

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**



**COMPARATIVO DE RENDIMIENTO Y ADAPTABILIDAD DE TRES  
VARIETADES DE MAÍZ MORADO EN EL DISTRITO DE SAN JUAN –  
CAJAMARCA**

**T E S I S**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

**INGENIERO AGRÓNOMO**

PRESENTADO POR EL BACHILLER:

**JOSÉ PASCUAL DELGADO DÍAZ**

ASESOR:

**ING. M.Sc. JESÚS HIPÓLITO DE LA CRUZ ROJAS**

**CAJAMARCA – PERÚ**

**2021**



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**

Fundada por Ley N° 14015 del 13 de febrero de 1,962  
"Honra de la Nacionalidad Peruana"

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

Secretaría Académica


-----000-----

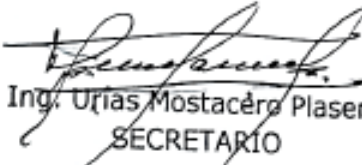
**ACTA DE SUSTENTACIÓN VIRTUAL DE TESIS**

En la ciudad de Cajamarca, a los **veinte** días del mes de setiembre del año dos mil veintiuno, se reunieron en la Plataforma Virtual de la Universidad Nacional de Cajamarca, a través del Google Meet, los miembros del Jurado, designados por el Consejo de Facultad de Ciencias Agrarias, según Resolución de Consejo de Facultad N° 234-2021-FCA-UNC, con el objeto de evaluar la sustentación del trabajo de Tesis titulado: "**COMPARATIVO DE RENDIMIENTO Y ADAPTABILIDAD DE TRES VARIETADES DE MAÍZ MORADO EN EL DISTRITO DE SAN JUAN - CAJAMARCA**", ejecutado(a) por el Bachiller en Agronomía, don **José Pascual Delgado Díaz** para optar el Título Profesional de **INGENIERO AGRÓNOMO**.

A las **once** horas y **cinco** minutos, de acuerdo a lo estipulado en el Reglamento respectivo, el Presidente del Jurado dio por iniciado el evento, invitando al sustentante a exponer su trabajo de Tesis y, luego de concluida la exposición, el jurado procedió a la formulación de preguntas. Concluido el acto de sustentación, el Jurado procedió a deliberar, para asignarle la calificación. Acto seguido, el Presidente del Jurado anunció la **aprobación por unanimidad** con el calificativo de **dieciséis (16)**; por tanto, el Bachiller queda expedito para que inicie los trámites y se le otorgue el Título Profesional de **Ingeniero Agrónomo**.

A las **doce** horas y **cincuenta** minutos del mismo día, el Presidente del Jurado dio por concluido el acto.

  
Dr. Segundo B. Escalante Zumaeta  
PRESIDENTE

  
Ing. Urias Mostacero Plasencia  
SECRETARIO

  
Ing. M. Sc. Jesús Hipólito de la Cruz Rojas  
VOCAL

## **DEDICATORIA**

Principalmente a Dios, por ser el inspirador y darme la fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados.

A la memoria de mi padre José Isaac Delgado Ocas y a mi madre Juana Lidia Díaz Chuquiruna quien con su amor, paciencia y esfuerzo me ha permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, gracias por inculcar en mí, el ejemplo de esfuerzo y valentía, de no temer las adversidades.

A mis hermanos (as) Edilberto, Ymelda, Wilson, Eduardo y Iris, además a Luz Delia Ticlla Ilatoma, Nicolás León Miranda y a mi abuelita Ofelia por su cariño y apoyo incondicional, durante todo este proceso, por estar conmigo en todo momento. A toda mi familia porque con sus oraciones, consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona y de una u otra forma me acompañan en todos mis sueños y metas. Siempre las llevo en mi corazón.

A todas las personas que han apoyado y han hecho que el trabajo se realice con éxito en especial a aquellos que nos abrieron las puertas y compartieron sus conocimientos.

**El autor**

## **AGRADECIMIENTO**

A mi madre que me ha apoyado, orientado en todos los momentos que necesité sus consejos, para cumplir mis metas.

A mis hermanos por brindarme su apoyo cuando más lo necesité.

A todos mis amigos, vecinos y futuros colegas que me ayudaron de una manera desinteresada, gracias infinitas por toda su ayuda y buena voluntad.

Al Ingeniero Jesús Hipólito De La Cruz Rojas, a la Ingeniero Alicia Medina Hoyos por apoyarme con sus conocimientos y buena voluntad para que dicha investigación se haga realidad y a todas las personas que me apoyaron incondicionalmente

**El autor**

## ÍNDICE GENERAL

<b>Contenido</b>	<b>Páginas</b>
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iv
ÍNDICE GENERAL	v
ÍNDICE DE TABLAS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
CAPÍTULO I	1
INTRODUCCIÓN	1
1.1 Problema de investigación	2
1.2 Formulación del problema	2
1.3 Objetivo de la investigación	3
1.3.1 Objetivo general	3
1.3.2 Objetivos específicos	3
1.4 Hipótesis de investigación	3
CAPÍTULO II	4
REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1 Antecedentes del cultivo	4
2.2. Generalidades del cultivo	6
2.2.1. Generalidades	6
2.2.2. Origen y expansión	6
2.2.3. Clasificación taxonómica	7
2.2.4. Morfología de la planta	7
2.2.5. Variedades	9
2.2.6. Exigencias climáticas	10
2.2.7. Exigencias edafológicas	11
2.2.8. Exigencias agronómicas	12
2.2.8.1. Fertilización	12
2.2.8.2. Época de siembra	13
2.2.9. Labores Culturales	14
2.2.9.1. Preparación de Terreno	14
2.2.9.2. Siembra	15

2.2.9.3.	Riego	15
2.2.9.4.	Control de malezas	16
2.2.9.5.	Desahije	16
2.2.9.6.	Aporque	16
2.2.9.7.	Cosecha	17
2.2.10.	Composición química	17
2.2.11.	Usos	18
<b>CAPÍTULO III</b>		19
<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b>		19
3.1.	Ubicación.	19
3.2.	Condiciones climáticas durante el cultivo	19
3.3.	Materiales	20
3.3.1.	Material experimental o biológico	20
3.3.2.	Insumos utilizados en el experimento	20
3.3.3.	Material de campo	20
3.3.4.	Material y equipos de laboratorio	20
3.4.	Metodología	21
3.4.1.	Factores en estudio:	21
3.4.2.	Diseño experimental	21
3.4.3.	Actividades del experimento en campo	23
3.4.3.1.	Análisis de suelo	23
3.4.3.2.	Preparación del terreno	23
3.4.3.3.	Surcado	23
3.4.3.4.	Delimitación y estacado del terreno	24
3.4.3.5.	Siembra	24
3.4.3.6.	Riego	24
3.4.3.7.	Desahije	24
3.4.3.8.	Deshierbo	24
3.4.3.9.	Fertilización	25
3.4.3.10.	Aporque	25
3.4.3.11.	Control fitosanitario	25
3.4.3.12.	Cosecha	25
3.4.3.13.	Post cosecha	26
3.4.4.	Evaluaciones realizadas	26

3.4.4.1.	En rendimiento	26
3.4.4.2.	En adaptabilidad	27
CAPÍTULO IV		29
RESULTADOS Y DISCUSIONES		29
4.1.	Rendimiento de grano de tres cultivares de maíz	29
4.2.	Días a la floración femenina (FF) de tres variedades de maíz morado	30
4.3.	Días a floración masculina de tres variedades de maíz morado	32
4.4.	Altura de planta	34
4.5.	Promedio ponderado de pudrición (PPP %)	35
CAPÍTULO V		37
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		37
CAPÍTULO VI		38
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		38
Anexos		43

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Contenido</b>	<b>Páginas</b>
<b>Tabla 1.</b> Clasificación botánica del maíz morado	7
<b>Tabla 2.</b> Composición química del Maíz morado (Contenido en 100 gramos).	17
<b>Tabla 3.</b> Lista climática durante el periodo de cultivo	19
<b>Tabla 4.</b> Resultado del análisis de suelo	23
<b>Tabla 5.</b> Análisis de varianza para rendimiento de tres cultivares de maíz morado	29
<b>Tabla 6.</b> Prueba de LSD para rendimiento de tres cultivares de maíz morado	29
<b>Tabla 7.</b> Análisis de varianza para días a la floración femenina (DFF)	30
<b>Tabla 8.</b> Prueba de rango múltiple LSD, para días a la floración femenina	31
<b>Tabla 9.</b> Análisis de varianza para días a la floración masculina (DFM)	32
<b>Tabla 10.</b> Prueba de rango múltiple LSD para días a la floración masculina	33
<b>Tabla 11.</b> Análisis de varianza para altura de planta	34
<b>Tabla 12.</b> Prueba LSD para altura de planta	34
<b>Tabla 13.</b> Efecto del Promedio Ponderado de Pudrición en maíz morado (PPP %)	35
<b>Tabla 14.</b> Prueba de LSD de tres cultivares de maíz morado para PPP en %.	36



## ÍNDICE DE FIGURAS

Contenido	Paginas
<b>Figura 1.</b> Principales regiones con mayores rendimientos de maíz morado.	5
<b>Figura 2.</b> Rendimiento de maíz morado en algunas regiones.	6
<b>Figura 3.</b> Croquis de ubicación de la investigación	22
<b>Figura 4.</b> Prueba de LSD para el rendimiento de tres cultivares de maíz morado.	30
<b>Figura 5.</b> Días a la floración femenina de tres cultivares.	32
<b>Figura 6.</b> Días a la floración masculina	33
<b>Figura 7.</b> Altura de planta de tres cultivares de maíz morado	35
<b>Figura 8.</b> Presencia de PPP en tres cultivares de maíz morado	36
<b>Figura 9.</b> Análisis de suelo del predio	43
<b>Figura 10.</b> Recolección de muestras de tierra del lugar del experimento.	44
<b>Figura 11.</b> Preparación del terreno	44
<b>Figura 12.</b> Semilla de las 3 variedades de maíz morado.	45
<b>Figura 13.</b> Explicación por parte de los ingenieros como realizar la siembra.	45
<b>Figura 14.</b> Realización de la siembra de maíz morado.	46
<b>Figura 15.</b> Plantas de maíz morado con 13 días después de la siembra.	46
<b>Figura 16.</b> Realización del riego por inundación	47
<b>Figura 17.</b> Aporcado del maíz morado	47
<b>Figura 18.</b> Maíz en plena formación.	48
<b>Figura 19.</b> Flor femenina del maíz morado	48
<b>Figura 20.</b> Flor masculina del maíz morado	49
<b>Figura 21.</b> Planta atacada por el gusano cogollero.	49
<b>Figura 22.</b> Planta con presencia del gusano cogollero	50
<b>Figura 23.</b> Insecticida (Bronco) y foliar agrícola (Bayfolan)	50
<b>Figura 24.</b> Aplicación de aceite comestible para prevenir al gusano mazorquero.	51
<b>Figura 25.</b> Fumigación con insecticida Bronco para el control del gusano cogollero y mazorquero.	51
<b>Figura 26.</b> Realizando la medida de altura de planta	52
<b>Figura 27.</b> Medida de altura de mazorca	52
<b>Figura 28.</b> Realización de la cosecha del maíz morado	53
<b>Figura 29.</b> Cosecha del maíz morado.	53
<b>Figura 30.</b> Datos obtenidos en campo del maíz morado.	54

## RESUMEN

El trabajo de investigación se realizó en el Caserío de Cachilgón, Distrito de San Juan, Provincia y Departamento de Cajamarca a 2081 msnm. El cual se llevó a cabo a partir del 15 de setiembre del 2019 hasta el 30 de enero del 2020, con un régimen de riego por surco y complementado finalmente con lluvias. El objetivo fue realizar el comparativo de las tres variedades de maíz morado para determinar su rendimiento y adaptabilidad en el Distrito de San Juan - Cajamarca, bajo un Diseño de Bloques Completos Randomizados (DBCR); la investigación se realizó con tres variedades (INIA-601, Morado Mejorado y Canteño). La unidad experimental estuvo constituida por 9 surcos de 5 m de largo (36 m<sup>2</sup>), El ancho de surco fue 0.80 m y la distancia entre golpes 0.50 m. Se llegó a las siguientes conclusiones:

**1.** El rendimiento de las variedades estudiadas vario entre 6.45 y 4.26 toneladas por ha, ocupando el primer lugar la variedad de INIA- 601 con 6.45 t ha<sup>-1</sup>, el segundo lugar, fue para la variedad Maíz Morado Mejorado (MMM) con 5.37 t ha<sup>-1</sup> y el tercer lugar para la variedad Canteño con 4.26 t ha<sup>-1</sup>. **2.** Las variedades INIA 601, morado mejorado y canteño se adaptan bien al caserío Cachilgon, anexo Calani del Distrito San Juan.

