

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN – TACNA

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Escuela Profesional de Agronomía

TESIS

**EFFECTO DEL NITRÓGENO Y FÓSFORO EN EL RENDIMIENTO DE MAÍZ
MORADO (*Zea mays* L.) VARIEDAD CANTEÑO EN EL CENTRO
EXPERIMENTAL AGRÍCOLA III LOS PICHONES, TACNA**

Presentada por:

Bach. MARIELA GLADYS HUALLPA JILAJA

Para optar el título profesional de:

INGENIERO AGRÓNOMO

TACNA – PERÚ

2019

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN-TACNA

Facultad de Ciencias Agropecuarias

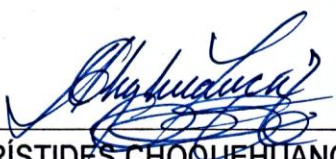
Escuela Profesional de Agronomía

TESIS

**EFFECTO DEL NITRÓGENO Y FÓSFORO EN EL RENDIMIENTO DE MAÍZ
MORADO (*Zea mays* L.) VARIEDAD CANTEÑO EN EL CENTRO
EXPERIMENTAL AGRÍCOLA III LOS PICHONES, TACNA**

TESIS SUSTENTADA Y APROBADA EL 17 DE JULIO DEL 2019,
SIENDO EL JURADO CALIFICADOR:

PRESIDENTE:


MSc. ARÍSTIDES CHOQUEHUANCA TINTAYA

SECRETARIO:


MSc. NIVARDO NÚÑEZ TORREBLANCA

VOCAL:


Ing. RODI DAVID ALFÉREZ GARCÍA

ASESOR:


MSc. MAGNO SANTOS ROBLES TELLO

DEDICATORIA

A mis padres Marcelino Huallpa Fernández y Natividad Jilaja Calisaya que sin ellos no hubiera logrado una meta en mi vida profesional, por sus consejos y palabras de aliento que me han ayudado a crecer como persona y a luchar por lo que quiero.

A mi sobrina Keyla Paola y mis hermanos Fabiola Gladys, Rubén y André Benjamín por su apoyo incondicional, comprensión, confianza, cariño y sobre todo por incentivar me a salir adelante, gracias por estar en los momentos más importantes en mi vida.

A Helber Ricardo Tone Calizaya por ser esa persona especial que me brindó su apoyo incondicional en los momentos malos y buenos que se nos presenta en la vida y poder sobrellevar, tus consejos que me ayudan a superarme logrando culminar con mi desarrollo profesional.

AGRADECIMIENTO

A Dios por darme la vida, guiarme en el buen camino, darme fuerza para seguir a delante, salud y sabiduría para poder culminar con esta etapa de mi vida de mi carrera profesional.

A la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, por ser el alma mater donde culmine mi carrera profesional.

A la Escuela Profesional de Agronomía de la Facultad de Ciencias Agropecuarias por haberme formado como profesional.

A mi asesor MSc. Magno Santos Robles Tello por la orientación en la ejecución y culminación del presente trabajo de investigación.

A todo los docentes de la escuela profesional de agronomía por los conocimientos compartidos y porque fueron verdadero ejemplo de entrega y dedicación.

A mis amigos Helber, Gladys, Alicia y Sandy por brindarme su amistad y apoyo durante toda la carrera que compartimos.

A mis padres, hermanos y sobrina por estar a mi lado y brindarme su apoyo incondicional para la culminación de mi carrera profesional.

CONTENIDO

DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
CONTENIDO	v
ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiv
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xvi
RESUMEN.....	xviii
ABSTRACT	xix
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	
1.1 Planteamiento del problema.....	3
1.2 Formulación del problema	4
1.2.1 Problema general.....	4
1.2.2 Problemas específicos	4
1.3 Delimitación de la investigación.....	5
1.3.1 Espacial	5
1.3.2 Temporal.....	5
1.4 Justificación.....	5

1.5	Limitaciones	6
-----	--------------------	---

CAPÍTULO II: OBJETIVOS E HIPÓTESIS

2.1	Objetivos	7
2.1.1	General	7
2.1.2	Específicos	7
2.2	Hipótesis	8
2.2.1	General	8
2.2.2	Específicas	8
2.3	Variables	8
2.3.1	Variables independientes (X)	8
2.3.2	Variable dependiente (Y)	8

CAPÍTULO III: MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

3.1	Antecedentes	9
3.2	Cultivo de maíz morado.....	11
3.2.1	Origen del Maíz Morado.....	13
3.2.2	Zonas de producción del maíz morado	14
3.2.3	Importancia del maíz morado.....	15
3.2.4	Propiedades alimenticias	15
3.2.5	Propiedades medicinales	16
3.2.6	Taxonomía.....	17
3.2.7	Morfología del maíz	18

3.2.8	Fenología del maíz	20
3.2.9	Variedades del maíz morado	22
3.2.10	Exigencias edafológicas	23
3.2.11	Manejo agronómico del maíz morado.....	24
3.2.12	Criterios para el manejo de la fertilización del cultivo de maíz.....	27
3.2.13	Requerimientos nutricionales del maíz	28
3.2.14	Diagnóstico de la fertilización	28
3.3	El nitrógeno en el maíz.....	29
3.3.1	Absorción y asimilación de Nitrato (NO_3^-).....	31
3.3.2	Absorción y asimilación de Amonio (NH_4^+).....	32
3.3.3	Los fertilizantes nitrogenados en la nutrición de los cultivos.....	33
3.3.4	Principales fertilizantes nitrogenados disponibles en el mercado.....	35
3.4	El fósforo en el maíz.....	36
3.4.1	Diagnóstico de fósforo en la fertilidad del suelo	36
3.4.2	Demanda de fósforo y dosis de fertilización en maíz	37
3.4.3	Factores que intervienen en la disponibilidad del fósforo	37
3.4.4	Fuentes y métodos de aplicación del fósforo	38
3.4.5	Recomendaciones importantes.....	38

CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

4.1	Ubicación del campo de investigación.....	39
4.2	Historia de campo experimental	39
4.3	Material experimental	40
	a) Variedad Canteño	40
	b) Urea	41
	c) Fosfato diamónico	41
	d) Superfosfato triple	42
4.4	Análisis de suelo del campo experimental	42
4.5	Datos meteorológicos del campo experimental	44
4.6	Factores en estudio	45
4.7	Variables de respuesta.....	46
	4.7.1 Altura de planta (m)	46
	4.7.2 Longitud de mazorca (cm)	46
	4.7.3 Diámetro de mazorca (mm)	46
	4.7.4 Peso de mazorca (g).....	46
	4.7.5 Relación de Grano y Coronta (g)	47
	4.7.6 Rendimiento de mazorca (t/ha)	47
4.8	Diseño experimental.....	47
4.9	Características del campo experimental	48
4.10	Aleatorización de tratamientos	49

4.11	Análisis estadístico	49
4.12	Conducción del campo experimental.....	50
4.12.1	Limpieza de campo	50
4.12.2	Trazado del terreno	50
4.12.3	Preparación de terreno	50
4.12.4	Abono de fondo	51
4.12.5	Siembra	52
4.12.6	Desahíje	52
4.12.7	Desmalezado	52
4.12.8	Aporque.....	53
4.12.9	Riego.....	53
4.12.10	Fertilización	53
4.12.11	Control fitosanitario.....	54
4.12.12	Cosecha y secado	55

CAPÍTULO V: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1	Altura de planta (m)	56
5.2	Longitud de mazorca (cm)	60
5.3	Diámetro de mazorca (mm)	63
5.4	Peso de mazorca (g)	67
5.5	Relación grano y coronta (g)	71
5.6	Rendimiento de mazorca (t/ha)	74

CONCLUSIONES	80
RECOMENDACIONES.....	81
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	82
ANEXOS	91

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Resultados del análisis de caracterización del suelo.....	43
Tabla 2	Datos meteorológicos registrados durante la ejecución de proyecto de investigación.....	44
Tabla 3	Combinación de factores del experimento, CEA III “Los Pichones”	45
Tabla 4	Fertilización de fósforo por tratamientos.....	51
Tabla 5	Fertilización de urea por tratamientos	54
Tabla 6	Producto comercial, ingrediente activo, producto, dosis y plaga.....	55
Tabla 7	Análisis de varianza para altura de planta (m), del maíz morado variedad Canteño.....	56
Tabla 8	Análisis de varianza de regresión para altura de planta del maíz morado variedad Canteño	57

Tabla 9	Prueba de significación de los coeficientes de regresión para altura de planta del factor nitrógeno	58
Tabla 10	Análisis de varianza para longitud de mazorca (cm), del maíz morado variedad Canteño	60
Tabla 11	Análisis de varianza de regresión para longitud de mazorca del maíz morado variedad Canteño	61
Tabla 12	Prueba de significación de los coeficientes de regresión para longitud de mazorca del factor nitrógeno	61
Tabla 13	Análisis de varianza para diámetro de mazorca (mm), del maíz morado variedad Canteño	63
Tabla 14	Análisis de varianza de regresión para diámetro de mazorca del maíz morado variedad Canteño	64
Tabla 15	Prueba de significación de los coeficientes de regresión para diámetro de mazorca del factor nitrógeno	65
Tabla 16	Análisis de varianza para peso de mazorca (g), del maíz morado variedad Canteño	67
Tabla 17	Análisis de varianza de regresión para peso de mazorca del maíz morado variedad Canteño	68

Tabla 18	Prueba de significación de los coeficientes de regresión para peso de mazorca del factor nitrógeno	69
Tabla 19	Análisis de varianza para relación grano y coronta (g), del maíz morado variedad Canteño	71
Tabla 20	Análisis de varianza de regresión para relación grano y coronta del maíz morado variedad Canteño.....	72
Tabla 21	Prueba de significación de los coeficientes de regresión para relación grano y coronta del factor nitrógeno	72
Tabla 22	Análisis de varianza para rendimiento de mazorca (t/ha), del maíz morado variedad Canteño	74
Tabla 23	Análisis de varianza de regresión para rendimiento de mazorca del maíz morado variedad Canteño	75
Tabla 24	Prueba de significación de los coeficientes de regresión del factor nitrógeno para rendimiento de mazorca	75

