

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



**EFFECTO DE LA ALTITUD EN EL RENDIMIENTO Y EN EL
CONTENIDO DE ANTOCIANINAS DE MAÍZ MORADO (*Zea mays*
L.) EN EL DISTRITO DE ICHOCÁN**

TESIS

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO AGRÓNOMO

Presentado por el Bachiller:

Pierre Omar Valera Mantilla

Asesor:

Ing. M. Sc. Jesús Hipólito De La Cruz Rojas

CAJAMARCA – PERÚ

2019



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

Fundada por Ley 14015 del 13 de febrero de 1962

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

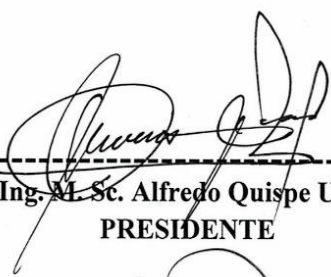
En Cajamarca, a los **veintisiete** días del mes de **setiembre** del año dos mil diecinueve, se reunieron en el ambiente **2C - 211** de la Facultad de Ciencias Agrarias, los integrantes del Jurado designado por el Consejo de Facultad de Ciencias Agrarias, según Resolución de Consejo de Facultad N° 141-2019-FCA-UNC, fecha 31 de mayo de 2019; con el objetivo de evaluar la sustentación del Trabajo de Tesis titulado: **“EFECTO DE LA ALTITUD EN EL RENDIMIENTO Y EN EL CONTENIDO DE ANTOCIANINAS|| DE MAIZ MORADO (*Zea mays L.*) EN EL DISTRITO DE ICHOCÁN”**, del Bachiller: **PIERRE OMAR VALERA MANTILLA** en Cajamarca, para optar el Título profesional de **INGENIERO AGRÓNOMO**.

A las **nueve** horas y **diez** minutos y de acuerdo a lo estipulado en el Reglamento respectivo, el Presidente del Jurado dio por iniciado el acto. Después de la exposición del trabajo de Tesis, formulación de preguntas y de la deliberación del jurado; el Presidente del Jurado anunció la **aprobación** por **unanimidad** con el calificativo de **quince (15)**


Por lo tanto, el graduado queda apto para que se le expida el **Título Profesional** correspondiente.

A las **once** horas y **cinco** minutos, el Presidente del Jurado dio por concluido el acto.

Cajamarca, 27 de **setiembre** del 2019.



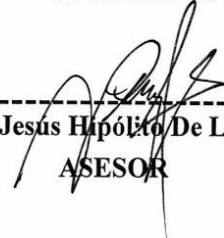
Ing. M. Sc. Alfredo Quispe Urteaga
PRESIDENTE



Ing. M. Cs. David Ricardo Uriol Valverde
SECRETARIO



Ing. José Lizandro Silva Mego
VOCAL



Ing. M. Sc. Jesus Hipólito De La Cruz Rojas
ASESOR

DEDICATORIA

A mis padres: Ernesto Valera Silva y Yolanda Beatriz Mantilla Tafur, a mi hermana Victoria Marisol Valera Mantilla, a mi hermano Dan Erick Valera Mantilla y a mi sobrina Fabiola Falcón Valera, por todo su apoyo y por el enorme cariño, que motivaron el poder lograr un sueño tan esperado para mí y para ellos.

EL AUTOR

AGRADECIMIENTO

Dejo expreso mi sincero agradecimiento para:

A la Ing. Alicia Medina Hoyos, por brindarme su incondicional apoyo y sus aportes académicos, para poder realizar el presente trabajo de investigación.

Al Ing. M. Sc. Jesús Hipólito De la Cruz Rojas por su valioso aporte y demás orientaciones en el desarrollo de la presente tesis.

Al Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), junto a ello al Programa Nacional de Innovación Agraria (PNIA), y al Proyecto PNIA 022_PI, por haberme dado la oportunidad de realizar mi trabajo de Investigación en esa digna institución.

EL AUTOR

ÍNDICE

| Contenido | Página |
|--|--------|
| RESUMEN..... | i |
| ABSTRACT | ii |
| CAPÍTULO I..... | 1 |
| INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| 1.1. Problema de investigación..... | 2 |
| 1.2. Formulación del problema..... | 3 |
| 1.3. Objetivos de investigación..... | 3 |
| 1.4. Hipótesis | 3 |
| CAPÍTULO II..... | 4 |
| REVISIÓN DE LITERATURA | 4 |
| 2. Antecedentes de la investigación..... | 4 |
| 2.1. Internacional | 4 |
| 2.1.1. Nacional..... | 4 |
| 2.1.2. Regional..... | 5 |
| 2.1.3. Departamental..... | 5 |
| 2.2. Bases teóricas..... | 6 |
| 2.2.1. Generalidades del maíz..... | 6 |
| 2.2.2. Origen del maíz..... | 7 |
| 2.2.3. Distribución | 7 |
| 2.2.4. Taxonomía..... | 7 |
| 2.2.5. Morfología de la planta..... | 8 |
| 2.2.6. Requerimientos climáticos y edafogénicos en el cultivo de maíz morado.... | 9 |
| 2.2.6.1. Exigencias climáticas..... | 9 |
| 2.2.6.2. Exigencias edafológicas..... | 9 |
| 2.2.7. Fenología del cultivo de maíz morado..... | 9 |
| 2.2.7.1. Emergencia y establecimiento del cultivo | 9 |
| 2.2.7.2. Desarrollo del sistema foliar y radicular | 10 |
| 2.2.7.3. Desarrollo reproductivo del maíz morado | 10 |
| 2.2.7.4. Formación del grano | 11 |
| 2.2.8. Variedades de maíz morado..... | 11 |
| 2.2.9. Variedades tradicionales o nativas..... | 11 |
| 2.2.10. Variedades mejoradas | 13 |
| 2.2.11. Importancia y usos del maíz morado | 13 |
| 2.2.12. Composición química del maíz morado | 15 |
| 2.2.13. Antocianinas en el maíz morado..... ¡Error! Marcador no definido. | |
| 2.2.13.1. Naturaleza de las antocianinas | 17 |
| 2.2.13.2. Propiedades físico-químicas de las antocianinas | 17 |
| 2.2.13.3. Factores que influyen en la estabilidad y el color de las antocianinas.. | 18 |
| 2.2.14. Manejo del cultivo y labores culturales | 20 |
| • CANTIDAD DE SEMILLA | 20 |
| • PREPARACIÓN DEL TERRENO | 221 |
| • SIEMBRA..... | 221 |
| • RIEGO | 221 |

| | |
|--|---------------------------------------|
| • FERTILIZACIÓN | 22 |
| • APORQUE..... | 23 |
| • CONTROL DE MALEZAS | 23 |
| • COSECHA..... | 24 |
| 2.2.15. Principales plagas y enfermedades en el cultivo de maíz morado y su control..... | 24 |
| 2.2.15.1. Plagas | 24 |
| 2.2.15.2. Enfermedades..... | 32 |
| 2.2.16. Manejo post cosecha..... | 34 |
| • SECADO | 34 |
| • ALMACENAMIENTO | 34 |
| 2.2.17. Rendimiento de maíz morado..... | 34 |
| 2.2.17.1. Factores determinantes en el rendimiento del maíz | 35 |
| 2.2.17.2. Rendimiento nacional de maíz morado | 36 |
| 2.2.18. Principio colorado del maíz morado..... | 36 |
| 2.2.19. Propiedades medicinales..... | 37 |
| | |
| CAPÍTULO III | 38 |
| MATERIALES Y MÉTODOS..... | 38 |
| 3.1. Ubicación del experimento | 38 |
| 3.2. Análisis de suelo | 38 |
| 3.3. Materiales. | 40 |
| 3.3.1. Material biológico - Semilla | 40 |
| 3.3.2. Insumos..... | 41 |
| 3.3.3. Material de campo | 42 |
| 3.3.4. Materiales y equipos de laboratorio..... | 42 |
| 3.3.5. Materiales utilizados en la obtención de Antocianinas..... | 443 |
| 3.3.6. Reactivos..... | 443 |
| 3.4. Metodología..... | 4;Error! Marcador no definido. |
| 3.4.1. Diseño experimental | 44 |
| 3.4.2. Conducción del experimento en campo..... | 45 |
| 3.4.2.1. Preparación del terreno | 45 |
| 3.4.2.2. Demarcación y estacado del terreno | 45 |
| 3.4.2.3. Siembra | 46 |
| 3.4.2.4. Desahije | 46 |
| 3.4.2.5. Deshierbos | 46 |
| 3.4.2.6. Fertilización | 47 |
| 3.4.2.7. Riegos | 47 |
| 3.4.2.8. Aporque | 47 |
| 3.4.2.9. Control fitosanitario..... | 477 |
| 3.4.2.10. Cosecha..... | 48 |
| 3.4.3. Evaluaciones biométricas en pre cosecha..... | 488 |
| 3.4.3.1. Días de floración masculina:..... | 48 |
| 3.4.3.2. Días de floración femenina | 48 |
| 3.4.4. Evaluaciones post- cosecha. | 48 |
| 3.4.4.1. Rendimiento..... | 48 |

| | | |
|---|---|-----|
| 3.4.4.2. | Porcentaje de pudrición | 48 |
| 3.4.4.3. | Muestra para determinar humedad | 49 |
| 3.4.4.4. | Contenido de antocianinas. | 49 |
| CAPÍTULO IV | | 51 |
| RESULTADOS Y DISCUSIONES | | 51 |
| 4.1. | Rendimiento promedio de 6 variedades de maíz morado por localidad..... | 51 |
| 4.2. | Rendimientos promedios obtenidos en con las 6 variedades de maíz morado y en las 9 localidades del distrito de Ichocán. | 53 |
| 4.3. | Análisis de varianza (ANOVA) para el rendimiento de 6 variedades de maíz morado en 9 localidades. | 54 |
| 4.4. | Contenido de antocianinas en las brácteas (panca) de 6 variedades de maíz morado. | 56 |
| 4.5. | Análisis de varianza (ANOVA) para el contenido de antocianinas en la coronta de 6 variedades de maíz morado..... | 58 |
| 4.6. | Regresión de rendimiento y el componente la altitud de localidades..... | 60 |
| 4.6.1. | Correlación entre el rendimiento (t ha ⁻¹) de maíz morado y la altitud (m).. | 60 |
| 4.7. | Regresión del contenido de antocianinas en maíz morado | 61 |
| 4.7.1. | Correlación entre el Contenido de antocianinas en las brácteas de maíz morado y la altitud | 61 |
| 4.7.2. | Correlación entre el contenido de antocianinas en coronta de maíz morado y las distintas altitudes de las 9 localidades. | 62 |
| CAPITULO V | | 64 |
| CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | | 64 |
| CONCLUSIONES..... | | 64 |
| RECOMENDACIONES | | 665 |
| CAPITULO VI..... | | 66 |
| REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA..... | | 66 |
| ANEXOS..... | | 72 |
| ANEXO 2. ANÁLISIS DE VARIANZA DE LOS COMPONENTES DE RENDIMIENTO Y CONCENTRACIÓN DE ANTOCIANINAS..... | | 76 |
| ANEXO 3. RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS DE LABORATORIO DE LAS PARCELAS UBICADAS EN LAS DISTINTAS LOCALIDADES..... | | 78 |

ÍNDICE DE TABLAS

| Número | Página |
|---|--------|
| 1. Composición química de maíz morado PMV-581, INIA-615 Negro Canaán, INIA-601 Negro Cajamarca | 16 |
| 2. Valor nutricional de semilla de maíz morado por cada 100 gr | 16 |
| 3. Requerimientos hídricos en el cultivo de maíz morado | 21 |
| 4. Requerimiento de nutrientes para producir una (t) de granos de maíz. | 22 |
| 5. Dosis de fertilización para maíz morado según la época de cultivo. | 23 |
| 6. Rendimiento nacional por departamento de maíz morado durante la campaña 2011 – 2012. | 36 |
| 7. Georreferenciación de las 9 localidades donde se realizó el estudio | 38 |
| 8. Determinación y métodos aplicados en el análisis de suelo | 39 |
| 9. Resultados del Análisis físico - químico de la muestra de suelo de las parcelas experimentales de las 9 localidades. | 39 |
| 10. Variedades de maíz morado utilizadas en la investigación | 40 |
| 11. Datos meteorológicos registrados durante el período de la investigación | 43 |
| 12. Factores y niveles en estudiados | 44 |
| 13. Análisis de varianza (ANOVA) para el rendimiento de 6 variedades de maíz morado por localidad. | 51 |
| 14. Prueba de Tukey al 5 % de probabilidad, para el rendimiento (t ha ⁻¹) de 6 variedades de maíz morado por localidad. | 52 |
| 15. Rendimientos (t ha ⁻¹) promedios obtenidos de 6 variedades de maíz morado en 9 localidades, del distrito de Ichocán | 54 |
| 16. Análisis de varianza (ANOVA) para el rendimiento de 6 variedades de maíz morado en nueve localidades. | 55 |
| 17. Prueba de Tukey al 5 % de probabilidad para el rendimiento de las combinaciones de localidad por variedad. | 55 |

| | |
|---|----|
| 18. Análisis de varianza (ANOVA) para el contenido de antocianinas en las brácteas de seis variedades de maíz morado. | 57 |
| 19. Prueba de Tukey al 5 % de probabilidad, para el contenido de antocianinas en las brácteas de las 6 variedades. | 58 |
| 20. Análisis de varianza (ANOVA) para el contenido de antocianinas en la coronta de 6 variedades de maíz morado. | 59 |
| 21. Prueba de Tukey al 5 % de probabilidad, para el contenido de antocianinas en las corontas de las 6 variedades. | 60 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| Número | | Página |
|---------------|--|---------------|
| 1. | Principales regiones productoras de maíz morado | 15 |
| 2. | Rendimiento por regiones productoras de maíz morado | 34 |
| 3. | Croquis de la parcela experimental. | 45 |
| 4. | Contenido de antocianinas en las brácteas de las 6 variedades de maíz morado | 58 |
| 5. | Contenido de antocianinas en las corontas de las 6 variedades de maíz morado | 60 |
| 6. | Recta de regresión entre el rendimiento y la altitud de planta | 61 |
| 7. | Recta de regresión entre el contenido de antocianinas en brácteas y la altitud | 62 |
| 8. | Recta de regresión entre el contenido de antocianinas en coronta y la altitud | 63 |

RESUMEN

El presente trabajo se realizó con el respaldo del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), en 9 caseríos del distrito de Ichocán, Provincia de San Marcos, Región Cajamarca, en campo de los productores, en diferentes pisos altitudinales desde 2420 a 3180 m... Teniendo como objetivo general “Evaluar el efecto de la altitud en el rendimiento de las 6 variedades de maíz morado, así como el contenido de antocianinas en 9 pisos altitudinales del Distrito de Ichocán – Provincia de San Marcos, Región Cajamarca”. Se utilizó el Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) con 6 variedades de maíz morado y 4 repeticiones; las variedades en estudio fueron: INIA-601 INIA Negro Cajamarca, INIA-615 Negro Canaán, Canteño, PMV 581, UNC-47 y Maíz Morado Mejorado (variedad experimental de la Estación Experimental Agraria Baños del Inca – INIA). Los caseríos del distrito de Ichocán, Provincia de San Marcos y la altitud fueron: Llollón (2765 m), Montoya (2420 m), Sunchupampa (2540 m), la chilca (2495 m), Poroporo (3180 m), la Victoria (3050 y a 3010 m), Poroporito (2880 m) y Llanupacha (2920 m). En cada parcela se instaló 8 surcos de los que se tomó los 4 surcos centrales y se evaluó el rendimiento del grano y el porcentaje de antocianina. Los resultados indicaron que los mayores rendimientos se encontraron en La Chilca a 2495 m de altitud con las variedades morado mejorado e INIA- 601, cuyos rendimientos fueron 2.53 y 2.41 t ha⁻¹ respectivamente. Para el contenido de antocianinas en brácteas la variedad INIA-601 es la que destacó con 2.38 %, y en coronta se determinó que las variedades UNC-47, Morado mejorado, INA-615, INIA-601 y Canteño, cuyos resultados fueron 6.2, 6.18, 6.14, 5.97 y 5.33 % respectivamente, no se diferencian.

Palabras claves: Variedades de maíz morado, Pisos altitudinales (localidades), rendimiento, antocianinas.

ABSTRACT

This work was carried out with the support of the National Institute of Agrarian Innovation (INIA), in 9 hamlets of the district of Ichocán, Province of San Marcos, Cajamarca Region, in the field of producers, in different altitude levels from 2420 to 3180 m... Having as a general objective "To evaluate the effect of altitude on the yield of the 6 varieties of purple corn, as well as the anthocyanin content in 9 altitudinal floors of the District of Ichocán - Province of San Marcos, Cajamarca Region". The Random Complete Block Design (DBCA) with 6 varieties of purple corn and 4 repetitions were found; the varieties under study were: INIA-601 INIA Negro Cajamarca, INIA-615 Negro Canaán, Canteño, PMV 581, UNC-47 and Improved Purple Corn (experimental variety of the Experimental Agrarian Station Baños del Inca - INIA). The hamlets of the district of Ichocán, Province of San Marcos with its altitude were: Llollón (2765 m), Montoya (2420 m), Sunchupampa (2540 m), la chilca (2495 m). Poroporo (3180 m), Victoria (3050 and 3010 m), Poroporito (2880 m) and Llanupacha (2920 m). In each plot, 8 grooves are installed, of which the 4 central grooves were detected and the grain yield and the percentage of anthocyanin were evaluated. The results indicated that the highest yields were found in La Chilca at 2495 m altitude with the improved purple varieties and INIA-601, whose yields were 2.53 and 2.41 t ha⁻¹ respectively. For the anthocyanin content in bracts, the INIA-601 variety stands out with 2.38%, and in the crown it was determined that the varieties UNC-47, Improved Purple, INA-615, INIA-601 and Canteño, these results were 6.2, 6.18, 6.14, 5.97 and 5.33% respectively, do not differ.

Keywords: Varieties of purple corn, altitudinal floors (localities), yield, anthocyanin.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays* L.), originario de zonas altas Andinas y Centro América, es el cultivo que presenta mayor diversidad de texturas, especialmente en su forma nativa. Constituye parte de los productos más importante en la dieta alimentaria nacional y de mayor arraigo en la cultura productiva de la población rural de los andes peruanos (Huamanchumo 2013).

Se cultiva en 24 regiones del país, desde el nivel del mar hasta los 3900 m de altitud, en una extensión anual estimada de 440.00 ha, donde 209 200 son de maíz duro, 231 000 amiláceo y 939 corresponden al maíz morado (INEI 2013). Las zonas agroecológicas de mayor área de cultivo son Arequipa, Ica, Lima, Huánuco, Ayacucho y Cajamarca (MINAGRI 2012).

El cultivo del maíz morado tiene una importancia creciente en el Perú, principalmente para los productores de la sierra, por la demanda que existe hoy a nivel nacional y mundial, por el contenido de antocianinas, componente que le brinda el color morado característico de este tipo de maíz (Pinedo 2015). Estos pigmentos representan un potencial para el reemplazo competitivo de colorantes sintéticos en alimentos, productos farmacéuticos y cosméticos, así como el impacto que tiene su consumo diario en la salud, siendo un alimento nutracéutico con un poder antioxidante natural, previene algunos tipos de cáncer, presenta beneficios contra la hipertensión, entre otros (Pinedo 2015).

Las antocianinas es un colorante natural altamente valorado en el campo de la medicina y en la industria de alimentos, evita la presencia de cáncer al intestino grueso (cáncer de colon) debido al efecto del pigmento - antocianina, además, actúa como antioxidante al apoyar la regeneración de los tejidos (reduce el envejecimiento del cuerpo y protege el ADN celular), fomenta el flujo de la sangre (disminuye el riesgo de ataque al corazón), reduce el colesterol, y promueve la formación de colágeno, mejorando la circulación (Productores Incas 2010).

Considerando las potencialidades que nos brinda el maíz morado en materia de industria farmacéutica, alimentaria; y teniendo en cuenta las nuevas tendencias por parte de los consumidores hacia los productos naturales, antioxidantes, anticancerígenos, se prevé un

incremento significativo en su demanda la cual favorecería a nuestro país debido al incremento de futuras exportaciones (Begazo 2013).

Actualmente los productores de maíz morado en nuestro país, desarrollan un manejo de cultivo con fines de incrementar la producción del mismo, debemos tener en cuenta que son muchos los factores que en conjunto determinarían un incremento o una merma en la producción, entre ellos están las densidades de siembra, las fertilizaciones, los riegos, calidad de los suelo, así como también la altitud.

1.1. Problema de investigación

En la agricultura andina presenta variantes topográficas, climáticas y el minifundio las que limitan la rentabilidad de los agricultores; en este contexto, se busca establecer nuevas tecnologías, trabajos de mejoramiento genético, etc. para contrarrestar estas adversidades.

El cultivo de maíz morado no es ajeno a la problemática de bajos rendimiento un claro ejemplo es que en la región Cajamarca éste oscila alrededor de 1.5 t ha^{-1} (JICA e INIA, 2016); estos rendimientos se ven reflejados en una baja rentabilidad para los productores de la región y del país, debido a varios factores como: ausencia de nuevas tecnologías, asistencia técnica, entre otras; pero sumado a ésta problemática un factor importante para limitar los buenos rendimientos es la inadecuada introducción de variedades inadaptadas a ciertas altitudes, ya sea por desconocimiento de los agricultores o falta de estudios por parte de las instituciones competentes.

El uso más común del maíz morado, más allá del consumo del grano, es la coronta por su alto contenido de pigmento de color morado, característica que le brinda propiedades beneficiosas para la población tanto medicinalmente, como alimenticia e industrial.

Ambos factores tanto rendimiento (t ha^{-1}) y contenido de antocianinas (%), se ven influenciado por variantes de altitud, disminuyendo estos valores a altitudes mayores.

El presente trabajo se realizó con el objetivo de determinar el comportamiento de 6 variedades de maíz morado en 9 distintos pisos altitudinales, pudiendo determinar

las aptitudes de cada una de estas variedades tanto en rendimiento como en contenido de antocianinas, de esta manera concluir con la influencia de la altitud como factor más importante.

1.2. Formulación del problema

¿Cuál es el efecto de la altitud en el rendimiento y contenido de antocianinas de 6 variedades de maíz morado cultivadas en 9 pisos altitudinales en el distrito de Ichocán, provincia de San Marcos, región de Cajamarca?

1.3. Objetivos de investigación

Determinar el efecto de la altitud en el rendimiento de 6 variedades de maíz morado, así como el contenido de antocianinas en 9 pisos altitudes del Distrito de Ichocán – Provincia de San Marcos, Región Cajamarca.

1.4. Hipótesis

La altitud influye directamente en el rendimiento de las 6 variedades del maíz morado y en el contenido de antocianinas en el cultivo de maíz morado en 9 pisos altitudinales del Distrito de Ichocán – Provincia de San Marcos, Región Cajamarca.

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2. Antecedentes de la investigación.

2.1. Internacional

Salazar (2006) evaluó 20 genotipos de híbridos de maíz en 5 localidades de Nicaragua, utilizó un Diseño Láctice Rectangular 5 x 4 con 3 repeticiones. Se realizó el análisis de varianza para el rendimiento de grano por localidad y a través de localidades. La interacción genotipo x ambiente se determinó mediante el análisis de efectos principales aditivos e interacciones multiplicativas (AMMI). Obtuvo como resultados que, los híbridos H10 y H13 obtuvieron los rendimientos promedios mayores a través de todas las localidades, superando al testigo H19 (H-INTA 991) en 13 y 14 % respectivamente. El rendimiento de los híbridos H11 (6.04 t ha⁻¹), H15 (5.88 t ha⁻¹) y H17 (5.80 t ha⁻¹) superaron al rendimiento promedio general (5.67 t ha⁻¹). Además, los híbridos que mostraron adaptación específica de cada localidad son H11 en Campos Azules, H13 en Quilalí y H18 en Santa Rosa y Melchorita.

2.1.1. Nacional

Espinoza (2003) realizó una investigación sobre los efectos de la fertilización nitrogenada y densidad de plantas, en la morfología, rendimiento y componentes del rendimiento del cultivo de maíz morado variedad PMV-581. Evaluó tres niveles de fertilización nitrogenada (80, 160 y 240 kg de N ha⁻¹ y un testigo no fertilizado), con dosis de fósforo y potasio constante (80 y 120 kg ha⁻¹ respectivamente). Asimismo, probó cuatro densidades de plantas/ha (40000, 55000, 70000 y 85000). Para el factor fertilización el rendimiento promedio de maíz morado fue de 12,126 kg ha⁻¹ con un nivel de 160 kg de nitrógeno ha⁻¹ y para el factor densidad de plantas el rendimiento de maíz morado fue de 12,482 kg ha⁻¹ con una densidad de 85 000 plantas ha⁻¹.

Mayorga (2011) evaluó el rendimiento de maíz morado PMV - 581 en 2 niveles de fertilización nitrogenada (120 y 240 kg ha⁻¹ de N más un testigo no fertilizado), con 4 densidades de siembra (55 550; 65 555; 75 555 y 85 555

plantas ha⁻¹). El mayor rendimiento comercial por efecto de la aplicación de nitrógeno hallado fue 6051 kg ha⁻¹ con el nivel de 120 kg ha⁻¹.

Gorriti et al. (2009) realizó la extracción de antocianinas de las corontas de *Zea mays* L. “Maíz morado”. Donde, investigaron las condiciones óptimas de extracción de antocianinas de las corontas del maíz morado mediante el empleo de un diseño completo al azar con arreglo factorial 2A x 3B x 4C x 4D. Los factores estudiados fueron pH, solvente (agua destilada y solución etanólica), tiempo y temperatura. Los resultados máximos mostraron antocianinas entre 31,779 mg / g para la solvente agua destilada y 47,984 mg / g de coronta para el solvente etanol al 20 %, determinados según el método de pH diferencial. Se presenta el análisis de los cuatro factores.

2.1.2. Regional

Rafael (2017) determinó la concentración de antocianinas de la coronta de maíz morado (*Zea mays* L.) utilizando etanol al 20 % y agua destilada como solventes, con 2 temperaturas de extracción (50 °C y 70 °C) y 2 tiempos de extracción (30 min y 60 min). La extracción se hizo por destilación a reflujo y el extracto se concentró al vacío. Obtuvo como resultado que, la mayor concentración de antocianinas totales se obtuvo con el solvente etanol al 20 % a una temperatura de comprendida entre 50 °C y un tiempo de extracción de 60 minutos, siendo el valor obtenido de 8,74 mg de antocianinas totales con una desviación estándar de 1,42.