**Palabras clave:** Maíz morado, randomizados, rendimiento, adaptabilidad.

## ABSTRACT

The research work was carried out in the Caserío de Cachilgón, District of San Juan, Province and Department of Cajamarca at 2081 meters above sea level. Which was carried out from September 15, 2019 until January 30, 2020, with a furrow irrigation regime and finally complemented with rains. The objective was to make the comparison of the three varieties of purple corn to determine their performance and adaptability in the District of San Juan - Cajamarca, under a Randomized Complete Blocks Design (DBCR); the research was carried out with three varieties (INIA-601, Morado Mejorado and Canteño). The experimental unit consisted of 9 furrows of 5 m long (36 m<sup>2</sup>). The furrow width was 0.80 m and the distance between blows was 0.50 m. The following conclusions were reached:

**1.** The yield of the studied varieties varied between 6.45 and 4.26 tons per ha, the INIA-601 variety occupying the first place with 6.45 t ha<sup>-1</sup>, the second place was for the Corn variety Morado Mejorado (MMM) with 5.37 t ha<sup>-1</sup> and third place for the Canteño variety with 4.26 t ha<sup>-1</sup>. **2.** INIA 601, improved purple and canteño varieties are well adapted to the Cachilgon farmhouse, Calani annex of the San Juan District.

**Key words:** Purple corn, randomized, performance, adaptability.

## CAPÍTULO I

### INTRODUCCIÓN

El maíz morado (*Zea mays L.*) es una variedad de pigmento morado, que contiene 85 % de grano y de coronta un 15 %, este fruto contiene antocianinas. El contenido de antocianinas es mayor en la coronta (Blok *et al.*, 1992).

El maíz es uno de los productos más importantes en la dieta alimenticia del país y su cultivo se ve facilitado porque forma parte de la cultura productiva de la población rural de los andes peruanos (Huamanchumo, 2013).

El maíz se cultiva en todas las regiones del país desde el nivel del mar hasta los 3900 m de altitud, en una extensión anual estimada de 502 383 ha<sup>-1</sup>, de las cuales se considera que 240 000 ha<sup>-1</sup> corresponden a maíz amiláceo (INEI, 2013).

El maíz morado forma parte del maíz amiláceo y se estima que se siembra aproximadamente 5 000 ha<sup>-1</sup>, que se encuentra principalmente en las regiones de Arequipa, Lima, Huánuco, Cajamarca y Ayacucho (MINAGRI, 2012).

El maíz morado es un producto de exportación (Sierra Exportadora, 2013).

En Japón, Estados Unidos, Alemania y otros países, han estudiado el uso de colorantes extraídos de corontas y granos de maíz morado, llegando a muy buenos resultados, los mismos que han generado una gran demanda de este producto en el mercado internacional (Sevilla y Valdez, 1985).

La exportación de maíz morado de nuestro país tiene tres presentaciones: maíz en mazorca, en polvo y concentrado. En el 2011 se ha exportado 331,176 kg de mazorcas a 1,76 dólares estadounidenses por kg. En el 2012, el volumen de exportación en mazorca fue de 788,084 kg, a un promedio de US\$ 1,91. El valor total de exportación de maíz

morado alcanzó los 804.000 dólares estadounidenses, con un aumento del 29 % más que al año anterior. En marzo de 2013 la exportación fue de 258,751 kg, a un valor de U\$ 1,46 kg. Los principales países importadores son Estados Unidos 69 %, Ecuador 12 %, España 10 %, Italia 2 %, Japón 1 %, Holanda 1 % y el 4 % en otros países (Agrodata, 2013).

El organismo de Sierra y Selva Exportadora de Cajamarca, informa que, de acuerdo con la directiva dictada por el Ministerio de Agricultura y Riego, es trabajar en cooperación con Instituciones como: Instituto Nacional de Agricultura, Gobierno Regional de Cajamarca, Agencias Agrarias, Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) y el Servicio Nacional de Sanidad Agraria. SENASA; informa que se siembran un promedio de 50 ha<sup>-1</sup> de maíz morado, la cual se concentran en las provincias de Cajamarca, Cajabamba y San Marcos.

La presente investigación se realizó con el objetivo de conocer el rendimiento y adaptación de tres variedades de maíz morado en el Distrito de San Juan – Cajamarca; para contribuir en el aumento del área sembrada de maíz morado.

### **1.1 Problema de investigación**

La producción de maíz morado en el Distrito de San Juan – Cajamarca es casi nula, a pesar que las condiciones ambientales son adecuadas para el cultivo. Los productores de maíz de esta localidad desconocen a cerca de las variedades de maíz morado. Haciéndose necesario realizar un trabajo para generar información sobre este importante tipo de maíz. Esto generaría mayores ingresos a cada una de las familias, la cual se tendría un desarrollo de vida más sustentable y saludable.

### **1.2 Formulación del problema**

¿Cuál es el rendimiento y la adaptabilidad de las tres variedades de maíz morado, según el comparativo, en el Distrito de San Juan - Cajamarca?

### **1.3 Objetivo de la investigación**

#### **1.3.1 Objetivo general**

Realizar el comparativo de las tres variedades de maíz morado para determinar su rendimiento y adaptabilidad en el Distrito de San Juan - Cajamarca.

#### **1.3.2 Objetivos específicos**

Determinar el rendimiento de las tres variedades de maíz morado según el comparativo, en el Distrito de San Juan - Cajamarca.

Determinar la adaptabilidad de las tres variedades de maíz morado según el comparativo, en el Distrito de San Juan - Cajamarca.

### **1.4 Hipótesis de investigación**

El rendimiento y adaptabilidad de las tres variedades de maíz morado son influenciados por la localidad.

## CAPÍTULO II

### REVISIÓN DE LITERATURA

#### 2.1 Antecedentes del cultivo

Sordomez (1999) evaluó los efectos de los métodos de riego y la densidad de siembra sobre el rendimiento, composición y morfología del cultivo de maíz morado PMV-582 manejado bajo riego localizado de alta frecuencia. Usó tres densidades de siembra (50 000, 75 000 y 100 000 plantas ha<sup>-1</sup>). Bajo los dos métodos de riego, sus mayores rendimientos de mazorcas fueron de 5 320,19 y 5 018,74 kg ha<sup>-1</sup>. Concluyó que para las poblaciones de 75.000 y 100.000 ha<sup>-1</sup>, el rendimiento aumenta al aumentar la densidad.

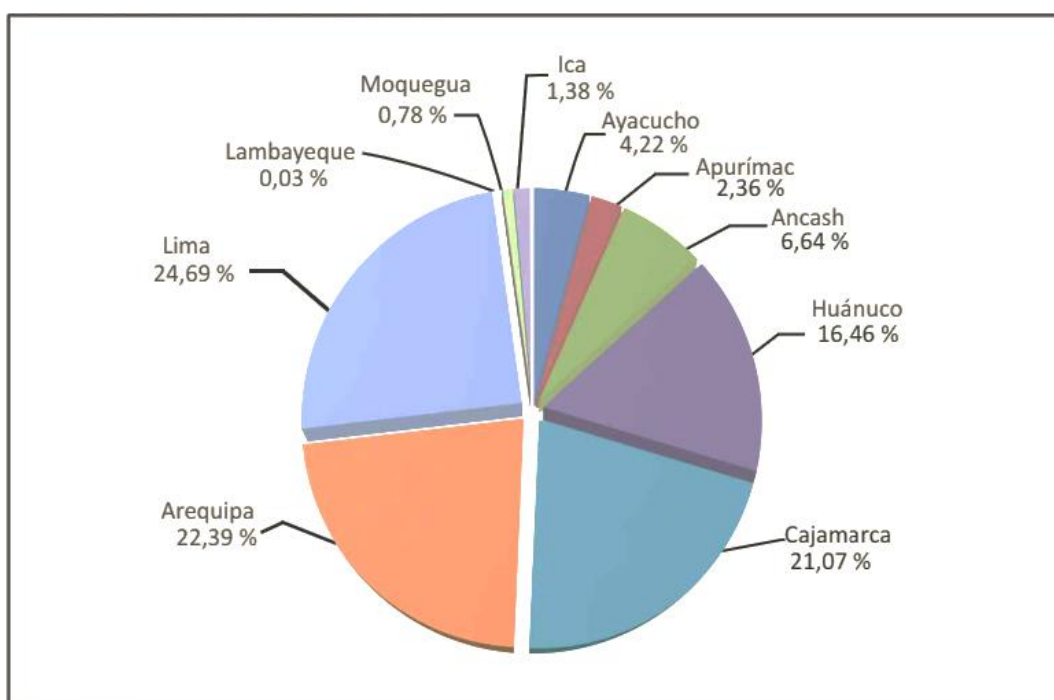
Mondalgo (2002) realizó un comparativo de las cepas de maíz morado - negro INIA bajo tres fórmulas de fertilización N-P-K y dos densidades de siembra en la EEA Canaán de Ayacucho a 2750 m de altitud. Informó que las flores masculinas florecieron en 78 días y las flores femeninas florecieron en 87 días. De manera similar, al nivel de 270-180-160 NPK, su rendimiento de mazorcas alcanzó 9.60 t ha<sup>-1</sup>.

Solano (1999) evaluó los efectos de la fertilización NPK sobre el rendimiento y el contenido de antocianinas de tres variedades de maíz morado (Morado Canteño, de Huánuco PMV-581 y de Cañete PMV-581) utilizando cuatro niveles de fertilización NPK y un testigo sin fertilizar, con una densidad de 62.500 plantas ha<sup>-1</sup>. En su investigación, concluyó, que se tuvo mayor rendimiento en coronta y mazorca con el tratamiento 180-120-180 (N-P-K), con un rendimiento promedio de 4962 kg ha<sup>-1</sup> y 4498,7 kg ha<sup>-1</sup>.

En la parcela de la Universidad Nacional Agraria La Molina, el propósito fue determinar los efectos de tres órdenes de riego sobre el crecimiento y rendimiento de los cultivos de maíz morado; se evaluaron cuatro variedades de maíz morado: PMV-581, CAJAMARCA-INIA 601, variante INIA 615-NEGRO CANAAN y var. VIOLETA. El mayor rendimiento comercial de INIA-615 NEGRO CANAAN es de 8.2 t ha<sup>-1</sup> de

mazorcas, que es 4.6 % diferente al INIA-601 CAJAMARCA, y el menor rendimiento de esta variedad es 7,8 t ha<sup>-1</sup> (Cabrera, 2016).

Perú es el único país donde se realiza siembras comerciales de maíz morado, sin embargo, el Ministerio de Agricultura no ha registrado maíz morado, por lo que no existen estadísticas oficiales sobre producción, superficie, rendimiento y ventas. La Dirección General de Competitividad Agropecuaria del Ministerio de Agricultura señaló que las zonas con mayores rendimientos de maíz morado son Lima (24,69 %), Arequipa (22,39 %), Cajamarca (21,07 %) y Huánuco (16,46 %) (Ministerio de Agricultura, 2011).

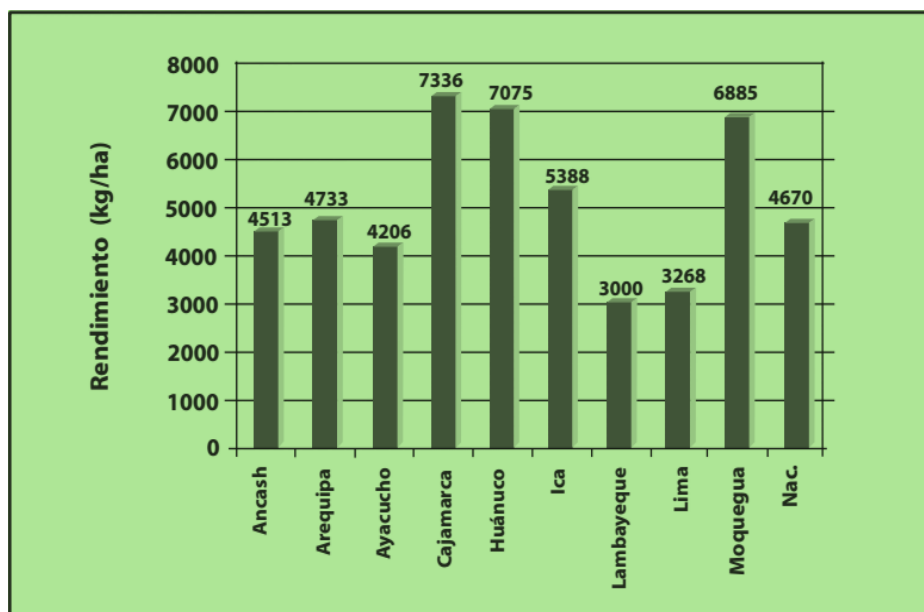


**Fuente:** Ministerio de Agricultura (2011).

**Figura 1.** Principales regiones con mayores rendimientos de maíz morado.

La producción de maíz morado en varias regiones del Perú, tiene antecedentes de los años 2005, 2006 y 2007, al promediar estos datos la producción de cada región varía entre 3 000 Kg ha<sup>-1</sup> en Lambayeque y 7 336 Kg ha<sup>-1</sup> en Cajamarca, el promedio nacional es de 4 670 Kg ha<sup>-1</sup> (POZO, 2015).