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Distribución de los tratamientos en el campo experimental	49
Figura 2. Efecto de niveles de nitrógeno aplicados al suelo en la variación de altura de planta del maíz morado variedad Canteño	59
Figura 3. Efecto de niveles de nitrógeno aplicados al suelo en la variación de longitud de mazorca del maíz morado variedad Canteño.....	62
Figura 4. Efecto de niveles de nitrógeno aplicados al suelo en la variación de diámetro de mazorca del maíz morado variedad Canteño.....	66
Figura 5. Efecto de niveles de nitrógeno aplicados al suelo en la variación de peso de mazorca del maíz morado variedad Canteño	70
Figura 6. Efecto de niveles de nitrógeno aplicados al suelo en la variación de la relación grano y coronta del maíz morado variedad Canteño.....	73

Figura 7. Efecto de niveles de nitrógeno aplicados al suelo en la variación del rendimiento de mazorca del maíz morado variedad Canteño.....	77
--	----

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1.	Datos originales para altura de planta (m)	92
Anexo 2.	Datos originales para longitud de mazorca (cm)	92
Anexo 3.	Datos originales para diámetro de mazorca (mm).....	93
Anexo 4.	Datos originales para peso de mazorca (g).....	93
Anexo 5.	Datos originales para relación grano y coronta (g)	94
Anexo 6.	Datos originales para rendimiento de mazorca (t/ha)	94
Anexo 7.	Preparación del terreno.....	95
Anexo 8.	Plantas de 15 días después de la siembra.....	95
Anexo 9.	Parcela a los 35 días después de la siembra	96
Anexo 10.	Control fitosanitario durante su periodo vegetativo del maíz.....	96
Anexo 11.	Fertilización del maíz	97
Anexo 12.	Campo experimental del maíz en plena floración masculina a los 55 días.....	97

Anexo 13. Presencia de la floración femenina a los 65 días	98
Anexo 14. Cosecha del maíz morado	98
Anexo 15. Muestra peso de mazorca del maíz morado variedad Canteño	99
Anexo 16. Muestra peso de coronta del maíz morado variedad Canteño	100
Anexo 17. Muestras de mazorca del maíz morado variedad Canteño	100
Anexo 18. Análisis físico químico del campo experimental	101
Anexo 19. Costos de producción de la parcela experimental (528m ²)	102

RESUMEN

El presente trabajo de investigación titulado “Efecto del nitrógeno y fósforo en el rendimiento de maíz morado (*Zea mays* L.) variedad Canteño”; se realizó en el Centro Experimental Agrícola III Los Pichones de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Tacna. El objetivo fue determinar el nivel óptimo de nitrógeno y fósforo para el rendimiento de maíz morado variedad Canteño. Los factores fueron: niveles de nitrógeno: 0; 80; 160 y 240 kg/ha, y niveles de fósforo: 0; 50; 100 y 150 kg/ha; el diseño experimental fue bloques completos aleatorios con un arreglo factorial de 4 x 4 y tres repeticiones. El nivel óptimo de nitrógeno fue 188,11 kg/ha para alcanzar un rendimiento máximo de 11,25 t/ha. Los niveles de fósforo indicaron no significativo.

Palabras clave: Niveles, Nitrógeno, Fósforo, *Zea mays* L., Rendimiento.

ABSTRACT

The present research work entitled "Effect of nitrogen and phosphorus on the yield of purple corn (*Zea mays* L.) variety Canteño"; was carried out in the Centro Experimental Agrícola III Los Pichones of the Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Tacna. The objective was to determine the optimal level of nitrogen and phosphorus for the yield of purple corn variety Canteño. The factors were: nitrogen levels: 0; 80; 160 and 240 kg/ha, and phosphorus levels: 0; 50; 100 and 150 kg/ha; the experimental design was complete random blocks with a factorial arrangement of 4 x 4 and three repetitions. The optimum nitrogen level was 188,11 kg/ha to reach a maximum yield of 11,25 t/ha. Phosphorus levels indicated not significant.

Keywords: Levels, Nitrogen, Phosphorus, *Zea mays* L., Yield.

INTRODUCCIÓN

El maíz morado (*Zea mays* L.) es única en el mundo que se cultiva en el Perú, tiene una mazorca compuesta de tusa y un grano de color negro que contiene el pigmento antocianina llamado cianidina-3 β -glucosa, que se encuentra en mayor cantidad en la tusa y en menor proporción en el pericarpio del grano, aunque la mazorca está constituida por el 85 % de grano y el 15 % por tusa. Este pigmento es un antioxidante que ayuda a la regeneración de los tejidos, al flujo sanguíneo, reduce el colesterol y promueve la formación de colágeno, mejora la circulación y reduce el riesgo de ataque cardíaco, constituyendo un excelente producto preventivo contra el cáncer de estómago. Los principales productores y exportadores mundiales de maíz morado es Perú, seguido de Argentina, Bolivia, China, Brasil, México, Francia, Yugoslavia, Rumania, Italia y Sudáfrica.

La fertilización en el maíz, es uno de los factores decisivos para lograr altos rendimientos, entre los macro elementos (nitrógeno y fósforo), el nitrógeno es una de las limitaciones en los suelos de la región de Tacna en zonas como La Yarada, Valle Viejo, Magollo, por su baja presencia y disponibilidad, por lo que es necesario un suministro adecuado de este

fertilizante nitrogenado. Y el fósforo tiene alta disponibilidad en el suelo pero no es asimilable para la planta, por lo que necesario aplicar el fertilizante para mantener la nutrición de la planta. Además del factor genético, el uso de fertilizantes químicos es importante para aumentar la producción, por lo que este trabajo de investigación agrícola se ha propuesto trabajar con la variedad Canteño que es conocida en esta área y favorable a las condiciones climáticas de la costa y sierra siendo una alternativa para los agricultores de la región de Tacna.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del problema

El maíz constituye parte de los productos más importantes en la dieta alimentaria nacional y de mayor arraigo en la cultura productiva de la población rural de los andes peruanos (Huamachumo, 2013), se cultiva en las 24 regiones del país, desde el nivel del mar hasta los 3900 msnm, en una extensión anual estimada de 502 383 ha, de los cuales 240 000 ha son de maíz amiláceo y aproximadamente 5 000 ha corresponde al maíz morado, las zonas de mayor área cultivada son Arequipa, Ica, Lima, Huánuco, Cajamarca y Ayacucho (INEI, 2013).

En la región de Tacna, no se ha realizado trabajos de investigación en el cultivo de maíz morado variedad Canteño, por lo tanto no cuenta un nivel óptimo para la aplicación de nitrógeno, fósforo y peor aún en los suelos de Tacna donde muestran los análisis de suelo de distintas zonas como La Yarada, Magollo, Valle Viejo es bajo en nitrógeno y alto en fósforo. Pese que el maíz tiene gran capacidad de absorción de nutrientes y requiere de alta fertilización para obtener una buena producción.

Por lo que es necesario estudiar el efecto del nitrógeno y fósforo para el rendimiento del maíz morado variedad Canteño, la cual contribuirá conocimientos sobre la importancia de la fertilización nitrogenada y fosforada en el cultivo, además el uso de un nivel óptimo para un alto rendimiento e introducir esta variedad siendo una alternativa para los agricultores de la región de Tacna.

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema general

¿Cuál es el efecto de la aplicación del nitrógeno y fósforo en el rendimiento de maíz morado (*Zea maíz* L.) variedad Canteño, en el Centro Experimental Agrícola III Los Pichones, Tacna?

1.2.2 Problemas específicos

¿Cuál es el nivel óptimo de nitrógeno para el rendimiento de maíz morado (*Zea mays* L.) variedad Canteño?

¿Cuál es nivel óptimo de fósforo para el rendimiento de maíz morado (*Zea mays* L.) variedad Canteño?

1.3 Delimitación de la investigación

1.3.1 Espacial

El trabajo de investigación se realizó en el Centro Experimental Agrícola III “Los Pichones” de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, ubicada en la provincia y región Tacna. Cuyas coordenadas son: Latitud sur 17° 39' 30'' y Longitud oeste 70° 14' 22'', a una altitud de 560 msnm.

1.3.2 Temporal

El trabajo de investigación se realizó entre los meses de octubre del 2016 hasta febrero del 2017.

1.4 Justificación

El maíz morado (*Zea mays* L.) en el Perú tiene una serie de fortalezas considerando en otros países como exótico por su color llamativo, es una de las mazorcas que ha adquirido mayor consumo en nuestro país y en el mundo, por su alto valor nutritivo y beneficioso para la salud, es por ello que este producto a partir del año 2007 adquirió gran importancia en el mercado internacional principalmente EE.UU. y Europa donde ha ido incrementándose. Sin embargo, la producción nacional es insuficiente para cubrir la demanda interna y externa.

El cultivo de maíz morado es una alternativa interesante para contribuir con la diversificación agrícola en condiciones de la región Tacna, quienes deben dedicar parte de sus cultivos a la producción de maíz morado para la alimentación. Los agricultores necesitan el conocimiento en fertilización de nitrógeno y fósforo para optimizar la cantidad de nutriente que necesita la planta para incrementar el rendimiento y asegurar una producción de calidad en maíz morado. El agricultor dispondrá una herramienta para la eficiencia de uso del fertilizante, lo cual permitirá reducir los excesos con beneficios económicos y reducir la contaminación por el uso indiscriminado del nitrógeno y fósforo.

1.5 Limitaciones

Las limitaciones del trabajo de investigación del maíz morado son:

- Escasa información y trabajos de investigación a nivel local, regional y nacional en el tema de aplicación de nitrógeno y fósforo en rendimiento de maíz morado variedad Canteño.
- El investigador tiene ingreso al fundo de lunes a viernes 8:00 am a 5:00 pm, el sábado y domingo no hay acceso a la investigación.
- La cantidad de agua, para el riego del campo disminuye en el mes de enero y febrero, por la estación del verano.
- La investigación es autofinanciada.

CAPÍTULO II

OBJETIVOS E HIPÓTESIS

2.1 Objetivos

2.1.1 General

Determinar el efecto de la aplicación de nitrógeno y fósforo en el rendimiento de maíz morado (*Zea mays* L.) variedad Canteño, en el Centro Experimental Agrícola III Los Pichones, Tacna.