2.1.3. Departamental

Begazo (2013) evaluó el efecto de 16 marcos de siembra sobre el rendimiento de mazorca de maíz morado (*Zea mays* L.) Variedad Arequipeño. Utilizó un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) con un arreglo factorial de 4 x 4 con 16 tratamientos y 4 repeticiones. Consideró 2 factores en estudio: distanciamiento entre líneas (L70:0,70 m; L75:0,75 m; L80:0,80 m y L85:0,85 m) y distanciamiento entre plantas (P15:0,15 m; P20:0,20 m; P25:0,25 m y P30:0,30 m). Obtuvo como resultados que, los mejores marcos de siembra fueron los tratamientos L70P30 y L70P25 quienes alcanzaron los más altos

rendimientos de mazorca con 5743 kg ha⁻¹ y 5524 kg ha⁻¹ respectivamente; siendo más rentable el tratamiento L70P30.

(Cabrera, 2016) en parcelas del campus de la Universidad Nacional Agraria La Molina, con el objetivo de determinar el efecto de 3 láminas de riego en el crecimiento y rendimiento del cultivo de maíz morado; para lo cual se evaluaron 4 variedades de maíz morado: PMV-581, var. CAJAMARCA-INIA 601, var. INIA 615 - NEGRO CANAAN y var. MORADO CANTEÑO. Se obtuvo como resultado los rendimientos totales de mazorca (considerando 14 % H): donde: INIA-615 NEGRO CANAAN, tuvo 8.5 t ha⁻¹, CANTEÑO, 8.12; PMV con 7.9 t ha⁻¹; e INIA 601; con rendimiento de 7.8 t ha⁻¹. Asimismo, con respecto a rendimiento comercial se obtuvieron los siguientes rendimientos; INIA - 615 NEGRO CANAAN presentó el mayor rendimiento comercial con 8,2 t ha⁻¹ de mazorcas, mostrando una diferencia del 4.6 % respecto de INIA - 601 CAJAMARCA, la variedad que presentó el menor rendimiento con 7,8 t ha⁻¹ de mazorcas. Finalmente, respecto a la concentración de antocianinas el mayor valor se presenta en CANTEÑO (642.6 mg A / 100 g).

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Generalidades del maíz

El maíz morado es considerado el único en el mundo que presenta a los granos de color morado y la coronta, esta pigmentación se la conoce como antocianina, es un colorante natural altamente valorado en el área de la medicina y en la industria de alimentos, puesto que el principio activo es, evitar la presencia de cáncer al intestino grueso (cáncer de colon) debido al efecto del pigmento - antocianina, además, actúa como antioxidante al apoyar la regeneración de los tejidos (reduce el envejecimiento del cuerpo y protege el ADN celular), fomenta el flujo de la sangre (disminuye el riesgo de ataque al corazón), reduce el colesterol, y promueve la formación de colágeno, mejorando la circulación (Productores Incas 2010).

2.2.2. Origen del maíz

Es una planta autóctona de América, se han encontrado restos de este cereal desde el Canadá hasta el norte de la República Argentina (Neyra 2011).

El primer centro de origen del maíz se sitúa en Mesoamérica (regiones montañosas de México y Guatemala) y el segundo centro de diversificación son los Andes centrales (Tapia y Fries 2007). Además Goodman y Wilkes (1995) indican que, el maíz fue domesticado hace 8000 años aproximadamente en Mesoamérica (México y Guatemala).

Manrique (1997) asevera que, el origen del maíz morado es muy remoto y se cultiva en el Perú desde épocas precolombinas, y es nativo de las alturas de México o América Central. A lo que Serratos (2012) realizó una compilación de razas de maíz catalogadas en el continente americano y determinó que 66 son las razas identificadas en el Perú.

2.2.3. Distribución

La difusión del maíz a partir de su centro de origen, a varias partes del mundo ha sido tan notable y rápida como su evolución a planta cultivada y productora de alimentos. Los habitantes de varias tribus indígenas de América Central y México llevaron esta planta a otras regiones de América Latina, al Caribe y después a Estados Unidos de América y Canadá. Los exploradores europeos llevaron el maíz a Europa y posteriormente los comerciantes lo llevaron a Asia y África (Paliwal 2001).

En el Perú se cultivan en Arequipa, Ica, Lima, Huánuco, Cajamarca y Ayacucho con un área de cultivo de 5000 ha (MINAG 2011).

2.2.4. Taxonomía

El maíz morado constituye una de las muchas variedades de la especie *Zea mays*, por lo cual Reyes (1990) lo clasifica de la siguiente manera:

| | | |
|----------|---|--------------|
| Reyno | : | Vegetal |
| División | : | Tracheophyta |

| | | |
|-------------------|---|--------------------|
| Subdivisión | : | Pterapsidae |
| Clase | : | Angiosperma. |
| Sub Clase | : | Monocotiledoneae. |
| Orden | : | Graminales. |
| Familia | : | Gramínea. |
| Tribu | : | Maydeae. |
| Género | : | <i>Zea</i> . |
| Especie | : | <i>Mays</i> |
| Nombre Científico | : | <i>Zea mays L.</i> |

2.2.5. Morfología de la planta

Según Pinedo (2015) la planta de maíz morado, presenta raíces fasciculadas y extenso compuesto por 4 tipos de raíces tales como: raíces primarias (emitidos por la semilla), raíces principales (se forman a partir de la corona), las raíces adventicias (nacen en el último lugar de los nudos de la base del tallo) y las raíces aéreas (son las que no alcanzan el suelo. El tallo es de caña vertical, la longitud desde 1 a 5 m con un diámetro de 2 a 4 cm y tiene nudos y los entrenudos varían de 8 a 24, el grosor del tallo disminuye de abajo a arriba. Las hojas son lanceoladas, alternas, paralinervadas, de color verde, presentan bordes afilados y cortantes, se encuentran abrazadas al tallo y por el haz presenta vellosidades. Presenta inflorescencia monoica, es decir presenta inflorescencia masculina y femenina, ambas separadas en una planta.

Respecto a la inflorescencia femenina, corresponde a una espiga, ésta se presenta cubierta por brácteas u hojas envolventes y esta conjuntamente con las brácteas conforman la mazorca (Risco 2007). Y La inflorescencia masculina, es una panícula formada por numerosas flores pequeñas llamadas espículas (Pozo 2015).

El fruto y semilla, científicamente se le denomina cariósipide, redondeado, es el fruto individual que la planta produce y se sitúa forma de hileras o surcos a lo largo de toda la mazorca (Risco 2007). Además, según Pinedo (2015), el fruto maduro consta de 3 partes principales: la testa, el embrión diploide y el endospermo triploide.

2.2.6. Requerimientos climáticos y edafogénicos en el cultivo de maíz morado

2.2.6.1. Exigencias climáticas

Según Manrique citado por Pinedo (2015) indica que, el maíz morado se adapta a las condiciones de sierra media, entre los 1 800 a 2 800 m de altitud que comprende las laderas, valles y mesetas, precipitación media anual de 500 a 1000 mm y con temperaturas medias anuales de 12 a 20 °C. Para Bonilla (2009) el maíz exige un clima cálido relativamente y cantidades adecuadas de agua. La temperatura media mínima en el día para la germinación debe ser mayor o igual a 10 °C, siendo la óptima de 18 a 20 °C.

2.2.6.2. Exigencias edafológicas

Según Fuentes (2002) y Pinedo (2015), el maíz morado se desarrolla favorablemente en suelos de textura media (francos a franco-arcilloso), fértiles, bien drenados, profundos y con elevada capacidad de retención del agua; un pH de 5.5 a 8, aunque el óptimo es entre 6 y 7 (ligeramente ácido), y con una conductibilidad eléctrica de 1 y 4 Ds / m; Fuera de estos límites puede aumentar o disminuir la disponibilidad de ciertos elementos (N, P, K, Na, Ca, entre otros) y se produce toxicidad o carencia.

2.2.7. Fenología del cultivo de maíz morado

2.2.7.1. Emergencia y establecimiento del cultivo

Para activar el proceso metabólico del embrión en la semilla, la temperatura y humedad del suelo, juegan un papel importante, ya que da inicio a la multiplicación celular en los puntos de crecimiento.

Un buen contenido de materia orgánica en el suelo, con temperaturas de 20 a 35 °C, la germinación se acelera, y el coleóptilo emerge entre los 6 a 8 días, a temperaturas bajas de 12 °C retardan la germinación en 15 días, de la misma forma, el exceso de agua (100 % de saturación) no favorece la germinación por falta de oxígeno (Begazo 2013).

2.2.7.2. Desarrollo del sistema foliar y radicular

Las primeras hojas que emergen y forman el coleóptilo son de color blanco amarillento, que se rápidamente verdes, debido, al efecto de la luz, originando la formación de materia orgánica, acumulada primero en las hojas y luego en el tallo, constituyendo la biomasa de las plantas. A los 15 días, la plántula comienza a independizarse, en cual toma los nutrientes del suelo mediante su propio sistema radicular. En las primeras hojas es esencial la temperatura del suelo, por su influencia en el ápice vegetativo y el ritmo de aparición de hojas, luego aproximadamente a partir de la sexta hoja visible, el ápice vegetativo sufre la influencia de la temperatura del aire (Begazo 2013).

Después de la primera raíz primaria aparece, las raíces seminales, que sirven para afirmar la plántula y para absorber agua y sustancias nutritivas (Begazo 2013).

2.2.7.3. Desarrollo reproductivo del maíz morado

En este período la temperatura, humedad y fertilizantes juegan un papel muy importante en la sincronización de la producción de polen y la salida de los estigmas, el cual emergen 4 a 10 días después de la antesis (Begazo 2013).

Las altas temperaturas y fuertes sequías aceleran la producción de polen y retrasan la salida de los estigmas; por lo tanto, es conveniente disponer de agua en este período para conseguir una buena polinización. En la floración masculina la liberación de polen se inicia en las flores de la base principal, continua por las extremidades y ramificaciones laterales; el período de duración de la floración masculina sobre una panícula, puede ser 5 a 10 días,

en función de la variedad y el medio ambiente. La planta alcanza la floración femenina cuando los primeros estilos son visibles al exterior (López 1991).

2.2.7.4. Formación del grano

Este periodo dura aproximadamente 50 días. En este lapso, todos los fotosintatos acumulados en los diferentes órganos vegetativos de la planta, en especial de las hojas superiores son translocados al grano del maíz. Cualquier cambio de temperatura, heladas o falta de agua, impiden el normal proceso metabólico de transformación de los fotosintatos y por ende un mal llenado de elementos de reserva en el grano redundando en una pérdida de rendimientos (Manrique citado por Begazo 2015).

2.2.8. Variedades de maíz morado

Existen diversas variedades de maíz morado; todas ellas provienen de una raza ancestral denominada Kculli (negro en quechua), que aún se cultiva en el Perú. La raza Kculli es antigua, ya que se han encontrado restos arqueológicos con mazorcas típicas de esta raza en Ica, Paracas, Nazca y otros lugares de la costa central, cuya antigüedad se estima por lo menos en 2500 años (Sevilla y Valdez 2005).

Serratos (2012) realizó una compilación de razas de maíz catalogadas en el Continente americano y determinó que son 66 las razas identificadas en el Perú. Por lo que Pinedo (2015) señala que, en el Perú existen muchas variedades de maíz morado como: Morado Canteño, Morado Mejorado, Morado Caráz, Arequipeño, Cuzco Morado, Negro Junín y Negro Canaán. Siendo la más comercial el maíz morado Canteño.

2.2.9. Variedades tradicionales o nativas

- **Cuzco morado**

Es un maíz tardío, presenta granos grandes dispuestos en mazorcas con hileras bien definidas. Se desarrolla eficientemente en zonas de altitud intermedia (1800 a 2500 m de altitud), en los departamentos de Cuzco y

Apurímac. Produce en promedio un rendimiento de 2 a 4 t ha⁻¹ (Pozo 2015; Begazo 2015).

- **Morado Canteño**

Es un maíz precoz (de 110 a 120 días a la floración). Mide de 1.80 a 2.50 m de altura. Se cultiva en diversos lugares en la sierra del Perú, por ejemplo, en las partes altas del valle del Chillón (región de Lima) hasta los 2,500 m de altitud. Su rendimiento promedio es de 3.350 t ha⁻¹ (Begazo 2013; Pinedo 2015; Pozo 2015).

- **Morado de Caráz**

Es un maíz con precocidad intermedia, derivada de las razas Ancashino y Alazán. Presenta la coronta pigmentada, se cultiva en la provincia de Caráz (Ancash) en el Callejón de Huaylas y puede adaptarse a la Costa. De todas las variedades tradicionales esta muestra mayor capacidad de rendimiento (1.8 a 3.5 t ha⁻¹) (Begazo 2013; Pinedo 2015; Pozo 2015).

- **Arequipeño**

Es maíz más precoz que las mencionadas anteriormente, tiene forma similar al Cuzco, pero más pequeña. Presenta un color no intenso de la coronta como en otras variedades. Su rendimiento promedio es de 2.7 t ha⁻¹ (Pinedo 2015; Pozo 2015).

- **Huancavelicano**

Variedad propia de la Sierra Centro y Sur, hasta Arequipa. Prospera en alturas mayores que otras variedades (mayor a los 25000 m de altitud) (Pinedo 2015).

- **Negro de Junín**

Variedad precoz, presenta granos negros y grandes, distribuidos de forma irregular en una mazorca redondeada y corta. Propia de la Sierra Centro y Sur hasta Arequipa (Begazo 2013; Pinedo 2015; Pozo 2015).

2.2.10. Variedades mejoradas

- **PMV – 581**

Variedad mejorada por la UNALM (Universidad Nacional Agraria La Molina), derivada de la variedad Morado de Caraz, de período vegetativo intermedio, mide de 2.0 a 2.4 m de altura, con mazorcas medianas (15 a 20 cm), largas, con alto contenido de pigmento. Se adapta hasta los 2500 m de altitud. Es resistente a la roya y a la cercospora. Su rendimiento promedio de 6 t ha⁻¹ (Begazo 2013; Pinedo 2015).

- **PMV – 582**

Variedad mejorada por la Universidad Nacional Agraria La Molina, derivada de la variedad Morado de Caraz, puede llegar a medir hasta los 2.0 m de altura, tiene floración masculina precoz (de 90 a 100 días), de mazorcas medianas (15 a 20 cm) con alto contenido de antocianinas. Su rendimiento promedio de 4 t ha⁻¹ (Begazo 2013; Pinedo 2015).

- **INIA – 615 Negro Canaán**

Variedad mejorada por el INIA (Instituto Nacional de Innovación Agraria), deriva a partir de 36 colecciones de cultivares locales de la raza Kulli colectadas en Huanta (22), Huamanga (22) y San Miguel (8) realizados durante 98 ciclos. Los progenitores femeninos fueron variedades locales como Kully, Negro y Morado. Prospera en los valles interandinos de la Sierra a partir de los 2000 a 3000 m de altitud (Begazo 2013; Pinedo 2015).

- **INIA – 601 (INIA Negro Cajamarca)**

Variedad que fue formada con 256 progenies: 148 progenies de la variedad local Negro de Parubamba y 108 de la variedad Morado Caráz (Abanto et al. 2014).

2.2.11. Importancia y usos del maíz morado

El maíz morado, es un gran antioxidante debido a su alto contenido de antocianinas y compuestos fenólicos, con propiedades funcionales y

bioactivas. Además, se ha mostrado que impide el desarrollo del cáncer al colon. El grano de maíz morado contiene 80 % de almidón que aporta energía, 11 % de proteínas, 2 % de minerales y vitaminas del complejo B, sin embargo, La chicha no aporta las calorías ni proteínas del grano de forma significativa, pero sí contiene vitaminas y minerales que pasan al líquido, esto hace de la chicha morada una bebida excelente para reponer los líquidos (Anonimo sf.)

Bajo condiciones climáticas adecuadas o mediante el aporte del riego, el maíz es el más productivo de los cereales. Aunque es una especie originaria de zonas semiáridas, las variedades mejoradas actuales sólo resulta rentable cultivarlas en climas con unas precipitaciones suficientes o bien en regadío. Bajo las condiciones de humedad, el maíz es uno de los cultivos más importantes en gran parte de las regiones templadas, subtropicales y tropicales (Fernández 1995).

Su amplia capacidad de adaptación actual y su elevado rendimiento y las posibilidades futuras de mejora por vía genética hacen de este cereal uno de los cultivos más prometedores para afrontar la amenaza del hambre en el mundo (Llanos 1984).

Fernández (1995) menciona que, según datos prehistóricos, el maíz morado era empleado como una bebida. Su uso sufrió un cambio con el tiempo, es así por influencia de la repostería española y el ingenio de las amas de casa se originó la "mazamorra" y la "chicha morada", el cual tenían los sabores más exquisitos.

Según Risco (2007) a nivel industrial es usado para obtener colorante de la coronta, por su contenido de antocianinas, que es utilizado como insumo para la coloración de bebidas, productos lácteos, productos vegetales, productos de panadería, conservas de pescado, grasas, aceites, frutas confitadas, mermeladas, frutas en almíbar, jarabes de frutas, sopas, jaleas; además se usa para teñir tejidos y en la industria de cosméticos.

Quispe et al. (2007) agrega que, el maíz morado es requerido por las antocianinas que contienen, estas son sustancias activas de alimentos funcionales, nutracéuticos y de medicamentos.

Justiniano (2010) indica que, a nivel nutricional, presentan fitonutrientes (o fotoquímicos), y no son ni minerales ni vitaminas, sino sustancias químicas o compuestos, dentro los cuales se pueden nombrar carotenoides, flavonoides, terpenos, antocianinas, luteína, sulfurorafanos, entre otros. Por lo que los fitonutrientes se diferencian de las vitaminas y minerales, debido a que, carecen de valor nutricional, sin embargo, actúan como antioxidantes, protegiendo al ADN celular de los efectos dañinos oxidativos de los radicales libres y evitando mutaciones que podrían causar cáncer.

El Perú es el único país que realiza siembras comerciales de maíz morado, sin embargo, el ministerio de agricultura no registra al maíz morado, por lo que no se hallan estadísticas oficiales sobre la producción, áreas de siembra, rendimiento y comercialización. La dirección General de Competitividad agraria del ministerio de agricultura, señala que las regiones de mayor producción de maíz morado son Lima con 24.69 %, Arequipa con 22.39 %, Cajamarca con 21.07 %, Huánuco con 16.46 % (MINAG 2011).

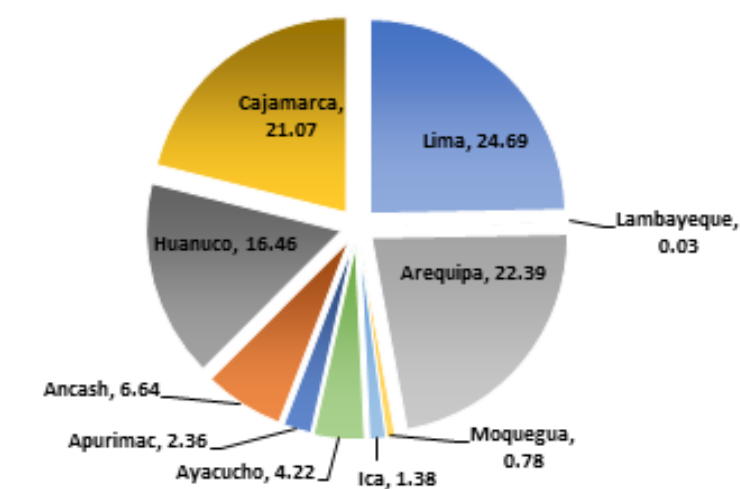


Figura 1. Principales regiones productoras de maíz morado (Fuente: Ministerio de agricultura).

2.2.12. Composición química del maíz morado

El grano de maíz está constituido principalmente por el contenido de carbohidratos y proteínas. La coronta posee una importante fracción de fibra, carbohidratos y minerales (Fernández 1995; Risco 2007).

Las Tablas 1 y 2, nos muestra un análisis de laboratorio para determinar parámetros de composición, importancia tanto alimenticia como nutritiva y comercial en el maíz morado, de ciertas variedades cultivadas.

Tabla 1. Composición química de maíz morado PMV-581, INIA-615 Negro Canaán, INIA-601 Negro Cajamarca

| Componente | Resultados de análisis físico/químico | | |
|---|---------------------------------------|-------------------------|----------------------------|
| | PMV - 581 | INIA – 615 Negro Canaán | INIA – 615 Negro Cajamarca |
| % kcal proveniente de carbohidratos | 78.60 | 78.40 | 79.50 |
| % kcal proveniente de grasa | 12.00 | 11.00 | 11.40 |
| % kcal proveniente de proteínas | 9.40 | 10.60 | 9.10 |
| Carbohidratos (g/100g de muestra original) | 72.20 | 71.90 | 69.20 |
| Energía Total (kcal/100g de muestra original) | 367.30 | 366.90 | 348.00 |
| Proteína (g/100g de muestra original)(fact:625) | 8.60 | 9.70 | 7.90 |
| Cenizas (g/1 00 g de muestra original) | 1.50 | 1.90 | 1.30 |
| Grasas (g/1 00 g de muestra original) | 4.90 | 4.50 | 4.40 |
| Humedad ((g/100 g de muestra original) | 12.80 | 12.00 | 17.20 |

Fuente: Pinedo (2015).

Tabla 2. Valor nutricional de semilla de maíz morado por cada 100 g.

| Semilla de maíz (100 g) | |
|-------------------------|---------------|
| Componente | Cantidad |
| Energía | 90 kcal. |
| Carbohidratos | 19 g |
| Azucares | 3.2 g |
| Grasas | 1.2 g |
| Proteínas | 3.2 |
| Vitamina A | 10 µg (1 %) |
| Tiamina (Vit. B1) | 0.2 mg (15 %) |
| Niacina (Vit. B3) | 1.7 mg (11 %) |
| Ácido fólico (Vit. B9) | 46 µg (12 %) |
| Vitamina C | 7 mg (12 %) |
| Hierro | 0.5 mg (4 %) |
| Magnesio | 37 mg (10) |
| Potasio | 270 mg (6 %) |

Fuente: FAO (2001) citado por Marquina (2017).

2.2.13. Antocianinas en el maíz morado

Lock (1997) indica que, el término antocianina deriva del griego Antho que significa flor y cyanin que significa azul, en 1835 fue utilizado por Marquant, para designar los pigmentos azules de las flores. Al paso del tiempo se descubrió que no solo era azul, sino también el violeta, púrpura, magenta y todos los tonos de rosado, rojo, escarlata, que aparecen en muchas flores, frutos y algunas hojas y raíces de plantas.

Las antocianinas son colorantes que pertenecen a la familia de los flavonoides, estos están distribuidos ampliamente entre las flores, frutos (particularmente en las bayas), además son responsables del color brillante tal como el azul, rojo y morado (Quispe 2003).

2.2.13.1. Naturaleza de las antocianinas

Pinedo (2015) menciona que, las antocianinas químicamente son sales (Flavylium) derivados de las antocianidinas: Cianidina, Delfinidina, Malvidina Pelargonidina, Peonidina y Petunidina. La Cianidina ocurre a nivel menos evolucionado. Las otras antocianidinas que ocurren en la naturaleza son derivados de una adición genética controlada, remoción o metilación del grupo hidroxilo en el anillo B o estructura Flavylium. La glicosidación de estos pigmentos en posiciones 3, 5 o 7 o una combinación de estos resulta en la formación de antocianinas. El azúcar en la molécula le otorga solubilidad y estabilidad a las antocianinas.

Quispe et al. (2007) sostiene que, las antocianinas del tipo cianidina - 3 - glucósido, pelargonidina-3glucósido y peonidina-3-3,5 glucósido en mayor proporción en la coronta del maíz con bajo contenido de sólidos solubles, lo que facilita su uso a nivel industrial.

2.2.13.2. Propiedades físico - químicas de las antocianinas

Según Fernández citado por Pinedo (2015), la gran variedad de colores, matices y tintes que se observa en la naturaleza son el resultado de cierto número de factores, como pH, ADN de la planta, entre otros. Si el pH es bajo los pigmentos son rojos, así la pelargonidina es rojo naranja en solución

ácida, mientras que la delphinidina es rojo azulado. A pH alto las antocianinas pasan a través de un color violeta hasta alcanzar un color azul.

Justiniano (2010) menciona que, el color de las antocianinas y antocianidinas es producto de la facilidad de la excitación de la molécula, por la luz visible, que depende de la movilidad relativa de los electrones en la estructura. Los abundantes dobles enlaces presentes en las antocianinas y en antocianidinas, son excitados con más facilidad y su presencia es esencial para el brindar el color. Sánchez (2013) señala que, químicamente las antocianinas poseen un esqueleto C6 - C3 - C6, característicos propios de los flavonoides.

2.2.13.3. Factores que influyen en la estabilidad y el color de las antocianinas

El color y estabilidad de los pigmentos antocianínicos en el maíz morado depende de varios factores, entre ellos son la estructura y concentración del pigmento, pH, temperatura, calidad e intensidad de la luz a los que son sometidos, presencia de copigmentos, iones metálicos, enzimas, oxígeno, ácidos orgánicos con propiedades oxidantes y reductoras, azúcares, productos de degradación, dióxido de azufre, entre otros (Quispe et al. 2007; Pinedo 2015).

- **Transformación estructural y pH.**

La velocidad de degradación varía ampliamente entre las antocianinas debido a sus diversas estructuras. El aumento de la hidroxilación disminuye la estabilidad, en tanto que el aumento de metilación la incrementa. El color de los alimentos que contienen antocianinas ricas en las agliconas pelargonidina, cianidina o delphinidina es menos estable que los alimentos que contienen antocianinas ricas en las agliconas, petunidina y malvidina (Pinedo 2015).

- **Temperatura**

El grado de degradación de las antocianinas aumenta durante el procesamiento y almacenamiento conforme la temperatura aumenta (Pinedo 2015).

- **Oxígeno y ácido ascórbico**

La naturaleza insaturada de las estructuras de antocianidina las convierte en susceptible al oxígeno molecular. El oxígeno disuelto tiene un efecto negativo en la estabilidad de las antocianinas. El efecto positivo de la eliminación del oxígeno para retener el color de las antocianinas se ha demostrado procesando zumos de frutas que contienen antocianinas en nitrógeno o al vacío (Pinedo 2015).

- **Azúcares**

Las altas concentraciones de azúcares estabilizan las antocianinas, debido a la disminución de la actividad del agua. Cuando los azúcares tienen concentraciones bajas sobre la actividad del agua, ellos o sus productos de degradación pueden acelerar la degradación de las antocianinas (Pinedo 2015).

- **Enzimas**

Se han registrado dos grupos de enzimas que decoloran a las antocianinas como: glicosidasa y polifenoloxidasa. Las glicosidasas hidrolizan los enlaces glucosídicos dando el azúcar y la aglicona, en cambio las polifenoloxidasas actúan en presencia de o - difenol a o - benzoquinona, que a su vez reacciona con las antocianinas por un mecanismo no enzimático para formar antocianinas oxidadas y productos de degradación (Pinedo 2015).