**Fuente:** POZO (2015).

**Figura 2.** Rendimiento de maíz morado en algunas regiones.

## 2.2. Generalidades del cultivo

### 2.2.1. Generalidades

El maíz morado es el único maíz con coronta y grano morado en el mundo, este pigmento se llama antocianina, el cual es un colorante natural extremadamente valioso en la industria médica y alimentaria, el ingrediente activo del maíz morado puede prevenir la presencia de cáncer colorrectal (cáncer de colon), además, actúa como antioxidante apoyando la regeneración tisular (reduce el envejecimiento humano y protege el ADN celular), promueve el flujo sanguíneo (reduce el riesgo de infarto) y reduce el colesterol, promueve la formación de colágeno y mejorar la circulación sanguínea (Productores incas, 2013).

### 2.2.2. Origen y expansión

El maíz morado es un conjunto de variedades de *Zea mays* L. con un fruto (infrutescencia) de color morado. Crecen en los Andes de Perú, Bolivia, Argentina y fueron esparcidos y plantados en las costas del territorio peruano mucho antes de los Incas, además desde la época de Colón, ha sido el grano más importante que se originó en el continente americano como alimento básico. En Perú, el maíz morado crece entre los 1 200 y los 4 000 m de altitud, debido a los cambios del microclima en los Andes (Sevilla y Valdez, 1985).

El maíz morado se cultiva principalmente en la Cordillera de los Andes del Perú y otros países latinoamericanos como Ecuador, Bolivia y México, se encuentra a unos 3000 m de altitud. Su fuerte color morado lo hace más especial que otros maíces (INIA, 2007).

Manrique (1997) señaló que la variedad de maíz morado proviene de la raza "Kculli" que aún crece en el Perú, la cual se cruzó con otras razas, estas cambiaron de color y aparecieron otras razas de maíz.

Se conocen muchas variedades de maíz morado, su forma y tamaño varían según la forma de la mazorca, el número de hileras por mazorca y el color del pericarpio del grano (Condori, 2006).

### 2.2.3. Clasificación taxonómica

**Tabla 1.** Clasificación botánica del maíz morado

<b>TAXONOMÍA</b>	
Reino:	Vegetal
División:	Tracheophyta
Subdivisión:	Pterapsidae
Clase:	Angiosperma
Sub Clase:	Monocotiledoneae
Orden:	Graminales
Familia:	Gramineae
Tribu:	Maydeae
Género:	<i>Zea</i>
Especie:	<i>Zea mays</i> L.

**Fuente:** Reyes C., P., (1990).

### 2.2.4. Morfología de la planta

- **Raíz.** Las raíces son fasciculadas y su tarea es proporcionar el punto de anclaje perfecto para la planta. En algunos casos, los nudos sobresalen de las raíces a nivel del suelo, generalmente ocurre en raíces secundarias o adventicias (Takhtajan, 1980).

Las raíces de esta planta son fasciculadas y densas, y consta de tres tipos de raíces: raíces primarias emitidas por la semilla y forma parte de las raíces seminales. Las raíces principales están formadas a partir de la corona y las raíces aéreas o adventicias crecen en la última posición del nudo en la base del tallo (Llanos, 1984).

- **Tallo.** Tocagni (1982) menciona que el tallo está compuesto por una caña vertical sólida con alturas variables que van desde 0,80 a 2,50 m de altura, hasta 4,0 m en climas tropicales, y el número de nudos varía de 8 a 14. Llanos (1984) afirma que los entrenudos son muy cortos, los nudos se originan en raíces aéreas y el grosor del tallo disminuye gradualmente de abajo hacia arriba, hasta la panícula o inflorescencia masculina de la planta.
- **Hojas.** Las hojas son largas, grandes, lanceoladas, alternas, con nervaduras paralelas. Se sujetan con fuerza al tallo y el haz de la hoja tiene vellosidades. Los extremos de las hojas son muy afilados y cortantes (Tocagni, 1982). Además, Llanos (1984) manifiesta que es una planta anual con 15 a 30 hojas verdaderas que crecen de cada nudo y tienen un color verde fuerte.
- **Flores.** La inflorescencia masculina es una panícula, compuesta de muchas flores pequeñas llamadas espículas. La inflorescencia femenina es una estructura única llamada mazorca (Risco, 2007). El maíz es una planta monoica, porque las inflorescencias masculinas y femeninas están separadas dentro de la misma planta (Takhtajan, 1980). Las inflorescencias femeninas o espigas nacen de algunas yemas que se encuentran en las axilas de las hojas. Las inflorescencias femeninas o espiga se denominan mazorcas, incluyendo el eje central o coronta, y en ellas se insertan las flores que producen los granos (Tapia y Fries, 2007).
- **Fruto y semilla.** Es una cariósida, redondo, violeta, ubicados en hileras a lo largo de la mazorca (Risco, 2007). Takhtajan (1980) afirmó que el grano o fruto del maíz es cariósida. La pared del ovario o pericarpio se fusiona con la cubierta de la semilla y los dos se combinan para formar la pared del fruto. El fruto maduro consta de tres partes principales: pared, embrión diploide y endospermo triploide.

La parte más externa del endospermo en contacto con la pared del fruto es la capa de aleurona.

### 2.2.5. Variedades

Existen diferentes variedades de maíz morado, todas las cuales provienen de la línea ancestral "Kculli" que aún se cultiva en el Perú. Las formas más típicas casi han desaparecido. La línea Kculli es muy antigua, se han encontrado restos arqueológicos en Ica, Paracas, Nazca y otros lugares de la costa central, con mazorcas típicas de esta línea, estimadas al menos 2 500 años. También se han encontrado mazorcas moldeadas con características de la línea, en la cerámica Mochica (Sevilla y Valdez, 1985).

- **CANTEÑO.** Es el ecotipo autóctono de la variedad Cuzco, por lo que las características de las mazorcas son muy similares, aunque de menor tamaño. Su cultivo se realiza en diferentes lugares de la sierra peruana, especialmente en la altura del Valle de Chillón (Lima) (Fernández, 1995). La concentración de pigmento púrpura en Tusa es alta, la altura de la planta es de 1.80 a 2.50 m, y el tiempo de floración es de 110 a 125 días. El tallo, hojas, panojas y barbas son de color púrpura o morado y caracterizado por que, en las mazorcas, las tuzas o marlos presentan una fuerte concentración de pigmentos de color morado tanto en el exterior como en su interior, al igual que el pericarpio de los granos. El rango de altitud de crecimiento es de 500 a 2 400 m de altitud (Manrique, 2000). Su rendimiento promedio es de 3.350 t ha<sup>-1</sup> (Begazo 2013; Pinedo 2015; Pozo 2015)
- **INIA 601.** Se originó en la subestación experimental Cajabamba en 1990. La población "NEGRO" se formó con 256 progenies, 108 crías de la variedad Morado de Caráz y 148 crías de la variedad nativa Negro de Parubamba. Es una variedad mejorada desarrollada por INIA en la Estación Experimental Agraria Baños del Inca, se adapta muy bien a la Sierra Norte del Perú como; Cajamarca (San Marcos, Cajabamba y Cajamarca), La Libertad y Piura. Debe de sembrarse entre los 2600 a 2900 m de altitud. Tiene una altura de planta de 2.16 m, una altura de mazorca de 1.24 m, los días de floración femenina es a los 98 días, los días de

maduración es a los 170 días, el color de la mazorca y tuza es morado intenso, el potencial de rendimiento es de 6 t ha<sup>-1</sup> (Abanto *et al.*, 2014).

- **MORADO MEJORADO.** Es una variedad experimental desarrollada por el INIA, en la Estación Experimental Agraria Baños del Inca. Presentan plantas con un promedio de altura de 2 m, una precocidad de 90 a 110 días de la floración masculina y dos mazorcas por planta. Rendimiento promedio de 2 a 4 t ha<sup>-1</sup> (Manrique, 2000).

#### 2.2.6. Exigencias climáticas

- **Clima:** Es una planta que requiere alta temperatura, mucha luz para ejercer su poderosa actividad fotosintética. Para la siembra la temperatura debe ser superior a 10 °C, siendo la más favorable 15 °C. Para que crezca activamente la temperatura debe ser superior a los 25 a 30 °C. Cuando la temperatura supera los 40 °C la vegetación de las plantas es pobre (Manrique, 1997).
- **Suelo:** El maíz requiere una preparación cuidadosa del suelo, porque las raíces del maíz necesitan absorber muchos nutrientes en muy poco tiempo, alrededor de 40 a 60 días; por lo tanto, deben disfrutar del trabajo suficiente para agregar estiércol, purines o rastrojos al suelo lo antes posible para promover la máxima estructuración del suelo. El proceso bioquímico de conversión de materia orgánica fresca, especialmente cuando es rica en nitrógeno, ayuda a formar temporalmente una gran cantidad de nitrito altamente tóxico durante la germinación de la semilla; por lo tanto, debe incorporarse al suelo al menos 50 días antes de la siembra (Sevilla y Valdez, 1985).
- **Agua:** El maíz es una de las plantas con mejor utilización del agua, porque utiliza solo unos 350 kg de agua para formar 1 kg de materia seca. El agua es el factor decisivo en su producción, solo satisfaciendo todas sus necesidades de evapotranspiración se puede obtener el mayor rendimiento (López, 1991). Existe un período crítico que es muy sensible a las condiciones de sequía, este período es entre unos 20 días antes de la floración de la flor masculina y termina unos 20 días

después de la polinización, y finaliza cuando se seca la seda o el estigma. Durante este período, la falta de riego en cada turno de 14 días puede resultar en una pérdida de rendimiento del 60 %. La absorción de agua debe ser igual o superior a 1,1 veces a la evaporación del suelo de los cultivos. Se recomiendan usar un volumen de agua de entre 8 a 10 mil m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> (Begazo, 2013).

Los costos de riego representan más del 20 % del costo variable de los cultivos (López, 1991).

- **Época de siembra:** Sevilla y Valdez (1985) mencionaron que el maíz es un grano que se puede sembrar durante todo el año, hay dos épocas de siembra más adecuadas, de abril a agosto (siembra de invierno) y de noviembre a febrero (siembra de verano).

#### 2.2.7. Exigencias edafológicas

El cultivo del maíz suele desarrollarse en diferentes condiciones de suelo. La mayor dificultad para el crecimiento de los cultivos se encuentra en suelos demasiado pesados (arcilla) y muy sueltos (arenosos). Sin embargo, las mejores condiciones se pueden encontrar en suelos de textura media (francos), fértiles, bien drenados, profundos y con alta capacidad de retención de agua. El maíz se puede cultivar en suelos con un pH de 5,5 a 8. Aunque el estado óptimo corresponde a una ligera acidez (pH entre 6 y 7), un pH que supera estos límites suele aumentar o disminuir la eficacia de ciertos elementos y la toxicidad. El maíz es moderadamente tolerante al contenido de sal en el suelo o en el agua de riego (Fuentes, 2002).

Quispe *et al.* (2007) señalaron que el maíz morado necesita suelo franco - arcilloso, y que el suelo tenga buena capacidad de soporte hídrico, se adapta a diversos climas de costa y sierra, estos climas se ubican entre 1200 a 3000 m de altitud en la cordillera de los Andes.

Para una buena producción de maíz morado es necesario mantener un suelo fértil, franco a franco – arcilloso que retienen humedad. La humedad excesiva limita la acumulación de pigmento en la mazorca de maíz, por lo que crece mejor en suelos

con un pH de 5 a 8 y una conductividad eléctrica de 1 a 4 Ds / m (Sevilla y Valdez, 1985; Risco, 2007).