2.1.2 Específicos

Determinar el nivel óptimo de nitrógeno en el rendimiento de maíz morado (*Zea mays* L.) variedad Canteño.

Determinar el nivel óptimo de fósforo en el rendimiento de maíz morado (*Zea mays* L.) variedad Canteño.

2.2 Hipótesis

2.2.1 General

La aplicación de nitrógeno y fósforo influyen en el rendimiento de maíz morado (*Zea mays* L.) variedad Canteño, en el Centro Experimental Agrícola III Los Pichones, Tacna.

2.2.2 Específicas

Existe una cantidad adecuada de nitrógeno en el rendimiento de maíz morado (*Zea mays* L.) variedad Canteño.

Existe una cantidad apropiada de fósforo en el rendimiento de maíz morado (*Zea mays* L.) variedad Canteño.

2.3 Variables

2.3.1 Variables independientes (X)

Niveles de nitrógeno (X_1)

Niveles de fósforo (X_2)

2.3.2 Variable dependiente (Y)

Rendimiento de mazorca (t/ha)

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

3.1 Antecedentes

Según Pinedo (2015), el mayor rendimiento de mazorca se alcanzó con la variedad INIA-615 Negro Canaán con 3,67 t/ha y con un nivel de fertilización f_3 (120-110-80), siendo mayor en cuanto a N-P₂O₅-K₂O con el nivel f_3 , se logró el menor resultado y estadísticamente igual a los niveles de fertilización f_4 (120-120-100) 3,35 t/ha y f_2 (120-90-60) 3,09 t/ha.

Según Martínez y Pérez (2004), menciona que las densidades de siembra y niveles de fertilización nitrogenada en el crecimiento, desarrollo y rendimiento del maíz híbrido H-INTA-99. Concluye que la altura de planta, longitud de panoja y rendimiento de grano presentan diferencias significativas con relación a la fertilización aplicada, los niveles de fertilización obedecen significativamente a un modelo lineal y cuadrático, además indica que mayores dosis de fertilización, se obtuvieron los más altos rendimientos de grano.

Según Mendoza (2017), en su investigación “contenido de antocianina y rendimiento de seis variedades de maíz morado (*Zea mays* L.) Canaán 2735 msnm - Ayacucho” obtuvo rendimientos de INIA-615 de 12,18 t/ha, Canteño de 10,96 t/ha, PMV-581 de 10,03 t/ha, INIA-601 de 9,31 t/ha, Arequipeño de 8,97 t/ha y UNC-47 de 6,18 t/ha de acuerdo al promedio de las mazorcas, al porcentaje de las categorías primera, segunda y tercera de toda la cosecha, la fórmula de fertilización que utilizó para todos los tratamientos en estudio fue 160; 110; 50 kg/ha N, P₂O₅ y K₂O.

Según Ramón (2014), en su ensayo “Estudio comparativo de cinco niveles de nitrógeno usando dos fuentes de fertilizantes nitrogenados en maíz (*Zea mays* L.)”, concluye que las aplicaciones de urea desde 80 kg N/ha hasta 200 kg N/ha dieron valores más altos, en comparación con el testigo absoluto. Los mejores tratamientos de fertilización nitrogenados fueron las de aplicación con urea, en relación con los tratamientos a base de sulfato de amonio. Así mismo menciona que de acuerdo con el análisis de regresión, existe tendencia de aumento de rendimiento a medida que se incrementa las dosis de fertilizante nitrogenado usando las fuentes urea y sulfato de amonio.

Según Begazo (2013), en su estudio, Marco de siembra en el rendimiento de maíz morado (*Zea mays* L.) “ecotipo arequipeño” en la

irrigación majes 2012-2013, alcanzó rendimientos de mazorca de 5 743 kg/ha y 5 524 kg/ha asimismo menciona que el distanciamiento entre plantas condicionó de manera significativa el diámetro de mazorca, longitud de mazorca, peso promedio de mazorca, peso promedio de grano de mazorca, número de mazorca/planta y el rendimiento de mazorca, la fórmula de fertilización que utilizó en su investigación fue 150-150-50 kg/ha de N-P₂O₅ y K₂O para todos los tratamientos en estudio.

Según Mendieta (2015), en su investigación "control de malezas y densidad de plantas en el rendimiento del cultivo de maíz morado (*Zea mays* L.) Cangari 2320 msnm Huanta - Ayacucho" obtuvo rendimientos de 6 482,0; 1 556,90 y 1 221,20 kg.ha⁻¹ de mazorca de categoría primera, segunda y tercera, la fórmula de fertilización que utilizó para todos los tratamientos en estudio fue 140-80-80 kg/ha N, P₂O₅ y K₂O.

3.2 Cultivo de maíz morado

Grobman (1982), citado por Aguirre (2016), menciona que las diversas variedades de maíz morado provienen de la raza ancestral culli (que en quechua significa negro). Las formas típicas están casi extinguidas, la raza culli es una de las cinco razas ancestrales de las que se han originado todas las demás, actualmente en extinción en el mundo. Existen

muy pocas razas que presentan pigmentos antocianicos, tanto en el grano como en la tusa. En el Perú la raza culli se cruzó con otras razas, transfiriendo sus colores característicos a las razas derivadas, como el San Gerónimo, Huancavelicano, Piscoruto, Cuzco, Huayleño, Arequipeño e Iqueño.

Según Manrique (1999), el maíz morado se adapta a diversos climas de la costa y sierra del Perú. La existencia de diferentes variedades le permite esta gran dispersión de área. En cualquier ambiente donde se cultiva, es favorecido en su desarrollo y rendimiento por los climas preferentemente secos, con temperaturas moderadas.

Sevilla y Valdés (1985) citado por Cabrera (2016), mencionan que el maíz recibe la denominación de “morado” cuando el pericarpio, las glumas, tusa y 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.

Según Manrique (1999), indica que el maíz morado se adapta a diferentes tipos de suelos, prefiere pH entre 6-7 pero se adapta a condiciones de pH más bajo y más elevado, e incluso se da en terrenos calizos, siempre que el exceso de cal no implique el bloqueo de micro elementos.

Fopex (1985), citado por Cabrera (2016), confirma que, se conoce un gran número de variedades de maíz morado que se diferencian por la forma y tamaño de las mazorcas, por el número de hileras que varían de 8 a 12; por el tamaño, forma y color el pericarpio de los granos y por otras características morfológicas. Específicamente, en el maíz morado hay mucha variación en el color de grano (especialmente en la sierra). El color negro en la raza culli y sus razas derivadas está asociado a otros colores cuya base genética es necesario conocer para dirigir la selección y controlar la pureza genética en los semilleros.

3.2.1 Origen del Maíz Morado

Goodman y Wilkes (1995) citado por Pinedo (2015), refiere que el maíz fue domesticado hace aproximadamente 8000 años en Mesoamérica (México y Guatemala). El ecosistema donde se desarrolló los primeros tipos de maíz fue estacional y una altura de más de 1500 msnm; estas características también describen el área principal ocupada por los parientes más cercanos del maíz, el Teocintle (*Zea mays* L. ssp. Mexicana) y el género *Tripsacum* (*Z. mexicana* Schrader Kuntze).

Según Manrique (1997), afirma que el origen del maíz morado es muy remoto y se cultiva en el Perú desde épocas precolombinas, y que es nativo de las alturas de México o América central.

Según Justiniano (2010), menciona que el Perú se ha identificado un total de 55 razas de maíz, y que la raza es un agregado de poblaciones de una especie que tienen en común caracteres morfológicos, fisiológicos y usos específicos. Sin embargo, estas características distintivas no son suficientes para constituir una sub especie diferente.

Según Condori (2006), se conoce un gran número de variedades de maíz morado que se diferencian por la forma y tamaño de las mazorcas, por el número de hileras por la mazorca y por el color del pericarpio de los granos. El color de la planta varia de verde a morado oscuro, pero la lígula de las hojas y de las anteras son invariables teniendo siempre color morado oscuro.

3.2.2 Zonas de producción de maíz morado

Según el Proyecto UE-Perú/Penx (2007), las zonas de producción del maíz morado en el país son: Ancash, Arequipa, Ayacucho, Cajamarca, Huánuco, Ica, Lima, Moquegua y Lambayeque. La producción peruana de maíz morado ha mostrado una recuperación en sus niveles de producción a partir del 2003, creciendo a un ritmo promedio anual de 19,6 % en el año 2006, totalizando 10,6 mil toneladas. En el 2006 las principales regiones productoras fueron Lima (24,2 %), Arequipa (21,8 %) y Cajamarca (20,6 %).

3.2.3 Importancia de maíz morado

El maíz morado adquiere especial importancia por sus propiedades nutricionales, razón por la cual se utiliza como colorante en la industria de alimentos y bebidas; asimismo por sus cualidades medicinales es utilizado en la industria farmacéutica. De igual forma es generador de mejores ingresos económicos para los agricultores de los valles interandinos de la sierra peruana (Manrique, 1999).

El Perú es el único país que produce maíz morado para su comercialización en el mercado de exportación (Condori, 2006).

3.2.4 Propiedades alimenticias

Las formas más frecuentes de consumo del maíz morado son en chicha y mazamorra morada. Sin embargo, en algunas zonas productoras de este maíz se consume en tamales y humitas de coloración morada. En Ayacucho se ha preparado jora de maíz morado y con ella se ha elaborado chicha de jora de coloración similar al vino y en prueba de degustación fue aprobada como una bebida de buen sabor (Huamachumo, 2013).

El maíz morado tiene mayor cantidad de proteína que los maíces blancos. El análisis bromatológico de la variedad INIA- 615 Negro Canaán

reporta 9,26 % de proteína en el grano y 4,37 % en la tusa. Asimismo, presenta alta cantidad de carbohidratos en el grano y en la tusa con 65,01 % y 62,39 % respectivamente. El grano del maíz morado se está utilizando en la preparación de alimentos balanceados para animales de granja (porcinos, vacunos, cuyes). Según El Proyecto UE-Perú/Penx (2007), menciona más que poseer propiedades alimenticias contiene compuestos que combaten enfermedades degenerativas que afectan el organismo humano, creando efectos a favor de la salud y el bienestar lo cual hace que sea reconocido como un gran antioxidante.