- **Metales**

El Ca, Fe, Al y S ofrecen cierta protección a las antocianinas por ejemplo de los zumos del arándano americano, sin embargo, la decoloración azul y parda producido por los complejos metal-tanino contrarresta cualquier efecto beneficioso. Las antocianinas cambian de color cuando forman complejos, quelatos o sales con iones de sodio, potasio, calcio, magnesio, estaño, hierro o aluminio; con estos dos últimos producen coloraciones azules (Pinedo 2015).

- **Copigmentación**

Es la condensación de antocianinas consigo mismas u otros compuestos orgánicos (este puede acelerar o retardar la degradación). Las antocianinas se condensan consigo mismas (autoasociación) para formar pilas helicoidales mediante puentes de hidrógeno entre los núcleos de flavilo y atracciones hidrofóbicas (Pinedo 2015).

- **Luz**

La luz afecta a las antocianinas de 2 formas diferentes: es esencial para su biosíntesis, y acelera su degradación. Este efecto fue demostrado en varios zumos de frutas y vino tinto. En los vinos se observó que los diglicósidos acilados, metilados, son más estables que los diglicósidos no acilados, los cuales son más estables que los monoglicósidos (Pinedo 2015).

- **Dióxido de azufre**

La reacción entre dióxido de azufre y antocianina ha sido ampliamente estudiada. Se considera que participa en la fijación de SO_2 en la posición C-4, produciendo pérdida de color (Pinedo 2015).

2.2.14. Manejo del cultivo y labores culturales

La época de siembra para la sierra es de agosto a octubre y para la costa de abril a septiembre (INIA 2012); se puede sembrar desde los 500 hasta los 2500 m de altitud según la variedad de maíz morado (ITACAB 2012). Se recomienda seleccionar semillas de productores que garanticen la pureza varietal, además se recomienda elegir campos aislados de otros maíces, ya sea por época o por distancia (ITACAB 2012).

- **Cantidad de semilla**

La cantidad de semilla que se requiere es de aproximadamente 50 kg ha^{-1} , dependiendo de la densidad de siembra a emplear, se recomienda desinfectar

la semilla con insecticidas con el fin de evitar ataque de gusanos de tierra (Begazo 2013).

- **Preparación del terreno**

Una eficiente preparación del terreno favorece la germinación y el enraizamiento. Para ello se realiza el riego, arado del terreno y surcado a una distancia de 80 o 90 cm entre surcos (Begazo 2013).

- **Siembra**

Se efectúa usando de 2 a 5 semillas por golpe, a una distancia de 40 a 50 cm. También se puede sembrar a surco corrido, poniendo 2 semillas cada 15 cm con densidades de 82,000 plantas ha⁻¹ (Pozo 2015).

- **Riego**

Se realiza cada 10 a 12 días, según el clima y tipo de suelo. Es necesario priorizar los riegos durante la floración y el panojamiento.

Se recomiendan usar un volumen de agua de entre 8 a 10 mil m³ ha⁻¹ (Begazo 2013). Según el Boletín técnico AUTODEMA en programación de riegos, de la pampa de Majes mediante riego por goteo para maíz morado, se obtuvo las siguientes necesidades hídricas.

Tabla 3. Requerimientos hídricos en el cultivo de maíz morado

| Etapa de cultivo | Periodo (días) | Volumen (m³/ha/día) | Tiempo de riego (minutos) |
|---|-----------------------|---------------------------------------|----------------------------------|
| Emergencia a crecimiento inicial | 28 | 20 | 40 |
| Crecimiento Inicial a crecimiento final | 35 | 35 | 65 |
| Crecimiento final a floración | 28 | 50 | 90 |
| Floración a fructificación | 35 | 65 | 120 |
| Maduración a cosecha | 28 | 60 | 110 |
| Total | 154 | 7313 | |

Fuente: AUTODEMA (1999).

- **Fertilización**

Para realizar la fertilización es necesario conocer los requerimientos del cultivo y la oferta del suelo, para determinar las necesidades de fertilización (Gracia 2007).

Tabla 4. Requerimiento de nutrientes para producir una tonelada (t) de granos de maíz.

| Elemento | Cantidad (kg) |
|-----------------|----------------------|
| Nitrógeno (N) | 22 |
| Fósforo (P) | 4 |
| Potasio (K) | 19 |

Fuente: García (2007).

Según el IEPARC, 2016 las plantas producen más antocianina en ausencia de fósforo.

La aplicación de nitrógeno (N) permite obtener altos rendimientos y la aplicación de fósforo (P) y potasio (K) evitan una reducción en la producción de pigmentos.

Aminorgan

Materia sólida, pulverulenta, empleada como enmienda biológica y órgano-húmica, regeneradora de suelos y con una gran selección y concentración de microorganismos vivificables, beneficiosos y seleccionados previamente para la mejora de los suelos. Contiene:

- 40 % de materia orgánica total (s.m.s).
- 2 % de nitrógeno.
- 20 % de extracto húmico total y ácidos húmicos (s.m.s).
- 30 % humedad máxima.

Guano de isla

Es el sustrato resultante de la acumulación masiva de excrementos de aves marinas en ambientes áridos o de escasa humedad.

Es un fertilizante natural completo, ideal para el buen crecimiento, desarrollo y producción del cultivo. Contiene macronutrientes como el nitrógeno de 10 a 14 %, fósforo de 10 a 12 % y potasio de 2 a 3 %.

El maíz morado requiere altas dosis de potasio, nitrógeno, magnesio, calcio y otros nutrientes, cuya dosis depende de la época del cultivo (Tabla 5).

Tabla 5. Dosis de fertilización para maíz morado según la época de cultivo.

| Época | Urea (kg) | Súper fosfato triple de calcio (kg) | Cloruro de potasio (kg) |
|---------------------|------------------|--|--------------------------------|
| Siembra | 195.65 | 217.39 | 100 |
| Aporque | 195.65 | -- | -- |
| Inicio de floración | 195.65 | -- | -- |
| Total | 586.95 | 217.39 | 100 |

Fuente: Velapatiño (2003).

- **Aporque**

Según Suni (2010) el aporque contribuye a darle mayor consistencia de la planta de maíz en el suelo, permitiendo la formación de raíces adventicias que protegen del tumbado o acame de las plantas, además aumenta la capacidad de absorción de nutrientes.

- **Control de malezas**

El control de malezas es un factor determinante para la eficiente producción de granos de maíz morado, ya que estas compiten por agua, nutrientes, luz y son hospederas de plagas y enfermedades, por ello se debe hacer una buena preparación del suelo, rotación de cultivos, deshierbos manuales y aplicación de herbicidas selectivos, como pueden ser simazinas, triazinas, aminas. Todas estas recomendaciones deben realizarse en los primeros estadios del maíz (Requis 2012).

- **Cosecha**

Chipana (2008) indica que, Después de la floración aproximadamente 40 días, se presenta la madurez fisiológica, es decir la conversión de los azúcares en almidones, por lo tanto, los granos pasan de estado lechoso a pastoso. En ese periodo se concentran y estabilizan los pigmentos antocianínicos del maíz morado. Por lo tanto, las mazorcas están listas para ser cosechadas, cuando los granos presenten aproximadamente 30 % de humedad.

2.2.15. Principales plagas y enfermedades en el cultivo de maíz morado y su control.

Según INIA (2012) reporta, las principales plagas y enfermedades que afectan el cultivo de maíz morado en los andes y valles interandinos del Perú que incluyen a Cajamarca, los cuales se clasifican así:

2.2.15.1. Plagas

- **Gusanos de tierra o cortadores (*Agrotis ipsilon*)**

El adulto es una mariposa generalmente de color marrón oscuro, con el primer par de alas de coloración clara. Las larvas desarrolladas miden cerca de 4 cm son robustas, cilíndricas, lisas y de coloración variable, generalmente ceniza oscura; cuando se le toca se enrolla tomando la forma de una rosca.

La práctica cultural de riego de machaco, permite el ahogamiento de las larvas antes de la preparación del suelo; la rotación de cultivos es otra práctica que permite disminuir la población de estos insectos. La aplicación de cebos envenenados al pie de la planta preparados en base afrechillo, melaza Carbaryl controla el ataque de los gusanos.

- **Gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*)**

Las larvas causan daños foliares, las larvas de los primeros estadios producen raspado de hojas y cuando alcanzan mayor tamaño estos

producen perforaciones y pueden causar muerte de plantas cuando dañan el punto de crecimiento.

Se controla mediante la aplicación de Dípterex 2,5 G a razón de 10 kg ha⁻¹, aplicación de cipermetrinas a razón de 150 a 200 ml por cilindro de 200 L de agua, cuando las larvas están raspando las hojas. Se ha demostrado que el extracto de tarwi produce mortalidad de larvas de primeros estadios.

- **Gusano mazorquero (*Heliothis zea* = *Helicoverpa zea*)**

El insecto adulto es una mariposa de hábitos nocturnos, sus alas anteriores son de coloración parda amarillenta, cuando se extienden mide hasta 4 cm. Las hembras ponen sus huevos en los estilos-estigmas (pelos) de la flor femenina de la mazorca. Cada hembra pone en promedio mil huevos durante su vida los cuales eclosionan de 4 a 6 días; los primeros 3 a 4 días las larvas se alimentan de los pelos de la mazorca y luego penetran a la mazorca y atacan a los granos en formación.

El control recomendado es la aplicación de 3 gotas de aceite de consumo humano en la parte apical de la mazorca cuando se observan posturas o larvas del primer estadio en el 10 % de plantas. La cantidad necesaria de aceite es de 6 L ha⁻¹, aplicando 2 L en el primer tercio de floración, 2 L en el segundo tercio de floración y 2 L en el último tercio de floración

- **Mosca de la mazorca del maíz (*Euxesta stigmatias*)**

El adulto es una mosquita pequeña con franjas negras en sus alas transparentes, denominada en algunos lugares mosca cebra, es una plaga importante para el maíz amiláceo, su ataque lo realiza en forma independiente o junto con el gusano mazorquero. Las hembras ponen sus huevos en grupos y en aquellas mazorcas que tienen las barbas algo secas, es decir un poco más tarde que la del gusano mazorquero, después de 6 días de la postura de cada huevo sale una larva o gusano

de 6 mm de color crema sucio, no tiene patas se puede encontrar muchas larvas por mazorca. Las larvas se alimentan de los granos lechosos, siendo este daño no muy perjudicial. Pero su acción favorece la presencia de hongos como Fusarium y Diplodia, que suelen provocar grandes pudriciones de la mazorca.

Una forma de control sencilla y barata para estos gusanos es el uso de aceite de consumo humano. Si se controló el gusano de la mazorca con aceite, la mosca cebra *Euxesta* sp, ya no pone sus huevos en los pelos de la mazorca.

- **Gorgojo *Sitophilus orizae***

Es una de las especies de mayor relevancia económica presentándose como la plaga más importante de granos almacenados. Ha cobrado relevancia por su capacidad destructiva y es considerada la más destructivas en el cultivo de, arroz, maíz y en granos de trigo. Los adultos se alimentan principalmente en el endospermo, mientras que las larvas preferencialmente se alimentan en el germen del grano y le disminuyen un gran porcentaje de las proteínas y vitaminas. Las hembras de este insecto, no marcan el grano dónde ellas han puesto sus huevos; por consiguiente, ellas son incapaces de reconocer la presencia de huevos.

El desarrollo de este insecto está organizado de 3 a 4 instares, requiere un promedio de 18 días para el desarrollo. La fase del pupal requiere un promedio de 6 días (el rango 3 a 9) y en la transformación, el insecto adulto permanecerá dentro del grano durante 3 a 4 días hasta que se endurece y madura numerosas alternativas se utilizan en el control de esta plaga.

- **Gorgojo *Pagiocerus frontalis***

Es un insecto fitófago, ataca al maíz cuando la mazorca aún se encuentra en la planta y el grano ha perdido su consistencia lechosa.

Hace un pequeño orificio con sus poderosas mandíbulas ayudado por sus fuertes patas protorácicas. Perfora el grano del cual se alimenta, preferentemente en la zona comprendida entre el extremo basal y el raquis de la mazorca, que es, por lo general, más blanda. La hembra, al llegar al embrión del grano construye pequeñas galerías secundarias donde ovipone un huevo en cada una de ellas. El daño ocasionado por la larva, en un comienzo, es imperceptible desde el exterior, pero a medida que avanza el desarrollo larvario, el grano se va tornando transparente por el consumo casi total del endospermo.

- **Polilla Sitotroga cerealella**

Los adultos muestra las alas anteriores de color amarillento pardo y las posteriores más claras con flecos de pelos y de forma triangular, acabadas en punta.

El cuerpo lo tienen revestido por escamas. Se trata de una plaga primaria, el inicio de la infestación se produce en el campo o en el almacén. Atacando cereales en grano, maíz y trigo pero también, arroz, harinas y productos elaborados con estas materias primas.

Su intervalo de desarrollo óptimo está comprendido entre 26 y 30 °C de temperatura, por debajo de 16°C no hay desarrollo o este queda comprometido.

La estrategia de lucha consiste en la limpieza o fumigación del local y el tratamiento del grano con piretrinas. La colocación de **trampas de feromona** da excelentes resultados, llegando a contabilizar personalmente **3000 machos por trampa** y mes en algunos casos.

- **Tortuguillas (Diabrotica sp, Acalymma sp, Cerotoma sp, Colaspis sp)**

Los adultos comen el follaje, pueden dañar los estigmas de la flor femenina (jilote), afectando la polinización, lo cual provoca un mal llenado de grano en la mazorca; las larvas o gusanos pueden taladrar las raíces, lo que puede resultar en tallos deformados (curvos o inclinados).

Los daños que llega a causar la diabrotica en etapas tempranas muchas veces hacen necesaria una nueva siembra, por el alto porcentaje de mortandad de plantas. Cuando ataca en etapas más avanzadas la planta se torna débil y amarillenta y muchas veces puede caerse por la falta de soporte, ya que sus raíces están dañadas o su desarrollo es pobre, e incluso presenta síntomas de falta de agua a pesar de una buena humedad.

Existen en el ambiente insectos controladores naturales como por ejemplo: *Celatoria diabrotica*, que es un parásito del adulto y *Solenopsis geminata*, depredador del huevo de la plaga.

La importancia de esta plaga en maíz es tal, que se han calculado reducciones en el rendimiento de entre 1 a 2.5 t, lo cual en muchas regiones llega a representar el 70 % de la producción.

- **Pulga saltona (*Hyaella azteca*)**

Es considerada como una de las plagas más dañinas para la agricultura, ya que gracias a su actividad alimenticia puede perjudicar diversos cultivos y terminar con producciones enteras, especialmente cuando las condiciones climáticas y las características de la región son propicias para su desarrollo.

Cabe destacar que la pulga saltona se acostumbra rápidamente a los insecticidas creando inmunidad, por lo tanto es importante reducir el uso constante de estos productos, por esta razón se recomienda iniciar con el control fitosanitario en los primeros indicios, para esto se deben llevar a cabo las labores culturales adecuadas para cada tipo de cultivo, lo cual implica realizar limpiezas constantes, una estricta vigilancia y la eliminación de plantas dañadas; además se sugiere hacer constantes rotaciones de cultivos para evitar la permanencia de la plaga.

- **Gusanos alambre (*Agriotes spp*)**

Es uno de las plagas que más daños provocan en el cultivo del maíz. Insectos de la familia de los elatéricos y se trata de una de las plagas

más frecuentes y que más daños provocan en el cultivo del maíz. Los principales daños son producidos por las larvas. Los ataques del gusano del alambre se reparten por focos o manchas en las parcelas de maíz, y varios son los síntomas de su presencia.

Estos gusanos se alimentan de raíces de plantas, semillas, tubérculos o plantas recién germinadas.

Existen diversos métodos para reducir las poblaciones de gusano del alambre. La opción que debería plantearse primero es la prevención, la rotación de cultivos puede ser utilizado como un método para reducir las poblaciones y mantenerlas en niveles bajos. Implantando primero un cultivo que no sea atractivo para después implantar cultivos más susceptibles. Otra medida preventiva puede ser aumentar el contenido de cal en el suelo ya que no suelen situarse en suelos calizos. Es preferible tratar antes de la implantación del cultivo.

- **Pulgones (*myzus persicae*)**

Se deben sembrar los cultivos de maíz alejados de caña, millo y pastos hospederos de este áfido y mantener los cultivos libres de plantas indeseables, así como sus alrededores.

Su control químico se efectúa con insecticidas sistémicos como el Bi - 58 EC al 38 %, Tinos EC 50 % y con Cabaryl 85 % PH o Parathion PH o EC, con Lindano. Este insecto posee enemigos naturales.

En el maíz podemos encontrar numerosas colonias en el envés de las hojas, en las inflorescencias masculinas y en la mazorcas. Esta plaga es más frecuente en cultivos establecidos en tierras bajas. La planta lesionada se empobrece, y si el ataque es intenso y disperso, disminuye la producción por la extracción de savia que realizan.

Se ha reportado como trasmisor de ocho enfermedades virales aproximadamente.

- **Chicharrita del maíz, cigarrita (*Dalbulus maydis*)**

Los adultos y ninfas chupan la savia en la base de las hojas y pueden causar amarillamiento, pero su principal importancia estriba en que son transmisores de los virus que causan el achaparramiento y el rayado fino del maíz. La mayor incidencia de estos problemas se da en zonas bajas.

Tratar la semilla con un producto sistémico como Imidacloprid, en dosis de 136 g por 30 lb de semilla; hacer aplicaciones foliares con deltametrina. En vista de las características y hábitos alimenticios del insecto, se recomienda aplicar los insecticidas temprano en la mañana, que es cuando la chicharrita tiene mayor actividad, y por lo tanto el control es más eficaz.

- **Salta hojas del maíz (*Peregrinus maidis*)**

Ocasiona considerables daños al succionar la savia de las plantas y, mucho más importante, transmitiendo el fitoplasma del "Enanismo Arbustivo del maíz".

La hembra pone de 400 a 500 huevos en el mesófilo de las hojas por el haz y cerca del nervio central. Éstos son ovalados, de menos 1 mm de largo por 0,2 mm de ancho, casi incoloros al principio para luego tornarse blancos. Dependiendo de donde son puestos los huevos, pasada una semana y con el auxilio de una lupa, se pueden observar microfilamentos algodonosos que salen de la extremidad del huevo y que constituyen un carácter específico. Las ninfas pasan por 5 estados, midiendo desde 1 mm cuando son neonatas hasta 4 mm en su último estadio. Son de color amarillo pálido con los ojos negros. El adulto es de color amarillento, con varios puntitos negros en el abdomen. Mide de 3,7 a 4,3 mm de longitud y en la cabeza, un poco por encima de los ojos, tiene 2 puntos negros característicos más grandes que ellos. El ciclo biológico es de aproximadamente 25 a 30 días a 25 °C., el huevo eclosiona a los 9 días y el desarrollo de las ninfas demora 17 días. Los adultos pueden vivir alrededor de 50 días, aunque algunos logran llegar

cerca de los 100 días. En regiones donde el maíz se cultiva de forma continua, este insecto se mantiene presente todo el año y sus poblaciones pueden alcanzar niveles muy elevados.

Las medidas de control son las mismas indicadas para el Salta hojas, como: no efectuar siembras tardías, evitar las colindancias de plantaciones con diferencias fenológicas notables, mantener el cultivo libre de malezas y plantas hospedantes, proporcionar al cultivo adecuada nutrición y riego para propiciar un buen desarrollo fenológico que le permita contrarrestar los efectos de la enfermedad.

- **Cañero - *diatraea saccharalis* Fabricius**

Los barrenadores del maíz tienen polimorfismo estacional. Las formas larvarias de verano (sin diapausa) tienen un color blanquecino con pináculos negros, mientras que las formas de las larvas de invierno (diapausa) son inmaculadas, es decir, son de un color amarillo claro uniforme debido a sus pináculos libres de pigmento. Después de pasar por al menos 5 estados, las larvas que no entran en diapausa, empupan sin ninguna pérdida previa de pigmentos. Las larvas muestran un patrón de comportamiento característico cuando se preparan para la diapausa al migrar a la base de la caña, por debajo del nivel del suelo, donde preparan una celda de invernación.

Cuando el ataque se produce sobre una planta joven, las larvas pueden dañar el brote terminal provocando su muerte. En plantas más desarrolladas, el efecto directo por la construcción de galerías produce disminución del rendimiento de la planta al cortar los haces vasculares y disminuir la conducción de fotoasimilados a la espiga. La presencia de un orificio o entrenudo barrenado por tallo genera una disminución de 2 a 2,5 quintales ha⁻¹. Los efectos indirectos son el quebrado de plantas desde la fructificación a la cosecha, ingreso de diversos patógenos, siendo la podredumbre del tallo (*Fusarium* spp y *Sclerotium bataticola*) la enfermedad más común, y pérdidas durante la cosecha por

caída de espigas como consecuencia del barrenado del pedúnculo y base de las mismas.

- **Mosca de la mazorca (*Euxesta sororcula* Wied)**

Plaga secundaria y su intensidad de daño está en función a la ocurrencia del gusano de la Mazorca y/o Gusano Cogollero, ya que este facilita el ingreso de esta plaga, también se alimenta de los granos y la coronta de la mazorca.

Controlar de manera eficiente al gusano mazorquero y gusano cogollero, instalar las trampas plásticas (Se instalan alrededor de 15 trampas de 40 cm x 40 cm por 1 ha. Se unta de aceite los plásticos) y realizar labores de limpieza de malezas ya que estos brindan alojamiento a esta plaga.

2.2.15.2. Enfermedades

- **Carbón del maíz (*Ustilago maydis*)**

La mejor práctica para disminuir su incidencia es sacar las mazorcas con agallas en estado verde para enterrarlas junto con guano de corral para compost. También la rotación de cultivos es una práctica que permite disminuir la incidencia de esta enfermedad.

- **Roya del maíz (*Puccinia sorghi*)**

La roya del maíz está extendida prácticamente por todo el mundo. Suele aparecer cuando el maíz se acerca a la floración. La enfermedad de la roya se inicia en las hojas con una coloración amarilla visible en ambos lados de la hoja (haz y envés), que con el tiempo, se tornan de color rojizo-negrusco. Es reconocible debido a que alrededor de esta mancha se forma un círculo o halo de color verde o amarillo. La enfermedad se acrecenta en cañas de seis meses de edad, en planta común y en retoños.

El tratamiento contra la roya se basa más en evitar la entrada de la enfermedad que la cura, debido a que la mayoría de fungicidas son

ineficaces. Es recomendable la búsqueda de variedades resistentes a la enfermedad.

- **Pudrición de mazorcas**

Es producida por hongos (*Fusarium moniliforme*, *Fusarium tursicum* y *Diplodia maydis*). El control de gusanos de la mazorca impiden el ingreso de hongos y el uso de variedades tolerantes con buena cobertura de mazorcas son las mejores alternativas de control.

- **Achaparramiento (Puka poncho)**

Síntomas típicos en caso de espiroplasma son la presencia de franjas blanquecinas en la base de las hojas próximas a la inserción con el tallo, que se prolongan hacia el ápice. En general las plantas presentan entrenudos cortos, presencia de enanismo de plantas y no producen granos si la infección ocurre antes de la floración, cuando hay producción de granos su llenado es sumamente perjudicado, las mazorcas presentan granos flojos, pequeños, descoloridos o manchados. En caso de fitoplasma los síntomas foliares típicos son enrojecimiento de los márgenes de las hojas pudiendo más adelante cubrir toda su extensión, otros síntomas son la proliferación de mazorcas, enanismo, el tamaño de mazorcas y el llenado de granos es perjudicado.

Para el control de esta enfermedad causada por fitoplasmas y espiroplasmas, es el uso de variedades tolerantes y la siembra temprana son las mejores alternativas para garantizar mejor producción de mazorcas. En los valles interandinos de la sierra, a partir del mes de noviembre se eleva la temperatura ambiental lo cual condiciona un rápido incremento de la población del insecto vector *Dalbulus maidis* conocido como cigarrita; también la elevación de la temperatura favorece el desarrollo de la enfermedad en la planta infectada. Las variedades mejoradas de maíz morado se muestran tolerantes a la enfermedad.

2.2.16. Manejo post cosecha

- **Secado**

El secado debe ser de manera rápida, ya sea con energía solar (la luz solar no debe dar directamente a las mazorcas) o con aire forzado. Se debe procurar conservar la calidad del pigmento (INIA 2007).

Nakamura (2010) menciona que, se debe realizar un buen manejo de post cosecha para evitar la formación de micotoxinas, por un mal secado del maíz.

- **Almacenamiento**

Según el INIA (2007) para tener un almacenamiento adecuado de granos, la humedad del ambiente debe ser de 14 %; además de un ambiente seco, seguro, desinfectado y limpio para evitar el ataque de roedores, hongos e insectos.

2.2.17. Rendimiento de maíz morado

El rendimiento del maíz morado por regiones del Perú, presenta datos de los años 2005, 2006 y 2007 al promediar los rendimientos por regiones varían de 3000 kg ha⁻¹, en Lambayeque, a 7336 kg ha⁻¹, en Cajamarca, con promedio nacional de 4670 kg ha⁻¹ (Pozo 2015).

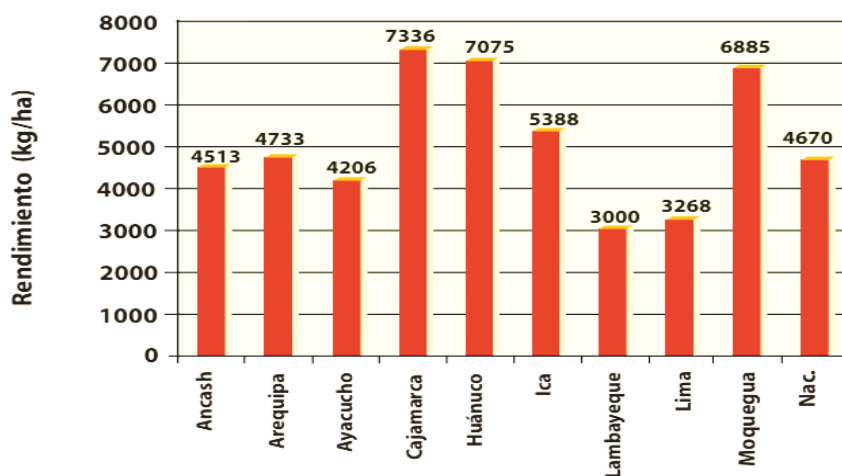


Figura 2. Rendimiento por regiones productoras de maíz morado (Fuente: INIA 2012)

2.2.17.1. Factores determinantes en el rendimiento del maíz

Begazo (2013) menciona que, los factores que influyen en el rendimiento de cultivos son los factores limitantes (agua, nutrientes), factores definidores (CO₂, radiación, temperatura, genotipo), factores reductores (malezas, enfermedades, insectos, contaminantes, etc.). Además, es imprescindible conocer la brecha de producción existente entre los rendimientos máximos alcanzables (RMA) y los rendimientos factibles (RF).