## **2.2.8. Exigencias agronómicas**

### **2.2.8.1. Fertilización**

Para el crecimiento de la mayoría de las plantas se tiene 16 elementos básicos, que provienen del aire y del suelo circundante. En el suelo, el medio de transporte es la solución del suelo; del aire: carbono (C) como CO<sub>2</sub> (dióxido de carbono); del agua: hidrógeno (H) y oxígeno (O) como H<sub>2</sub>O (agua); del suelo, el fertilizante y abono animal: nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg), azufre (S), hierro (Fe), manganeso (Mn), zinc (Zn), cobre (Cu), boro (B), molibdeno (Mo) y cloro (Cl) (FAO, 2012).

Villagarcía y Aguirre (2012) afirmaron que los fertilizantes de nitro-fosfato-potásicos que contienen NPK y otras sales que contienen otros nutrientes (como; Ca, Mg, S y oligoelementos) pueden aumentar la fertilidad del suelo y proporcionar un medio para mantener niveles adecuados de fertilidad en los suelos. Los nutrientes que pueden promover el crecimiento de las plantas se encuentran en el suelo. Siempre que las plantas de cualquier tipo o variedad puedan desarrollarse normalmente, necesitan absorber más de 16 elementos nutritivos (Catalán, 2012).

Aunque la planta de maíz usa 16 elementos diferentes, solo necesitan cantidades relativamente grandes de tres elementos: nitrógeno, fósforo y potasio. Aunque el azufre y algunos oligoelementos (como el zinc y el magnesio) pueden ser importantes en algunas localidades, la falta de estos nutrientes a menudo limita la producción de maíz (García, 2013). De manera similar, Risco (2007) afirmó que los cultivos de maíz morado tienen altos requerimientos de nutrientes como nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio y calcio entre otros nutrientes (586-220-100 kg ha<sup>-1</sup> de N-P-K).

La tierra para la siembra de maíz debe ser fértil, rica en materia orgánica (más de 2,5 %), no ácida, poco inclinada y bien drenada. El maíz es uno de los pocos cultivos andinos que a menudo se fertiliza, suele ser fertilizado con estiércol

(guano) y con cierta cantidad de fertilizante como urea y fósforo a niveles variables de 80-80-0 y en algunos casos, depende del cultivo la cantidad de adición, además del tipo de suelo (Tapia y Frías, 2007).

Las formas de iones que la raíz de maíz puede absorber son nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) y amonio ( $\text{NH}_4^+$ ). Dado que la mayor parte del N en el suelo está en forma orgánica, debe tener actividad microbiana para convertirlo en amonio o nitrato (Nitrosomas y Nitrobacter)) (MINAG, 2011).

- a) **Nitrógeno:** Es el motor del crecimiento de las plantas. Se absorbe del suelo en forma de nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) o de amonio ( $\text{NH}_4^+$ ) (FAO, 2012). La cantidad de nitrógeno aplicada depende del nivel de producción a alcanzar y del tipo de textura del suelo. La tasa de aplicación de nitrógeno es de 20 a 30  $\text{kg ha}^{-1}$  (Fuentes, 2002).
  
- b) **Fósforo:** Su dosificación depende del tipo de suelo, ya sea rojo, amarillo o negro. El fósforo se clasifica como un nutriente importante, por lo que su producción agrícola es insuficiente y los cultivos requieren cantidades relativamente grandes de fósforo (Fuentes, 2002). La concentración total de fósforo en los cultivos se encuentra entre 0,1 % a 0,5 % (MINAG, 2011).  
Al suelo, por cada 100 kg de  $\text{P}_2\text{O}_5$  soluble aplicado, el cultivo absorberá durante su desarrollo y fructificación de 20 a 60 kg de  $\text{P}_2\text{O}_5$  aplicado (Villagarcía y Aguirre, 2012).
  
- c) **Potasio:** En un suelo arenoso debe usarse una cantidad mayor a 80 o 100 ppm; para suelo arcilloso, su dosis debe ser mayor a 135 a 160 ppm. La deficiencia de potasio hace que las plantas sean muy sensibles al ataque de hongos y las puntas de las mazorcas no crecen o granan (Fuentes, 2002).

#### 2.2.8.2. Época de siembra

Sevilla y Valdez (1985) señalaron que el maíz se puede sembrar durante todo el año, la época más adecuada es de abril a agosto (siembra de invierno) y de noviembre a febrero (siembra de verano), la mejor época de siembra del maíz morado en la costa de Perú es en invierno de mayo a junio. En lugares por encima



de los 2700 m de altitud, se recomienda iniciar la siembra en la segunda quincena de octubre (INIA, 2007).

En la zona agroecológica quechua ubicada entre 1800 y 2500 m de altitud, se puede sembrar todo el año si se dispone de riego; si no es suficiente, sembrar entre agosto y octubre; en la zona quechua media entre 2500 y 2800 m de altitud con riego se implementa "mahuay" o siembra avanzada, en condiciones de sequía se suele posponer hasta octubre en función del inicio de las lluvias (Tapia y Fries, 2007).

#### **a) Densidad de siembra**

Requis (2012) señala que, para la producción de maíz morado, es conveniente tener suficientes poblaciones de plantas para cosechar más mazorcas. Se recomienda un espaciado entre hileras de 0,80 m y un espaciado entre golpes de 0,50 m el cual cada golpe es de tres semillas, esto sumaría un total de 75.000 plantas  $\text{ha}^{-1}$  (cantidad de semilla requerida es de 35 a 40  $\text{kg ha}^{-1}$ ). Asimismo, INIA (2007) manifiesta que para sembrar la variedad INIA-615 Negro Canaán se deben utilizar de 40 a 45  $\text{kg ha}^{-1}$  de semillas de alta calidad, y debe haber dos plantas en cada golpe para asegurar una densidad de 50.000 plantas  $\text{ha}^{-1}$ .

### **2.2.9. Labores Culturales**

#### **2.2.9.1. Preparación de Terreno**

Una preparación eficaz del suelo favorece la germinación y el enraizamiento del maíz morado. Para ello, se debe regar, arar el terreno y surcar de 80 o 90 cm entre surcos (Risco, 2007). De manera similar Catalán (2012) dice que la labranza es necesaria porque puede ablandar el suelo, airearlo, incorporar materia orgánica, controlar los insectos que hibernan y exponer la estructura de hongos y bacterias dentro del suelo.

### **2.2.9.2. Siembra**

Llanos (1984) confirmó que el momento de la siembra depende de las condiciones climáticas del año y del ciclo de la variedad. Para promover la germinación y la emergencia uniforme del maíz morado, las semillas deben sembrarse en un suelo adecuadamente preparado, que debe tener suficiente humedad y la profundidad uniforme no debe exceder los 10 cm (INIA, 2007).

### **2.2.9.3. Riego**

Olarte (1987) sostiene que la práctica del riego incluye el aprovechamiento de la capacidad de retención del suelo, el almacenamiento de agua en la zona radicular y la sustitución de la evapotranspiración por plantas cultivadas en campo, mientras que los agricultores controlan más o menos la humedad del suelo (agua). El requerimiento de agua de todo el cultivo varía, y cuando las plantas comienzan a emerger, el requerimiento de agua también se reduce. Durante la etapa de crecimiento vegetativo se necesita más agua y se recomienda regar de 10 a 15 días antes de la floración. El período de floración es el período más crítico, ya que el cuajado y rendimiento del fruto dependerá del periodo de floración, por lo que se recomienda regar para mantener la humedad y permitir una polinización y cuajado eficaz. Para espesar a madurar la mazorca de maíz, se debe reducir la cantidad de agua (Risco, 2007).

Los cultivos de maíz morado se riegan cada 10 a 12 días, según el clima y el tipo de suelo. Se debe dar prioridad al riego durante la floración y panojamiento. Se recomienda utilizar un volumen de agua de 8 a 10 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> (INIA, 2007). En los Andes, la siembra de maíz se desarrolla con lluvias escasas, el riego por gravedad es un complemento y es fundamental para la preparación del suelo, la siembra y la primera etapa del desarrollo de la planta (Catalán, 2012).

Por lo general, el agua para el maíz, es el factor fundamental para su buen crecimiento vegetativo (Bartolini, 1989). Durante el ciclo del cultivo, se requieren al menos 500 a 700 mm de precipitación distribuida uniformemente. El maíz también es muy sensible al encharcamiento, es decir, es muy sensible a los suelos saturados y sobresaturados. Desde la siembra hasta aproximadamente los 15 a 20

días, regar por más de 24 horas puede dañar el cultivo (especialmente cuando la temperatura es alta) porque el meristemo está debajo de la superficie del suelo es ese momento (Deras, 2012).

Hurtado (2004), afirmó que, durante todo el ciclo de crecimiento de la planta, la demanda de agua de los cultivos de maíz se encuentra entre 450-750 mm / campaña, y necesita una lámina de 600 mm / temporada, y la demanda de agua promedio de cada planta será de 120 litros / campaña.

#### **2.2.9.4. Control de malezas**

El cultivo debe estar libre de malas hierbas, especialmente durante los primeros 45 días. El deshierbe debe realizarse a tiempo para evitar pérdidas por competencia. Para el control químico, se recomienda utilizar herbicidas específicos a base de atrazina (INIA, 2007).

#### **2.2.9.5. Desahije**

Se utiliza para determinar la densidad de siembra de los cultivos, incluida la extracción de plantas que se consideran excesivas en cada golpe. Se realiza cuando la altura de la planta es de unos 0,20 m, dejando sólo de una a tres plantas más fuertes por golpe (Sevilla y Valdez, 1985).

#### **2.2.9.6. Aporque**

Se realiza dos aporques adecuados: el primero es cuando la planta tenga unos 30 cm de altura, y el segundo cuando la planta alcance 40 a 50 cm de altura, para que la planta tenga un buen efecto de fijación, buena aireación de raíces y una buena escarda (INIA, 2007; Requis, 2007). El aporque es importante porque puede realizar una segunda fertilización nitrogenada, eliminar malezas, aumentar el oxígeno del suelo, controlar plagas, lo más importante, brindar apoyo a las plantas para evitar que se caigan por el viento y el peso (Catalán, 2012).

### 2.2.9.7. Cosecha

Esta práctica implica cosechar las mazorcas, arrancándolas de la planta y luego separarlas del envoltorio o "panca", y cuando la humedad del grano es alrededor del 30 %, se puede cosechar maíz (Sevilla y Valdez, 1985).

La cosecha del maíz morado debe ser oportuna, es decir, cuando el grano se encuentra en la etapa de madurez fisiológica o cuando las mazorcas están secas. El despanque se puede realizar cortando las plantas o plantas paradas. Luego, las mazorcas deben colocarse en secadores hasta que se alcance la humedad requerida (Requis, 2012).

La cosecha se realiza cuando la planta muestra más del 70 % de hojas secas, es mejor si llega al 100 %. Cuando la humedad del grano está entre el 20 % y el 25 %, o cuando se encuentra una capa marrón o negra en la parte inferior del casquete (nariz), se debe cortar (calcheo) (Catalán, 2012).

### 2.2.10. Composición química

**Tabla 2.** Composición química del Maíz morado (Contenido en 100 gramos).

COMPONENTE	MAÍZ GRANO (%)	CORONTA (%)
HUMEDAD	11.40	11.20
PROTEÍNA	6.70	3.74
GRASA	1.50	0.32
FIBRA	1.80	24.01
CENIZAS	1.70	3.29
CARBOHIDRATOS	76.90	57.44

**Fuente:** Collazos (1962) y Fernández (1995).

### 2.2.11. Usos

Se utiliza para preparar papilla, mermelada, mazamorra, yogur o una bebida llamada chicha morada, y la harina final se usa para hacer risotto, pasta de maíz morado e incluso tamales (INIAP, 2011).

El maíz morado se utiliza como colorante natural para la "mazamorra morada" y la "chicha" en casa. A nivel industrial, se utiliza para la obtención de colorantes de la coronta, por su alto contenido en antocianinas. El pigmento a nivel industrial se utiliza como insumo para la coloración de bebidas, productos lácteos, productos de panadería, productos vegetales, conservas de pescado, grasas, aceites, mermeladas, jaleas, compotas, frutas en almíbar, almíbar de fructosa, sopas y Ahmbar; también se utiliza en la industria cosmética y en el teñido de tejidos. Los granos se pueden utilizar para extraer almidón y / o derivados, o para preparar un alimento balanceado para animales (Risco, 2007).

Por sus propiedades anticancerígenas y antioxidantes, se considera atractivo para el mercado de alimentos funcionales y nutraceuticos (Bravo, 2009).

Los fitonutrientes (o fotoquímicos) que presentan no son vitaminas ni minerales, sino sustancias o compuestos químicos, en los que podemos nombrar flavonoides, carotenoides, luteína, terpenos, antocianinas, sulforafano vegetariano, etc. Los fitonutrientes se diferencian de las vitaminas y minerales porque carecen de valor nutricional, sin embargo, pueden actuar como antioxidantes, proteger el ADN celular de la oxidación dañina de los radicales libres y evitar mutaciones que pueden causar cáncer (Justiniano, 2010).

## CAPÍTULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Ubicación.

La localidad donde se realizó el experimento se ubica con la siguiente información;

Altitud	:	2081 m
Latitud Norte	:	91° 93 ' 142''
Latitud Este	:	77° 35' 74''
Departamento	:	Cajamarca
Provincia	:	Cajamarca
Distrito	:	San Juan
Caserío	:	Cachilgón
Anexo	:	Calaní

#### 3.2. Condiciones climáticas durante el cultivo

En la tabla 3, se muestran los índices climáticos durante el periodo de cultivo, que abarcan los meses de septiembre del año 2019 al mes de enero del año 2020.

**Tabla 3.** Lista climática durante el periodo de cultivo

MES	AÑO	TEMPERATURA (°C)			HUMEDAD RELATIVA (%)	PRECIPITACIÓN (mm)	VELOCIDAD DEL VIENTO (m/s)
		MAX	MIN	MEDIA			
SETIEMBRE	2019	25.70	12.30	17.30	88.00	5.90	4.2
OCTUBRE	2019	23.40	12.30	16.40	94.00	67.20	5.1
NOVIEMBRE	2019	22.5	12.4	16.50	88.00	50.40	4.3
DICIEMBRE	2019	21.60	13.00	16.1	91.00	170.70	3.8
ENERO	2020	21.90	12.80	17.10	82.60	95.20	3.5
PROMEDIO		23.02	12.56	16.68	88.72	77.88	4.18

**Fuente:** SENAMHI (2020).

### **3.3. Materiales**

#### **3.3.1. Material experimental o biológico**

Se utilizó semilla certificada de las variedades de maíz morado, INIA 601, Morado Mejorado y Canteño; proporcionadas por la Estación Experimental Agraria (EEA). Baños del Inca – Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA).

#### **3.3.2. Insumos utilizados en el experimento**

- Guano de isla (14-12-3)
- Insecticida agrícola Bronco (alfacipermetrina + clorpirifós).
- Foliar agrícola (Baifolan)
- Aceite comestible

#### **3.3.3. Material de campo**

- Sacos
- Balde
- Estacas
- Wincha
- Letreros
- Balanza
- Libreta de campo
- Etiquetas
- Lampas
- Picos
- Rafia
- Mochila de fumigar
- Cámara fotográfica

#### **3.3.4. Material y equipos de laboratorio**

- Balanza analítica digital

- Estufa
- Libro de campo
- Papel bond A4
- Folder
- Lapicero
- Cuaderno de campo
- Computadora

### **3.4. Metodología**

#### **3.4.1. Factores en estudio:**

Se estudiaron tres variedades de maíz morado:

- INIA 601
- Morado Mejorado
- Canteño

#### **3.4.2. Diseño experimental**

Se utilizó el diseño experimental de Bloques Completos Randomizados con tres tratamientos y cuatro repeticiones.

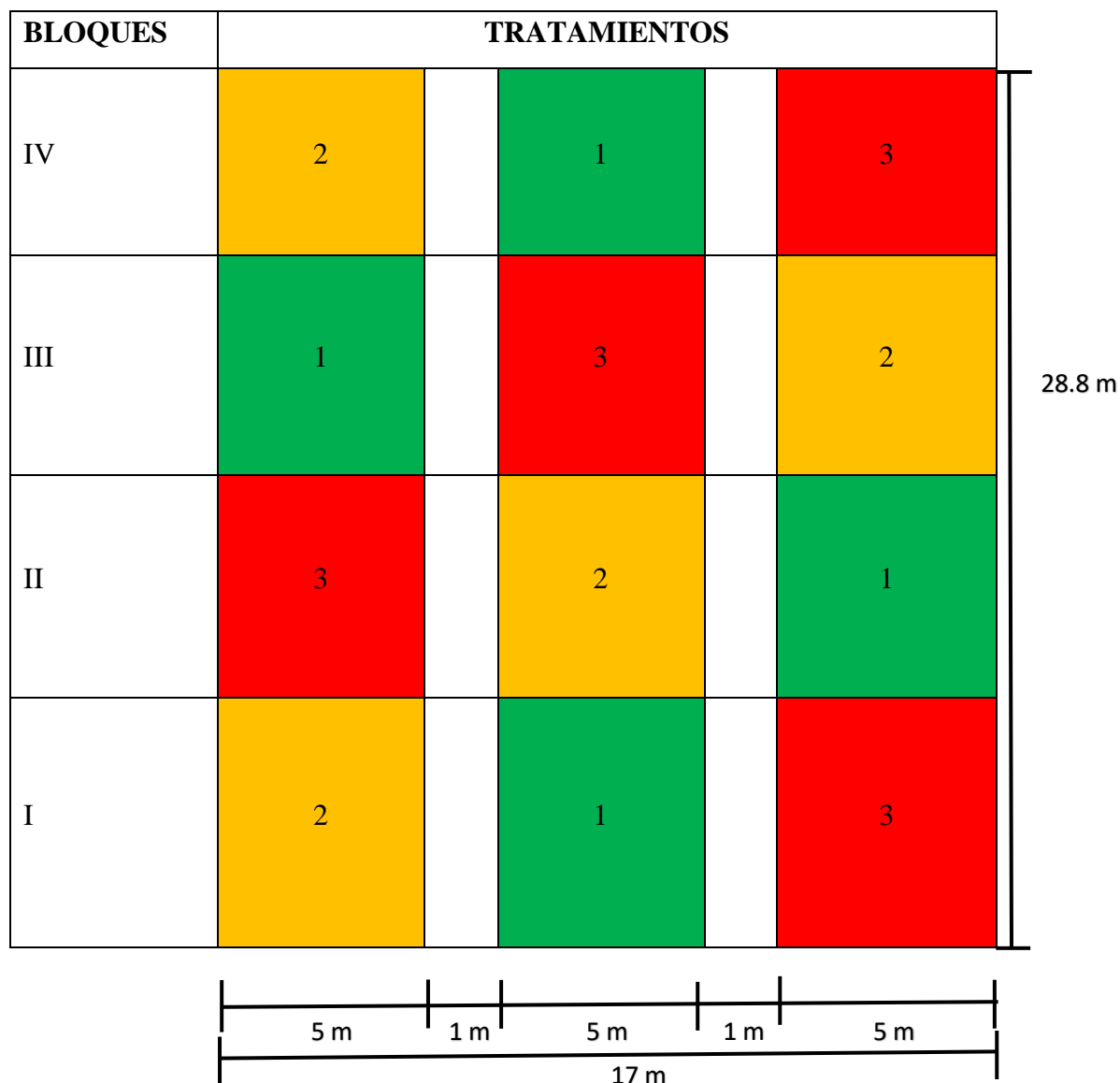
- **Características del campo experimental**

Número total de parcelas	: 12
Número de variedades	: 03
Número de repeticiones	: 04
Ancho de calles	: 1 m
Número de calles	: 02
Largo de los surcos	: 5 m
Ancho de los surcos	: 0.80 m
Número de surcos por unidad experimental	: 09
Número de golpes por surco	: 11
Numero de golpes por unidad experimental	: 99
Distancia entre planta	: 0.50 m



Área de cada unidad experimental : 36 m<sup>2</sup>  
 Área del ensayo : 489.6 m<sup>2</sup>

• Croquis del experimento



LEYENDA

Variedades	Tratamientos	
INIA-601	1	
MORADO MEJORADO	2	
CANTEÑO	3	

Figura 3. Croquis de ubicación de la investigación

### 3.4.3. Actividades del experimento en campo

#### 3.4.3.1. Análisis de suelo

El análisis se realizó con días de anticipación previo a la siembra, se procedió al recojo de muestras de tierra, en el área a sembrar. Las muestras fueron recogidas en zic zac. Una vez obtenidas todas las muestras, estas fueron homogenizadas, finalmente de la mezcla homogénea se obtuvo 1 Kg de suelo, la misma que posteriormente fue llevada al laboratorio de análisis de suelos. Baños del Inca - INIA, para su análisis respectivo.

**Tabla 4.** Resultado del análisis de suelo

Localidad	Determinación				Recomendación		
	P (ppm)	K (ppm)	pH	M.O (%)	N (kg/ha)	P2O5 (kg/ha)	K2O (kg/ha)
Calani	7.63	340.0	7.2	3.00	115	65	40

**Fuente:** Laboratorio de análisis de suelos. Baños del Inca – INIA (2019).

Los resultados se interpretan a continuación;

- Fosforo (P) medio, potasio (k) medio, pH (reacción) neutro, materia orgánica (M.O) medio.

#### 3.4.3.2. Preparación del terreno

La preparación del terreno fue con yunta. Primeramente, se hizo el rajado del suelo, luego se dio la cruz con la finalidad de que quede desterronado y mullido.

#### 3.4.3.3. Surcado

Finalmente se realizó el surcado con la ayuda de yunta de 0.80 m entre surco.

#### **3.4.3.4. Delimitación y estacado del terreno**

De acuerdo al croquis elaborado del experimento, se procedió a la demarcación de los bloques, parcelas, calles, bordes de cabecera y laterales. Siendo delimitados con estacas y rafia.

#### **3.4.3.5. Siembra**

Primeramente, se desinfectó la semilla en un balde se colocó la semilla, luego se agregó algunas gotas de agua para mojar la semilla, luego se agrega el insecticida en polvo (Mata todo), se agita para que el polvo quede impregnado en la semilla. De esta manera se previno daños por gusanos de tierra.

Finalmente, la siembra fue realizada con un distanciamiento 0.80 entre surcos y 0.50 entre golpes (plantas), consistió en depositar 2 a 3 semillas por golpe a una profundidad aproximada de 3 a 4 cm. La siembra se realizó con herramientas de mano (lampas y pico).

#### **3.4.3.6. Riego**

El experimento, necesitó de riego debido que la precipitación fue escasa. Primero el riego se realizó por inundación 15 días antes de la preparación del terreno. Después de la siembra, el riego se realizó quincenalmente, debido a que el turno de agua llegó a los 15 días.

#### **3.4.3.7. Desahije**

Se realizó una vez que las plantas alcanzaron entre 3 a 4 hojas, con la finalidad que haya un mejor desarrollo y rendimiento.

#### **3.4.3.8. Deshierbo**

Se llevó a cabo a los 22 días después de la siembra, se hizo con la finalidad de evitar competencia en la absorción de nutrientes y tener un crecimiento y desarrollo

uniforme del maíz. Esta labor consistió en quitar las hierbas mediante un raspado del suelo.

#### **3.4.3.9. Fertilización**

- La fertilización con guano de las islas se fraccionó en 2 partes iguales. El cual fue colocado entre planta y planta.
- Fertilización de abono foliar (Bayfolan), Se aplicó a una dosis de 2 litros ha<sup>-1</sup>.

#### **3.4.3.10. Aporque**

Se realizó a los 49 días después de la siembra, con la finalidad de mejorar la aireación del suelo, que las plantas tengan un buen anclaje y así se evite el acame o caída de las plantas.

#### **3.4.3.11. Control fitosanitario**

Se utilizó insecticida, Bronco EC para controlar; Diabroticas, cogollero y gusano mazorquero. Se usó la dosis de 0.5 L/cil. La aplicación del producto se realizó cada 7 días debido a la severidad de la plaga. Además, para el gusano mazorquero se utilizó aceite comestible, a la dosis de 3 a 4 gotas en el conjunto de pistilos de cada mazorca, se colocó cuando estaba recién apareciendo los pistilos, se repitió a los 15 días.

#### **3.4.3.12. Cosecha**

Se realizó a los 137 días de la siembra del experimento. La cosecha fue temprana para evitar daño de las intensas precipitaciones. Se hizo en forma manual parcela por parcela.

### **3.4.3.13. Post cosecha**

Se realizó el pesado de cada unidad experimental, seguidamente se tomó la muestra para determinar el % de humedad.

### **3.4.4. Evaluaciones realizadas**

#### **3.4.4.1. En rendimiento**

- **Peso de campo de cada unidad experimental.**

Consistió en colocar las mazorcas cosechadas de cada unidad experimental en sacos e inmediatamente se procedió a pesarlo.

- **Número de mazorcas por planta y/o unidad experimental.**

Este dato se registró contando todas las mazorcas cosechadas de cada parcela y luego relacionarla con el número de plantas cosechadas.

- **Muestra de grano para determinar la humedad.**

De cada unidad experimental se recogió 10 mazorcas al azar, de los tres sucos centrales, de las cuales se extrajo 3 hileras de grano de cada una. Una vez extraído los granos fueron mezclados para luego tomar 100 g (peso húmedo) de cada tratamiento.