3.2.5 Propiedades medicinales

El maíz morado, podría ser un buen aliado en la lucha contra la diabetes, la obesidad y otras enfermedades igualmente importantes, las que se mencionan a continuación (Manrique, 1999):

- a) Su contenido de antocianina es un poderoso antioxidante natural que ayuda en la prevención del cáncer.
- b) Reduce el riesgo de desarrollar cierto tipo de cáncer, tales como del colon y recto.
- c) Su alto poder antioxidante retarda el proceso del envejecimiento celular.
- d) Disminuye los riesgos de ataque al corazón.

- e) Disminuye los niveles de colesterol malo.
- f) Favorece la buena circulación sanguínea.
- g) Regula la presión arterial.
- h) Desintoxica el cuerpo y protege de otras enfermedades degenerativas como la arterioesclerosis, diabetes, artritis y cataratas.
- i) Estimula la acción diurética (Risco, 2012).

3.2.6 Taxonomía

Según Manrique (1997), citado por Mendieta (2015), que la ubicación taxonómica del maíz es la siguiente:

Reino: Vegetal

División: Fanérogamas

Clase: Monocotiledóneas

Orden: Graminales

Familia: Gramineae

Tribu: Maydeas

Género: Zea

Especie: *Zea mays* L.

Nombre común: Maíz

3.2.7 Morfología del maíz

a) Raíz

Según Quispe *et al.*, (2011), las raíces son fasciculadas, el sistema radicular está constituido de: Raíz Seminal o principal: está representada por un grupo de una a cuatro raíces, que pronto dejan de funcionar. Se originan en el embrión. Suministran nutrientes a las semillas en las primeras dos semanas. Raíces adventicias: el sistema radicular de una planta es casi totalmente adventicio y brota de la corona. Raíces de sostén o soporte: estos tipos de raíces se originan en los nudos, cerca de la superficie del suelo. Favorecen dando a la planta una mayor estabilidad. Las raíces de sostén realizan fotosíntesis. Raíces Aéreas: son raíces que no alcanzan el suelo (mencionado por Requis, 2012).

b) El tallo

Según Manrique (1997), menciona que cuando las plántulas tienen 40 a 60 cm de altura, el punto de crecimiento sale del nivel del suelo de 8 a 10 hojas. En este estado, el tallo presenta la forma de un pequeño cilindro piramidal terminado en punta, de 20 cm de longitud y 2,5 cm de diámetro aproximadamente. A partir de esa etapa el tallo comienza a alargarse rápidamente iniciándose el periodo de crecimiento, formando una estructura longitudinal y cilíndrica muy frágil, con 20 a 25 nudos,

entrenudos y sus correspondientes hojas, yemas axilares y la panoja perfectamente formada.

c) Hojas

Las hojas poseen una larga vaina que envuelve el entrenudo. El limbo es largo, un poco ancho y termina en punta, de bordes enteros y con nervaduras paralelas, su color usual es verde, pero se pueden encontrar hojas rayadas de blanco y verde o verde y púrpura (Quispe *et al.*, 2011).

d) Inflorescencia pistilada (femenina)

La inflorescencia femenina corresponde a una espiga modificada. La espiga se presenta cubierta por brácteas u hojas envolventes y esta conjuntamente con las brácteas conforman la mazorca (Manrique, 1997).

e) Inflorescencia estigmada (masculina)

Se realiza en las últimas hojas de la planta, de siete a diez días antes de que comience a aparecer los estilos de la inflorescencia femenina (Manrique, 1999).

e) Mazorcas

La mazorca es compacta y formada por hojas que la cubren totalmente. El eje de la inflorescencia recibe el nombre de tusa en América del Sur y elote o corontas en México y América central (Justiniano, 2010).

f) Semillas

Cada semilla en la mazorca es un fruto independiente que esta insertado en el raquis cilíndrico o coronta; la calidad de granos producidos por mazorcas está limitada por el número de granos por hilera, al igual que otros cereales, el grano de maíz está constituido por pericarpio, endospermo y embrión (MINAGRI, 2012).

3.2.8 Fenología del maíz

La fenología del cultivo de maíz, se refiere al crecimiento vegetativo y crecimiento reproductivo del maíz, expresado en función de los cambios fisiológicos y morfológicos de la planta, relacionados con el ecosistema donde se desarrollan (Sierra Exportadora, 2013).

Llamamos ciclo de desarrollo al conjunto de fases que van desde la germinación de la semilla del maíz hasta la floración y formación del fruto, este ciclo comprende dos etapas bien definidas desarrollo vegetativo y desarrollo reproductivo (Requis, 2012).

a. Fase vegetativa

Según Quispe *et al.*, (2011), menciona que esta fase inicia con las etapas de germinación y emergencia. Se entiende por germinación a la serie de procesos que incluyen desde la absorción de agua por parte de la semilla hasta la emergencia de la radícula y por emergencia en la etapa desde que emerge la radícula hasta la aparición del colmo sobre el suelo. Continúa esta fase con el desarrollo de las distintas hojas hasta poco antes de que aparezcan las estructuras reproductivas de las plantas, es decir, cuando se comienza a visualizar la espiga del maíz (flor masculina).

A continuación, se muestra el estado vegetativo del cultivo de maíz.

- a. V: Estado vegetativos
- b. Ve: Emergencia
- c. V1: Primera hoja desarrollada
- d. V2: Segunda hoja desarrollada
- e. V3: Tercera hoja desarrollada
- f. V4: Cuarta hoja desarrollada
- g. V5: Quinta hoja desarrollada
- h. V6: Sexta hoja desarrollada
- i. V7: Séptima hoja desarrollada

- j. V8: Octava hoja desarrollada
- k. V9: Novena hoja desarrollada
- l. V10: Décima hoja desarrollada
- m. Vt: Panojamiento (Cervantes, 2018)

b. Fase Reproductiva

La fase reproductiva inicia cuando se observa la espiga del maíz y termina hasta que se tenga la madurez fisiológica del cultivo (capa negra en el punto de inserción del grano con el elote).

A continuación, se muestra el estadío reproductivo del cultivo de maíz.

- a. R Estados reproductivos
- b. R1: Emergencia de estigma
- c. R2: Cuaje
- d. R3: Grano lechoso
- e. R4: Grano pastoso
- f. R5: Grano dentado
- g. R6: Madurez Fisiológica (Cervantes, 2018).

3.2.9 Variedades de maíz morado

- a) Morado Canteño, para siembra en sierra media su floración femenina ocurre de 110 a 125 días después de la siembra.

- b) Morado PVM-581, para siembra en sierra media presenta floración femenina de 95 a 105 días después de la siembra.
- c) Morado PVM-582, para siembra en costa central, su floración femenina ocurre de 55 a 60 días después de la siembra
- d) Morado Arequipeño, para siembra en sierra media.
- e) Negro de Junín, para siembra en sierra central.
- f) Morado INIA-601, para siembra en sierra media, su floración femenina ocurre de 90 a 105 días después de la siembra.
- g) Morado INIA-615 Negro Canaán, para siembra en sierra media su floración femenina ocurre de 84 a 93 días después de la siembra (Manrique, 1999).

3.2.10 Exigencias edafológicas

Según Quispe *et al.*, (2011), señala que el maíz morado requiere un suelo franco-arcilloso con buena capacidad para el soporte de la humedad, se adapta a diversos climas de la costa y sierra, que se ubiquen a lo largo de la cordillera de los andes entre los 1200 y 3000 msnm.

Las condiciones óptimas para la producción del maíz morado son los suelos profundos con textura franco a franco-arcilloso que retienen humedad. El exceso de humedad limita la acumulación de pigmentos en

la mazorca, por ello se desarrolla mejor en suelo con pH entre 5 y 8, con una conductividad eléctrica entre 1 y 4 dS/m (Risco , 2012).

3.2.11 Manejo agronómico del maíz morado

a. Época de siembra

En los valles interandinos de la sierra, el maíz morado se puede sembrar entre 2000 y 2800 msnm. Las épocas más apropiadas son: en campaña chica, si se cuenta con agua de riego, en el mes de julio; y en campaña grande de octubre a noviembre. Para garantizar buena producción se debe utilizar semilla mejorada, que garantice su pureza varietal. En la sierra se encuentra muy difundida la variedad morado Canteño, morado PVM-581 y en los últimos años se ha introducido el maíz morado INIA-601 liberado en la Estación Experimental Agraria Baños del Inca de Cajamarca y el morado INIA-615 Negro Canaán liberado en la Estación Experimental Agraria Canaán-Ayacucho, ambos para condiciones de valles interandinos de la sierra peruana (Manrique, 1999).

b. Densidad de siembra

La densidad de siembra es de mucha importancia en la producción de maíz morado, conviene tener una adecuada población de plantas para

cosechar mayor número de mazorcas; en alta densidad el distanciamiento de siembra entre surcos es de 0,80 m y entre golpes de 0,50 m con 3 semillas por golpe para tener una población hasta de 75 000 plantas/ha. La cantidad de semilla requerida es de 35 kg/ha a 40 kg/ha, que deben estar protegidas contra los gusanos de tierra (*Agrotis ipsilon*) causante de la muerte de plántulas y contra hongos que causan pudrición de semillas (Requis, 2012).

c. Abonamiento

El abonamiento se realiza con la finalidad de devolver la fertilidad que ha perdido la tierra en la siembra anterior. La cantidad de fertilizante necesario depende de la fertilidad natural del suelo, también depende del potencial de rendimiento de la variedad de maíz. En general se recomienda a los agricultores la incorporación de guano de corral y una fórmula promedio de 120-80-60 kg/ha de N, P_2O_5 y K_2O respectivamente. El primer abonamiento se realiza en el momento de la siembra aplicando la mitad del nitrógeno y todo el fósforo y potasio. El segundo abonamiento nitrogenado se realiza al momento del aporque, cuando la planta se encuentra en estado de 8 a 10 hojas extendidas, en los valles interandinos esto ocurre a los 30 a 40 días después de la siembra (Manrique, 1999).