Los rendimientos máximos alcanzables son aquellos que se logran en condiciones de campo, con los genotipos más adaptados y cuando los factores reductores han sido controlados y no existan limitaciones en la disponibilidad de agua y nutrientes. Es decir que los rendimientos estarán sólo limitados por la radiación y el régimen térmico (Begazo 2013).

En el caso de los rendimientos factibles, nos estamos refiriendo a aquellos rendimientos que pueden ser alcanzables con las prácticas agrícolas actualmente recomendadas y con las limitaciones abióticas particulares de cada situación, pero donde los factores reductores han sido controlados (Begazo 2013).

Cuando los factores reductores han sido debidamente controlados, y no hay deficiencias hídricas tampoco nutricionales, el lograr un alto rendimiento estará unido a: la capacidad de captura de radiación, la capacidad de las hojas de asimilar CO₂ del aire (transformarlo en azúcares), la magnitud de las pérdidas por respiración (para mantener tejidos y para permitir el crecimiento de los órganos) y la capacidad del cultivo de movilizar azúcares desde estructuras de reserva a los granos (Begazo 2013).

Para alcanzar la máxima producción, las tasas de asimilación de carbono deben ser altas durante la etapa del llenado de granos. Además de un mayor desarrollo de área foliar, se debe optimizar la actividad fotosintética de las hojas, proceso en el cual la disponibilidad de Nitrógeno (N) (Begazo 2013).

2.2.17.2. Rendimiento nacional de maíz morado

En el año 2006, el rendimiento promedio nacional fue de 4675 kg ha⁻¹, la región Cajamarca obtuvo el mayor rendimiento a nivel nacional con 8389 kg ha⁻¹, seguido de Apurímac y Huánuco con 8100 kg ha⁻¹ y 7105 kg ha⁻¹ respectivamente. Mientras las regiones de Arequipa y Lima obtuvieron un rendimiento de 4685 kg ha⁻¹ y 2974 kg ha⁻¹ respectivamente (Quispe 2010).

Según Begazo (2013) durante la campaña 2011-2012, los principales departamentos productores de maíz morado en el Perú, fueron Lima, Huánuco y Arequipa. El departamento que logró el mayor rendimiento nacional fue Huánuco con 6906 kg ha⁻¹, lo sigue Lima con 5711 kg ha⁻¹, y luego Arequipa con 5072 kg ha⁻¹.

El departamento de Lima es el mayor productor con 9161 t en un área sembrada de 1616 ha.

Tabla 6. Rendimiento nacional por departamento de maíz morado durante la campaña 2011 – 2012.

| Depart. | Siembra (ha) | Cosecha (ha) | Rendimiento (kg/ha) | Producción total (t) | Precio/chacra (S/) |
|-------------|--------------|--------------|---------------------|----------------------|--------------------|
| Huánuco | 384.00 | 384.00 | 6906.00 | 2655.50 | 1.00 |
| La Libertad | 41.50 | 50.50 | 6029.00 | 304.50 | 1.11 |
| Lima | 1616.00 | 1604.00 | 5711.00 | 9161.00 | 1.24 |
| Arequipa | 273.00 | 264.00 | 5072.00 | 1339.00 | 1.58 |
| Ica | 76.50 | 14.50 | 3555.00 | 51.55 | 1.98 |

Fuente: Begazo (2013).

2.2.18. Principio colorado del maíz morado

El principio colorante del maíz morado lo constituye en mayor porcentaje los pigmentos denominados **antocianinas**. Dentro de las antocianinas se encuentran los colorantes vegetales rojos, azules y violetas. El color de las antocianinas ha sido estudiado químicamente y se explica en la forma siguiente (FOPEX 1983).

➤ Rojo : como sal ácida.

- Azul : como sal metálico.
- Violeta : como un anhídrido antocianico

El maíz recibe la denominación de morado cuando el pericarpio, las glumas y la tusa o coronta presentan un color muy oscuro, casi negro, por la acumulación de pigmentos antocianicos, que son utilizados en el Perú para colorear la chicha y la mazamorra morada (Sevilla y Valdez 2005).

2.2.19. Propiedades medicinales

Según INIA (2012), recientes estudios clínicos, publicados en la revista *Biophysical Reseach Communications*, han demostrado entre otras cualidades que nuestro maíz morado podría ser un buen aliado en la lucha contra la diabetes, la obesidad y entre otras enfermedades igualmente importantes, las que se mencionan a continuación:

- Su contenido de antocianinas es un poderoso antioxidante natural que ayuda en parte a la prevención del temido cáncer a nivel del colon y el recto.
- Su alto poder antioxidante retarda el proceso de envejecimiento celular y estimula la circulación sanguínea.
- Disminuye los riesgos de ataques al corazón.
- Disminuye los niveles de colesterol malo (LDL).
- Regula la presión arterial, recomendado para personas que sufren de presión arterial alta.
- Desintoxica el cuerpo y protege de otras enfermedades degenerativas como la arterioesclerosis, diabetes, gastritis y cataratas.
- Previene la obesidad evitando la ganancia de peso.
- Estimula la acción diurética.

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación del experimento

La presente investigación se realizó en el distrito de Ichocán, provincia de San Marcos, región Cajamarca. El experimento ha sido conducido en nueve localidades en las que se establecieron las parcelas para el estudio. Las parcelas fueron instaladas en diferentes pisos altitudinales, que van desde los 2420 a 3180 m de altitud las altitudes, longitudes y latitudes específicas se muestran en la Tabla 7.

$$\text{Rendimiento (y)} = f(\text{Altitud (x)})$$

Tabla 7. Georreferenciación de las 9 localidades donde se realizó el estudio

| Localidad | Altitud (m) | Coordenadas UTM | |
|-------------|----------------|-----------------|---------|
| | | Este | Norte |
| Llollón | 2765 | 819788 | 9185952 |
| Montoya | 2420 | 815833 | 9186845 |
| Sunchupampa | 2540 | 816246 | 9185069 |
| La chilca | 2495 | 816858 | 9186070 |
| Poroporo | 3180 | 822114 | 9183131 |
| La victoria | 3050 | 822185 | 9184512 |
| La victoria | 3010 | 821714 | 9185027 |
| Poroporito | 2880 | 821079 | 9184454 |
| Llanupacha | 2920 | 818458 | 9183822 |

Fuente: Georreferenciación propia

3.2. Análisis de suelo

Con un mes de anticipación para la siembra, se procedió al recojo de muestras de suelo de cada parcela, aplicando las recomendaciones técnicas establecidas para el recojo de sub muestras, que al final nos darían una muestra representativa, de 500 g de suelo las mismas que posteriormente fueron llevadas al Laboratorio de Análisis de suelo de la EEA. Baños del Inca – INIA, para su respectivo análisis, y cuyos resultados se muestran en la Tabla 9.

Tabla 8. Determinación y métodos aplicados en el análisis de suelo

| Determinación | Método |
|--------------------------|-----------------------------|
| Fósforo disponible (ppm) | Olsen Modificado |
| Potasio disponible (ppm) | Extracción Ac. Sulfúrico 6N |
| pH | Potenciométrico |
| Materia orgánica (%) | Wackley – Black Modificado |
| Nitrógeno total (%) | Microkjeldahl |

Fuente: Laboratorio de Suelos - EEA. Baños del Inca – INIA

Tabla 9. Resultados del Análisis físico - químico de la muestra de suelo de las parcelas experimentales de las 9 localidades.

| Localidad | Determinación | | | | Recomendación | | |
|---------------------------------|----------------------|----------------|-----------|-----------------|----------------------|----------|----------|
| | P (ppm) | K (ppm) | pH | M.O. (%) | N | P | K |
| Llollón | 25.38 | 340 | 7.2 | 4.09 | 95 | 40 | 40 |
| Montoya | 6.62 | 340 | 7.2 | 2.1 | 110 | 60 | 40 |
| Sunchupampa | 1.42 | 345 | 7.30 | 2.35 | 110 | 65 | 40 |
| La Chilca | 1.42 | 345 | 7.3 | 2.35 | 110 | 65 | 40 |
| Poroporo | 11.45 | 230 | 5 | 1.51 | 120 | 50 | 50 |
| La Victoria (3050 m de altitud) | 11.93 | 345 | 7.30 | 3.16 | 100 | 55 | 40 |
| La Victoria (3010 m de altitud) | 11.93 | 345 | 7.30 | 3.16 | 100 | 55 | 40 |
| Poroporito | 6.62 | 340 | 7.2 | 2.1 | 110 | 60 | 40 |
| Llanupacha | 10.02 | 345. | 7.30 | 2.63 | 110 | 50 | 40 |

Fuente: Laboratorio de Suelos - EEA. Baños del Inca – INIA

Los resultados de cada una de las localidades se interpretan a continuación:

Llollón: Fósforo (P) alto, potasio (K) medio, pH (reacción) neutro y materia orgánica (M.O) medio.

Montoya: Fósforo (P) bajo, potasio (K) medio, pH (reacción) neutro y materia orgánica (M.O) medio.

Sunchupampa: Fósforo (P) muy bajo, potasio (K) medio, pH (reacción) ligeramente alcalino y materia orgánica (M.O) medio.

La chilca: Fósforo (P) muy bajo, potasio (K) medio, pH (reacción) ligeramente alcalino y materia orgánica (M.O) medio.

Poroporo: Fósforo (P) medio, potasio (K) bajo, pH (reacción) fuertemente ácido y materia orgánica (M.O) bajo.

La Victoria (3010 y 3050 m de altitud): Fósforo (P) medio, potasio (K) medio, pH (reacción) ligeramente alcalino y materia orgánica (M.O) medio.

Poroporito: Fósforo (P) medio, potasio (K) medio, pH (reacción) ligeramente alcalino y materia orgánica (M.O) medio.

Llanupacha: Fósforo (P) medio, potasio (K) medio, pH (reacción) extremadamente alcalino y materia orgánica (M.O) medio.

3.3. Materiales.

3.3.1. Material biológico – Semilla

Para esta investigación se empleó semillas certificadas de 6 variedades de maíz morado, provenientes y proporcionadas por la EEA. Baños del Inca - INIA - Cajamarca.

Tabla 10. Variedades de maíz morado utilizadas en la investigación

| Clave | Variedad |
|-------|----------------------|
| V1 | INIA 601 |
| V2 | CANTEÑO |
| V3 | MAÍZ MORADO MEJORADO |
| V4 | UNC 47 |
| V5 | INIA 615 |
| V6 | PM 581 |

La descripción de cada una de las variedades, se presenta de la siguiente manera:

- **INIA - 601 (INIA Negro Cajamarca):** Originada en la Subestación Experimental Cajabamba del INIA. La población "NEGRO" se formó con 256 progenies: 108 de la variedad Morado Caráz y 148 progenies de la variedad local Negro de Parubamba. Dentro de sus características sobresale el color morado intenso de la coronta y del grano, precocidad,

prolificidad mayor de 81.5, rendimiento, buen tipo de planta y sanidad de mazorca. Tolerante a plagas y enfermedades, particularmente a (*Helicoverpa zea*) (mazorquero) a las enfermedades (*Helminthosporium turcicum*) (rancha) y *Fusarium moniliforme* (pudrición de la mazorca) (Abanto et al. 2014, citado por Piña 2018).

- **INIA 615 Negro Canaan:** Variedad mejorada por el INIA, producto del trabajo de mejoramiento por selección recurrente de medios hermanos a partir de 36 colecciones de cultivares de la raza Kulli realizados durante 9 ciclos. Los progenitores 21 femeninos fueron las variedades locales Negro Kully y Morado y los progenitores masculinos un compuesto balanceado de 3 variedades (Negro, Kully y Morado) (INIA, citado por Piña 2018).
- **Canteño:** Derivada de la raza Cuzco, se cultiva en muchos lugares en la Sierra del Perú, especialmente en las partes altas del valle del Chillón del departamento de Lima hasta los 2500 m de altitud. Es la variedad que más se consume en el mercado de Lima, se desarrolla bien entre los 1800 a 2500 m de altitud.
- **PMV - 581:** Variedad mejorada por la Universidad Nacional Agraria La Molina, obtenida a través de la variedad Morado de Caraz, adaptada a la costa y sierra baja, con resistencia a roya y cercospora. Su período vegetativo es intermedio, con mazorcas medianas de 15 a 20 cm, alargadas con alto contenido de pigmento y un potencial de rendimiento de 6 t ha⁻¹ (Manrique, citado por Piña 2018).
- **Maíz Morado Mejorado:** Variedad experimental del Instituto Nacional de Innovación Agraria, la cual se adapta para la parte sierra del Perú (Piña 2018).
- **UNC - 47:** Variedad que lanzó la Universidad Nacional de Cajamarca, denominada “Grone” (Piña 2018).

3.3.2. Insumos.

- Úrea (46 % N)

- Cloruro de Potasio (60 % K₂O)
- Abonos (Guano de isla, Aminorgan).
- Abonos foliares (bio2, vital y pro humus).
- Insecticidas para controlar cogollero (*Spodoptera frujiperda* Smit) (Granolate).
- Furadan 4F (composición: Carbofuran 480 g / L).
- Cyperklin 25(composición: Cypermethrin 250 g / L e ingredientes inertes 750 g / L)
- Aceite comestible para control del gusano mazorquero (*Helicoverpa zea* B.).

3.3.3. Material de campo

- Palanas
- Estacas
- Balanza
- Bolsas
- Baldes
- Wincha
- Rafia
- Etiquetas

3.3.4. Materiales y equipos de laboratorio

- Agitador magnético con plancha de calentamiento (C-MAG HS7 C).
- Vaso de precipitación de 250 ml.
- Papel aluminio.
- Termómetro digital adaptado a Agitador magnético.
- Espectrofotómetro.
- Balanza analítica digital.
- Hidroácido (850 ml de alcohol de 96 % + 150 ml de ácido clorhídrico a 2 %).

- Fiola de 100 ml.
- Matraz.
- Probeta graduada.
- Agitador.
- Pipeta de 5 ml.

3.3.5. Materiales utilizados en la obtención de Antocianinas

Para obtener las antocianinas, se emplearon coronta y bráctea molida de las 6 variedades de maíz morado.

3.3.6. Reactivos

- Solución de etanol - ácido clorhídrico 2 %
- Agua desionizada.

3.4. Metodología

El experimento se realizó entre los meses de diciembre del 2017 y julio del 2018. Durante este período la temperatura promedio máxima fue de 24.27 °C, la mínima fue 9.65 °C y la media fue de 16.02 °C, con una humedad relativa promedio de 74.04 % y precipitación promedio anual de 0.74 mm (Tabla 11).

Tabla 11. Datos meteorológicos registrados durante el período de la investigación.

| Meses | Año | Temperatura | | | Precipitación (mm) | Humedad relativa (%) |
|-----------------|------|-------------|-------------|------------|--------------------|----------------------|
| | | Mínima (°C) | Máxima (°C) | Media (°C) | | |
| Diciembre | 2017 | 11.70 | 24.95 | 16.85 | 0.00 | 78.12 |
| Enero | 2018 | 10.57 | 24.13 | 16.33 | 2.26 | 76.42 |
| Febrero | 2018 | 11.18 | 25.55 | 16.94 | 1.00 | 75.97 |
| Marzo | 2018 | 11.43 | 23.89 | 16.56 | 1.10 | 80.67 |
| Abril | 2018 | 10.09 | 24.05 | 16.01 | 1.56 | 76.64 |
| Mayo | 2018 | 9.48 | 24.52 | 15.91 | 0.01 | 75.56 |
| Junio | 2018 | 6.13 | 23.68 | 14.73 | 0.00 | 66.63 |
| Julio | 2018 | 6.63 | 23.40 | 14.81 | 0.00 | 62.32 |
| Promedio | | 9.65 | 24.27 | 16.02 | 0.74 | 74.04 |

Fuente: SENAMHI

3.4.1. Diseño experimental

Por las características del estudio se utilizó el Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA), con arreglo factorial de 9 localidades por 6 variedades (9L X 6V) y 4 repeticiones por cada localidad. Los tratamientos fueron conformados por la combinación de factores (Tabla 12), a los cuales se distribuyó al azar en los bloques (Figura 3).

Tabla 12. Factores y niveles estudiados.

| Factores | |
|----------------------------|-----------------|
| Localidad y Altitud | Variedad |
| Llollón (2765 m) | INIA-601 |
| Montoya (2420 m) | Canteño |
| Sunchupampa (2540 m) | Morado mejorado |
| La Chilca (2495 m) | UNC 47 |
| Poroporo (3180 m) | INIA-601 |
| La Victoria (3050 m) | PM 581 |
| La Victoria (3010 m) | |
| Poroporito (2880 m) | |
| Llanupacha (2920 m) | |

En cada localidad se preparó una parcela en la cual se distribuyeron las 6 variedades de forma aleatoria. Estas parcelas estuvieron formadas por cuatro surcos de 9 plantas cada uno, (en total 36 plantas por tratamiento), sembradas a distanciamientos 0.80 m entre surcos y 0.60 m entre plantas. Para la evaluación se tomó el surco central, sin tomar en cuenta las plantas de los extremos para evitar el efecto de borde (6 plantas muestra).

- **Características del campo experimental.**

Cada parcela experimental presento las siguientes características:

| | |
|---------------------|----------|
| Ancho de calles | : 1,0 m. |
| Número de calles | : 05 |
| Largo de los surcos | : 5,5 m. |

| | |
|--|------------------------|
| Ancho de los surcos | : 0,80 m. |
| Número de surcos por unidad experimental | : 04 |
| Área de cada unidad experimental | : 17.6 m ² |
| Área neta del experimento | : 422.4 m ² |
| Área por ensayo (total) | : 492.8 m ² |

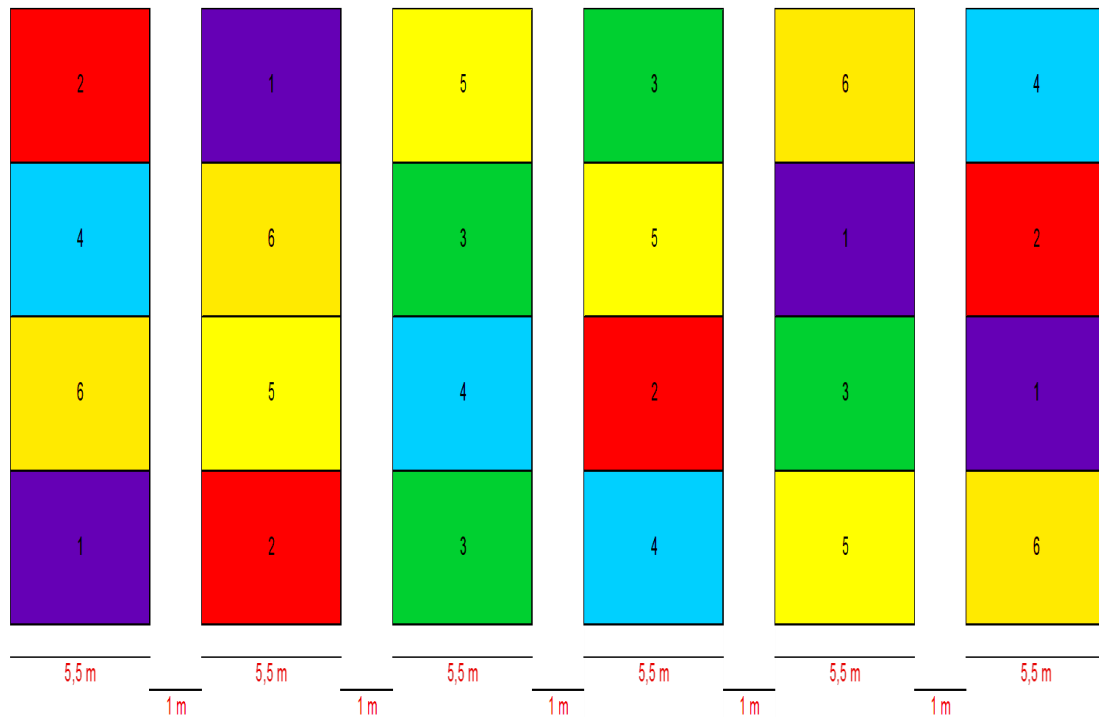


Figura 3. Croquis del campo experimental y distribución de tratamientos.

3.4.2. Conducción del experimento en campo

3.4.2.1. Preparación del terreno

La preparación de terreno fue realizada con maquinaria agrícola (tractor) facilitada por la EEA del INIA. Primero se pasó un arado de discos seguido de rastra para el desterronado, mullido y nivelado del terreno. El surcado fue realizado en forma manual.

3.4.2.2. Demarcación y estacado del terreno.

De acuerdo al croquis previamente elaborado del experimento, se procedió a la demarcación de los bloques, parcelas, calles, bordes de cabecera y laterales respectivamente, delimitado con estacas y cordeles.

3.4.2.3. Siembra

La siembra se realizó con un distanciamiento de 0.80 m entre surcos, y 0.60 m entre golpes, depositando 2 semillas por golpe a una profundidad aproximada de 2 a 3 cm. Previamente se realizaron las siguientes labores:

- **Desinfección de semilla:** En un depósito de desinfección se remojó la semilla en una solución de hojas de molle por su efecto repelente para el control de gusanos de tierra, luego se hizo orear la misma, y se aplicó tifón en polvo (clorpirifos) para lograr un mejor control de gusanos de tierra.
- **Abonamiento de fondo:** Una vez realizado el hoyado con el marcador de siembra de acuerdo a la densidad de cada unidad experimental, se procedió a abonar con 750 kg ha⁻¹ de guano de isla y 115 kg ha⁻¹ de cloruro de potasio.
- **Siembra:** se procedió a sembrar con la densidad mencionada anteriormente, finalmente se cubrió ligeramente la semilla con herramientas de uso manual.

3.4.2.4. Desahije

Cuando las plantas tuvieron de 3 a 4 hojas, se llevó a cabo el desahije dejando una planta por golpe; retirando las plantas que tienen crecimiento acelerado o que demoraron en germinar, dejando la parcela con plantas de crecimiento uniforme.

3.4.2.5. Deshierbos

Esta labor se realizó oportunamente de acuerdo al desarrollo del cultivo para evitar la competencia de las malezas en la absorción de fertilizantes, y otros factores asociados al rendimiento. Se realizó un deshierbo temprano, cuando las malezas estaban recién emergiendo (de 5 a 10 cm), mediante un simple raspado del suelo. El segundo deshierbo se realizó en forma manual aprovechando el primer aporque y la aplicación de la

segunda dosis de nitrógeno, posteriormente el tercer deshierbo se realizó en plena floración del maíz.

3.4.2.6. Fertilización

La fertilización se fraccionó en tres partes: al momento de la siembra, en el aporque y al inicio de la floración.

- a. Al momento de la siembra: 750 kg ha⁻¹ de guano de isla a 90 – 83 – 19 kg de N – P – K, y cloruro de potasio a 0 – 0 – 69 kg de N – P – K.
- b. En el aporque: 180 kg ha⁻¹ de Guano de isla a 22 – 20 – 5 kg de N – P – K, 20 kg ha⁻¹ de Urea a 10 – 0 – 0 kg de N – P – K y 40 kg ha⁻¹ de cloruro de potasio a 0 – 0 – 24 kg de N – P – K.
- c. Al inicio de la floración: 50 kg ha⁻¹ de urea a 23 – 0 – 0 kg de N – P – K y 35 kg ha⁻¹ de cloruro de potasio a 0 – 0 – 21 kg de N – P – K.

3.4.2.7. Riegos

Se realizó con frecuencia inicialmente al momento de la siembra, luego cada 10 días, hasta humedecer los 30 cm de profundidad aproximadamente.

3.4.2.8. Aporque

Cuando las plantas tuvieron de 6 a 8 hojas, se construyó un camellón de 15 cm aproximadamente en la base de cada planta, en cada surco, permitiendo así el crecimiento de las raíces laterales y así brindar un mayor anclaje al suelo, para evitar el acame o caída de la planta. También permitió mejorar la respiración de la raíz y el drenaje del suelo.

3.4.2.9. Control fitosanitario

Para controlar el cogollero del maíz y gusano mazorquero; se realizó en el momento oportuno y de acuerdo a las evaluaciones técnicas en campo. Se utilizó los insecticidas Furadan 48 FW a una dosis de 0.5 l t ha⁻¹ mezclada con Cyperklyn 25 EC a una dosis de 250 ml ha⁻¹, en mochila de 20

L.Sumado al control químico, se aplicó 3 gotas de aceite de uso doméstico en la panoja o conjunto de “barbas” de la mazorca, para el control del gusano “mazorquero”

3.4.2.10. Cosecha

Se realizó a partir de los 180 días de siembra, cuando el maíz presentó una humedad aproximada del 30 %. Se cosechó teniendo en cuenta el clima. Para esta actividad se procedió a arrancar y despancar (separación de brácteas con mazorcas) las mazorcas, sin tumbar o chancar la planta, usando baldes para mayor cuidado del producto.

3.4.3. Evaluaciones biométricas en pre cosecha

3.4.3.1. Días de floración masculina:

Se evaluó en los 4 surcos centrales de cada tratamiento. Se consideró el número de días transcurridos desde la siembra hasta que más del 50 % de las plantas presentaron las panojas desprendiendo polen.

3.4.3.2. Días de floración femenina

Se evaluó en los 4 surcos centrales de cada tratamiento. Se registró el número de días transcurridos desde la siembra al estado cuando más del 50 % de plantas comenzaron a florear.

3.4.4. Evaluaciones post- cosecha.

3.4.4.1. Rendimiento

Consiste en colocar las mazorcas cosechadas de cada unidad experimental en baldes y con la ayuda de una balanza de reloj, se obtendrá el peso correspondiente, que servirá para determinar el rendimiento.

3.4.4.2. Porcentaje de pudrición

Consiste en ubicar todas las mazorcas de cada unidad experimental; distribuidas según el porcentaje de pudrición que presenta cada una de

ellas. Se considera para ello la escala determinada por CIMMYT (1996), constituida por grados del 1 al 6; donde:

- Grado 1, corresponde al total de mazorcas sanas.
- Grado 2 a mazorcas con 1 al 10 % de pudrición.
- Grado 3 mazorcas con 11 al 25 % de pudrición.
- Grado 4 mazorcas con 26 al 50 % de pudrición.
- Grado 5 mazorcas con 51 al 75 % de pudrición.
- Grado 6 mazorcas con 76 al 100 % de pudrición.

Esta información permite realizar el cálculo Promedio Ponderado de Pudrición (PPP), cuya fórmula es:

$$PPP = [\sum (G1*5.5 \dots G6*88) / \sum (G1 \dots G6)]$$

3.4.4.3. Muestra para determinar humedad

De cada unidad experimental se recogerá 10 mazorcas al azar; de las cuales se extraerá 2 hileras de grano de cada una; de esta muestra se pesará 100g (peso húmedo) y se colocará en bolsas de papel, para luego identificarlas y colocarlas en una estufa con una temperatura de 105 °C por 24 horas para luego determinar el porcentaje de humedad con que fue cosechado el producto.