Las muestras debidamente identificadas en bolsas de papel, fueron transportadas y colocadas en una estufa a una temperatura de 105 °C por 24 horas. Después se registró el peso seco.

Se obtuvo un porcentaje de humedad de 44 % en Maíz Morado Mejorado, (48 %) en INIA – 601 y 56 % en Canteño.

#### **3.4.4.2. En adaptabilidad**

- **Precocidad (tiempo que ha demorado desde la siembra hasta la cosecha).**

Se tuvo en cuenta los días transcurridos desde la siembra hasta el día que se cosechó.

- **Tiempo de floración de las flores masculinas y femeninas.**

##### **Días de floración masculina**

Se contó los días transcurridos desde la siembra hasta cuando ocurrió la floración masculina en los surcos centrales (50 % de plantas con flor).

##### **Días de floración femenina**

Se contó los días transcurridos desde la siembra hasta cuando ocurrió la floración femenina en los surcos centrales (50 % de plantas con flor).

- **Altura de planta**

Para la altura de planta se midió partiendo de la superficie del suelo hasta el nudo ciliar.

- **Acames de tallo y raíz de la planta.**

Se realizó la evaluación en cada unidad experimental.

- **Rendimiento**

Se obtuvo de los resultados de cada unidad experimental.

- **Promedio ponderado de pudrición (%).**

Se ubicó todas las mazorcas de cada unidad experimental, distribuidas según el porcentaje de pudrición que tubo cada una de ellas. Se usó la siguiente tabla, desarrollada por el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CYMMYT).

- Grado 1, corresponde al total de mazorcas sanas.
- Grado 2, 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

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIONES

#### 4.1. Rendimiento de grano de tres cultivares de maíz

**Tabla 5.** Análisis de varianza para rendimiento de tres cultivares de maíz morado

Fuentes de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado Medio	F calculada	Valor-p
Bloques	3	0.7931	0.2644	0.50 NS	0.6954
Variedades	2	9.5491	4.7745	9.04 *	0.0155
Error	6	3.1674	0.5279		
Total	11	13.5096			

R<sup>2</sup> = 0.77                      CV = 13.54 %                      media = 5.36

**Significativo (\*), altamente significativo (\*\*), no significativo (NS)**

El análisis estadístico (tabla 5) indica que hay significación estadística (valor-P=0.0155< $\alpha$ =0.05) para la fuente de variación variedades, el cual nos indica que existen diferencias reales entre los promedios de rendimiento de los cultivares.

El coeficiente de determinación, R<sup>2</sup> = 0.77, indica que el rendimiento se debe al efecto genético de las variedades en estudio, y que el 23 % se debe a factores desconocidos.

El coeficiente de variación es de 13.54 %, valor que le da confiabilidad al experimento.

**Tabla 6.** Prueba de LSD para rendimiento de tres cultivares de maíz morado

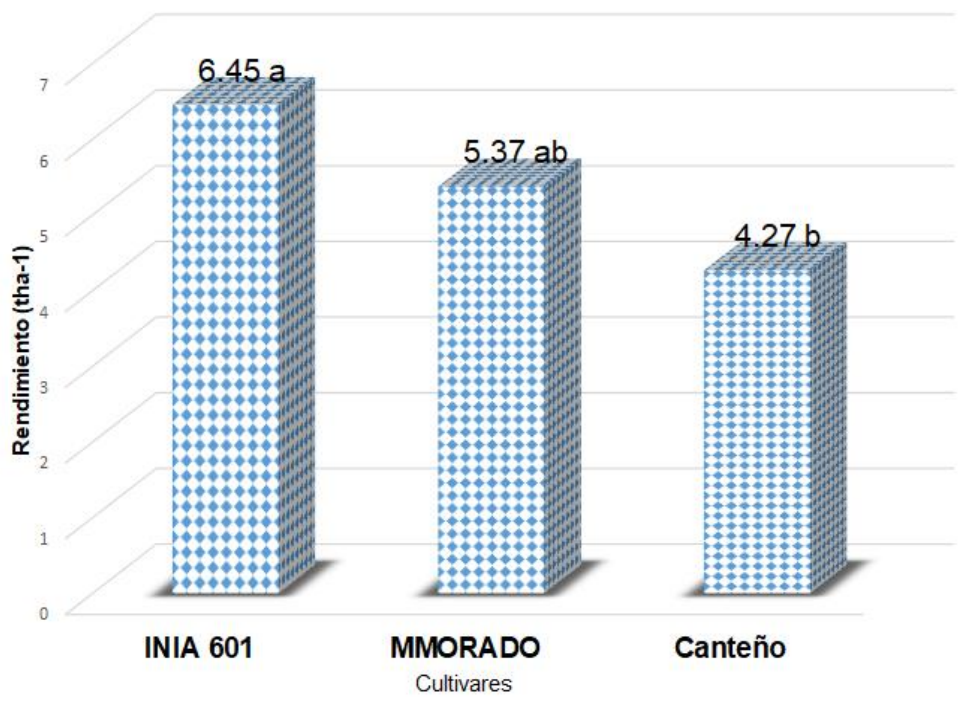
Cultivar	Promedio (t ha <sup>-1</sup> )
INIA 601	6.4500 a
MMORADO	5.3725 a b
CANTEÑO	4.2650 b



El cultivar INIA 601 alcanzó  $6.45 \text{ t ha}^{-1}$ , superando estadísticamente al cultivar Canteño. Y no hay diferencia estadística entre el cultivar INIA 601 y MMorado; de igual manera entre el cultivar MMorado y Canteño.

Estos resultados son superiores a los obtenidos por Medina *et al.*, 2020; Valera (2019), quienes obtuvieron rendimientos que oscilaron entre  $1.90 \text{ t ha}^{-1}$  hasta  $2,40 \text{ t ha}^{-1}$ .

La figura 4, corrobora lo señalado anteriormente



**Figura 4.** Prueba de LSD para el rendimiento de tres cultivares de maíz morado.

#### 4.2. Días a la floración femenina (FF) de tres variedades de maíz morado

**Tabla 7.** Análisis de varianza para días a la floración femenina (DFE)

Fuentes de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado Medio	F Calculada	Valor-p
Bloques	3	57.00	19.00	1.74 NS	0.2579
Variedades	2	96.50	48.25	4.42 NS	0.0661
Error	6	65.50	10.91		
Total	11	219.00			

R2 =0.71                      CV = 4,49 %                      Media = 73.50

La tabla 7 presenta el análisis de varianza para la variable días a la floración femenina (DFF) en la cual se observa que no hay significación estadística para variedades, considerando un nivel de probabilidad del 95 %; puesto que el valor-p = 0.0661 >  $\alpha = 0.05$  ó ( $F = 4.42 < F_{0.05}^{2,6} = 5.14$ ).

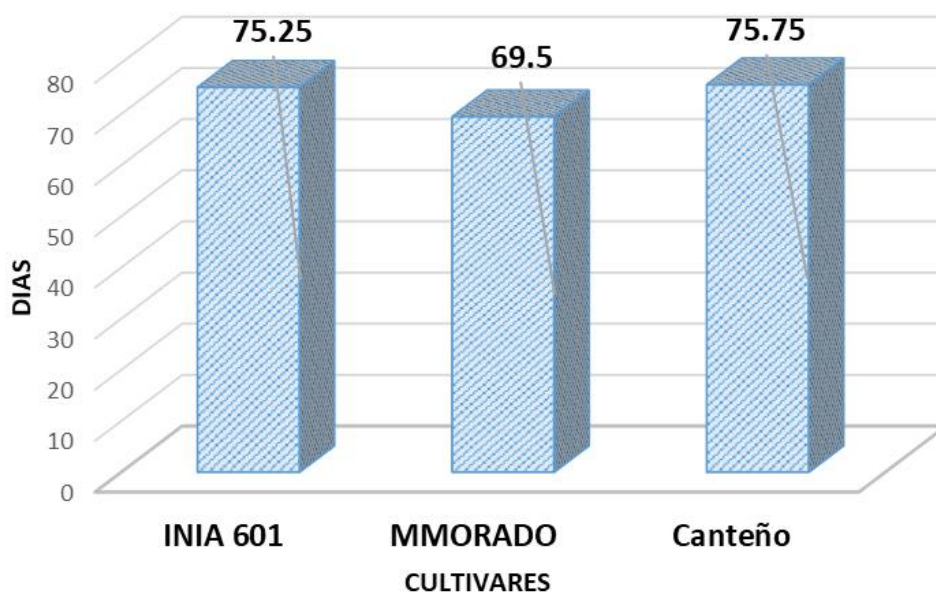
El coeficiente de variación es de 4.49 %, valor que da confiabilidad al trabajo experimental.

**Tabla 8.** Prueba de rango múltiple LSD, para días a la floración femenina

<b>Cultivar</b>	<b>Promedio (días)</b>
CANTEÑO	75.75 a
INIA 601	75.25 a
MMORADO	69.50 a

La variación en floración femenina, que se observa en la Tabla 8, probablemente se origina en el azar; puesto que no hay diferencias significativas. Por el contrario, se considera que las medias son similares. Lo cual nos indica adaptación semejante de las tres variedades a la localidad.

Estos resultados son menores a los obtenidos por Medina *et al.*, (2020), quien determino que los cultivares tuvieron 112.3, 110.3 y 113.4 días a floración femenina de los cultivares INIA 601, MMORADO y Canteño, respectivamente. Mendoza (2017), obtuvo valores para la DFF de 94.7 a 95.80 días.



**Figura 5.** Días a la floración femenina de tres cultivares.

#### 4.3. Días a floración masculina de tres variedades de maíz morado

**Tabla 9.** Análisis de varianza para días a la floración masculina (DFM)

Fuentes de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado Medio	F Calculada	Valor-p
Bloques	3	3.9166	1.6388	1.44 NS	0.3216
Cultivares	2	216.5	108.25	95.05 *	<0.0001
Error	6	6.8333	1.1388		
Total	11				

$R^2 = 0.97$

$CV = 1.59 \%$

Media = 67.25

La tabla 9 presenta el análisis de varianza para días a la floración masculina (FM), en la cual se observa que hay significación estadística (valor-p=0.0001 <  $\alpha=0.05$  ó

$$F = 95.05 > F_{0.05}^{2,6} = 5.14) \text{ para cultivares.}$$

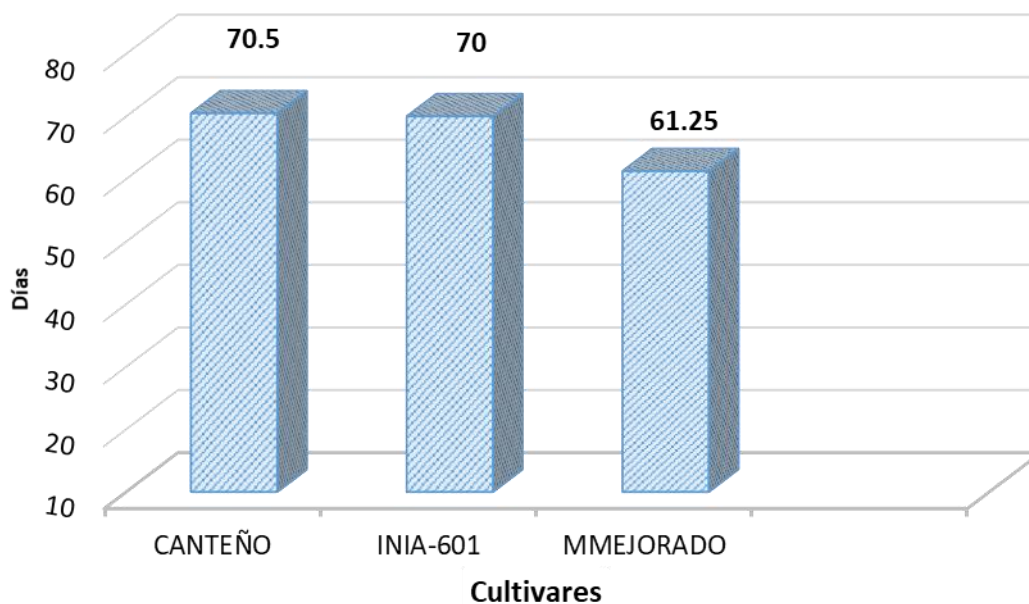
El coeficiente de variación es 1.59 % valor bastante bajo. El coeficiente de determinación es  $R^2 = 0.97$ , indica que la respuesta está influenciada en un 97 % por los cultivares y 3 % por factores desconocidos.