d. Control de malezas

Es fundamental evitar la competencia de malezas especialmente en los primeros 40 días de crecimiento para evitar pérdidas por competencia de nutrientes, luz, espacio y además porque las malezas son hospederas de plagas y enfermedades. El control de malezas se realiza en forma manual usando lampas o azadones. También se controla malezas de hoja ancha aplicando herbicidas en base a atrazina usando de 1,5 a 2,0 kg/ha. Se recomienda la aplicación de herbicida cuando las malezas tengan de 2 a 4 hojas verdaderas y cuando el suelo se encuentre con humedad en capacidad de campo (Proyecto UE-Perú/Penx, 2007).

e. Aporque

El aporque se realiza cuando las plantas tengan de 8 a 10 hojas extendidas, con altura de 50 a 60 cm, esta actividad nos permite incorporar el segundo abonamiento nitrogenado, eliminación de malezas y permite también la oxigenación del suelo próximo a las raíces que favorece mejor absorción de los nutrientes y protege la raíz adventicia de soporte, evitando el acame de plantas. Se realiza en forma manual usando azadones, también se realiza utilizando tracción animal (yunta) y maquinaria agrícola (Requis, 2012).

f. Riego

La presencia de sequías en los valles interandinos nos obliga a complementar con riegos en los momentos críticos: durante el establecimiento del cultivo (se consigue de antemano con el riego de machaco antes de la preparación del terreno), antes del aporque, en la etapa de floración y llenado de grano (Manrique, 1999).

g. Plagas del maíz morado

Según Requis (2012), menciona las plagas más importantes en el cultivo de maíz morado en los valles interandinos son:

Gusano de tierra o cortador (*Agrotis ipsilon*)

Gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*)

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

3.2.12 Criterios para el manejo de la fertilización del cultivo de maíz

El rendimiento de maíz está determinado principalmente por el número final de granos logrados por unidad de superficie, el cual es función de la tasa de crecimiento del cultivo alrededor del período de floración. Por lo tanto, para alcanzar altos rendimientos, el cultivo debe lograr un óptimo estado fisiológico en floración: cobertura total del suelo y alta eficiencia de

conversión de radiación interceptada en biomasa. La adecuada disponibilidad de nutrientes, especialmente a partir del momento en que los nutrientes son requeridos en mayores cantidades (aproximadamente 5 a 6 hojas desarrolladas), asegura un buen desarrollo y crecimiento foliar y una alta eficiencia de conversión de la radiación interceptada. Los nutrientes disponibles en el suelo generalmente limitan la producción de maíz, siendo necesario conocer los requerimientos del cultivo y la oferta del suelo para determinar las necesidades de fertilización (Cervantes, 2018).

3.2.13 Requerimientos nutricionales del maíz

El requerimiento (cantidad total de nutriente absorbida por el cultivo) y la extracción en grano de los nutrientes esenciales para producir una tonelada de grano de maíz. Debe tenerse en cuenta que existe una marcada variabilidad según el ambiente y manejo del cultivo (Castellanos y Rodríguez, 2017).

3.2.14 Diagnóstico de la fertilización

Las diferentes metodologías disponibles para evaluar la nutrición del cultivo de maíz desde pre-siembra a cosecha. En general, el análisis de suelo es la herramienta básica y fundamental para determinar los niveles de fertilidad de cada lote y diagnosticar la necesidad de fertilización. Los

análisis vegetales permiten integrar los efectos de suelo y del ambiente sobre la nutrición de las plantas ampliando la base de diagnóstico y son de particular importancia para nutrientes cuya dinámica en suelo es particularmente compleja, en el caso de los micronutrientes. La información complementaria utilizada para el diagnóstico de la fertilización incluye las características climáticas de la zona, del suelo y su manejo del cultivo (Castellanos y Rodríguez, 2017).

En las condiciones de producción de maíz, el nitrógeno y fósforo son frecuentemente deficientes para alcanzar altos rendimientos (Cakmak, 2017).

3.3 El nitrógeno en el maíz

El nitrógeno (N) es un elemento esencial en la nutrición vegetal, ya que es el nutriente principal que compone las proteínas, los aminoácidos, los ácidos nucleicos y la clorofila; es por ello que es un elemento que se asocia con el crecimiento vegetativo de las plantas (Cakmak, 2017; Castellanos y Rodríguez, 2017).

A pesar de que el nitrógeno (N₂) es uno de los elementos más comunes en el planeta, en la producción agrícola es el nutriente más limitante y el que más se aplica como fertilizante. Las plantas sólo son capaces de asimilar el nitrógeno en dos formas químicas, es decir, es un

elemento que es absorbido por las plantas como nitrato (NO_3^-) y amonio (NH_4^+). El nitrato es la especie de nitrógeno preferida por los cultivos (Verhulst *et al.*, 2015).

Las raíces de las plantas toman el nitrógeno del suelo en forma de nitrato (NO_3^-) o amonio (NH_4^+). En la mayoría de los suelos la acción de bacterias nitrificantes hace que los cultivos absorban en su mayoría N-NO_3 . En otras situaciones especiales del suelo, como condiciones anaeróbicas, las plantas pueden absorber relativamente más NH_4^+ que NO_3^- . De igual manera puede suceder inmediatamente después de una aplicación de fertilizantes amoniacales o en etapas de crecimiento temprano, cuando las temperaturas son aún bajas para que se produzca una rápida nitrificación. En algunos casos las plantas también absorben nitrógeno bajo forma de urea (Weiss *et al.*, 2009).

La preferencia de las plantas por NH_4^+ o NO_3^- , cuando ambas formas están presentes, depende fundamentalmente de la especie cultivada. Los cereales absorben indistintamente cualquier forma de nitrógeno, mientras que las solanáceas como tomate se ven favorecidas por una relación $\text{NO}_3/\text{NH}_4^+$ más alta (Andrade *et al.*, 1996).

Existen trabajos que indican que algunos cultivos crecen mejor si se les suministra una mezcla de NH_4^+ y NO_3^- . Se ha detectado que algunas

plantas no sólo pueden producir mayor nivel de rendimiento sino también mayor nivel de proteína (Reussi y Berardo, 2016).

3.3.1 Absorción y asimilación de Nitrato (NO_3^-)

Los NO_3^- se absorben de manera activa, es decir, con gasto de energía. Enzimas especiales catalizan el pasaje de los iones NO_3^- a través de las membranas celulares, sobre todo a nivel de los pelos radiculares. Como ya se indicó, los NO_3^- se absorben en menor proporción cuando las temperaturas son bajas. La absorción también está afectada por el molibdeno, ya que se forma una molibdo proteína en la superficie de células radiculares, para el transporte de NO_3^- (Fertilab, 2016).

Cuando los NO_3^- han ingresado a la planta pueden ser almacenados como tal por los tejidos radiculares, reducidos y sintetizados en aminoácidos y depositados en el xilema para ser transportados por los tallos (Barraco y Díaz, 2005).

La asimilación de NO_3^- se realiza a través de una serie de etapas. El NO_3^- se reduce a NO_2^- por acción enzimática y de la presencia de fotosintatos. Luego, ese NO_2^- se reduce a NH_3 , por la acción del nitrito reductasa. El NH_3 obtenido es rápidamente incorporado a ácido glutámico

por acción de la glutamina sintetasa y glutamato sintasa, ubicadas tanto dentro de las células, como fuera de ellas (Alvarez *et al.*, 2003).

3.3.2 Absorción y asimilación de Amonio (NH_4^+)

La absorción de NH_4^+ se cumple a través de un proceso activo y otro pasivo. En experimentos donde se han utilizado inhibidores metabólicos, se ha demostrado que inhibiendo la liberación de energía respiratoria la absorción de NH_4^+ se reduce a la mitad, pero ésta no se inhibe completamente, como sucede con la absorción de NO_3^- . El NH_4^+ incrementa su absorción a valores de pH cercanos a 8. Su absorción produce un incremento de la absorción de aniones inorgánicos (H_2PO_4^- , SO_4^{2-} y Cl^-), y el pH de la rizósfera puede decrecer debido a la liberación de H^+ por la raíz para mantener la neutralidad eléctrica (Orcellet *et al.*, 2015).

A pesar de que el NH_4^+ puede ser absorbido pasivamente, su tasa de absorción depende más que la del NO_3^- del suministro de energía. Esto se debe a que una vez que es absorbido, el NH_4^+ debe ser incorporado inmediatamente a los esqueletos carbonados. Si no existen carbohidratos disponibles para este proceso, el NH_4^+ puede acumularse a niveles tóxicos dentro de la raíz. Esto produce detención del crecimiento y

reducción de la absorción de K^+ , con síntomas de deficiencia de este nutriente en la planta (Barraco y Díaz, 2005).

Una vez absorbido, el NH_4^+ no requiere ser reducido, por lo que con relación al NO_3^- existiría un ahorro de energía por parte de la planta. Sin embargo, en algunas situaciones este costo energético podría no ser importante. Cuando el NO_3^- es reducido en la hoja, la energía que se utiliza para el proceso de reducción proviene directamente de la energía solar, y no supone utilización de carbohidratos como fuente de energía. Solamente cuando el NO_3^- es reducido en la raíz, la energía utilizada por la planta para este proceso proviene del catabolismo de los carbohidratos (Verhulst *et al.*, 2015).

3.3.3 Los fertilizantes nitrogenados en la nutrición de los cultivos

Los fertilizantes nitrogenados son los fertilizantes químicos más utilizados a nivel mundial, debido a que existe una deficiencia generalizada del nitrógeno en los suelos agrícolas del mundo. Sin embargo, sólo el 40 % de nitrógeno aplicado es utilizado por los cultivos y el restante es lixiviado a aguas subterráneas, se traslada a aguas superficiales o se pierde a la atmósfera como emisiones gaseosas (volatilización) (Cakmak, 2017).

Los principales fertilizantes nitrogenados usados en la agricultura son: urea, sulfato de amonio, nitrato de amonio, fosfato monoamónico y fosfato diamónico. La urea destaca como el fertilizante nitrogenado más utilizado en el mundo, aunque es la fuente que mayores pérdidas de nitrógeno puede tener antes de ser absorbido por el cultivo. Las principales pérdidas del nitrógeno del suelo ocurren mediante las siguientes vías: lixiviación, desnitrificación, volatilización y fijación de amonio (Castellanos y Rodríguez, 2017).