3.4.4.4. Contenido de antocianinas.

Se evaluó el contenido de antocianinas en mazorca fresca en 0.5 kg de coronta seca y 0.5 kg de bráctea seca de cada variedad por parcela. Para determinar las antocianinas se utilizó como reactivos a la solución de etanol - ácido clorhídrico 2.0 N (85:15) y agua desionizada.

Procedimiento

- Se mezcló bien la muestra usando la espátula.
- Se pesó 100 g de muestra, de acuerdo a la tabla de pesos y purezas, en el vaso de precipitado de 150 ml, previamente tarado.
- Se adicionó 5 ml de agua desionizada al vaso para disolver la muestra y posteriormente se adicionó solución de etanol – ácido clorhídrico.

- Se adiciono esta solución al embudo que se encuentra dentro de la fiola de 100 ml, y se hizo varias lavadas al vaso para que no queden remanentes del color y adicionarlas a la fiola.
- Se enrazó hasta la marca con la solución etanol – ácido y tapar.
- Para el análisis se pesó el producto molido (o rallado) en un vaso de 250 ml y agregar 100 ml de la solución de etanol – ácido y se agitó a 60 °C por 2 horas. Cumplido el tiempo, se dejó sedimentar.
- Se utilizó una alícuota de 5 ml y se colocó en una fiola de 100 ml y enrasar con solución etanol – ácido. Luego se agito la fiola hasta homogenizar bien la muestra.
- Se realizaron lecturas de la absorbancia a 535 mm usando como blanco agua desionizada, celdas de 1 cm de lado, luego se calculó la concentración de antocianina con la siguiente fórmula.

$$\% \text{ANTOCIANINA} \times \frac{Abs_{(535)} \times 2000}{982 \times P_{(g)}}$$

- El valor de absorbancia deberá estar entre 0.60 y 0.70.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. Rendimiento promedio de 6 variedades de maíz morado por localidad.

Los rendimientos detallados por localidad y por cada variedad específica, se muestra en la Tabla 24 de los anexos.

La Tabla 13 nos muestra el análisis de varianza para el rendimiento promedio, observando que existe significación estadística para las variedades en la localidad La Victoria (3050 m de altitud) y alta significación estadística en La Victoria (3010 m de altitud). Estos resultados indican que los rendimientos de las 6 variedades de maíz en La Victoria a 3050 m de altitud y a 3010 m de altitud, son estadísticamente diferentes. En las demás localidades los rendimientos de las 6 variedades, son estadísticamente semejantes.

Los coeficientes de variación (CV) nos indican que la investigación ha sido conducida de manera adecuada, ya que sus valores son aceptables para efectos de campo.

Tabla 13. Análisis de varianza (ANOVA) para el rendimiento de 6 variedades de maíz morado por localidad.

| Fuente de variación | Bloque | Variedad | Error | Total | CV (%) |
|---------------------------------|---------|----------|-------|-------|--------|
| Grados de libertad | 3 | 5 | 15 | 23 | |
| Llollón | 0.73 ns | 0.38 ns | 0.29 | 23 | 18.3 |
| Montoya | 1.18 ns | 0.47 ns | 0.47 | 23 | 27.71 |
| Sunchupampa | 0.18 ns | 1.29 ns | 0.57 | 23 | 32.86 |
| La Chilca | 1.9 ns | 1.25 ns | 1.64 | 23 | 28.55 |
| Poroporo | 0.25 ns | 0.78 ns | 0.36 | 23 | 28.9 |
| La Victoria (3050 m de altitud) | 0.43 ns | 2.14* | 0.5 | 23 | 26.87 |
| La Victoria (3010 m de altitud) | 4.35 * | 5.01 ** | 0.99 | 23 | 26.29 |
| Poroporito | 1.59 * | 0.02 ns | 0.43 | 23 | 34.05 |
| Llanupacha | 0.63 ns | 0.05 ns | 0.19 | 23 | 29.46 |

Significativo (*), altamente significativo (), no significativo (ns).**

Debido que en la localidad de La Victoria (3010 m de altitud) y La Victoria (3050 m de altitud) se encuentran diferencia significativa, se realizó la prueba de Tukey

al 5 % de probabilidad (Tabla 14); donde se observa que en La Victoria (3050 m de altitud) alcanzó los mejores rendimientos las variedades: UNC - 47, Morado Mejorado e INIA - 601, con 2.1, 1.92, y 1.59 t ha⁻¹ respectivamente. Estos rendimientos son estadísticamente superiores a los encontrados en las demás variedades; donde Canteño, PM 581 e INIA - 615 obtuvieron 0.97, 0.5 y 0.39 t ha⁻¹ respectivamente, además que no existe diferencias estadísticas entre estos rendimientos. En La Victoria (3050 m de altitud) los mejores rendimientos alcanzaron las variedades INIA - 601, Morado mejorado y PM 581, con 5.26, 4.6 y 4.03 t ha⁻¹ respectivamente; las variedades Canteño, UNC - 47 y e INIA - 615 obtuvieron 3.64, 3.11 y 2.09 t ha⁻¹ respectivamente, no existiendo diferencias estadísticas entre éstos rendimientos.

Respecto a la localidad La Chilca, la variedad que consiguió el mayor rendimiento fue Canteño con 5.28 t ha⁻¹, pero no difiere estadísticamente con las otras 5 variedades, cuyos rendimientos van de 4.90 a 3.85 t ha⁻¹. En la localidad La Victoria (3010 m de altitud) las variedades que consiguieron el mayor rendimiento fueron: INIA - 601 y Morado Mejorado con 5.26 y 4.6 t ha⁻¹ respectivamente.

Los rendimientos de las 6 variedades en las localidades: Llollón y Sunchupampa, alcanzaron promedios de 2.95 y 2.30 t ha⁻¹ respectivamente. En las demás localidades el rendimiento osciló entre 1.01 t ha⁻¹ (Poroporo) y 1.93 t ha⁻¹ (Poroporito).

Tabla 14. Prueba de Tukey al 5 % de probabilidad, para el rendimiento promedio (t ha⁻¹) de 6 variedades de maíz morado por localidad.

| Variedad | INIA-601 | Canteño | Morado Mejorado | UNC 47 | INIA-615 | PM 581 | Prom. |
|---------------------------------|----------|---------|-----------------|---------|----------|---------|-------|
| Llollón | 3.14 A | 2.68 A | 3.27 A | 3.12 A | 2.99 A | 2.47 A | 2.95 |
| Montoya | 1.92 A | 1.85 A | 1.77 A | 1.23 A | 1.87 A | 2.29 A | 1.82 |
| Sunchupampa | 1.44 A | 2.01 A | 2.16 A | 2.39 A | 2.75 A | 3.05 A | 2.30 |
| La Chilca | 3.85 A | 5.28 A | 4.21 A | 4.9 A | 4.67 A | 3.99 A | 4.48 |
| Poroporo | 1.09 A | 0.67 A | 1.56 A | 1.32 A | 1.1 A | 0.34 A | 1.01 |
| La Victoria (3050 m de altitud) | 1.59 AB | 0.97 AB | 1.92 AB | 2.1 A | 0.39 B | 0.5 AB | 1.25 |
| La Victoria (3010 m de altitud) | 5.26 A | 3.64 AB | 4.6 A | 3.11 AB | 2.09 B | 4.03 AB | 3.79 |
| Poroporito | 1.93 A | 2.02 A | 1.87 A | 1.87 A | 2.02 A | 1.89 A | 1.93 |
| Llanupacha | 1.5 A | 1.62 A | 1.44 A | 1.32 A | 1.63 A | 1.46 A | 1.50 |
| Prom. | 2.41 | 2.30 | 2.53 | 2.37 | 2.17 | 2.22 | 2.34 |

La Tabla 14 también nos muestra el comportamiento de las variedades en las 9 localidades donde el mayor promedio lo obtuvo la variedad Morado Mejorado (2.53 t ha⁻¹), seguido por INIA - 601 (2.41 t ha⁻¹); UNC - 47 (2.37 t ha⁻¹), Canteño (2.30 t ha⁻¹); PM 581 (2.22 t ha⁻¹) y el promedio lo alcanzó la variedad INIA – 615 (2.17 t ha⁻¹). Finalmente observamos que en éste criterio el promedio general de todas las variedades fue de 2.34 t ha⁻¹. Respecto a la variedad INIA - 601 éstos resultados se relacionan con los de Narro (2015) quien encontró un rendimiento de 2.53 t ha⁻¹.

Según localidades éstos resultados tienen relación con los encontrados por Piña (2018), donde se encontró que los rendimientos superiores son procedentes de: La Victoria, Sunchupampa, Poroporito y Llollón (2.56 t ha⁻¹, 2.44 t ha⁻¹, 2.29 t ha⁻¹ y 2.21 t ha⁻¹ respectivamente), rendimientos que superan al rendimiento promedio de la región Cajamarca (1.5 t ha⁻¹), en cambio los más bajos se obtuvieron de Llanupacha y Montoya (0.98 t ha⁻¹ y 0.97 t ha⁻¹ respectivamente).

4.2. Rendimientos promedios obtenidos en con las 6 variedades de maíz morado y en las 9 localidades del distrito de Ichocán.

La Tabla 15 nos muestra los rendimientos obtenidos en las diferentes localidades y con las diferentes variedades de maíz morado. El mayor resultado se obtuvo con la variedad Morado mejorado (2.53 t ha⁻¹), seguido de la variedad INIA - 601 (2.41 t ha⁻¹), y el menor resultado se obtuvo con la variedad INIA – 615 (2.17 t ha⁻¹). Estos resultados relacionan a los obtenidos por Narro (2015), quien presenta el reporte de 2.53 t ha⁻¹ con la variedad INIA - 601, siendo este resultado igual al obtenido con la variedad Morado mejorado, seguido de la variedad INIA-601. Por otro lado, Piña (2018) obtuvo los mayores rendimientos con las variedades INIA - 601 (5.53 t ha⁻¹) y UNC - 47 (4.44 t ha⁻¹), estos resultados distan de los reportados en este estudio.

Respecto a las localidades, en La Chilca y en la Victoria (3010 m de altitud) se encontraron los mayores rendimientos, cuyos resultados fueron 4.48 y 3.79 t ha⁻¹, respectivamente. Seguido se encuentra los rendimientos obtenido en Llollón y Sunchupampa, cuyos valores fueron 2.95 y 2.30 t ha⁻¹. En las demás localidades el rendimiento osciló entre 1.01 t ha⁻¹ (Poroporo) y 1.93 t ha⁻¹ (Poroporito). Estos resultados presenta relación con los de Piña (2018), quien encontró mayores rendimientos en las localidades de La Victoria, Sunchupampa, Poroporito y Llollón

(2.56, 2.44, 2.29 y 2.21 t ha⁻¹ respectivamente) quienes superan al rendimiento promedio de la región Cajamarca (1.5 t ha⁻¹), en cambio los más bajos se obtuvieron de Llanupacha y Montoya (0.98 y 0.97 t ha⁻¹ respectivamente).

Tabla 15. Rendimientos (t ha⁻¹) promedios obtenidos de 6 variedades de maíz morado en 9 localidades, del distrito de Ichocán.

| Variedad | INIA-601 | Canteño | Morado Mejorado | UNC 47 | INIA-615 | PM 581 | Prom. |
|---------------------------------|-----------------|----------------|------------------------|---------------|-----------------|---------------|--------------|
| Llollón | 3.14 | 2.68 | 3.27 | 3.12 | 2.99 | 2.47 | 2.95 |
| Montoya | 1.92 | 1.85 | 1.77 | 1.23 | 1.87 | 2.29 | 1.82 |
| Sunchupampa | 1.44 | 2.01 | 2.16 | 2.39 | 2.75 | 3.05 | 2.30 |
| La Chilca | 3.85 | 5.28 | 4.21 | 4.9 | 4.67 | 3.99 | 4.48 |
| Poroporo | 1.09 | 0.67 | 1.56 | 1.32 | 1.1 | 0.34 | 1.01 |
| La Victoria (3050 m de altitud) | 1.59 | 0.97 | 1.92 | 2.1 | 0.39 | 0.5 | 1.25 |
| La Victoria (3010 m de altitud) | 5.26 | 3.64 | 4.6 | 3.11 | 2.09 | 4.03 | 3.79 |
| Poroporito | 1.93 | 2.02 | 1.87 | 1.87 | 2.02 | 1.89 | 1.93 |
| Llanupacha | 1.5 | 1.62 | 1.44 | 1.32 | 1.63 | 1.46 | 1.50 |
| Prom. | 2.41 | 2.30 | 2.53 | 2.37 | 2.17 | 2.22 | 2.34 |

4.3. Análisis de varianza (ANOVA) para el rendimiento de 6 variedades de maíz morado en 9 localidades.

En la Tabla 16, se observa que existe alta significación estadística para la localidad, puesto que la F calculada supera a las F tabulares a los niveles 0,05 y 0,01 de probabilidades, respectivamente, lo cual indica que los rendimientos de maíz obtenidos en cada localidad son estadísticamente diferentes. Para el factor variedad, no se encontró significación estadística, dado que el F calculado para esta fuente es menor a las F tabulares a los niveles de 0,05 y 0,01, lo cual indica que los rendimientos de maíz obtenidos con cada variedad son estadísticamente iguales.

Para ver el efecto de la altitud sobre el rendimiento de maíz morado se realizó el análisis combinado, cuyos resultados se dan en la tabla 16, donde encontramos que es significativo la interacción de localidad por variedad. Lo cual significa que no existe una variedad para todas las localidades o altitudes. Entonces se puede concluir diciendo que la altitud afecta al rendimiento de maíz morado, porque en el análisis, la localidad representa la altitud.

El coeficiente de variación es de 35.56 %, el cual indica alta variación en los resultados, la misma que podemos atribuir al estado fisiológico de las semillas en el que se cosecha, asociados a otros posibles factores que afectaron al rendimiento.

Tabla 16. Análisis de varianza (ANOVA) para el rendimiento de seis variedades de maíz morado en nueve localidades.

| Fuente de Variación | Suma de Cuadrados | Grados de libertad | Cuadrado medio | F. calculado | F. Tabular | |
|---------------------|-------------------|--------------------|----------------|--------------|------------|------|
| | | | | | 0.05 | 0.01 |
| Bloque | 1.34 | 3 | 0.45 | 0.64 ns | 2.7 | 3.9 |
| Localidad (L) | 268.06 | 8 | 33.51 | 48.1 ** | 2 | 2.6 |
| Variedad (V) | 2.47 | 5 | 0.49 | 0.71 ns | 2.3 | 3.1 |
| L*V | 57.98 | 40 | 1.45 | 2.08 ** | 1.5 | 1.7 |
| Error | 110.75 | 159 | 0.7 | | | |
| Total | 440.6 | 215 | | | | |

CV = 35.56 %

Al realizar la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad, para el efecto de la localidad (altitud) en el rendimiento de maíz morado (Tabla 17), se observa que los rendimientos obtenidos en La Chilca (2495 m de altitud) y La Victoria (3010 m de altitud) en combinación con las variedades Canteño y INIA - 601, son 5.28 y 5.26 t ha⁻¹, respectivamente, son estadísticamente iguales y a la vez superiores a los rendimientos obtenidos en las demás localidades. Los menores rendimientos se obtuvieron en las localidades de La victoria (3050 m de altitud) en combinación con la variedad INIA - 615 y en la localidad Poroporito en combinación con la variedad PM 581, cuyos rendimientos fueron 0.39 y 0.34 t ha⁻¹ respectivamente.

Tabla 17. Prueba de Tukey al 5 % de probabilidad para el rendimiento de las combinaciones de localidad por variedad.

| Localidad | Variedad | Medias | Agrupación de medias por Tukey al 5 % |
|-----------|----------|--------|---------------------------------------|
| L4 | V2 | 5.28 | A |
| L7 | V1 | 5.26 | A |
| L4 | V4 | 4.68 | B |
| L4 | V5 | 4.67 | B C |
| L7 | V3 | 4.6 | B C |
| L4 | V3 | 4.21 | B C D |
| L7 | V6 | 4.03 | B C D E |
| L4 | V6 | 3.99 | B C D E F |
| L4 | V1 | 3.85 | B C D E F G |
| L7 | V2 | 3.64 | B C D E F G H |

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|----|------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| L1 | V3 | 3.27 | B | C | D | E | F | G | H | I | | | | | |
| L3 | V6 | 3.25 | B | C | D | E | F | G | H | I | | | | | |
| L3 | V5 | 3.2 | B | C | D | E | F | G | H | I | | | | | |
| L1 | V1 | 3.14 | B | C | D | E | F | G | H | I | | | | | |
| L1 | V4 | 3.12 | B | C | D | E | F | G | H | I | | | | | |
| L7 | V4 | 3.11 | B | C | D | E | F | G | H | I | | | | | |
| L1 | V5 | 2.99 | B | C | D | E | F | G | H | I | J | | | | |
| L1 | V2 | 2.68 | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | | | |
| L1 | V6 | 2.47 | | C | D | E | F | G | H | I | J | K | | | |
| L3 | V4 | 2.39 | | C | D | E | F | G | H | I | J | K | | | |
| L2 | V6 | 2.29 | | C | D | E | F | G | H | I | J | K | | | |
| L3 | V3 | 2.16 | | | D | E | F | G | H | I | J | K | | | |
| L6 | V4 | 2.1 | | | D | E | F | G | H | I | J | K | | | |
| L7 | V5 | 2.09 | | | D | E | F | G | H | I | J | K | | | |
| L8 | V2 | 2.02 | | | D | E | F | G | H | I | J | K | | | |
| L8 | V5 | 2.02 | | | D | E | F | G | H | I | J | K | | | |
| L3 | V2 | 2.01 | | | D | E | F | G | H | I | J | K | | | |
| L8 | V1 | 1.93 | | | D | E | F | G | H | I | J | K | | | |
| L2 | V1 | 1.92 | | | D | E | F | G | H | I | J | K | | | |
| L6 | V3 | 1.92 | | | D | E | F | G | H | I | J | K | | | |
| L8 | V6 | 1.89 | | | D | E | F | G | H | I | J | K | | | |
| L8 | V4 | 1.87 | | | D | E | F | G | H | I | J | K | | | |
| L8 | V3 | 1.87 | | | D | E | F | G | H | I | J | K | | | |
| L2 | V5 | 1.87 | | | D | E | F | G | H | I | J | K | | | |
| L2 | V2 | 1.85 | | | D | E | F | G | H | I | J | K | | | |
| L2 | V3 | 1.77 | | | | E | F | G | H | I | J | K | | | |
| L9 | V5 | 1.63 | | | | | F | G | H | I | J | K | | | |
| L9 | V2 | 1.62 | | | | | F | G | H | I | J | K | | | |
| L6 | V1 | 1.59 | | | | | | G | H | I | J | K | | | |
| L5 | V3 | 1.56 | | | | | | G | H | I | J | K | | | |
| L9 | V1 | 1.5 | | | | | | G | H | I | J | K | | | |
| L9 | V6 | 1.46 | | | | | | | H | I | J | K | | | |
| L3 | V1 | 1.44 | | | | | | | H | I | J | K | | | |
| L9 | V3 | 1.44 | | | | | | | H | I | J | K | | | |
| L9 | V4 | 1.32 | | | | | | | H | I | J | K | | | |
| L5 | V4 | 1.32 | | | | | | | H | I | J | K | | | |
| L2 | V4 | 1.23 | | | | | | | | I | J | K | | | |
| L5 | V5 | 1.1 | | | | | | | | | I | J | K | | |
| L5 | V1 | 1.09 | | | | | | | | | | I | J | K | |
| L6 | V2 | 0.97 | | | | | | | | | | | I | J | K |
| L5 | V2 | 0.67 | | | | | | | | | | | | J | K |
| L6 | V6 | 0.5 | | | | | | | | | | | | | K |
| L6 | V5 | 0.39 | | | | | | | | | | | | | K |
| L5 | V6 | 0.34 | | | | | | | | | | | | | K |

4.4. Contenido de antocianinas en las brácteas (panca) de 6 variedades de maíz morado.

Los valores porcentuales de concentración de antocianinas en brácteas de maíz morado por localidad y variedades específicas, se muestran en la Tabla 26 de los anexos.

La Tabla 18 nos presenta el análisis de varianza para el contenido de antocianinas en brácteas; donde se observa que existe alta significación estadística para las variedades, puesto que la F calculada supera a las F tabulares a los niveles 0,05 y 0,01 de probabilidades, respectivamente, lo cual indica que las variedades de maíz morado se diferencian unas de otras por el contenido de antocianinas en sus brácteas. El coeficiente de variación (CV = 23.9 %), indica la variabilidad de los resultados, esta variabilidad posiblemente se atribuya al estado de las brácteas utilizadas para la evaluación, asociados a otros posibles factores.

Al realizar la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad, para el contenido de antocianinas en las brácteas de 6 variedades de maíz morado (Tabla 19 y Figura 4), se observa que la variedad INIA – 601 contiene 2.38 % de antocianinas, este resultado es estadísticamente superior a los obtenidos con las demás variedades. Con las variedades UNC - 47, morado mejorado e INIA - 615 se obtuvo 1.41, 1.3 y 0.88 % de antocianinas, respectivamente, no existe diferencias significativas entre estas variedades. De las brácteas de la variedad PM 581 se obtuvo el 0.32 % de antocianinas siendo este resultado el menor.

Tabla 18. Análisis de varianza (ANOVA) para el contenido de antocianinas en brácteas, de 6 variedades de maíz morado.

| Fuente de variación | Suma de cuadrados | Grados de libertad | Cuadrado medio | F calculado | F Tabular | |
|---------------------|-------------------|--------------------|----------------|-------------|-----------|------|
| | | | | | 0.05 | 0.01 |
| Variedad | 6.22 | 5 | 1.24 | 22.9 ** | 1.59 | 1.93 |
| Error | 2.61 | 48 | 0.05 | | | |
| Total | 8.82 | 53 | | | | |

CV = 23.9 %

Según Piña (2018) reportó que, el contenido de antocianinas extraídas de las brácteas de maíz morado, variedad INIA - 601 es de 2.93 %; para la variedad UNC - 47 es de 2.39 %, para Morado mejorado es de 2 %, para INIA - 615 es de 0.33 %, para PM - 581 es de 0.17 % y para Canteño es de 0.15 %. Estos resultados se asemejan estrechamente con los encontrados en esta investigación.

Silva (2005) reportó que, el contenido de antocianinas extraídas de las brácteas de maíz morado en la variedad Canteño para exportación es de 0.13 % el cual es

superior al obtenido en este estudio (0.40 %), a lo que dio concluyó que esta variedad no es recomendable en la extracción de antocianina en bráctea para exportación.

Tabla 19. Prueba de Tukey al 5 % de probabilidad, para el contenido de antocianinas en las brácteas de las 6 variedades.

| Variedad | Antocianinas (%) | Agrupación de medias por Tukey al 5 % |
|-----------------|-------------------------|--|
| INIA-601 | 2.38 | A |
| UNC-47 | 1.41 | B |
| Morado mejorado | 1.3 | B |
| INIA-615 | 0.88 | BC |
| Canteño | 0.4 | C |
| PM-581 | 0.32 | C |

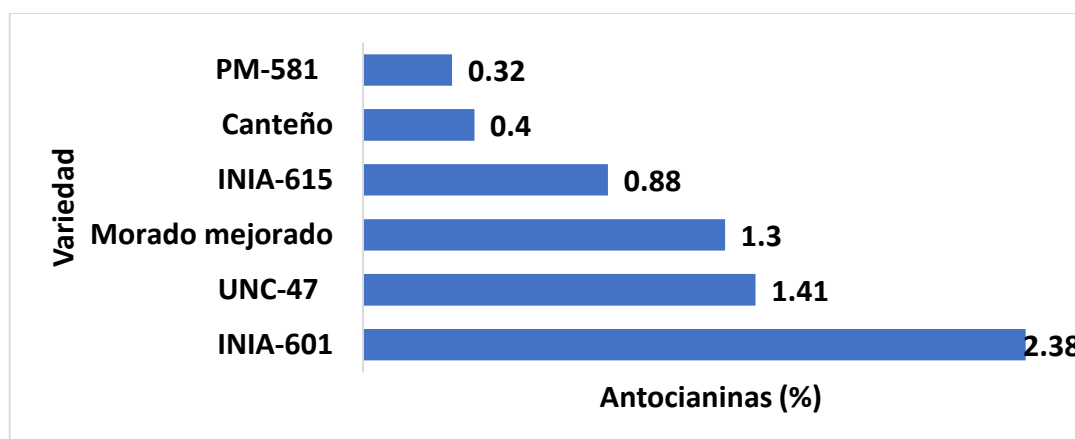


Figura 4. Contenido de antocianinas en las brácteas de las 6 variedades de maíz morado

4.5. Análisis de varianza (ANOVA) para el contenido de antocianinas en la coronta de 6 variedades de maíz morado.

Los valores porcentuales de concentración de antocianinas en corontas de maíz morado por localidad y variedades específicas, se muestran en la Tabla 27 de los anexos.

En La Tabla 20, se observa que existe alta significación estadística para las variedades, puesto que la F calculada supera a las F tabulares a los niveles 0,05 y

0,01 de probabilidades, respectivamente, lo cual indica que las variedades de maíz morado se diferencian unas de otras por el contenido de antocianinas en sus corontas.

El coeficiente de variación (CV = 17.53 %), indica la variabilidad de los resultados, esta variabilidad posiblemente se atribuya al estado de las corontas utilizadas para la evaluación, asociados a otros posibles factores.

Tabla 20. Análisis de varianza (ANOVA) para el contenido de antocianinas en la coronta de 6 variedades de maíz morado.

| Fuente de Variación | Suma de Cuadrados | Grados de libertad | Cuadrado medio | F calculado | F Tabular | |
|---------------------|-------------------|--------------------|----------------|-------------|-----------|------|
| | | | | | 0.05 | 0.01 |
| Variación | 14.39 | 5 | 2.88 | 2.8 ** | 1.59 | 1.93 |
| Error | 49.28 | 48 | 1.03 | | | |
| Total | 63.67 | 53 | | | | |

CV = 17.53 %

Al realizar la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad, para el contenido de antocianinas en las corontas de 6 variedades de maíz morado (Tabla 20 y Figura 5), se observa que no existe diferencias significativas entre los resultados obtenidos de las variedades UNC-47, Morado mejorado, INIA - 615, INIA - 601 y Canteño, cuyos resultados son 6.22 %, 6.18 %, 6.14 %, 5.97 % y 5.33 %, respectivamente. El menor contenido de antocianinas en coronta, se obtuvo con la variedad PM - 581, cuyo resultado es de 4.84 %.

Estos resultados se asemejan a los reportados por Piña (2018) quien reportó que no hay diferencias significativas entre las variedades INIA - 601, UNC - 47 y maíz morado mejorado, cuyos promedios de antocianinas en la coronta son de 6.80 %, 6.33 % y 6.10 % respectivamente, las cuales son superiores estadísticamente a las variedades INIA - 615, Canteño y PM - 581, cuyos promedios de antocianinas son 4.77 %, 4.64 % y 4.59 % respectivamente.