**Tabla 10.** Prueba de rango múltiple LSD para días a la floración masculina

<b>Cultivar</b>	<b>Promedio (días)</b>
CANTEÑO	70.5000 a
INIA 601	70.0000 a
MMORADO	61.2500 b

En la tabla 10, se muestra la prueba de comparación de medias (LSD), a la floración masculina, donde se observa que no existen diferencias significativas entre el promedio de los cultivares Canteño e INIA 601; en cambio la variedad morado mejorado se muestra como más precoz en floración masculina.

Los promedios obtenidos de la floración masculina, fue menor con los datos reportados por Mendoza (2017), quien reporta promedios de 98.8 y 94.7 días. Tales diferencias se deben a condiciones ambientales; no indican falta de adaptación de las variedades; pero si existe la posibilidad de cosechar el maíz morado en San Juan, en menor tiempo que en otras localidades.



**Figura 6.** Días a la floración masculina

#### 4.4. Altura de planta

**Tabla 11.** Análisis de varianza para altura de planta

<b>Fuentes de Variación</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Cuadrado Medio</b>	<b>F Calculada</b>	<b>Valor-p</b>
Bloques	3	3.0403	0.0134	1.92 NS	0.2281
Cultivares	2	0.1356	0.0678	9.68 *	0.0133
Error	6	0.0421	0.0070		
Total	11	0.2170			

R<sup>2</sup> = 0.81                      CV = 5.53 %                      Media = 1.54

En la tabla 11 se observa que  $F = 9.68 > F_{0.05}^{2,6} = 5.14$  (valor-p=0.01 <  $\alpha=0.05$ ) lo que indica que hay diferencias estadísticas para cultivares.

El coeficiente de determinación (R<sup>2</sup>=0.81) indica que la altura de planta se debe un 81 % al efecto de los cultivares y que 19 % se debe a factores desconocidos.

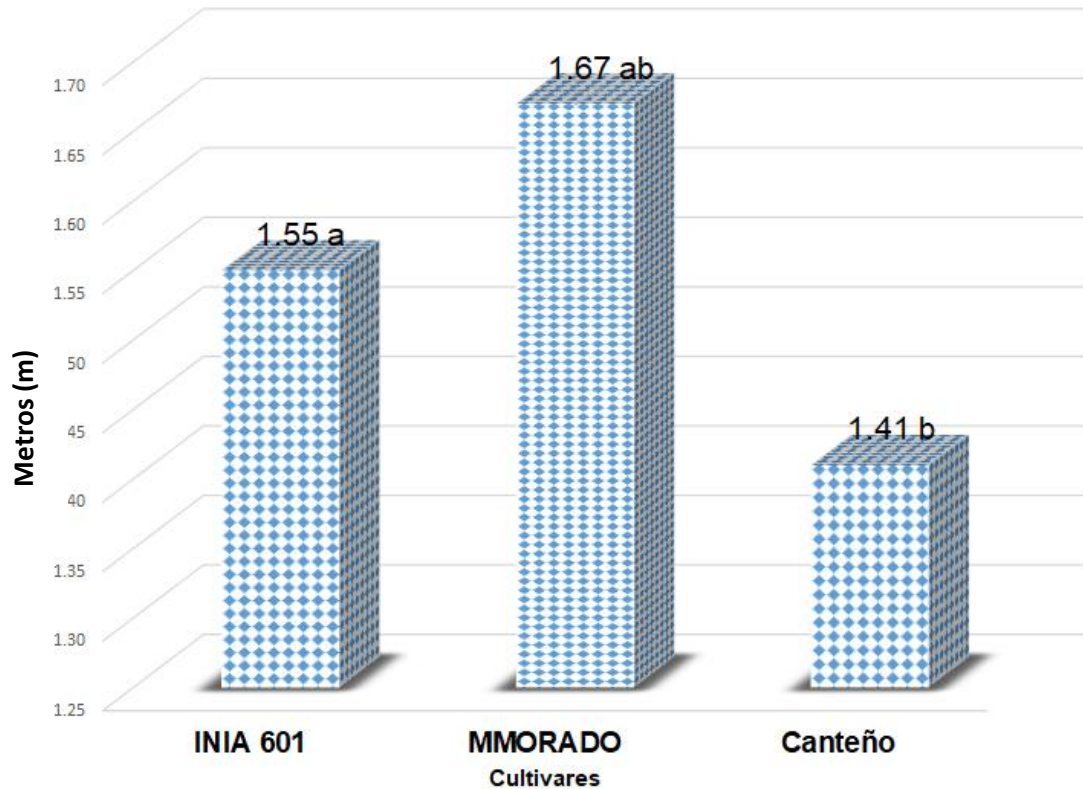
El coeficiente de variación es 5.53 %, valor que demuestra la confiabilidad de los resultados.

**Tabla 12.** Prueba LSD para altura de planta

<b>Cultivar</b>	<b>Promedio (m)</b>
MMORADO	1.67 a
INIA 601	1.55 a b
CANTEÑO	1.41 b

La tabla 12 muestra que la variedad Mmorado logro una altura estadísticamente superior a la altura que logro la variedad Canteño, pero no supero a INIA 601.

Los resultados son inferiores a los obtenidos por Mendoza (2017) quien obtuvo mayores alturas que variaron de 2.14 a 2.17 m. Esto implica que el acame sea en menor proporción, la cual aumentaría el rendimiento y adaptabilidad.



**Figura 7.** Altura de planta de tres cultivares de maíz morado

#### 4.5. Promedio ponderado de pudrición (PPP %)

**Tabla 13.** Efecto del Promedio Ponderado de Pudrición en maíz morado (PPP %)

Fuentes de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado Medio	F	Valor-p
Bloques	3	1.1833	0.3944	2.73 NS	0.1365
Cultivares	2	0.2199	0.1099	0.76 NS	0.5076
Error	6	0.8673	0.1445		
Total	11	2.2705			

R<sup>2</sup> = 0.62

CV = 15.53 %

Media = 6.18 %

La tabla 13 muestra el análisis de varianza para PPP en porcentaje transformados por la raíz cuadrada. No existe significación estadística para cultivares puesto que

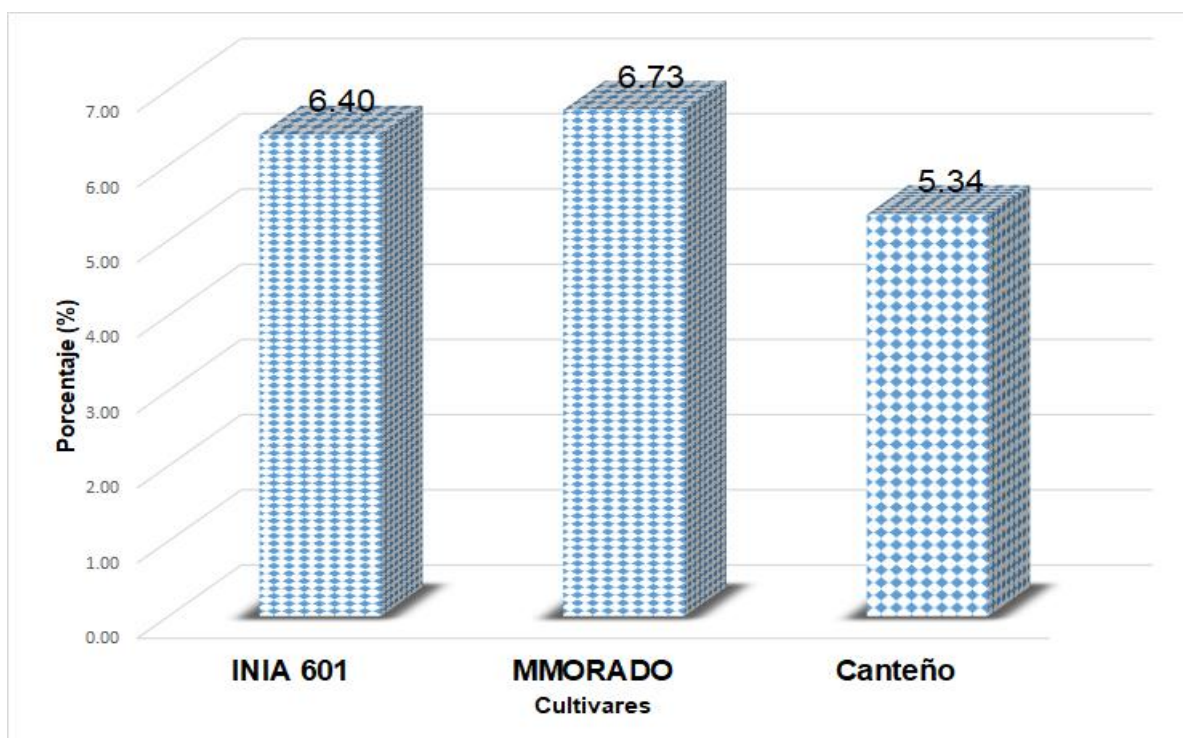
$$F = 0.76 < F_{0.05}^{2,6} = 5,14$$

**Tabla 14.** Prueba de LSD de tres cultivares de maíz morado para PPP en %.

<b>Cultivar</b>	<b>Promedio (%)</b>
MMORADO	6.73 a
INIA 601	6.40 a
CANTEÑO	5.34 a

La tabla 14 y figura 8 muestra el promedio de PPP en % de los tres cultivares de maíz morado que no hay diferencia estadística.

Estos resultados son inferiores a los alcanzados por Medina (2020) quien encontraron valores de 9.07 a 10.27 %.



**Figura 8.** Presencia de PPP en tres cultivares de maíz morado

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **Conclusiones**

1. El rendimiento de las variedades estudiadas vario entre 6.45 y 4.26 toneladas por ha, ocupando el primer lugar la variedad de INIA 601 con 6.45 t ha<sup>-1</sup>, el segundo lugar, fue para la variedad Maíz Morado Mejorado (MMM) con 5.37 t ha<sup>-1</sup> y el tercer lugar para la variedad Canteño con 4.26 t ha<sup>-1</sup>.
2. Las variedades INIA 601, morado mejorado y canteño se adaptan al caserío Cachilgon, anexo Calani del Distrito San Juan.

#### **Recomendaciones**

Los cultivares de maíz morado INIA-601 y Morado Mejorado deben ser sembrados en San Juan, por haber mostrado buen rendimiento y adaptabilidad en dicha localidad.

Se recomienda evaluar la siembra de maíz morado como componente del sistema productivo de la chirimoya.



## CAPÍTULO VI

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 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.
- Agrodata Perú. 2013. Maíz Morado Perú Exportación 2017 – Agrodata Perú. Perú.
- Bartolini, R. 1989. El riego y sus principios básicos. Tomo I.
- 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. 175 p.
- Block, G; Patterson, B., Subar, A. 1992. Fruit, vegetables, and cancer prevention: a review of the epidemiological evidence, *Nutr Cancer*. 1-29 p.
- Bravo, A. 2009. Caracterización morfológica y molecular de accesiones de maíz negro mediante análisis de secuencias simples repetidas. Tesis de grado presentada como requisito para la obtención del título de ingeniería en procesos biotecnológicos. Quito, Diciembre 2009. 58 p.
- Cabrera CR. 2016. “Tres láminas de riego en el rendimiento de cuatro variedades de maíz morado (*Zea mays* L.), bajo riego por goteo”. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Nacional Agraria La Molina PE. 120 p.
- Catalán, W. 2012. Guía técnica "Manejo integrado en el cultivo de maíz amiláceo" Cusco, Perú. OAEPS-UNALM y Agrobanco. 30 p.
- Condori, S. 2006. Evaluación de líneas del maíz morado (*Zea mays* L.) provenientes de la variedad PMV-581. Tesis para optar el título de Ing. Agr. Lima, Perú. 98 p.
- Collazos, C. 1962. Composición de Alimentos Peruanos. 3ra Edición. Lima- Perú. 37 p.