Los fertilizantes nitrogenados varían en concentración de nitrógeno, así como en sus características físico-químicas. Por lo tanto, la elección del fertilizante dependerá de las características del suelo donde se va a aplicar, disponibilidad de fuentes, tipo de cultivo y costos por unidad de nitrógeno. En este sentido, es sumamente importante que los productores conozcan las características de los fertilizantes nitrogenados con la finalidad de elegir el más adecuado a su condición y con ello lograr una mayor eficiencia en el uso del nitrógeno (Barraco y Díaz, 2005).

3.3.4 Principales fertilizantes nitrogenados disponibles en el mercado

a) Sulfato de amonio (SO_4^{2-})

Es una fuente soluble de fácil disponibilidad de nitrógeno y azufre. Las formas sólidas contienen 21 % de nitrógeno y 24 % de azufre. El sulfato de amonio es un fertilizante acidificante, por lo que su uso es recomendable en suelos alcalinos. Su acción acidificante se debe a que el azufre en forma de sulfato (SO_4^{2-}) es capaz de reaccionar rápidamente con el calcio del suelo, formando compuestos de sulfato de calcio (CaSO_4) que rápidamente precipitan y pueden ser lixiviados por el agua de lluvia o riego (Fertilab, 2016).

Es uno de los fertilizantes más comunes para corregir deficiencias de azufre (suelos ácidos o bajos en materia orgánica), ya que es una fuente multi-elemento al aportar nitrógeno y azufre (Castellanos y Rodríguez, 2017).

b) Nitrato de amonio (NH_4NO_3).

El nitrato de amonio es un fertilizante muy conocido y contiene entre el 33 y 34 % de nitrógeno. Su principal característica es ser un fertilizante que proporciona el nitrógeno en las dos formas en la que es absorbido por

las plantas: nitrato (NO_3^-) y amonio (NH_4^+). Al ser un producto que contiene tanto amonio como nitrato, el riesgo de volatilización se ve reducido. Además, al contener una parte del nitrógeno como nitrato los cultivos pueden absorber rápidamente este compuesto y tener respuesta, mientras que la otra mitad en forma amonio es transformado gradualmente por los microorganismos del suelo y posteriormente absorbido por la planta. Debido a que contiene amonio, es un fertilizante de reacción acida, es decir, tiene la capacidad de reducir el pH del suelo (Barraco y Díaz, 2005).

3.4 El fósforo en el maíz

La fertilización del maíz es uno de los puntos más críticos para alcanzar buenos rendimientos. En este punto, el fósforo (P) es quizá el macronutriente más complejo de manejar, ya que, a diferencia del nitrógeno y potasio, el P es fácilmente fijado en el suelo. Hay múltiples casos donde los agricultores omiten el análisis de suelo y llegan a aplicar fósforo cuando el suelo tiene excesos de este nutriente (Castellanos, 2016).

3.4.1 Diagnóstico de fósforo en la fertilidad del suelo

Para determinar la dosis de aplicación de fósforo, es necesario conocer el nivel del nutriente en el suelo y la extracción del cultivo de maíz. A

diferencia del análisis de nitrógeno, el fósforo se basa en la extracción de una porción del fósforo, proveniente de los minerales secundarios y compuestos, la cantidad de fósforo extraída se interpreta como la capacidad del suelo para suministrar fósforo en el mediano plazo (Castellanos *et al.*, 2016).

3.4.2 Demanda de fósforo y dosis de fertilización en maíz

El maíz es un cultivo de categoría media en cuanto a la demanda de fósforo, y por cada tonelada de grano se extraen 11,6 kg de P_2O_5 , mientras que por cada tonelada de forraje en el caso de maíz forrajero se extraen 1,6 kg de P_2O_5 . De acuerdo a la meta de rendimiento, la extracción nutrimental aumenta, por ejemplo, para una meta de 10 t/ha, el cultivo de maíz para grano extrae 116 kg de P_2O_5 . Sin embargo, hay que tomar en cuenta que esta cantidad representa solo la extracción neta, no toma en cuenta la eficiencia de aplicación del nutriente (Rodríguez, 2018).

3.4.3 Factores que intervienen en la disponibilidad del fósforo

Son diversos los factores que intervienen sobre la disponibilidad del fósforo en el suelo, tales como el nivel de fertilidad del suelo, capacidad de fijación de fósforo del suelo, métodos de labranza, equipo y fechas de siembra, especie cultivada antes del maíz, compactación del suelo, temperatura, humedad del suelo, etc. por todas las limitantes se

recomienda contar con un buen historial del suelo (Castellanos *et al.*, 2016).

3.4.4 Fuentes y métodos de aplicación del fósforo

Existen diversas fuentes de fósforo, en este caso se recomienda tomar en cuenta el pH del suelo y su nivel de salinidad. Se debe considerar el índice de acidez y el índice de salinidad de cada fertilizante. El método de aplicación afecta al rendimiento del cultivo de maíz, existe una mayor eficiencia cuando se aplica en banda que aplicándolo al voleo. En fertirriego la eficiencia es mayor, pero se deben usar fuentes muy solubles (INTAGRI, 2018).

3.4.5 Recomendaciones importantes

La dosis de aplicación siempre debe basarse en el contenido de fósforo en el suelo y en la proyección del rendimiento. Es preferible mantener siempre monitoreando el cultivo para determinar la época de aplicación, aunque con un buen diagnóstico es poco probable que el cultivo muestre deficiencias. Además de elegir la fuente adecuada de fósforo, conviene apoyarse en abonos orgánicos que además mejoran las propiedades físicas del suelo. Se recomienda incorporar residuos de los cultivos al suelo para enriquecer su fertilidad (Berardo *et al.*, 2003).

CAPÍTULO IV

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

4.1 Ubicación del campo de investigación

Se realizó en el Centro Experimental Agrícola III “Los Pichones” de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, ubicada en el distrito, provincia y región de Tacna. Cuyas coordenadas son: Latitud sur de 17° 39' 30'', Longitud oeste de 70° 14' 22'' y una altitud de 560 msnm.

4.2 Historia de campo experimental

Según información del CEA III Los Pichones, los cultivos de las campañas anteriores fueron:

- a) Año 2013: Tomate
- b) Año 2014: Ají paprika
- c) Año 2015: Pepinillo

4.3 Material experimental

Como material experimental se utilizó la semilla de maíz morado variedad Canteño, adquirida de la semillería Manrique S.R.L. en Lima y los fertilizantes; urea, fosfato diamónico, superfosfato triple.

a) Variedad Canteño

Es una variedad precoz y se cultiva en muchos lugares en la sierra del Perú, que más se consume en el mercado de Lima. Las plantas miden de 1,80 a 2,50 m de altura, con una precocidad de 110 a 120 días a la floración. Presenta plantas con tallo, hojas, panojas y barbas de color púrpura o morado y se caracteriza porque en las mazorcas, las tuzas 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. Los granos son planos y presentan endospermo blanco amiláceo, las mazorcas son cilindro cónicas de 15 cm de longitud y 5 cm de diámetro, con 8 a 14 hileras. Se cultiva entre los 500 a 2 400 msnm, en la costa central del departamento de Lima, en especial en las provincias de Canta y Lima, así como en Caraz departamento de Ancash. Su rendimiento promedio es de 2,5 a 4,2 toneladas por hectárea.

b) Urea

La urea es un fertilizante altamente soluble y seco. Es una fuente cuyo nitrógeno se vuelve disponible para la planta cuando se convierte en amonio (NH_4^+) y luego en nitrato (NO_3^-). La urea se puede utilizar sólo o en mezclas con otros fertilizantes (secos o líquidos). Es un fertilizante muy utilizado por tener 46% de nitrógeno, su costo es relativamente bajo por unidad de nitrógeno; rápidamente pasa a formas disponibles para las plantas. Cuando se aplica se debe tapar, ya que de lo contrario las pérdidas por volatilización en forma de amoniaco pueden ser muy altas, incluso alcanzando valores superiores al 40 % del aplicado. La principal desventaja de la urea es la tasa de pérdida que llega a tener antes de que los cultivos tengan la oportunidad de absorber el nitrógeno, ya que fácilmente se puede perder por diferentes vías como: volatilización, desnitrificación o lixiviación.

c) Fosfato diamónico

Es un fertilizante sólido altamente soluble que contiene 18 % de nitrógeno y 46 % de fósforo, fácilmente disponibles. El fosfato diamónico se caracteriza por tener una reacción alcalina en un inicio, aunque su efecto residual es usualmente ácido, por lo que es muy recomendado

para suelos con pH neutro a alcalinos. Es una excelente fuente de nitrógeno y fósforo, por lo que se puede usar como fertilizante iniciador.

d) Superfosfato triple

Llamado concentrado de superfosfato, resulta del tratamiento de rocas fosfóricas con ácido fosfórico, reduciéndose el contenido de Azufre. El contenido de fósforo es 45 %. Es una buena fuente de fósforo para el cultivo cuando no se requiere azufre.

4.4 Análisis de suelo del campo experimental

Se realizó en el Laboratorio de Análisis Químicos y Servicios E.I.R.L. ubicado en la ciudad de Arequipa, año 2016, cuyos resultados se encuentran en la tabla 1.

El pH es la medida de la acidez o alcalinidad del suelo donde ha sido clasificado como un suelo fuertemente ácido. La conductividad eléctrica (CE), nos mide la cantidad de sales solubles, fue clasificado moderadamente salino. El nitrógeno fue bajo, el fósforo fue alto, el potasio fue alto y la clase textural del suelo fue franco arenoso. La capacidad de intercambio catiónico (CIC) es una propiedad del suelo que está relacionado con la disponibilidad de los nutrientes para la planta y es una medida de la fertilidad potencial del suelo, fue clasificado bajo. El

porcentaje sodio intercambiable (PSI) es la cantidad de sodio absorbido por las partículas del suelo, ha sido clasificado como no sódico, lo que es favorable para el cultivo.

