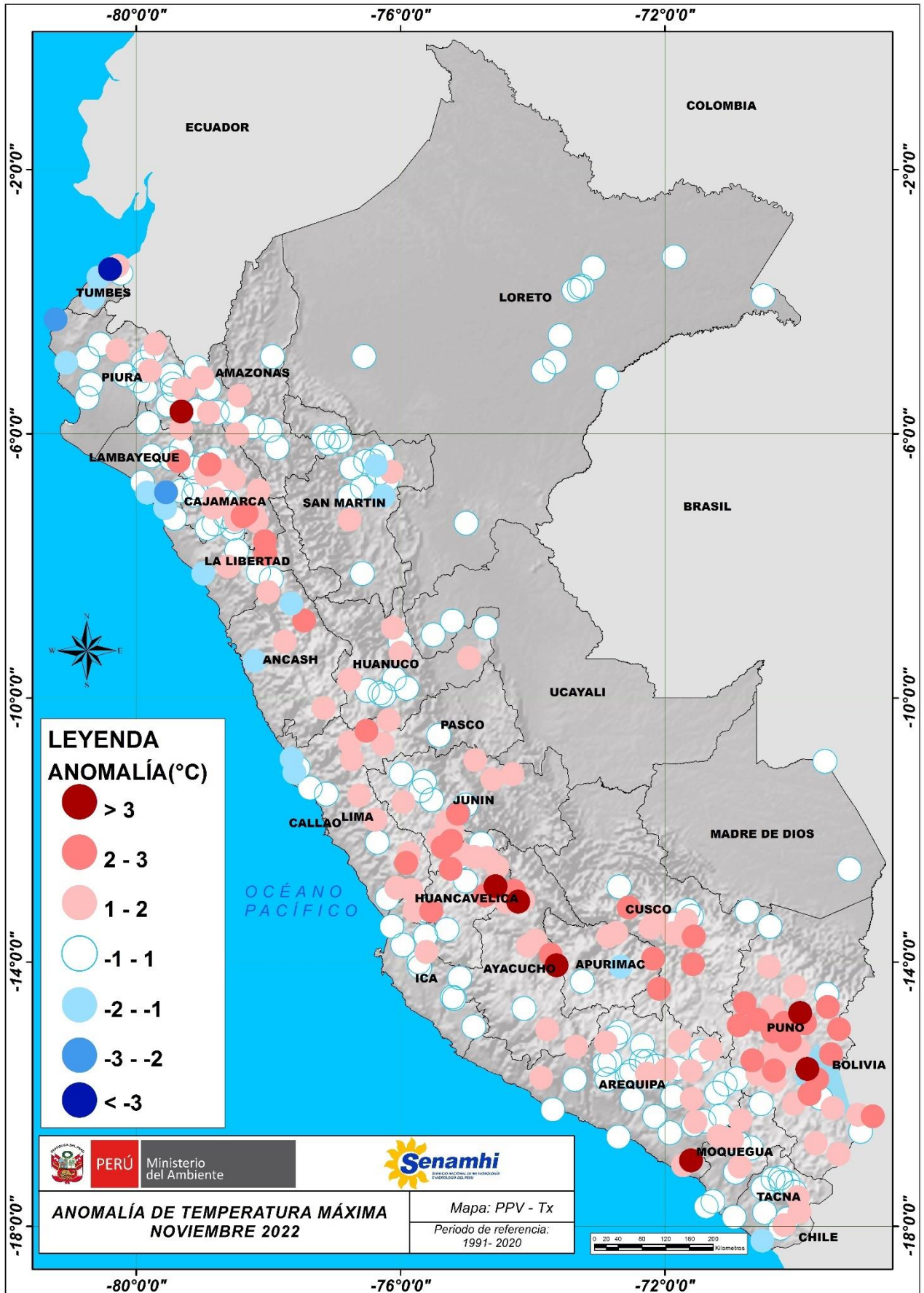
analisisdesuelosunas@hotmail.com

Carretera Central Km 1.21 - Tingo María - CELULAR 944407531

DATOS METEOROLÓGICOS







ANOMALÍA DE TEMPERATURA MÁXIMA NOVIEMBRE 2022

Mapa: PPV - Tx
 Período de referencia: 1991-2020