Tabla 21. Prueba de Tukey al 5 % de probabilidad, para el contenido de antocianinas en las corontas de las 6 variedades.

| Variedad | Antocianinas (%) | Agrupación de medias por Tukey al 5 % |
|-----------------|------------------|---------------------------------------|
| UNC-47 | 6.22 | A |
| Morado mejorado | 6.18 | A |
| INIA-615 | 6.14 | A |
| INIA-601 | 5.97 | A |
| Canteño | 5.33 | AB |
| PM - 581 | 4.84 | B |

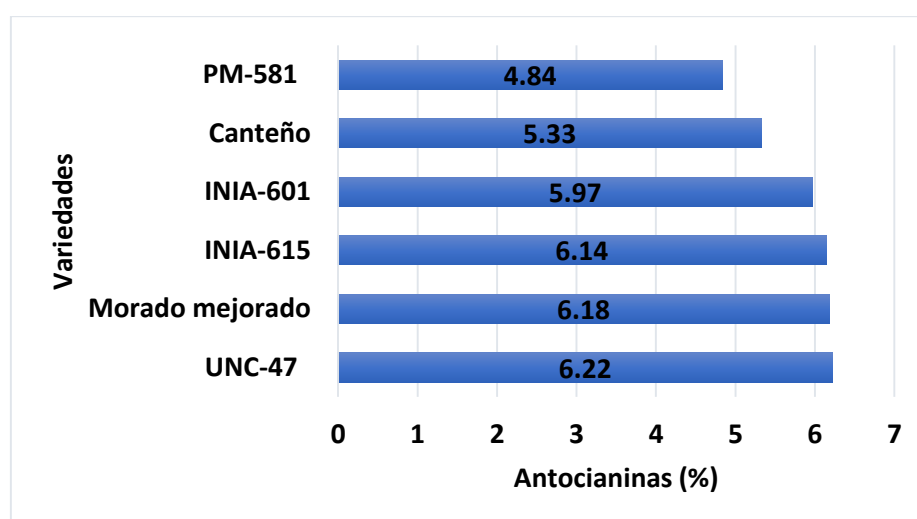


Figura 5. Contenido de antocianinas en las corontas de las 6 variedades.

4.6. Regresión de rendimiento y el componente la altitud de localidades.

4.6.1. Correlación entre el rendimiento ($t\ ha^{-1}$) de maíz morado y la altitud (m).

La Figura 6 nos muestra una recta descendente lo cual indica que al aumentar la altitud baja el rendimiento. Se obtuvo un coeficiente de correlación ($r = -0.4348$), lo cual indica que entre el rendimiento de maíz morado y la altitud (msnm), existe relación inversamente proporcional, es decir que a mayor altura de la planta se encuentran menores rendimientos.

El coeficiente de determinación ($r^2 = 0.1891$), indica que el 18.91 % del rendimiento de maíz morado se debe a la altura y el 81.09 % está afectado por otros factores.

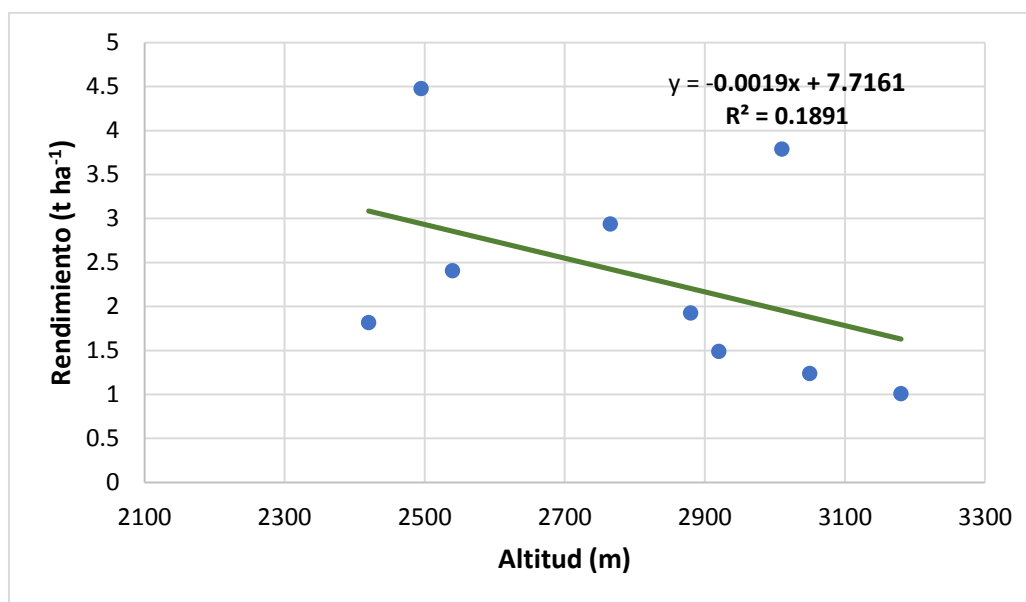


Figura 6, Recta de regresión entre el rendimiento y la altitud.

4.7. Regresión del contenido de antocianinas en maíz morado

4.7.1. Correlación entre el Contenido de antocianinas en las brácteas de maíz morado y la altura

Como se observa en la Figura 7, la recta es ascendente de izquierda a derecha lo cual demuestra una relación positiva entre las variables evaluadas, cuyo coeficiente de correlación (r) presenta un valor de 0.3563, que determina una relación directamente proporcional débil o baja, lo cual se refleja en el diagrama de dispersión donde los puntos se alejan de la recta con mayor claridad a partir de los 2700 m de altitud. Es decir que a mayor altura no se encontraran valores significativos en el contenido de antocianinas.

El coeficiente de determinación ($r^2 = 0.127$), indica que el 12.7 % del contenido de antocianinas en las brácteas de maíz morado se debe a la altura y el 87.3 % está afectado por otros factores. Finalmente el valor de significación (p - valor = 0.355), indica que la relación entre estas variables no presenta significación estadística, dado que es mayor al 0.05 (5 %).

Se concluye entonces que la altitud no afecta al contenido de antocianinas en brácteas de maíz morado.

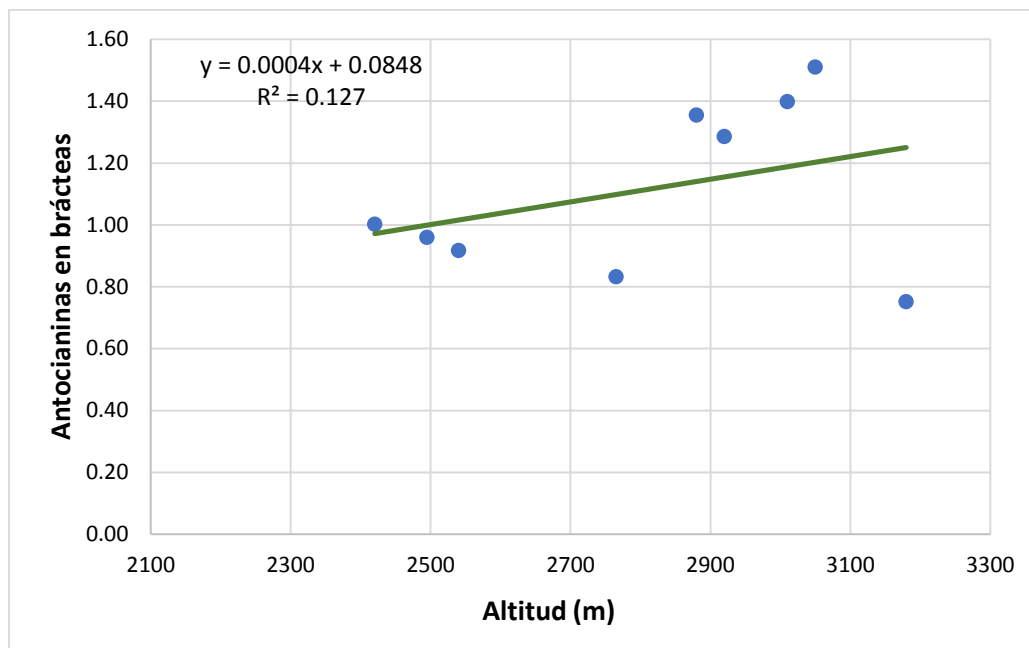


Figura 7. Recta de regresión entre el contenido de antocianinas en brácteas y la altitud.

4.7.2. Correlación entre el contenido de antocianinas en coronta de maíz morado y las distintas altitudes de las 9 localidades.

Según el análisis de correlación, cuyo coeficiente (r) es de -0.1558 , el cual indica que, entre el contenido de antocianinas en las corontas y la altura, existe relación inversamente proporcional y débil, es decir, que a mayor altura se encuentran menores contenido de antocianinas. El coeficiente de determinación ($r^2 = 0.0243$), indica que el 2.43 % del contenido de antocianinas en coronta de maíz morado se debe a la altura y el 97.57 % está afectado por otros factores (Figura 8). Según el valor de significación (p - valor = 0.686), la relación entre estas variables no presenta significación estadística, dado que es mayor al 0.05 (5 %).

Entonces se concluye que la altitud no afecta al contenido de antocianinas en corontas de maíz morado.

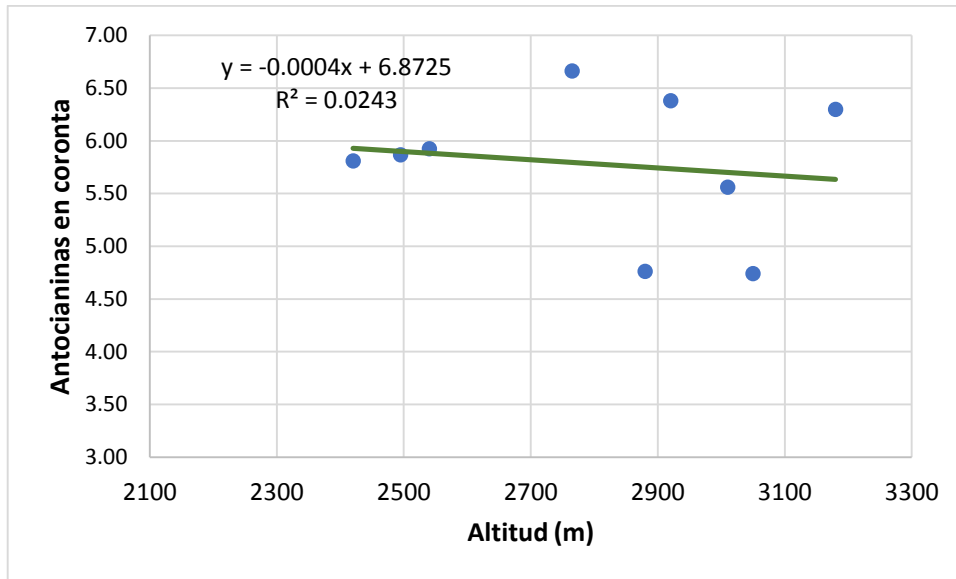


Figura 8. Recta de regresión entre el contenido de antocianinas en coronta y la altitud.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- La altitud afecta en el rendimiento del maíz morado debido a la interacción que tiene la localidad con la variedad en sus distintas altitudes, donde los rendimientos más altos se encuentra en Chilca (2495 m de altitud) con 5.28 t ha⁻¹ (Var. Canteño); seguido por La Victoria (3010 m de altitud) con 5.26 t ha⁻¹ (Var. INIA - 601); y donde los rendimientos más bajos se encuentran en La Victoria (3 050 m de altitud) con un valor de 0.5 t ha⁻¹ (Var. PM 581); La Victoria (3050 m de altitud) con un total de 0.39 t ha⁻¹ (Var. INIA - 615) y por último por Poroporo (3180 m de altitud) con un valor de 0.34 t ha⁻¹ (Var. PM 581). Destacando la localidad de Chilca (2495 m de altitud) y La Victoria (3010 m de altitud) con un rendimiento de 5.28 y 5.26 t ha⁻¹ respectivamente.
- La altitud afecta en el contenido de antocianina tanto en coronta como en bráctea del maíz morado debido a la interacción que tiene la localidad con la variedad en sus distintas altitudes, donde la variedad que ocupó el primer lugar en el contenido de antocianina en coronta fue, UNC – 47 con 6.22 % y el contenido de antocianina en bráctea fue la variedad INIA – 601 Con 2.38 %.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda repetir el experimento en los diferentes pisos altitudinales entendidos, agregando abonos para determinar el rendimiento de maíz morado en grano seco y contenido de antocianinas a nivel de coronta y brácteas.
- Evaluar otros parámetros de rendimientos, de las variedades con mejor aptitud para rendimiento y concentración de antocianinas; como materia seca, diámetro de tallo, área foliar, longitud de mazorca y número de granos por mazorca.

CAPITULO VI

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Abanto, W; Medina, A; Injante, P. 2014. Boletín Informativo - INIA, maíz INIA 601. Programa Nacional de Innovación Agraria en maíz. EEA baños del Inca Cajamarca. 56p.
- Anónimo. sf. El maíz morado peruano (en línea). Consultado el 05 de febrero de 2019. Disponible en: http://maizmorado-peruano.blogspot.com/2010/09/importancia-y-beneficios_27.html
- AUTODEMA (Boletín de programación de riego por goteo). 1999. Programación de riego para maíz morado. Perú. 52p.
- Arango, L. 2012. Abonamiento orgánico e inorgánico en el rendimiento de maíz morado (*Zea mays* L.), Canaán a 2750 msnm. Tesis Ing. Agrónomo UNSCH Ayacucho, Perú. 120p.
- Begazo T, JL. 2013. Marco de siembra en el rendimiento de maíz morado (*Zea mays* L.) “ecotipo Arequipeño” en la irrigación Majes 2012-2013. Universidad Nacional De San Agustín, Arequipa, Perú. 175p
- Bonilla, M. 2009. Manual de recomendaciones técnicas del cultivo de maíz. INTA, Costa Rica. 72 p.
- Chipana, R. 2008. Aplicación de tres abonos orgánicos en maíz var. Morado arequipeño (*Zea mays* L.) para exportación en zonas áridas. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Nacional de San Agustín. 100p.
- Espinoza, F. 2003. Efecto de la fertilización nitrogenada y densidad especial en el cultivo de maíz morado PMV-581 (*Zea mays* L.) bajo R.L.A.F goteo. Tesis Post grado. UNALM, Lima, Perú. 122p.
- Marquina G, RM. 2017. Efecto de tres dosis de biol en el rendimiento de *Zea mays* L. var. Morado Caraz en Santiago de Chuco – La Libertad (en línea). Tesis Ing. Agrónomo. UNT, Trujillo, Perú. 77p. Consultado el 1 de marzo de 2019. Disponible en:

<http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/9928/MARQUINA%20G%C3%93MEZ%20ROSA%20MAR%C3%8DA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Fernández, NA. 1995. Estudio de la extracción y pre-purificación de antocianinas de maíz morado (*Zea mays* L.). Tesis Ing. En Industrias Alimentarias. UNALM, Lima, Perú. 116p.
- Fernández, H. 2009. Aplicación de roca fosfórica y diatomita incubada en microorganismos en el cultivo de maíz morado (*Zea mays* L.) en la estación experimental del INIA Canaán Ayacucho. Tesis Ing. Agr. UNSCH, Ayacucho, Perú. 140 p.
- Fuentes, MR. 2002. El cultivo de maíz en Guatemala una guía para su manejo agronómico. ICTA. 96p.
- FOREX (Fondo de Promoción de Exportadores). 1983. Extracción de colorante a partir del Maíz Morado. Lima, Perú. 19p.
- García F. 2007. Criterios para el manejo de la fertilización del cultivo de maíz. Requerimiento de nutrientes para producir una tonelada de granos de maíz (en línea). Consultado el 05 de febrero de 2019. Disponible en: <http://www.fertilizando.com/articulos/criterios-manejo-fertilizacion-cultivomaiz.pdf>
- Goodman, M y Wilkes, HG. 1995. Mystery and Missing Links. The origin: of Maize. In: Taba S. Maize Genetic: Resources. Technical Editor. CIMMYT, México. 56p.
- Gorriti, A.; Arroyo, J; Negró, L; Jurado, B; Purizaca, H; Santiago, I; Taype, E; Quispe, F. 2009. Antocianinas, fenoles totales y actividad antioxidante de las corontas de maíz morado (*Zea mays* L.): método de extracción. Boletín latinoamericano y del Caribe de plantas medicinales y aromáticas - BLACPMA. Lima, Perú. 45p.
- Huamán, E. 2007. Influencia del guano de isla en el rendimiento de dos variedades de maíz morado (*Zea mays* L.), Canaán a 2750 msnm. Tesis Ing. Agrónomo UNSCH Ayacucho, Perú. 123p.

- Huamanchumo, C. 2013. La cadena de valor de maíz en el Perú: diagnóstico del estado actual, tendencias y perspectivas. IICA, Lima, Perú. 97p.
- INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática, PE), 2013. Resultados definitivos del IV Censo Nacional Agropecuario 2012. Lima, Perú. 62p.
- INIA (Instituto Nacional de Investigación Agraria, PE). 2007. Boletín informativo Maíz INIA 615 Negro Canaán. Dirección de Investigación Agraria. Sub Dirección de Investigación de Cultivos, Programa Nacional de Investigación en Maíz.
- INIA (Instituto Nacional de Innovación Agraria). 2012. Ficha técnica: maíz morado (en línea). Consultado el 05 de febrero de 2019. Disponible en: <http://www.inia.gob.pe/SIT/consPR/adjuntos/2131.pdf>
- ITACAB (Instituto de Transferencia de Tecnologías Apropriadas para Sectores Marginales-Convenio Andrés Bello). 2012. Centro de recursos para la transferencia tecnológica. Siembra de maíz morado (en línea). Consultado el 05 de febrero de 2019. Disponible en: http://www.itacab.org/adminpub/web/index.php?mod=ficha&ficha_id=279
- JICA (Agencia de cooperación internacional de Japón); INIA (Instituto Nacional de Investigación Agraria, PE). 2016. Proyecto: IEPARC “Incremento de los Ingresos Económicos de los Pequeños Productores Agrarios en la Región Cajamarca - Guía de la producción de Maíz Morado. Cajamarca, Perú. Editorial Martinez Compañón. 32 p.
- Justiniano, E. 2010. Fenología e intensidad de color en corontas del maíz morado (*Zea mays* L.) en sus diferentes estados de desarrollo en la localidad de La Molina. Tesis para optar el título de Mg. Se. EPG, UNALM. 77p.
- Llanos, CM. 1984. El Maíz su Cultivo y Aprovechamiento. Edit. Mundi – Prensa. Castello. 318p.
- Lock, S. 1997. Colorantes naturales. 1ra Edición. Pontificia Universidad Católica del Perú. Fondo Editorial. PUCP, Lima, Perú. 274p.
- López L. 1991. Cultivos Herbáceos. Ediciones Mundiprensa. Madrid, España. 200p.

- Manrique, A. 1997. El maíz en el Perú. Consejo nacional de ciencia y tecnología (CONCYTEC). Lima, Perú. 362p.
- Mayorga, A. 2011. Efecto de la densidad de siembra y de fertilización nitrogenada en el rendimiento de maíz morado (*Zea mays* L.) cv. PMV-581, bajo riego por goteo. Tesis Ing. Agr. UNALM, Lima, Perú. 118p.
- MINAG (Ministerio de Agricultura, PE). 2011. Manejo y fertilidad de suelos: Guía técnica de orientación al productor. 48p.
- MINAGRI (Ministerio de Agricultura y Riego, PE). 2012. Maíz amiláceo, principales aspectos de la cadena agroproductiva. Dirección General de Competitividad Agraria. 1ra edición. Lima, Perú. 39p.
- Nakamura, K. 2010. Arequipa tiene potencial para producir maíz morado. Mi querida Arequipa (en línea). Consultado el 05 de febrero de 2019. Disponible en: <http://miqueridaarequipa.com/arequipa-tiene-potencial-para-producir-maiz-morado/>
- Mendieta E, E. 2015. Control de malezas y densidad de plantas en el rendimiento del cultivo de maíz morado (*Zea mays* L.) Cangari 2320 msnm Huanta- Ayacucho. Tesis Ing. Agrónomo UNSCH, Ayacucho, Perú. 122p.
- Narro, T. 2015. Mejoramiento integral de la producción de maíz morado en la zona alto andina. Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA). 12p.
- Neyra, R. 2011. Fertilización fosfórica en el contenido de antocianinas en “tusa” de maíz morado (*Zea mays* L.). Tesis Ing. Agr. UNAS, Arequipa, Perú. 100p.
- Obregón M, DJ y Reyes C, JJ. 2016. Comportamiento agronómico y adaptabilidad de cuatro cultivares de maíz (*Zea mays* L.) en nueve localidades de los municipios de Darío, San Ramón y San Dionisio, departamento de Matagalpa, postrera 2013 (en línea). Tesis Ing. Agrónomo. UNA, Managua, Nicaragua. 48p. Consultado el 05 de febrero de 2019. Disponible en: <http://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnf30s161.pdf>

- Paliwal, RL. 2001. El maíz en los trópicos, mejoramiento y producción. FAO, Roma, Italia. (sp).
- Pinedo T, RE. 2015. Niveles de fertilización en dos variedades de maíz morado (*Zea mays* L.) en la localidad de Canaán - Ayacucho. Tesis Sc. Mg. En producción agrícola. UNALM, Lima, Perú. 106p.
- Piña D, PC. 2018. Comparativo de rendimiento y contenido de antocianinas en 6 variedades de maíz morado (*Zea mays* L.) en el Distrito de Ichocán, Provincia de San Marcos, Región Cajamarca. Tesis Ing. Agrónomo. UNC, Cajamarca, Perú. 64p.
- Pozo H, MR. 2015. Efecto del guano de islas y trebol (*Medicago hispida* G.) en el rendimiento del cultivo de maíz morado (*Zea mays* L.), en condiciones de Azangaro – Huanta – Ayacucho (en línea). Tesis Ing. Agrónomo. UNH, Acobamba, Huancavelica. 129p. Consultado el 24 de enero de 2019. Disponible en:<http://repositorio.unh.edu.pe/bitstream/handle/UNH/212/TP%20-%20UNH%20AGRON.%200089.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Productores Incas. 2010. Esperamos dar a conocer el maíz morado y sus principios activos al mundo (en línea). Consultado el 24 de enero de 2019. Disponible en: <http://www.productoresmaizmorado.com/>
- Quispe, J; Arroyo, K; Gorriti, A. 2007. Características morfológicas y químicas de 3 cultivares de maíz morado (*Zea mays* l.) en Arequipa – Perú. Proyecto N° 317-2007. CONCYTEC. 200p.
- Quispe, R 2003. Estudio De la Exportación de Antocianinas del Camote Morado (*Ipomaea batatas* L.). Tesis Ing. en Industrias Alimentarias. UNALM, Lima, Perú. 148p.
- Quispe, R. 2010. Análisis de la cadena productiva del maíz morado en el valle de majes, Arequipa. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Nacional de San Agustín. Arequipa, Perú. 102p.

- Rafael S, E. 2017. Extracción y cuantificación de antocianinas de maíz morado (*Zea mays* L.) utilizando dos solventes a diferentes temperaturas y tiempos de extracción. Tesis Ing. En Industrias Alimentarias. UNC, Cajamarca, Perú. 74p.
- Requis, VF. 2012. Manejo Agronómico de Maíz Morado en Valles Interandinos del Perú. Instituto Nacional de Innovación Agraria. 15p.
- Reyes C, P. 1990. El Maíz y su cultivo. Primera Edición. AGT Editor S.A México 460p.
- Risco, M. 2007. Conociendo la cadena productiva del maíz morado en Ayacucho. Solid-Perú. 88p.
- Salazar Q, A. 2006. Evaluación de veinte híbridos de maíz (*Zea mays* L.) en cinco localidades de Nicaragua. Trabajo de diploma. UNA, Managua, Nicaragua. 43p.
- Sánchez, N. 2013. Obtención de una bebida alcohólica a partir de maíz morado (*Zea mays* L.). Tesis Ing. en Industrias Alimentarias. UNALM, Lima, Perú. 107p.
- Serratos, JA. 2012. El origen y la diversidad del maíz en el continente americano. 2da. edición. Universidad Autónoma de la ciudad de México, México. 35p.
- Sevilla P y Valdez M. 2005. Manual de cultivo Maíz Morado. Fopex. Lima - Perú. 49p.
- Silva, F. 2005. Contenido de antocianina de la variedad Canteño para uso de exportación. Edit poso. Castello. 18p.
- Solis, Y. 2011. Niveles de fertilización y modalidades de siembra en el maíz morado (*Zea mays* L.), Canaán a 2750 msnm. Tesis Ing. Agrónomo UNSCH Ayacucho, Perú. 110p.
- Suni, L. 2010. Dos densidades de siembra bajo riego por goteo en condiciones áridas de Arequipa. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Nacional de San Agustín. Arequipa, Perú. 115p.
- Tapia, M y Fries, A. 2007. Guía de campo de los cultivos andinos. FAO y ANPE. Lima, Perú. 209p.
- Velapatiño J. 2003. Niveles de guano de isla en el rendimiento de tres variedades de maíz morado (*Zea mays* L.) Canaán 2750 msnm Ayacucho. 100p.

ANEXOS

Anexo 1. Valores obtenidos de los componentes de rendimiento y contenido de antocianinas de maíz morado en 6 localidades del distrito de Ichocán.