Tabla 1

Resultados del análisis de caracterización del suelo

Cualidades generales			
Textura	F	Franco arenoso	Interpretación
Arena	54,8	%	
Limo	30,2	%	
Arcilla	15,0	%	
Calcáreos			
CaCO ₃	0,0	%	Deficiente
pH	4,76		Fuertemente ácido
C.E. (sales)	1,73	mS/cm	Mod. Salino
Nutrición principal			
Materia orgánica	1,56	%	Bajo
N (total)	0,08	%	Bajo
Fósforo (P)	16,45	ppm	Alto
Potasio (K)	570	ppm	Alto
CIC	11,8	meq/100	Bajo
Ca ⁺⁺	7,13	meq/100	Medio
Mg ⁺⁺	1,44	meq/100	Medio
K ⁺	1,07	meq/100	Muy alto
Na ⁺	0,26	meq/100	Bajo
PSI	2,2	%	No sódico
Saturación de bases	83,9	%	

Fuente: Laboratorio de Análisis Químicos y Servicios E.I.R.L Arequipa (2016)

4.5 Datos meteorológicos del campo experimental

Tabla 2

Datos meteorológicos registrados durante la ejecución de proyecto de investigación

Meses	Temperatura		Humedad Relativa (%)	Precipitación mm
	máxima	mínima		
	°C			
Octubre	25,0	12,0	73,60	0,00
Noviembre	27,0	13,0	70,00	0,00
Diciembre	28,0	13,0	66,80	1,60
Enero	26,5	16,5	66,80	0,30
Febrero	27,9	16,7	66,00	0,40

Fuente: SENAMHI TACNA (2016-2017)

En la tabla 3, muestra los datos meteorológicos registrados durante el periodo de ejecución del experimento, donde la temperatura mínima fue de 12 °C, en el mes de octubre y una temperatura máxima 28 °C en el mes de diciembre. La humedad relativa mínima fue de 66 %, en el mes de febrero y la máxima de 73,60 % en el mes de octubre. La precipitación mínima fue de 0 mm durante los meses de octubre y noviembre, y una precipitación máxima de 1,60 mm en el mes de diciembre.

Según Manrique (1999), menciona que para la siembra del maíz morado debe ser 10 °C siendo favorable 15 °C, para su crecimiento activo la temperatura debe situarse a 25 a 30 °C.

4.6 Factores en estudio

Los factores en estudio fueron los siguientes:

Factor N: Niveles de nitrógeno (X1), cuyos niveles fueron en kg/ha:

n_0 : 0 n_2 :160

n_1 : 80 n_3 : 240

Factor P: Niveles de fósforo (X2): en kg/ha

p_0 : 0 p_2 : 100

p_1 : 50 p_3 : 150

Tabla 3

Combinación de factores del experimento, CEA III “Los Pichones”

Factores		Combinación	Tratamientos
Niveles de N	Niveles de P_2O_5		
n_0	p_0	n_0p_0	t_1
	p_1	n_0p_1	t_2
	p_2	n_0p_2	t_3
	p_3	n_0p_3	t_4
n_1	p_0	n_1p_0	t_5
	p_1	n_1p_1	t_6
	p_2	n_1p_2	t_7
	p_3	n_1p_3	t_8
n_2	p_0	n_2p_0	t_9
	p_1	n_2p_1	t_{10}
	p_2	n_2p_2	t_{11}
	p_3	n_2p_3	t_{12}
n_3	p_0	n_3p_0	t_{13}
	p_1	n_3p_1	t_{14}
	p_2	n_3p_2	t_{15}
	p_3	n_3p_3	t_{16}

Fuente: Elaboración propia

4.7 Variables de respuesta

4.7.1 Altura de planta (m)

La altura de planta se midió con una wincha desde la base del tallo hasta el ápice terminal, se tomaron diez plantas elegidas al azar de cada unidad experimental y se expresó en metros.

4.7.2 Longitud de mazorca (cm)

La longitud de mazorcas se midió con una wincha desde el ápice hasta la base de la misma. Se midieron las mazorcas de diez plantas elegidas al azar de cada unidad experimental y se expresó en centímetros.

4.7.3 Diámetro de mazorca (mm)

El diámetro de la mazorca se midió con un vernier la parte media de las mazorcas de diez plantas tomadas al azar por cada unidad experimental y se expresó en milímetros.

4.7.4 Peso de mazorca (g)

El peso de la mazorca, se pesó en una balanza de precisión las mazorcas de diez plantas tomadas al azar de cada unidad experimental, y se expresó en gramos.

4.7.5 Relación de Grano y Coronta (g)

La relación de grano y coronta se pesó por separado con una balanza de precisión el grano y la coronta, por fórmula matemática se obtuvo el resultado, dividiendo el peso de grano entre el peso de coronta.

4.7.6 Rendimiento de mazorca (t/ha)

El rendimiento por hectárea se determinó usando una fórmula matemática y se expresó en t/ha.

4.8 Diseño experimental

El diseño experimental que se utilizó fue bloques completos aleatorios, con un arreglo factorial de 4 x 4 y tres repeticiones. El Modelo aditivo lineal fue el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + t_i + \epsilon_{ij}$$

μ = media general

α = efecto del j-ésimo nivel del factor A

β_j = efecto de k-ésimo nivel del factor B

$(\alpha\beta)_{ij}$ = efecto de la interacción

t_i = efecto del i-ésimo bloque

ϵ_{ij} = error experimental

4.9 Características del campo experimental

a. Características de la parcela experimental

Largo: 24,00 m

Ancho: 22,00 m

Área total: 528,00 m²

b. Características de los bloques

Largo: 24,00 m

Ancho: 7,3 m

Área total: 176 m²

c. Característica de la unidad experimental

Largo: 7,3 m

Ancho: 0,90 m

Área: 6,6 m²

Distanciamiento entre plantas: 0,30 m

Distanciamiento entre líneas: 0,90 m

4.10 Aleatorización de tratamientos



	F ₁	F ₂	F ₃	F ₄	F ₅	F ₆	F ₇	F ₈	F ₉	F ₁₀	F ₁₁	F ₁₂	F ₁₃	F ₁₄	F ₁₅	F ₁₆
Bloque I	T ₄	T ₇	T ₅	T ₃	T ₁	T ₆	T ₁₁	T ₁₀	T ₁₅	T ₁₃	T ₁₂	T ₉	T ₁₄	T ₈	T ₁₆	T ₂
Bloque II	T ₁₁	T ₈	T ₃	T ₁₆	T ₂	T ₆	T ₉	T ₇	T ₁₀	T ₁₂	T ₄	T ₁	T ₁₃	T ₁₅	T ₅	T ₁₄
Bloque III	T ₈	T ₁₃	T ₁	T ₃	T ₁₁	T ₁₅	T ₁₂	T ₆	T ₁₄	T ₂	T ₁₀	T ₉	T ₄	T ₇	T ₁₆	T ₅

Figura 1. Distribución de los tratamientos en el campo experimental

Fuente: Elaboración propia

4.11 Análisis estadístico

El análisis estadístico de los factores en estudio se realizó utilizando la técnica del análisis de varianza (ANVA), con arreglo factorial de 4 x 4, usando la prueba de F a un nivel de significación de 0,05 y 0,01; para determinar la tendencia y hallar el nivel óptimo se utilizó el análisis de regresión, ajustándose a una función de respuesta.

4.12 Conducción del campo experimental

4.12.1 Limpieza de campo

Se realizó el 16 de setiembre del 2016, donde se eliminó los rastros del cultivo de pepinillo y malezas encontradas en campo fueron: verdolaga (*Portulaca oleracea*), yuyo (*Amaranthus spp.*), chiriro (*Bidens pilosa*), y grama pata de gallo (*Cynodon dactylon*), con ayuda de una pala.

4.12.2 Trazado del terreno

Se realizó el 19 de setiembre del 2016, se procedió a delimitar los bloques y surcos de acuerdo al distanciamiento, las medidas del campo fueron de 24 m de largo por 22 m de ancho, la distancia entre surcos fue 0,90 m, seguidamente se dividió el campo en tres bloques de 7,3 m de ancho y 24 m de largo; utilizando estacas, cordel y cinta métrica (50 m).

4.12.3 Preparación de terreno

La preparación del terreno fue manual se realizó surcos profundos de 30 cm y 40 cm de ancho, con ayuda de una lampa y pico para agregar el abono de fondo, asimismo para facilitar el aporque, esta labor se realizó en dos oportunidades el 23 y 26 de setiembre del 2016.

4.12.4 Abono de fondo

Se realizó el 3 de octubre del 2016, se aplicó 10 t/ha de estiércol (19,8 kg/surco). Asimismo, se aplicó los tratamientos en estudio fosfato diamónico (18 % N y 46 % P_2O_5), superfosfato triple (46 % P_2O_5) como fuente de fósforo, y sulfato de potasio (50 % K_2O) como fuente de potasio. La fórmula de fertilización empleada en el presente experimento fueron niveles de nitrógeno (0; 80; 160; 240 N kg/ha) y niveles de fósforo (0; 50; 100; 150 P_2O_5 kg/ha) considerando lo que aporta el análisis de suelo, se mezcló los fertilizantes e incorporando manualmente a “chorro continuo” los surcos según cada tratamiento, tabla 4; cubriendo una capa delgada de tierra. Seguidamente se instalaron las cintas de riego y se aplicó el primer riego.

Tabla 4

Fertilización del fósforo por tratamientos

Tratamientos	Cantidad de fósforo (g)
T2	14,3
T3	86,1
T4	157,8
T6	14,3
T7	86,1
T8	157,8
T10	14,3
T11	86,1
T12	157,8
T14	14,3
T15	86,1
T16	157,8

Fuente: Elaboración propia

4.12.5 Siembra

La siembra se realizó el 7 de octubre del 2016, en forma manual, a una distancia de 0,90 m entre surcos y 0,30 m entre golpes, depositando 4 semillas por golpe a una profundidad de 3 cm aproximadamente. Seguidamente las semillas se taparon y se procedió a regar, para su germinación.

4.12.6 Desahíje

Se realizó el 3 de noviembre del 2016; un mes después de la siembra, cuando las plantas tenían de 30 a 50 cm de altura, fue en forma manual extrayendo las plantas menos vigorosas, amarillentas y débiles, dejando 3 plantas por golpe.