- Chavez, Cal. 2012. Comparación de diferentes poblaciones de la variedad PMC – 584 de maíz (*Zea mays* L.) obtenidas por el método de selección mazorca-hilera modificada, para la sierra alta del Perú. TESIS Presentada por el Bachiller: S Para optar el título profesional de: ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional del Centro del Perú. El Mantaro, Jauja – Perú.
- Deras, H. 2012. Guía técnica el cultivo de maíz. IICA- MAG, El Salvador. 40 p.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, IT). 2012. Los fertilizantes y su uso. Segunda edición. Roma, Italia. 77 p.
- Fernández, N. A. 1995. Estudio de la extracción y pre - purificación de antocianinas de maíz morado (*Zea mays* L.). Tesis Ing. En Industrias Alimentarias. UNALM. Lima- Perú. 116 p.
- Fuentes, M. R. 2002. El cultivo de maíz en Guatemala una guía para su manejo agronómico. ICTA.
- García, G. 2013. Guía técnica "manejo integrado de plagas del cultivo de maíz amiláceo blanco. Quispicanchis, Cusco. PE. AGROBANCO. 22 p.
- Hurtado, L. 2004. Efecto del régimen de riego y de la fertilización nitrogenada en el cultivo de maíz híbrido PM -204. Tesis para optar el título de Ing. Agrónomo UNALM. Lima-Perú.
- Huamachumo, C. 2013. La cadena de valor de maíz en el Perú: diagnóstico del estado actual, tendencias y perspectivas. Lima, Perú. IICA, 97 p.
- 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.
- INIAP. 2011. Guía para la producción de maíz en la sierra sur del Ecuador.
- INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática, PE), 2013. Resultados definitivos del IV Censo Nacional Agropecuario 2012. Lima, Perú.
- Justiniano, E. 2010. Fenología e intensidad de color en corontas del maíz morado (*Zea mayz* L.), en sus diferentes estados de desarrollo en la localidad de La Molina. Tesis para optar el título de Mg. Se. EPG, UNALM. 77 p.
- Laboratorio de servicio de suelos. Baños del Inca – INIA 2019. Resultado de análisis - San Juan.
- López, L. 1991. Cultivos Herbáceos. Vol. 1, Cereales. Edit. Mundi, España. 309-347. P.
- Llanos, C.M. 1984. “El Maíz su Cultivo y Aprovechamiento”. Edit. Mundi – Prensa. Castello. 318 p.

- Manrique, A. 1997. El maíz en el Perú. Segunda Edición Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. Lima, Perú.
- Manrique, CH. 2000. Maíz morado peruano 1 - Repositorio Institucional INIA. 21 p  
<https://repositorio.inia.gob.pe>
- Medina, HA.; Narro, LLA.; Chávez, CA. 2020. Cultivo de maíz morado (*Zea mays* L.) en zona alto andina de Perú: Adaptación e identificación de cultivares de alto rendimiento y contenido de antocianina. Scientia Agropecuaria. 11(3): 291-299 p.
- Mendoza, SN. 2017. Contenido de antocianina y rendimiento de seis variedades de maíz morado (*zea mays* L.) canaán 2735 msnm – Ayacucho Tesis para obtener el título profesional de: ingeniero agrónomo. Facultad de Ciencias Agrarias Escuela Profesional de Agronomía Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. 112 p.
- MINAG (Ministerio de Agricultura, PE), 2011. Manejo y fertilidad de suelos: Guía técnica de orientación al productor. 48 p.
- Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI). 2012. El Maíz Amiláceo. Principales aspectos de la cadena agroproductiva. Dirección General de Competitividad Agraria. Dirección de Información Agraria. Jr. Yauyos 258- Lima. 38 p. Disponible en: <http://agroaldia.minagri.gob.pe/biblioteca/download/pdf/agroeconomia/agroeconomiamamazamilaceo.pdf>.
- Mondalgo, M. D. 2002. comparativo de rendimiento de maíz morado (*Zea mays* L.) con tres fórmulas de fertilización N-P-K y dos densidades de siembra en la EEA Canaán de Ayacucho a 2750 msnm. Tesis para optar el título de Ing. Agr. UNSCH. Ayacucho, Perú. 97 p.
- Quispe, J.; Arroyo, K.; Gorriti, A. 2007. Características morfológicas y químicas de 3 cultivares de maíz morado (*Zea mays* L.) en Arequipa- Perú proyecto No. 317-2007- CONCYTEC.
- Olarte, W. 1987. Manual de riego por gravedad. Serie manuales técnicos N° 1. Lima, Perú. 148 p.
- Pinedo T, RE. 2015. Niveles de fertilización en dos variedades de maíz morado (*Zea mayz* L.) en la localidad de Canaán - Ayacucho. Tesis Sc. Mg. En producción agrícola. UNALM, Lima, Perú. 106 p.

- 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. 129 p.
- Productores Incas. 2013. 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>
- Requis, V.F 2012. “INIA” (Manejo Agronómico de Maíz Morado en Valles Interandinos del Perú”.
- Reyes C., P. 1990. El Maíz y su cultivo. Primera Edición. AGT Editor S.A México 460 p.
- Risco, M. 2007. Conociendo la cadena productiva del maíz morado en Ayacucho. Solid -Perú. 88 p.
- SENAMHI (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología). 2020. Datos Hidrometeorológicos del Distrito de San Juan. Cajamarca.
- Sevilla, R., y Valdez, A. 1985. Estudio de factibilidad del cultivo de maíz morado. Fondo de Promoción y Exportación (FOPEX). Lima, Perú. 46 p.
- Sierra Exportadora. 2013. perfil comercial de antocianina de maíz morado. Lima, Perú.
- Solano, R. 1999. Efecto de la fertirrigación de N P K en el rendimiento de y el contenido de antocianina de tres variedades de maíz morado (*Zea mays* L.) bajo r.l.a.f: goteo. Tesis para optar el título de Ing. Agr. Lima- Perú. UNALM. 105 p.
- Sordomez, J. 1999. Comparativo de dos modalidades de siembra y tres poblaciones de plantas de maíz morado (*Zea mays* L.), PMV-582, bajo riego localizado de alta frecuencia: micro exudación. Tesis para optar el título de Ing. Agr. UNALM. Lima, Perú.
- Takhtajan, A. 1980. Outline of classification of:flowering plants (Magnoliophyta). The Botanical Review. New York, Estados Unidos. 46: 225-226, 316-318. P.
- Tapia, M. y Fries, A. 2007. Guía de campo de los cultivos andinos. FAO y ANPE. Lima-Perú .209 p. Primera Edición. Buenos Aires, Argentina.
- Tocagni, 1982. El maíz. Editorial albatros. Buenos aires- argentina. Universidad Nacional de Cajamarca. PUBLICADO EL 12 – MAR. 2013. gacetauniversitaria/UNC.
- Valera, MPO. 2019. Efecto 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. FAC-UNC.

Villagarcía, S. y Aguirre, G. 2012. Manual de uso de fertilizantes. UNALM, departamento académico de suelos. Lima Perú. 231 p.

## Anexos

### Anexo 1. Resultado de análisis de suelos del terreno donde se ejecutó la siembra.



"Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres"  
"Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad"

**LABORATORIO DE SERVICIO DE SUELOS**

NOMBRE : PNIA 022- JOSE DELGADO DIAZ

PROCEDENCIA: Cajamarca – San Juan      Fecha: 03-06-2019

RESULTADOS DE ANALISIS

Nombre Parcela	Código Laboratorio	P ppm	K ppm	pH	M.O %	Al meq/100g	Arena %	Limo %	Arcilla %	Clase Textural
Calani	SU0443-EEBI-19	7.63	340.0	7.2	3.00	--	--	--	--	--

**INTERPRETACIÓN**

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

**RECOMENDACIONES DE NUTRIENTES**  
 Cultivo a sembrar: PAPA

NUTRIENTES	MAIZ				FRIJOL							
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CAL	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> 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	150	140	100	--	115	65	40	--	45	90	30	--

**RECOMENDACIONES Y OBSERVACIONES ESPECIALES:**  
 APLICAR 2.50 TON/HA DE ESTIERCOL BIEN DESCOMPUESTO



ING. Tullio A. Velásquez Camacho  
JEFE LABORATORIO DE SUELOS

Av. La Molina 1981, La Molina  
 T: (051) 240 2100 anexo (indicar)  
 www.inia.gob.pe  
 www.minagri.gob.pe

**EL PERÚ PRIMERO**

Fuente: Laboratorio de suelos – INIA

Figura 9. Análisis de suelo del predio



**Figura 10.** Recolección de muestras de tierra del lugar del experimento.



**Figura 11.** Preparación del terreno



**Figura 12.** Semilla de las 3 variedades de maíz morado.



**Figura 13.** Explicación por parte de los ingenieros como realizar la siembra.





**Figura 14.** Realización de la siembra de maíz morado.



**Figura 15.** Plantas de maíz morado con 13 días después de la siembra.



**Figura 16.** Realización del riego por inundación



**Figura 17.** Aporcado del maíz morado



**Figura 18.** Maíz en plena formación.



**Figura 19.** Flor femenina del maíz morado



**Figura 20.** Flor masculina del maíz morado



**Figura 21.** Planta atacada por el gusano cogollero.



**Figura 22.** Planta con presencia del gusano cogollero



**Figura 23.** Insecticida (Bronco) y foliar agrícola (Bayfolan)



**Figura 24.** Aplicación de aceite comestible para prevenir al gusano mazorquero.



**Figura 25.** Fumigación con insecticida Bronco para el control del gusano cogollero y mazorquero.



**Figura 26.** Realizando la medida de altura de planta



**Figura 27.** Medida de altura de mazorca



**Figura 28.** Realización de la cosecha del maíz morado



**Figura 29.** Cosecha del maíz morado.



**COMPARATIVO DE RENDIMIENTO Y ADAPTABILIDAD DE TRES VARIEDADES DE MAIZ MORADO EN EL DISTRITO DE SAN JUAN - CAJAMARCA**

ESTACION EXPERIMENTAL AGRARIA BAÑOS DEL INCA																										
LOCALIDAD:		CASERIO CACHILGON										PRODUCTOR:				Nicolas Leon Miranda				ALTITUD:		2081				
FECHA DE SIEMBRA:		15/09/2019										FECHA DE COSECHA:				30/01/2020						137				
FORMULA DE ABONAMIE																										
Parcela	Descripción	Tratamiento	Repetición	Floracion				Alturas		Acames				No. Ptas	Peso de campo	Humedad	Rendimiento (t/ha)	Prolificidad (No.Mza/Pl)	PPP (%)	No. De mazorcas	Grados de Pudrición					
	Descripción			Femenina		Masculina		Planta	Mazorca	Raiz	Tallo	ARC	ATC								1	2	3	4	5	6
				Fecha	Dias	Fecha	Dias																			
101	MORADO MEJORADO	2	1	21/11/2019	67	14/11/2019	60	176.5	60.1	0	2	0.7	1.6	61	8.45	44	5.00	1.00	7.26	61	45	6	3	4	3	0
102	INIA-601	1	1	29/11/2019	75	24/11/2019	70	147	58.2	1	1	1.2	1.2	68	9.12	48	5.01	1.01	10.06	69	46	8	5	4	6	0
103	CANTEÑO	3	1	29/11/2019	75	23/11/2019	69	145.5	45.4	1	3	1.2	1.9	61	10.28	56	4.78	1.03	4.64	63	48	7	4	3	1	0
203	CANTEÑO	3	2	28/11/2019	74	24/11/2019	70	130	34.2	2	2	1.6	1.6	47	5.75	56	2.67	1.02	3.36	48	35	9	2	2	0	0
202	INIA - 601	2	2	30/11/2019	76	24/11/2019	70	150.3	51.4	0	1	0.7	1.2	72	9.67	48	5.32	0.97	3.26	70	54	12	1	2	1	0
201	MORADO MEJORADO	1	2	19/11/2019	65	15/11/2019	61	162	56.3	2	2	1.6	1.6	84	10.85	44	6.42	1.01	4.80	85	59	16	6	2	2	0
301	INIA - 601	1	3	28/11/2019	74	23/11/2019	69	156	48.7	0	1	0.7	1.2	80	12.1	48	6.65	1.00	5.88	80	54	15	6	2	3	0
302	CANTEÑO	3	3	1/12/2019	77	25/11/2019	71	143.3	41.1	1	1	1.2	1.2	66	10.25	56	4.77	1.02	9.36	67	43	10	4	6	4	0
303	MORADO MEJORADO	2	3	24/11/2019	70	17/11/2019	63	151.8	52.3	1	2	1.2	1.6	82	9.16	44	5.42	1.00	7.57	82	35	26	16	5	0	0
403	MORADO MEJORADO	2	4	22/11/2019	68	15/11/2019	61	176	61.7	2	2	1.6	1.6	85	9.55	44	5.65	1.00	7.21	85	44	22	13	5	1	0
402	INIA - 601	1	4	30/11/2019	76	25/11/2019	71	167.2	57.7	1	1	1.2	1.2	93	11.32	48	6.22	1.00	6.64	93	68	13	3	4	5	0
401	CANTEÑO	3	4	1/12/2019	77	26/11/2019	72	143.5	48.0	4	5	2.1	2.3	90	12.56	56	5.84	1.00	4.02	90	71	8	5	6	0	0

**Figura 30.** Datos obtenidos en campo del maíz morado.