Tabla 22. Altura de planta (metros) de 6 variedades de maíz morado en 9 localidades del distrito de Ichocán – San Marcos – Cajamarca

| | | LOCALIDADES | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------|--------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--|
| Bloque | Llollón | | | | | | Montoya | | | | | | Sunchupampa | | | | | | |
| | V1 | V2 | V3 | V4 | V5 | V6 | V1 | V2 | V3 | V4 | V5 | V6 | V1 | V2 | V3 | V4 | V5 | V6 | |
| I | 2.14 | 1.37 | 2.38 | 2.28 | 2.11 | 1.65 | 2.65 | 2.12 | 2.27 | 2.67 | 2.45 | 2.23 | 2.17 | 1.95 | 2.31 | 2.16 | 2.12 | 1.85 | |
| II | 1.85 | 1.68 | 2.2 | 2.04 | 2.06 | 1.85 | 2.35 | 2.32 | 2.66 | 2.55 | 2.55 | 2.08 | 2.2 | 2.05 | 1.97 | 1.99 | 1.99 | 2.09 | |
| III | 2.19 | 1.52 | 2.33 | 2.03 | 1.91 | 1.92 | 2.37 | 2.28 | 2.58 | 2.42 | 2.28 | 2.36 | 2.11 | 1.91 | 2.14 | 1.97 | 2.13 | 1.94 | |
| IV | 1.95 | 1.4 | 2.15 | 1.89 | 1.71 | 1.85 | 2.34 | 2.31 | 2.59 | 2.38 | 2.22 | 2.15 | 1.88 | 1.77 | 1.97 | 2.11 | 2.08 | 1.91 | |
| Prom. | 2.03 | 1.49 | 2.27 | 2.06 | 1.95 | 1.82 | 2.43 | 2.26 | 2.53 | 2.51 | 2.38 | 2.21 | 2.09 | 1.92 | 2.10 | 2.06 | 2.08 | 1.95 | |
| | | LOCALIDADES | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Bloque | La Chilca | | | | | | Poroporo | | | | | | La Victoria (3050) | | | | | | |
| | V1 | V2 | V3 | V4 | V5 | V6 | V1 | V2 | V3 | V4 | V5 | V6 | V1 | V2 | V3 | V4 | V5 | V6 | |
| I | 2.44 | 2.12 | 2.45 | 2.27 | 1.98 | 2.16 | 1.47 | 1.18 | 1.45 | 1.55 | 1.27 | 1.16 | 1.98 | 1.57 | 2.39 | 2.47 | 2.12 | 2.11 | |
| II | 2.8 | 2.25 | 2.35 | 2.26 | 2.21 | 2.18 | 1.64 | 1.17 | 1.67 | 1.35 | 1.13 | 0.98 | 2.18 | 1.64 | 2.43 | 2.51 | 2.25 | 1.94 | |
| III | 2.51 | 2.19 | 2.25 | 2.24 | 2.08 | 2.2 | 1.55 | 1.13 | 1.71 | 1.45 | 1.42 | 1.04 | 2.48 | 1.92 | 2.64 | 2.55 | 2.04 | 2.12 | |
| IV | 2.33 | 2.27 | 2.39 | 2.1 | 2.47 | 2.29 | 1.09 | 0.84 | 1.52 | 0.93 | 0.97 | 0.85 | 2.49 | 1.78 | 2.55 | 2.43 | 2.36 | 2.07 | |
| Prom. | 2.5 | 2.2 | 2.4 | 2.2 | 2.2 | 2.2 | 1.4 | 1.1 | 1.6 | 1.3 | 1.2 | 1 | 2.3 | 1.7 | 2.5 | 2.5 | 2.2 | 2.1 | |
| | | LOCALIDADES | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Bloque | La Victoria (3010) | | | | | | Poroporito | | | | | | Llanupacha | | | | | | |
| | V1 | V2 | V3 | V4 | V5 | V6 | V1 | V2 | V3 | V4 | V5 | V6 | V1 | V2 | V3 | V4 | V5 | V6 | |
| I | 2.02 | 1.52 | 2.33 | 2.54 | 2.02 | 2.04 | 1.95 | 1.43 | 1.98 | 2.02 | 1.61 | 1.6 | 1.38 | 0.86 | 1.37 | 1.43 | 1.28 | 0.91 | |
| II | 2.13 | 1.62 | 2.45 | 2.47 | 2.15 | 1.98 | 1.97 | 1.56 | 1.98 | 1.96 | 1.84 | 1.69 | 1.5 | 1.02 | 1.71 | 1.29 | 1.1 | 1.1 | |
| III | 2.38 | 1.88 | 2.65 | 2.52 | 2.07 | 2.01 | 1.98 | 1.52 | 2.03 | 1.77 | 1.78 | 1.62 | 1.49 | 1.04 | 1.54 | 1.36 | 1.05 | 1.03 | |
| IV | 2.44 | 1.84 | 2.58 | 2.45 | 2.45 | 2.12 | 1.56 | 1.51 | 1.83 | 1.89 | 1.92 | 1.68 | 1.83 | 1.08 | 1.74 | 1.63 | 1.35 | 1.22 | |
| Prom. | 2.2 | 1.7 | 2.5 | 2.5 | 2.2 | 2 | 1.9 | 1.5 | 2 | 1.9 | 1.8 | 1.6 | 1.6 | 1 | 1.6 | 1.4 | 1.2 | 1.1 | |

Tabla 23. Altura de mazorca (metros) de 6 variedades de maíz morado en 9 localidades del distrito de Ichocán – San Marcos – Cajamarca.

| | | LOCALIDADES | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--|
| Bloque | Llollón | | | | | | Montoya | | | | | | Sunchupampa | | | | | | |
| | V1 | V2 | V3 | V4 | V5 | V6 | V1 | V2 | V3 | V4 | V5 | V6 | V1 | V2 | V3 | V4 | V5 | V6 | |
| I | 2.14 | 1.37 | 2.38 | 2.28 | 2.11 | 1.65 | 2.65 | 2.12 | 2.27 | 2.67 | 2.45 | 2.23 | 2.17 | 1.95 | 2.31 | 2.16 | 2.12 | 1.85 | |
| II | 1.85 | 1.68 | 2.2 | 2.04 | 2.06 | 1.85 | 2.35 | 2.32 | 2.66 | 2.55 | 2.55 | 2.08 | 2.2 | 2.05 | 1.97 | 1.99 | 1.99 | 2.09 | |
| III | 2.19 | 1.52 | 2.33 | 2.03 | 1.91 | 1.92 | 2.37 | 2.28 | 2.58 | 2.42 | 2.28 | 2.36 | 2.11 | 1.91 | 2.14 | 1.97 | 2.13 | 1.94 | |
| IV | 1.95 | 1.4 | 2.15 | 1.89 | 1.71 | 1.85 | 2.34 | 2.31 | 2.59 | 2.38 | 2.22 | 2.15 | 1.88 | 1.77 | 1.97 | 2.11 | 2.08 | 1.91 | |
| Prom. | 2.03 | 1.49 | 2.27 | 2.06 | 1.95 | 1.82 | 2.43 | 2.26 | 2.53 | 2.51 | 2.38 | 2.21 | 2.09 | 1.92 | 2.10 | 2.06 | 2.08 | 1.95 | |

| | | LOCALIDADES | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------|--------------------|-------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|--------------------|------------|------------|------------|------------|------------|--|
| Bloque | La Chilca | | | | | | Poroporo | | | | | | La Victoria (3050) | | | | | | |
| | V1 | V2 | V3 | V4 | V5 | V6 | V1 | V2 | V3 | V4 | V5 | V6 | V1 | V2 | V3 | V4 | V5 | V6 | |
| I | 1.32 | 1.16 | 1.31 | 1.35 | 1.03 | 1.12 | 0.68 | 0.51 | 0.71 | 0.67 | 0.65 | 0.54 | 1.07 | 0.74 | 1.14 | 1.51 | 1.12 | 1.08 | |
| II | 1.49 | 1.27 | 1.35 | 1.13 | 1.06 | 1.08 | 0.79 | 0.56 | 0.86 | 0.65 | 0.64 | 0.42 | 1.13 | 0.83 | 1.17 | 1.35 | 1.03 | 0.92 | |
| III | 1.32 | 1.12 | 1.17 | 1.12 | 1.07 | 1.15 | 0.59 | 0.57 | 0.85 | 0.77 | 0.64 | 0.48 | 1.22 | 0.91 | 1.38 | 1.3 | 1.07 | 0.95 | |
| IV | 1.23 | 1.37 | 1.28 | 0.97 | 1.25 | 1.12 | 0.47 | 0.57 | 0.73 | 0.45 | 0.44 | 0.64 | 1.24 | 0.92 | 1.35 | 1.28 | 1.33 | 1.02 | |
| Prom. | 1.3 | 1.2 | 1.3 | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 0.6 | 0.6 | 0.8 | 0.6 | 0.6 | 0.5 | 1.2 | 0.9 | 1.3 | 1.4 | 1.1 | 1 | |
| | | LOCALIDADES | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Bloque | La Victoria (3010) | | | | | | Poroporito | | | | | | Llanupacha | | | | | | |
| | V1 | V2 | V3 | V4 | V5 | V6 | V1 | V2 | V3 | V4 | V5 | V6 | V1 | V2 | V3 | V4 | V5 | V6 | |
| I | 1.08 | 0.74 | 1.1 | 1.5 | 1.15 | 1.06 | 1.09 | 0.63 | 1.13 | 1.08 | 0.74 | 1.04 | 0.62 | 0.39 | 0.55 | 0.56 | 0.75 | 0.51 | |
| II | 1.1 | 0.81 | 1.2 | 1.43 | 1.07 | 0.94 | 1.09 | 0.53 | 0.91 | 1.11 | 0.87 | 0.69 | 0.76 | 0.51 | 0.62 | 0.59 | 0.47 | 0.48 | |
| III | 1.24 | 0.92 | 1.36 | 1.28 | 1.02 | 0.97 | 1.05 | 0.61 | 1.33 | 0.92 | 0.82 | 0.7 | 0.76 | 0.37 | 0.74 | 0.65 | 0.48 | 0.5 | |
| IV | 1.34 | 0.88 | 1.44 | 1.33 | 1.29 | 1.02 | 0.76 | 0.72 | 1.01 | 0.96 | 1.01 | 0.68 | 0.91 | 0.54 | 0.83 | 0.74 | 0.63 | 0.61 | |
| Prom. | 1.2 | 0.8 | 1.3 | 1.4 | 1.1 | 1 | 1 | 0.6 | 1.1 | 1 | 0.9 | 0.8 | 0.8 | 0.5 | 0.7 | 0.6 | 0.6 | 0.5 | |

Tabla 24. Rendimiento en t ha⁻¹ de 6 variedades de maíz morado en 9 localidades del distrito de Ichocán

| | | LOCALIDADES | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------|--------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--|
| Bloque | Llollón | | | | | | Montoya | | | | | | Sunchupampa | | | | | | |
| | V1 | V2 | V3 | V4 | V5 | V6 | V1 | V2 | V3 | V4 | V5 | V6 | V1 | V2 | V3 | V4 | V5 | V6 | |
| I | 2.64 | 2.89 | 3.67 | 3.13 | 3.64 | 2.52 | 2.68 | 1.48 | 2.46 | 1.26 | 1.39 | 2.33 | 1.41 | 1.82 | 1.55 | 3.07 | 2.81 | 2.93 | |
| II | 3.46 | 2.3 | 3.3 | 4.3 | 3.57 | 2.24 | 0.78 | 1.92 | 1.92 | 1.11 | 1.24 | 1.23 | 1.21 | 2.03 | 2.54 | 2.28 | 3.43 | 3.21 | |
| III | 3.58 | 2.78 | 3.74 | 3.06 | 2.38 | 2.87 | 2.45 | 1.33 | 1 | 1.34 | 1.76 | 1.69 | 1.09 | 1.44 | 1.66 | 2.88 | 2.66 | 3.23 | |
| IV | 2.87 | 2.75 | 2.35 | 1.97 | 2.38 | 2.24 | 1.78 | 2.66 | 1.69 | 1.19 | 3.07 | 3.92 | 2.05 | 2.76 | 2.87 | 1.33 | 3.88 | 3.63 | |
| Prom. | 3.14 | 2.68 | 3.27 | 3.12 | 2.99 | 2.47 | 1.92 | 1.85 | 1.77 | 1.23 | 1.87 | 2.29 | 1.44 | 2.01 | 2.16 | 2.39 | 3.20 | 3.25 | |
| | | LOCALIDADES | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Bloque | La Chilca | | | | | | Poroporo | | | | | | La Victoria (3050) | | | | | | |
| | V1 | V2 | V3 | V4 | V5 | V6 | V1 | V2 | V3 | V4 | V5 | V6 | V1 | V2 | V3 | V4 | V5 | V6 | |
| I | 3.88 | 6.41 | 5.38 | 4.85 | 6 | 5.4 | 1.23 | 0.08 | 0.62 | 1.52 | 1.69 | 0.48 | 2.24 | 1.83 | 2.42 | 2.71 | 0.1 | 0.41 | |
| II | 4.38 | 2.78 | 4.6 | 4.65 | 5.31 | 2.9 | 1.07 | 0.95 | 1.85 | 1.49 | 0.23 | 0.24 | 0.62 | 1.04 | 1.21 | 3.54 | 0.53 | 0.48 | |
| III | 4.26 | 4.52 | 4.84 | 4.58 | 4.17 | 3.03 | 1.61 | 0.71 | 2.01 | 1.06 | 2.31 | 0.16 | 1.41 | 0.05 | 2.08 | 1.17 | 0.59 | 0.7 | |
| IV | 2.88 | 7.4 | 2.03 | 5.53 | 3.21 | 4.61 | 0.46 | 0.95 | 1.77 | 1.21 | 0.15 | 0.48 | 2.1 | 0.97 | 1.96 | 0.98 | 0.34 | 0.39 | |
| Prom. | 3.9 | 5.3 | 4.2 | 4.9 | 4.7 | 4 | 1.1 | 0.7 | 1.6 | 1.3 | 1.1 | 0.3 | 1.6 | 1 | 1.9 | 2.1 | 0.4 | 0.5 | |
| | | LOCALIDADES | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Bloque | La Victoria (3010) | | | | | | Poroporito | | | | | | Llanupacha | | | | | | |
| | V1 | V2 | V3 | V4 | V5 | V6 | V1 | V2 | V3 | V4 | V5 | V6 | V1 | V2 | V3 | V4 | V5 | V6 | |
| I | 3.48 | 1.65 | 3.28 | 2.04 | 1.03 | 4.25 | 2.83 | 3.01 | 2.93 | 2.16 | 1.64 | 3.16 | 1.3 | 2.13 | 1.54 | 2.21 | 1.89 | | |
| II | 4.56 | 4.26 | 5.42 | 3.73 | 2.31 | 3.37 | 2.47 | 2.53 | 1.47 | 1.55 | 1.74 | 2.08 | 2.21 | 2.01 | 0.89 | 1.06 | 1.96 | 1.82 | |
| III | 6.57 | 5.63 | 5.56 | 2.31 | 2.44 | 5.5 | 1.05 | 1.18 | 2.01 | 2.42 | 2 | 1.7 | 1.03 | 1.39 | 1.86 | 0.99 | 1.2 | 1.02 | |
| IV | 6.43 | 3.02 | 4.13 | 4.35 | 2.57 | 3 | 1.38 | 1.35 | 1.06 | 1.35 | 2.68 | 0.61 | 1.44 | 0.93 | 1.46 | 1.03 | 1.47 | 0.85 | |
| Prom. | 5.3 | 3.6 | 4.6 | 3.1 | 2.1 | 4 | 1.9 | 2 | 1.9 | 1.9 | 2 | 1.9 | 1.5 | 1.6 | 1.4 | 1.3 | 1.6 | 1.2 | |

Tabla 25. Número de plantas de 6 variedades de maíz morado en 9 localidades del distrito de Ichocán

| | | LOCALIDADES | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------|---------------------------|--------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|---------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|--|
| Bloque | Llollón | | | | | | Montoya | | | | | | Sunchupampa | | | | | | |
| | V1 | V2 | V3 | V4 | V5 | V6 | V1 | V2 | V3 | V4 | V5 | V6 | V1 | V2 | V3 | V4 | V5 | V6 | |
| I | 32 | 32 | 35 | 25 | 33 | 31 | 20 | 13 | 15 | 16 | 18 | 16 | 18 | 28 | 20 | 36 | 32 | 29 | |
| II | 39 | 32 | 29 | 36 | 34 | 35 | 12 | 15 | 19 | 16 | 18 | 16 | 17 | 21 | 30 | 26 | 28 | 24 | |
| III | 32 | 33 | 38 | 36 | 28 | 29 | 21 | 15 | 20 | 14 | 18 | 14 | 19 | 21 | 18 | 34 | 27 | 29 | |
| IV | 37 | 41 | 26 | 17 | 28 | 28 | 18 | 17 | 21 | 22 | 18 | 19 | 20 | 23 | 35 | 24 | 22 | 22 | |
| Prom. | 35 | 35 | 32 | 29 | 31 | 31 | 18 | 15 | 19 | 17 | 18 | 16 | 19 | 23 | 26 | 30 | 27 | 26 | |
| | | LOCALIDADES | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Bloque | La Chilca | | | | | | Poroporo | | | | | | La Victoria (3050) | | | | | | |
| | V1 | V2 | V3 | V4 | V5 | V6 | V1 | V2 | V3 | V4 | V5 | V6 | V1 | V2 | V3 | V4 | V5 | V6 | |
| I | 32 | 28 | 38 | 27 | 36 | 24 | 28 | 10 | 14 | 17 | 23 | 22 | 30 | 23 | 32 | 28 | 10 | 15 | |
| II | 34 | 39 | 37 | 43 | 37 | 26 | 9 | 26 | 13 | 31 | 16 | 22 | 21 | 16 | 20 | 35 | 14 | 16 | |
| III | 31 | 37 | 42 | 24 | 36 | 33 | 31 | 22 | 37 | 13 | 39 | 20 | 22 | 5 | 32 | 20 | 13 | 15 | |
| IV | 38 | 36 | 44 | 40 | 30 | 31 | 37 | 24 | 16 | 19 | 6 | 20 | 29 | 10 | 24 | 19 | 8 | 12 | |
| Prom. | 34 | 35 | 40 | 34 | 35 | 29 | 26 | 21 | 20 | 20 | 21 | 21 | 26 | 14 | 27 | 26 | 11 | 15 | |
| | | LOCALIDADES | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Bloque | La Victoria (3010) | | | | | | Poroporo | | | | | | Llanupacha | | | | | | |
| | V1 | V2 | V3 | V4 | V5 | V6 | V1 | V2 | V3 | V4 | V5 | V6 | V1 | V2 | V3 | V4 | V5 | V6 | |
| I | 22 | 16 | 18 | 21 | 8 | 20 | 29 | 30 | 24 | 20 | 25 | 32 | 19 | 27 | 17 | 26 | 18 | 25 | |
| II | 24 | 23 | 23 | 24 | 10 | 22 | 24 | 21 | 21 | 23 | 21 | 25 | 24 | 21 | 16 | 18 | 20 | 23 | |
| III | 24 | 28 | 24 | 25 | 16 | 20 | 26 | 22 | 29 | 28 | 26 | 32 | 16 | 25 | 20 | 22 | 18 | 21 | |
| IV | 30 | 21 | 26 | 34 | 16 | 19 | 16 | 38 | 24 | 25 | 27 | 33 | 18 | 20 | 19 | 18 | 23 | 20 | |
| Prom. | 25 | 22 | 23 | 26 | 13 | 20 | 24 | 28 | 25 | 24 | 25 | 31 | 19 | 23 | 18 | 21 | 20 | 22 | |

Tabla 26. Porcentaje de concentración de antocianinas en **BRÁCTEA**, de 6 variedades de maíz morado en 9 localidades del distrito de Ichocán

| LOCALIDAD | V A R I E D A D | | | | | |
|---------------------------------|-----------------|---------|---------|--------|----------|--------|
| | INIA 601 | CANTEÑO | MAÍZ MM | UNC 47 | INIA 615 | PM 581 |
| Llollón | 2.74 | 0.14 | 0.54 | 0.88 | 0.43 | 0.27 |
| Montoya | 2.57 | 0.36 | 0.95 | 1.40 | 0.42 | 0.32 |
| Sunchupampa | 2.66 | 0.25 | 0.74 | 1.14 | 0.43 | 0.3 |
| La Chilca | 2.61 | 0.30 | 0.85 | 1.27 | 0.43 | 0.31 |
| Poroporo | 1.11 | 0.13 | 1.15 | 0.88 | 0.74 | 0.5 |
| La Victoria (3050 m de altitud) | 2.05 | 1.02 | 2.18 | 2.95 | 0.41 | 0.47 |
| La Victoria (3010 m de altitud) | 2.32 | 0.67 | 1.91 | 2.02 | 1.17 | 0.31 |
| Poroporito | 2.73 | 0.38 | 1.74 | 1.1 | 1.97 | 0.21 |
| Llanupacha | 2.59 | 0.31 | 1.64 | 1.09 | 1.94 | 0.15 |

Fuente: Análisis de laboratorio - PRONEX S.A. (Productos naturales de exportación S.A.)

Tabla 27. Porcentaje de concentración de antocianinas en **CORONTA**, de 6 variedades de maíz morado en 9 localidades del distrito de Ichocán

| LOCALIDAD | V A R I E D A D | | | | | |
|---------------------------------|-----------------|---------|---------|--------|----------|--------|
| | INIA 601 | CANTEÑO | MAÍZ MM | UNC 47 | INIA 615 | PM 581 |
| Llollón | 7.69 | 5.16 | 6.91 | 8.73 | 6.92 | 4.59 |
| Montoya | 5.34 | 5.89 | 5.91 | 6.30 | 5.88 | 5.54 |
| Sunchupampa | 4.67 | 6.39 | 6.36 | 6.35 | 6.37 | 5.41 |
| La Chilca | 5.00 | 6.14 | 6.14 | 6.33 | 6.13 | 5.47 |
| Poroporo | 7.80 | 5.40 | 6.97 | 7.13 | 5.69 | 4.81 |
| La Victoria (3050 m de altitud) | 4.90 | 4.36 | 5.82 | 4.53 | 4.10 | 4.74 |
| La Victoria (3010 m de altitud) | 6.02 | 4.76 | 5.87 | 5.27 | 6.39 | 5.06 |
| Poroporito | 5.15 | 4.73 | 5.69 | 5.32 | 5.13 | 2.56 |
| Llanupacha | 7.14 | 5.17 | 5.92 | 6.00 | 8.67 | 5.38 |

Fuente: Análisis de laboratorio - PRONEX S.A. (Productos naturales de exportación S.A.)

Anexo 2. Análisis de varianza de los componentes de rendimiento y concentración de antocianinas.

Tabla 28. Análisis de varianza para la localidad de Llollón

| Fuente de variación | Suma de cuadrados | Grados de libertad | Cuadrado medio | F. calculado | F. Tabular | |
|---------------------|-------------------|--------------------|----------------|--------------|------------|------|
| | | | | | 0.05 | 0.01 |
| Bloque | 2.19 | 3 | 0.73 | 2.52 ns | 3.16 | 5.09 |
| Variedad | 1.88 | 5 | 0.38 | 1.29 ns | 2.77 | 4.25 |
| Error | 4.35 | 15 | 0.29 | | | |
| Total | 8.42 | 23 | | | | |

CV = 18.30 %

Tabla 29. Análisis de varianza para la localidad de Montoya

| Fuente de variación | Suma de cuadrados | Grados de libertad | Cuadrado medio | F. calculado | F. Tabular | |
|---------------------|-------------------|--------------------|----------------|--------------|------------|------|
| | | | | | 0.05 | 0.01 |
| Bloque | 3.53 | 3 | 1.18 | 2.5 ns | 3.16 | 5.09 |
| Variedad | 2.37 | 5 | 0.47 | 1.01 ns | 2.77 | 4.25 |
| Error | 7.06 | 15 | 0.47 | | | |
| Total | 12.97 | 23 | | | | |

CV = 27.71 %

Tabla 30. Análisis de varianza para la localidad de Sunchupampa

| Fuente de variación | Suma de cuadrados | Grados de libertad | Cuadrado medio | F. calculado | F. Tabular | |
|---------------------|-------------------|--------------------|----------------|--------------|------------|------|
| | | | | | 0.05 | 0.01 |
| Bloque | 0.54 | 3 | 0.18 | 0.31 ns | 3.16 | 5.09 |
| Variedad | 6.44 | 5 | 1.29 | 2.26 ns | 2.77 | 4.25 |
| Error | 8.56 | 15 | 0.57 | | | |
| Total | 15.54 | 23 | | | | |

CV = 32.86 %

Tabla 31. Análisis de varianza para la localidad de La Chilca

| Fuente de variación | Suma de cuadrados | Grados de libertad | Cuadrado medio | F. calculado | F. Tabular | |
|---------------------|-------------------|--------------------|----------------|--------------|------------|------|
| | | | | | 0.05 | 0.01 |
| Bloque | 5.7 | 3 | 1.9 | 1.16 ns | 3.16 | 5.09 |
| Variedad | 6.26 | 5 | 1.25 | 0.76 ns | 2.77 | 4.25 |
| Error | 24.57 | 15 | 1.64 | | | |
| Total | 36.53 | 23 | | | | |

CV = 28.55 %

Tabla 32. Análisis de varianza para la localidad de Poroporo

| Fuente de variación | Suma de cuadrados | Grados de libertad | Cuadrado medio | F. calculado | F. Tabular | |
|---------------------|-------------------|--------------------|----------------|--------------|------------|------|
| | | | | | 0.05 | 0.01 |
| Bloque | 0.76 | 3 | 0.25 | 0.71 ns | 3.16 | 5.09 |
| Variedad | 3.91 | 5 | 0.78 | 2.19 ns | 2.77 | 4.25 |
| Error | 5.35 | 15 | 0.36 | | | |
| Total | 10.02 | 23 | | | | |

CV = 28.9 %

Tabla 33. Análisis de varianza para la localidad de La Victoria (3050 m de altitud)

| Fuente de variación | Suma de cuadrados | Grados de libertad | Cuadrado medio | F. calculado | F. Tabular | |
|---------------------|-------------------|--------------------|----------------|--------------|------------|------|
| | | | | | 0.05 | 0.01 |
| Bloque | 1.29 | 3 | 0.43 | 0.86 ns | 3.16 | 5.09 |
| Variedad | 10.69 | 5 | 2.14 | 4.27 * | 2.77 | 4.25 |
| Error | 7.51 | 15 | 0.5 | | | |
| Total | 19.49 | 23 | | | | |

CV = 26.87 %

Tabla 34. Análisis de varianza para la localidad de La Victoria (3010 m de altitud)

| Fuente de variación | Suma de cuadrados | Grados de libertad | Cuadrado medio | F. calculado | F. Tabular | |
|---------------------|-------------------|--------------------|----------------|--------------|------------|------|
| | | | | | 0.05 | 0.01 |
| Bloque | 13.05 | 3 | 4.35 | 4.39 * | 3.16 | 5.09 |
| Variedad | 25.03 | 5 | 5.01 | 5.05 ** | 2.77 | 4.25 |
| Error | 14.87 | 15 | 0.99 | | | |
| Total | 52.96 | 23 | | | | |

CV = 26.29 %

Tabla 35. Análisis de varianza para la localidad de La Victoria Poroporito

| Fuente de variación | Suma de cuadrados | Grados de libertad | Cuadrado medio | F. calculado | F. Tabular | |
|---------------------|-------------------|--------------------|----------------|--------------|------------|------|
| | | | | | 0.05 | 0.01 |
| Bloque | 4.78 | 3 | 1.59 | 3.68 * | 3.16 | 5.09 |
| Variedad | 0.1 | 5 | 0.02 | 0.04 ns | 2.77 | 4.25 |
| Error | 6.49 | 15 | 0.43 | | | |
| Total | 11.37 | 23 | | | | |

CV = 34.05 %

Tabla 36. Análisis de varianza para la localidad de Llanupacha

| Fuente de variación | Suma de cuadrados | Grados de libertad | Cuadrado medio | F. calculado | F. tabular | |
|---------------------|-------------------|--------------------|----------------|--------------|------------|------|
| | | | | | 0.05 | 0.01 |
| Bloque | 1.9 | 3 | 0.63 | 3.27 * | 3.16 | 5.09 |
| Variedad | 0.27 | 5 | 0.05 | 0.28 ns | 2.77 | 4.25 |
| Error | 2.9 | 15 | 0.19 | | | |
| Total | 5.06 | 23 | | | | |

CV = 29.46 %

Anexo 3. Resultados de los análisis de laboratorio de las parcelas ubicadas en las distintas localidades.



LABORATORIO DE SERVICIO DE SUELOS

NOMBRE : PNIA MAIZ - MARCOS AMADOR BURGOS URBINA

PROCEDENCIA : San Marcos - Ichocán - La Chilca

Fecha: 13/07/2016

RESULTADOS DEL ANÁLISIS

| Nombre Parcela | Código Laboratorio | P Ppm | K Ppm | pH | M.O % | Al mcg/100g | Arena % | Limo % | Arcilla % | Clase Textural |
|----------------|--------------------|-------|-------|-----|-------|-------------|---------|--------|-----------|----------------|
| Doña Anita | SU0530-EEBI-16 | 1.42 | 345.0 | 7.3 | 2.35 | -- | | | | |

INTERPRETACIÓN

Fósforo (P) : MUY BAJO
 Potasio (K) : MEDIO
 pH (reacción) : **LIGERAMENTE ALCALINO**
 Materia orgánica (M.O) : MEDIO
 Clase textural : --

RECOMENDACIONES DE NUTRIENTES

Cultivo a Sembrar: MAIZ MORADO

| NUTRIENTES | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | CAL | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | CAL | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | CAL |
|------------|-------|-------------------------------|------------------|---------|-------|-------------------------------|------------------|---------|-------|-------------------------------|------------------|---------|
| | Kg/ha | Kg/ha | Kg/ha | Ton /ha | Kg/ha | Kg/ha | Kg/ha | Ton /ha | Kg/ha | Kg/ha | Kg/ha | Ton /ha |
| Cantidad | 110 | 65 | 40 | | | | | | | | | |

Recomendaciones y Observaciones Especiales:



www.inia.gob.pe

Jr. Wiracocha s/n, Baños del Inca
 Cajamarca, Cajamarca, Perú
 T: (076) 348-386
 E: binca@inia.gob.pe

Figura 9. Resultado de análisis de suelo de la localidad de La Chilca realizados en INIA Estación Experimental Baños del Inca.



LABORATORIO DE SERVICIO DE SUELOS

NOMBRE : PNIA MAIZ - JAIME RAFAEL SANCHEZ VASQUEZ

PROCEDENCIA : San Marcos - Ichocán - Llallán

Fecha: 13/07/2016

RESULTADOS DEL ANÁLISIS

| Nombre Parcela | Código Laboratorio | P Ppm | K Ppm | pH | M.O % | Al meq/100g | Arena % | Limo % | Arcilla % | Clase Textural |
|----------------|--------------------|-------|-------|-----|-------|-------------|---------|--------|-----------|----------------|
| Casa Vieja | SU0533-EEBI-16 | 25.38 | 340.0 | 7.2 | 4.09 | -- | | | | |

INTERPRETACIÓN

Fósforo (P) : ALTO
 Potasio (K) : MEDIO
 pH (reacción) : NEUTRO
 Materia orgánica (M.O) : MEDIO
 Clase textural : --

RECOMENDACIONES DE NUTRIENTES

Cultivo a Sembrar: MAIZ MORADO

| NUTRIENTES | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | CAL | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | CAL | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | CAL |
|------------|-------|-------------------------------|------------------|--------|-------|-------------------------------|------------------|--------|-------|-------------------------------|------------------|--------|
| | Kg/ha | Kg/ha | Kg/ha | Ton/ha | Kg/ha | Kg/ha | Kg/ha | Ton/ha | Kg/ha | Kg/ha | Kg/ha | Ton/ha |
| Cantidad | 95 | 40 | 40 | | | | | | | | | |

Recomendaciones y Observaciones Especiales:

www.inia.gob.pe

Jr. Wiracocha s/n, Baños del Inca
 Cajamarca. Cajamarca. Perú
 T: (076) 348-386
 E: binca@inia.gob.pe

Figura 10. Resultado de análisis de suelo de la localidad de Lollón realizados en INIA Estación Experimental Baños del Inca.



PERU

Ministerio de
Agricultura y Riego

Estación Experimental
Agraria Baños del Inca

"Año de la Consolidación del Mar de Grau"

LABORATORIO DE SERVICIO DE SUELOS

NOMBRE : PNIA MAIZ - JUAN BERNABE ALVAREZ CRUZADO

PROCEDENCIA : San Marcos - Ichocán - Montoya

Fecha: 13/07/2016

RESULTADOS DEL ANÁLISIS

| Nombre Parcela | Código Laboratorio | P Ppm | K Ppm | pH | M.O % | Al meq/100g | Arena % | Limo % | Arcilla % | Clase Textural |
|----------------|--------------------|-------|-------|-----|-------|-------------|---------|--------|-----------|----------------|
| La Capilla | SU0529-EEBI-16 | 6.62 | 340.0 | 7.2 | 2.10 | -- | | | | |

INTERPRETACIÓN

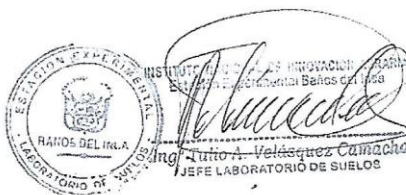
Fósforo (P) : BAJO
 Potasio (K) : MEDIO
 pH (reacción) : NEUTRO
 Materia orgánica (M.O) : MEDIO
 Clase textural : --

RECOMENDACIONES DE NUTRIENTES

Cultivo a Sembrar: MAIZ MORADO

| NUTRIENTES | N Kg/ha | P ₂ O ₅ Kg/ha | K ₂ O Kg/ha | CAL Ton/ha | N Kg/ha | P ₂ O ₅ Kg/ha | K ₂ O Kg/ha | CAL Ton/ha | N Kg/ha | P ₂ O ₅ Kg/ha | K ₂ O Kg/ha | CAL Ton/ha |
|------------|---------|-------------------------------------|------------------------|------------|---------|-------------------------------------|------------------------|------------|---------|-------------------------------------|------------------------|------------|
| Cantidad | 110 | 60 | 40 | | | | | | | | | |

Recomendaciones y Observaciones Especiales:



www.inia.gob.pe

Jr. Wiracocha s/n, Baños del Inca
 Cajamarca. Cajamarca. Perú
 T: (076) 348-386
 E: binca@inia.gob.pe

Figura 11. Resultado de análisis de suelo de la localidad de Montoya realizados en INIA Estación Experimental Baños del Inca.



LABORATORIO DE SERVICIO DE SUELOS

NOMBRE : PNIA MAIZ - HIPOLITO TIRADO GAMBOA

PROCEDENCIA : San Marcos - Ichocán - Llanupacha

Fecha: 13/07/2016

RESULTADOS DEL ANÁLISIS

| Nombre Parcela | Código Laboratorio | P Ppm | K Ppm | pH | M.O % | Al meq/100g | Arena % | Limo % | Arcilla % | Clase Textural |
|----------------|--------------------|-------|-------|-----|-------|-------------|---------|--------|-----------|----------------|
| El Coyoero | SU0538-EEBI-16 | 10.02 | 345.0 | 7.3 | 2.63 | | | | | |

INTERPRETACIÓN

Fósforo (P) : MEDIO
 Potasio (K) : MEDIO
 pH (reacción) : **EXTREMADAMENTE ALCALINO**
 Materia orgánica (M.O) : MEDIO
 Clase textural : --

RECOMENDACIONES DE NUTRIENTES

Cultivo a Sembrar: MAIZ MORADO

| NUTRIENTES | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | CAL | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | CAL | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | CAL |
|------------|-------|-------------------------------|------------------|---------|-------|-------------------------------|------------------|---------|-------|-------------------------------|------------------|---------|
| | Kg/ha | Kg/ha | Kg/ha | Ton /ha | Kg/ha | Kg/ha | Kg/ha | Ton /ha | Kg/ha | Kg/ha | Kg/ha | Ton /ha |
| Cantidad | 110 | 50 | 40 | | | | | | | | | |

Recomendaciones y Observaciones Especiales:



www.inia.gob.pe

Jr. Wiracocha s/n, Baños del Inca
 Cajamarca. Cajamarca. Perú
 T: (076) 348-386
 E: binca@inia.gob.pe

Figura 12. Resultado de análisis de suelo de la localidad de Llanupacha realizados en INIA Estación Experimental Baños del Inca.



LABORATORIO DE SERVICIO DE SUELOS

NOMBRE : PNIA MAIZ - JOSE ISIDRO ACOSTA COTRINA

PROCEDENCIA : San Marcos - Ichocán - Poro Poro

Fecha: 13/07/2016

RESULTADOS DEL ANÁLISIS

| Nombre Parcela | Código Laboratorio | P Ppm | K Ppm | pH | M.O % | Al meq/100g | Arena % | Limo % | Arcilla % | Clase Textural |
|----------------|--------------------|-------|-------|-----|-------|-------------|---------|--------|-----------|----------------|
| El Aliso | SU0542-EEBI-16 | 11.45 | 230.0 | 5.0 | 1.51 | 0.24 | | | | |

INTERPRETACIÓN

Fósforo (P) : MEDIO
 Potasio (K) : BAJO
 pH (reacción) : FUERTEMENTE ACIDO
 Materia orgánica (M.O) : BAJO
 Clase textural : --

RECOMENDACIONES DE NUTRIENTES

Cultivo a Sembrar: MAIZ MORADO

| NUTRIENTES | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | CAL | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | CAL | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | CAL |
|------------|-------|-------------------------------|------------------|---------|-------|-------------------------------|------------------|---------|-------|-------------------------------|------------------|---------|
| | Kg/ha | Kg/ha | Kg/ha | Ton /ha | Kg/ha | Kg/ha | Kg/ha | Ton /ha | Kg/ha | Kg/ha | Kg/ha | Ton /ha |
| Cantidad | 120 | 50 | 50 | | | | | | | | | |

Recomendaciones y Observaciones Especiales:



INIA INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACIÓN AGROPECUARIA
 Estación Experimental Baños del Inca
 Dr. Tulio A. Veintisquez Camacho
 JEFE LABORATORIO DE SUELOS

www.inia.gob.pe

Jr. Wiracocha s/n, Baños del Inca
 Cajamarca, Cajamarca. Perú
 T: (076) 348-386
 E: binca@inia.gob.pe

Figura 13. Resultado de análisis de suelo de la localidad de Poroporo realizados en INIA Estación Experimental Baños del Inca.



PERÚ

Ministerio de
Agricultura y RiegoInstituto Nacional
de Innovación AgrariaEstación Experimental
Agraria Baños del Inca

"Año de la Consolidación del Mar de Grau"

LABORATORIO DE SERVICIO DE SUELOSNOMBRE : **PNIA MAIZ – SANTOS MARIO ABANTO CASTAÑEDA**

PROCEDENCIA : San Marcos – Ichocán – La Victoria

Fecha: **13/07/2016**

RESULTADOS DEL ANÁLISIS

| Nombre Parcela | Código Laboratorio | P Ppm | K Ppm | pH | M.O % | AI meq/100g | Arena % | Limo % | Arcilla % | Clase Textural |
|----------------|--------------------|-------|-------|-----|-------|-------------|---------|--------|-----------|----------------|
| Don Sergio | SU0435-EEBI-16 | 11.93 | 345.0 | 7.3 | 3.16 | -- | -- | -- | -- | -- |

INTERPRETACIÓN

Fósforo (P) : MEDIO
 Potasio (K) : MEDIO
 pH (reacción) : **LIGERAMENTE ALCALINO**
 Materia orgánica (M.O) : MEDIO
 Clase textural : --

RECOMENDACIONES DE NUTRIENTES**Cultivo a Sembrar: MAIZ MORADO**

| NUTRIENTES | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | CAL | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | CAL | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | CAL |
|------------|-------|-------------------------------|------------------|--------|-------|-------------------------------|------------------|--------|-------|-------------------------------|------------------|--------|
| | Kg/ha | Kg/ha | Kg/ha | Ton/ha | Kg/ha | Kg/ha | Kg/ha | Ton/ha | Kg/ha | Kg/ha | Kg/ha | Ton/ha |
| Cantidad | 100 | 55 | 40 | -- | | | | | | | | |

Recomendaciones y
Observaciones Especiales:



INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACIÓN AGRARIA
Estación Experimental Baños del Inca
Ing. Tulio A. Velásquez Camacho
JEFE LABORATORIO DE SUELOS

www.inia.gob.pe

Jr. Wiracocha s/n, Baños del Inca
Cajamarca, Cajamarca, Perú
T: (076) 348-386
E: binca@inia.gob.pe

Figura 14. Resultado de análisis de suelo de la localidad de La Victoria realizados en INIA Estación Experimental Baños del Inca.



PERÚ

Ministerio de Agricultura y Riego

Instituto Nacional de Innovación Agraria

Estación Experimental Agraria Baños del Inca

"Año de la Consolidación del Mar de Grau"

LABORATORIO DE SERVICIO DE SUELOS

NOMBRE : PNIA MAIZ – MARIA ELSA MUÑOZ RUIZ

PROCEDENCIA : San Marcos – Ichocán – Poroporito

Fecha: 13/07/2016

RESULTADOS DEL ANÁLISIS

| Nombre Parcela | Código Laboratorio | P Ppm | K Ppm | pH | M.O % | Al meq/100g | Arena % | Limo % | Arcilla % | Clase Textural |
|----------------|--------------------|-------|-------|-----|-------|-------------|---------|--------|-----------|----------------|
| Casa Vieja | SU0436-EEBI-16 | 29.33 | 350.0 | 7.4 | 2.46 | -- | -- | -- | -- | -- |

INTERPRETACIÓN

Fósforo (P) : ALTO
 Potasio (K) : MEDIO
 pH (reacción) : **LIGERAMENTE ALCALINO**
 Materia orgánica (M.O) : MEDIO
 Clase textural : --

RECOMENDACIONES DE NUTRIENTES

Cultivo a Sembrar: MAIZ MORADO

| NUTRIENTES | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | CAL | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | CAL | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | CAL |
|------------|-------|-------------------------------|------------------|---------|-------|-------------------------------|------------------|---------|-------|-------------------------------|------------------|---------|
| | Kg/ha | Kg/ha | Kg/ha | Ton /ha | Kg/ha | Kg/ha | Kg/ha | Ton /ha | Kg/ha | Kg/ha | Kg/ha | Ton /ha |
| Cantidad | 110 | 40 | 40 | -- | | | | | | | | |

Recomendaciones y Observaciones Especiales:



ING. JULIO A. VELÁSQUEZ CAMACHE
 LABORATORIO DE SUELOS

www.inia.gob.pe

Jr. Wiracocha s/n, Baños del Inca
 Cajamarca. Cajamarca. Perú
 T: (076) 348-386
 E: binca@inia.gob.pe

Figura 15. Resultado de análisis de suelo de la localidad de Poroporito realizados en INIA Estación Experimental Baños del Inca.



PERÚ

Ministerio de
Agricultura y Riego

Instituto Nacional
de Innovación Agraria

Estación Experimental
Agraria Baños del Inca

"Año de la Consolidación del Mar de Grau"

LABORATORIO DE SERVICIO DE SUELOS

NOMBRE : **PNIA MAIZ – MARCOS AMADOR BURGOS URBINA**

PROCEDENCIA : San Marcos – Ichocán – La Chilca

Fecha: **13/07/2016**

RESULTADOS DEL ANÁLISIS

| Nombre Parcela | Código Laboratorio | P Ppm | K Ppm | pH | M.O % | Al meq/100g | Arena % | Limo % | Arcilla % | Clase Textural |
|----------------|--------------------|-------|-------|-----|-------|-------------|---------|--------|-----------|----------------|
| Doña Anita | SU0430-EEBI-16 | 1.42 | 345.0 | 7.3 | 2.35 | -- | -- | -- | -- | -- |

INTERPRETACIÓN

Fósforo (P) : MUY BAJO
 Potasio (K) : MEDIO
 pH (reacción) : **LIGERAMENTE ALCALINO**
 Materia orgánica (M.O) : MEDIO
 Clase textural : --

RECOMENDACIONES DE NUTRIENTES

Cultivo a Sembrar: MAIZ MORADO

| NUTRIENTES | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | CAL | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | CAL | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | CAL |
|------------|-------|-------------------------------|------------------|---------|-------|-------------------------------|------------------|---------|-------|-------------------------------|------------------|---------|
| | Kg/ha | Kg/ha | Kg/ha | Ton /ha | Kg/ha | Kg/ha | Kg/ha | Ton /ha | Kg/ha | Kg/ha | Kg/ha | Ton /ha |
| Cantidad | 110 | 65 | 40 | -- | | | | | | | | |

Recomendaciones y Observaciones Especiales:



INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACION AGRARIA
 Estación Experimental Baños del Inca

Inga Tuho A. Velásquez Camacho
 JEFE LABORATORIO DE SUELOS

www.inia.gob.pe

Jr. Wiracocha s/n, Baños del Inca
 Cajamarca. Cajamarca. Perú
 T: (076) 348-386
 E: binca@inia.gob.pe

Figura 16. Resultado de análisis de suelo de la localidad de Sunchupampa (La Chilca) realizados en INIA Estación Experimental Baños del Inca.

Anexo 4. Fotografías de todas las labores realizadas junto al personal de la EEA. Baños del Inca – INIA – Cajamarca.



Figura 17. Instalación de las parcelas experimentales en el distrito de Ichocán.



Figura 18. Evaluación del número de hojas.



Figura 19. Preparación de la muestra para determinar el contenido de antocianinas.



Figura 20. Muestras de brácteas para la evaluación del contenido de antocianinas.



Figura 21. Muestras de coronta molida para la evaluación del contenido de antocianinas.

Anexo 5. Fotografías de las labores realizadas en el laboratorio de PRONEX S.A. (Productos naturales de exportación S.A.), para la obtención de las antocianinas y los resultados.



Figura 22. Pesado de las muestras para la determinación de antocianinas.



Figura 23. Cocinas magnéticas con bikcer conteniendo 0.60 de muestra de corona y bráctea, y 100 ml. de hidroácido.



Figura 24. Aislamiento del pigmento antocianino para el posterior análisis.

INFORME DE ANALISIS

ANALISIS DE % DE ANTOCIANINA EN CORONTA DE MAIZ MORADO

| ITEM | VARIEDAD | % DE CONCENTRACIÓN |
|--------------------|------------------|--------------------|
| LLOLLON | | |
| 1 | BRÁCTEA INIA-601 | 2.74 |
| 2 | BRÁCTEA CANTEÑO | 0.14 |
| 3 | BRÁCTEA MMM | 0.54 |
| 4 | BRÁCTEA UNC-47 | 0.88 |
| 5 | BRÁCTEA INIA-615 | 0.43 |
| 6 | BRÁCTEA PM-581 | 0.27 |
| 1 | CORONTA INIA-601 | 7.69 |
| 2 | CORONTA CANTEÑO | 5.16 |
| 3 | CORONTA MMM | 6.91 |
| 4 | CORONTA UNC-47 | 8.73 |
| 5 | CORONTA INIA-615 | 6.92 |
| 6 | CORONTA PM-581 | 4.59 |
| MONTOYA | | |
| 1 | BRÁCTEA INIA-601 | 2.57 |
| 2 | BRÁCTEA CANTEÑO | 0.36 |
| 3 | BRÁCTEA MMM | 0.95 |
| 4 | BRÁCTEA UNC-47 | 1.40 |
| 5 | BRÁCTEA INIA-615 | 0.42 |
| 6 | BRÁCTEA PM-581 | 0.32 |
| 1 | CORONTA INIA-601 | 5.34 |
| 2 | CORONTA CANTEÑO | 5.89 |
| 3 | CORONTA MMM | 5.91 |
| 4 | CORONTA UNC-47 | 6.30 |
| 5 | CORONTA INIA-615 | 5.88 |
| 6 | CORONTA PM-581 | 5.54 |
| SUNCHUPAMPA | | |
| 1 | BRÁCTEA INIA-601 | 2.66 |
| 2 | BRÁCTEA CANTEÑO | 0.25 |
| 3 | BRÁCTEA MMM | 0.74 |
| 4 | BRÁCTEA UNC-47 | 1.14 |
| 5 | BRÁCTEA INIA-615 | 0.43 |
| 6 | BRÁCTEA PM-581 | 0.30 |
| 1 | CORONTA INIA-601 | 4.67 |
| 2 | CORONTA CANTEÑO | 6.39 |
| 3 | CORONTA MMM | 6.36 |
| 4 | CORONTA UNC-47 | 6.35 |
| 5 | CORONTA INIA-615 | 6.37 |
| 6 | CORONTA PM-581 | 5.41 |

Los resultados del presente informe se relacionan únicamente a las muestras analizadas


 PRODUCTOS NATURALES DE EXPORTACIÓN S.A.
PRONEX S.A.

ENG. ROSA RUIZ
 Chief of Laboratory

Figura 25. Informe final de laboratorio del análisis de antocianinas de 6 variedades de maíz morado en 3 localidades del distrito de Ichocán.

INFORME DE ANALISIS

ANALISIS DE % DE ANTOCIANINA EN CORONTA DE MAIZ MORADO

| LA CHILCA | | | |
|------------|---------|----------|------|
| 1 | BRÁCTEA | INIA-601 | 2.61 |
| 2 | BRÁCTEA | CANTEÑO | 0.30 |
| 3 | BRÁCTEA | MMM | 0.85 |
| 4 | BRÁCTEA | UNC-47 | 1.27 |
| 5 | BRÁCTEA | INIA-615 | 0.43 |
| 6 | BRÁCTEA | PM-581 | 0.31 |
| | | | |
| 1 | CORONTA | INIA-601 | 5.00 |
| 2 | CORONTA | CANTEÑO | 6.14 |
| 3 | CORONTA | MMM | 6.14 |
| 4 | CORONTA | UNC-47 | 6.33 |
| 5 | CORONTA | INIA-615 | 6.13 |
| 6 | CORONTA | PM-581 | 5.47 |
| POROPORO | | | |
| 1 | BRÁCTEA | INIA-601 | 1.11 |
| 2 | BRÁCTEA | CANTEÑO | 0.13 |
| 3 | BRÁCTEA | MMM | 1.15 |
| 4 | BRÁCTEA | UNC-47 | 0.88 |
| 5 | BRÁCTEA | INIA-615 | 0.74 |
| 6 | BRÁCTEA | PM-581 | 0.50 |
| | | | |
| 1 | CORONTA | INIA-601 | 7.80 |
| 2 | CORONTA | CANTEÑO | 5.40 |
| 3 | CORONTA | MMM | 6.97 |
| 4 | CORONTA | UNC-47 | 7.13 |
| 5 | CORONTA | INIA-615 | 5.69 |
| 6 | CORONTA | PM-581 | 4.81 |
| LAVICTORIA | | | |
| 1 | BRÁCTEA | INIA-601 | 2.05 |
| 2 | BRÁCTEA | CANTEÑO | 1.02 |
| 3 | BRÁCTEA | MMM | 2.18 |
| 4 | BRÁCTEA | UNC-47 | 2.95 |
| 5 | BRÁCTEA | INIA-615 | 0.41 |
| 6 | BRÁCTEA | PM-581 | 0.47 |
| | | | |
| 1 | CORONTA | INIA-601 | 4.90 |
| 2 | CORONTA | CANTEÑO | 4.36 |
| 3 | CORONTA | MMM | 5.82 |
| 4 | CORONTA | UNC-47 | 4.53 |
| 5 | CORONTA | INIA-615 | 4.10 |
| 6 | CORONTA | PM-581 | 4.74 |

Los resultados del presente informe se relacionan únicamente a las muestras analizadas

PRODUCTOS NATURALES DE EXPORTACIÓN S.A.
PRONEX S.A.


ENG. ROSA RUIZ
 Chief of Laboratory

Figura 26. Informe final de laboratorio del análisis de antocianinas de 6 variedades de maíz morado en 3 localidades del distrito de Ichocán.

INFORME DE ANALISIS

ANALISIS DE % DE ANTOCIANINA EN CORONTA DE MAIZ MORADO

| LAVICTORIA | | | |
|------------|---------|----------|------|
| 1 | BRÁCTEA | INIA-601 | 2.32 |
| 2 | BRÁCTEA | CANTEÑO | 0.67 |
| 3 | BRÁCTEA | MMM | 1.91 |
| 4 | BRÁCTEA | UNC-47 | 2.02 |
| 5 | BRÁCTEA | INIA-615 | 1.17 |
| 6 | BRÁCTEA | PM-581 | 0.31 |
| | | | |
| 1 | CORONTA | INIA-601 | 6.02 |
| 2 | CORONTA | CANTEÑO | 4.76 |
| 3 | CORONTA | MMM | 5.87 |
| 4 | CORONTA | UNC-47 | 5.27 |
| 5 | CORONTA | INIA-615 | 6.39 |
| 6 | CORONTA | PM-581 | 5.06 |
| POROPORITO | | | |
| 1 | BRÁCTEA | INIA-601 | 2.73 |
| 2 | BRÁCTEA | CANTEÑO | 0.38 |
| 3 | BRÁCTEA | MMM | 1.74 |
| 4 | BRÁCTEA | UNC-47 | 1.10 |
| 5 | BRÁCTEA | INIA-615 | 1.97 |
| 6 | BRÁCTEA | PM-581 | 0.21 |
| | | | |
| 1 | CORONTA | INIA-601 | 5.15 |
| 2 | CORONTA | CANTEÑO | 4.73 |
| 3 | CORONTA | MMM | 5.69 |
| 4 | CORONTA | UNC-47 | 5.32 |
| 5 | CORONTA | INIA-615 | 5.13 |
| 6 | CORONTA | PM-581 | 2.56 |
| LLANUPACHA | | | |
| 1 | BRÁCTEA | INIA-601 | 2.59 |
| 2 | BRÁCTEA | CANTEÑO | 0.31 |
| 3 | BRÁCTEA | MMM | 1.64 |
| 4 | BRÁCTEA | UNC-47 | 1.09 |
| 5 | BRÁCTEA | INIA-615 | 1.94 |
| 6 | BRÁCTEA | PM-581 | 0.15 |
| | | | |
| 1 | CORONTA | INIA-601 | 7.14 |
| 2 | CORONTA | CANTEÑO | 5.17 |
| 3 | CORONTA | MMM | 5.92 |
| 4 | CORONTA | UNC-47 | 6.00 |
| 5 | CORONTA | INIA-615 | 8.67 |
| 6 | CORONTA | PM-581 | 5.38 |

Los resultados del presente informe se relacionan únicamente a las muestras analizadas


 PRODUCTOS NATURALES DE EXPORTACIÓN S.A.
PRONEX S.A.

ENG. ROSA RUIZ
 Chief of Laboratory

Figura 27. Informe final de laboratorio del análisis de antocianinas de 6 variedades de maíz morado en 3 localidades del distrito de Ichocán.