4.12.7 Desmalezado

Esta labor consistió en eliminar las malezas utilizando una lampa, las principales malezas que se presentaron fueron: yuyo (*Amaranthus spp.*), amor seco o chiriro (*Bidens pilosa*), grama pata de gallo (*Cynodon dactylon*), cebadilla (*Bromus unioloides*) y verdolaga (*Portulaca oleracea*), con la finalidad de evitar la competencia de las malezas con el cultivo por espacio, agua, luz y nutrientes. Se realizó en dos oportunidades la primera el 19 de octubre y la segunda el 3 de noviembre del 2016.

4.12.8 Aporque

Se realizó después de cada fertilización, el primer aporque se efectuó el 20 de octubre, cuando las plantas tenían altura de 15 a 20 cm, esta labor consistió en acumular tierra sobre la base de la planta, con el fin de tapar el fertilizante (urea). El segundo aporque se realizó el 4 de noviembre, cuando las plantas llegaron a una altura de 50 a 60 cm, con la finalidad de mantener la postura de planta erecta y evitar el tumbado. El tercer y último aporque se realizó el 9 diciembre el 2016, cuando las plantas tuvieron una altura de 1,00 a 1,20 m. Los aporques se realizaron manualmente utilizando una lampa.

4.12.9 Riego

El riego fue por goteo, se realizaron los días lunes, miércoles y viernes, durante todo su crecimiento del cultivo (tres meses con 15 días). El tiempo fue de 30 minutos.

4.12.10 Fertilización

La fertilización se efectuó según los tratamientos en estudio, la primera fue durante la preparación del terreno donde se agregó todo el fosfato diamónico y superfosfato triple, para la fertilización nitrogenada se aplicó

en tres momentos: en el crecimiento inicial, crecimiento rápido y en la fase reproductiva del cultivo; tabla 5.

Cuyas fechas de aplicación fueron: 20 de octubre, 4 de noviembre y 9 de diciembre del 2016.

Tabla 5
Fertilización de urea por tratamientos

Tratamientos	Cantidad de urea (g)		
	1ra Aplicación	2da Aplicación	3ra Aplicación
T ₅	33,50	33,50	33,50
T ₆	27,80	33,50	33,50
T ₇	0,00	33,50	33,50
T ₈	33,50	33,50	33,50
T ₉	71,70	71,70	71,70
T ₁₀	66,00	71,70	71,70
T ₁₁	38,00	71,70	71,70
T ₁₂	10,00	71,70	71,70
T ₁₃	110,00	110,00	110,00
T ₁₄	95,70	110,00	110,00
T ₁₅	76,30	110,00	100,00
T ₁₆	48,30	110,00	110,00

Fuente: Elaboración propia

4.12.11 Control fitosanitario

Las principales plagas fueron: Gusano de tierra (*Agrotis ipsilon*), cogollero (*Spodoptera fugiperda*), mosquilla de los brotes y el mazorquero (*Heliotis zea*). En la tabla 6 se observa los productos que se utilizaron para combatir con las plagas mencionadas.

Tabla 6

Producto comercial, ingrediente activo, dosis y plaga

Producto comercial	Ingrediente activo	Dosis (ml/cil)	Plaga
Lorsban 4E	Clorpirifos	400 - 500	Gusano de tierra
Cipermex	Alfacipermetrina	200 - 250	Perforador de mazorcas
Oberts	Fipronil	200- 250	Mosquilla de los brotes
Granolate	Diazinon	8 - 10 kg/ha	Gusano cogollero

Fuente: Elaboración propia

4.12.12 Cosecha y secado

La cosecha fue a los 130 días después de la siembra, cuando el grano presentó un porcentaje de humedad del 30 %, la recolección fue manual, y se realizó el 6 de febrero del 2017. El secado se realizó en condiciones de temperatura ambiente por un tiempo de 7 a 10 días, hasta que el grano presentó un porcentaje de humedad de 10 a 15 %.

CAPÍTULO V

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Altura de planta (m)

Tabla 7

Análisis de varianza para altura de planta (m), del maíz morado variedad Canteño

F.V.	gl	SC	CM	Fc	F α	
					0,05	0,01
Bloques	2	0,30	0,15	4,78	3,32	5,39*
Niveles de N	3	2,18	0,73	23,46	2,92	4,51**
Niveles de P	3	0,02	0,01	0,23	2,92	4,51ns
Niveles de NxP	9	0,35	0,04	1,25	2,21	3,07ns
Error	30	0,93	0,03			
Total	47	3,77				

CV= 8,21 % **= Altamente significativo *= Significativo ns= no significativo

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 7, análisis de varianza para altura de planta, se observa que; existe diferencia estadística significativa entre bloques, debido a la heterogeneidad del terreno; para el factor nitrógeno se halló diferencias altamente significativas, lo que indica que los niveles de nitrógeno y la altura de planta están relacionados. El factor fósforo no presentó diferencias estadísticas, indicando que los niveles de fósforo no influyen en la variable altura de planta, para la interacción N x P no existe diferencia estadística significativa, debido a que ambos

factores actúan de forma independiente. El coeficiente de variación fue 8,21 % que indica confianza estadística de los resultados obtenidos en este ensayo.

Para comparar el efecto de los niveles de nitrógeno en la altura de planta, se procedió a efectuar el análisis de regresión.

Tabla 8

Análisis de varianza de regresión para altura de planta del maíz morado variedad Canteño

F.V.	gl	SC	CM	Fc	F α	
					0,05	0,01
Regresión	2	2,18	1,09	30,73	3,20	5,11**
Error exp	45	1,60	0,04			
Total	47	3,77				
R ² = 58 %		**= Altamente significativo				

Fuente: Elaboración propia

El análisis de varianza de regresión para altura de planta (tabla 8), presentó alta significación estadística, lo que indica que el modelo utilizado es apropiado para conocer los efectos de los niveles de nitrógeno en la altura de planta del maíz morado variedad Canteño. El coeficiente de determinación R² indica que el 58 % de la variación de altura de planta se debe a la aplicación de niveles de nitrógeno al suelo.

Tabla 9

Prueba de significación de los coeficientes de regresión para altura de planta del factor nitrógeno

Predictor	Coeficientes	Tc	Significación
Constante	1,78758	33,74	
Lineal	0,00633844	5,96	**
Cuadrática	-1,80794E-05	-4,25	**

Fuente: Elaboración propia

La prueba de los coeficientes de regresión (tabla 9), para altura de planta del factor nitrógeno, muestra que el componente lineal y el componente cuadrático presentaron alta significación estadística, por lo que se establece la siguiente función de respuesta:

$$\hat{Y} = 1,78758 + 0,00633844N - 0,0000180794N^2$$

La respuesta encontrada corresponde a una función cuadrática, lo que implica que los niveles de nitrógeno aplicados al suelo, permitieron el incremento progresivo de la variable altura de planta del maíz morado, la misma muestra valores ascendentes a medida que los niveles se elevan a partir de cero hasta alcanzar un límite máximo, a mayores niveles de nitrógeno la altura de planta ya no se incrementa.

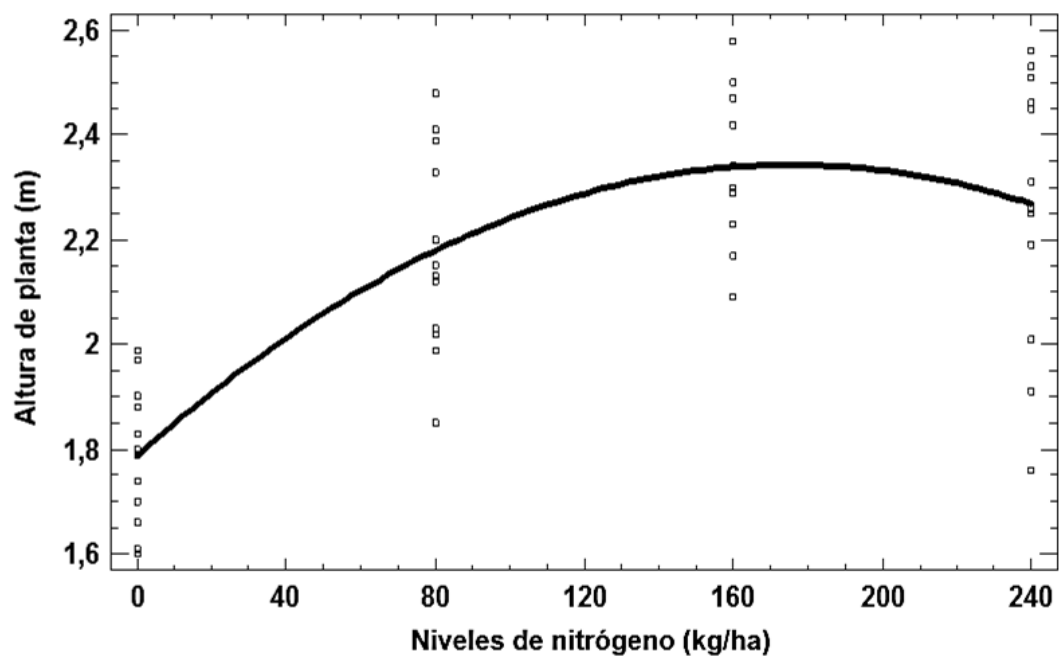


Figura 2. Efecto de niveles de nitrógeno aplicados al suelo en la variación de altura de planta del maíz morado variedad Canteño

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 2, se muestra la gráfica del efecto de los niveles de nitrógeno, en la que se observan cambios en la altura de planta en relación con los niveles de nitrógeno aplicados al suelo. Los resultados indican que, al derivar la ecuación encontrada el nivel más alto de nitrógeno permitido fue 175,29 kg/ha y una altura de planta máxima fue 2,34 m.

5.2 Longitud de mazorca (cm)

Tabla 10

Análisis de varianza para longitud de mazorca (cm), del maíz morado variedad Canteño

F.V.	gl	SC	CM	Fc	F α	
					0,05	0,01
Bloques	2	2,41	1,21	1,16	3,32	5,39ns
Niveles de N	3	16,80	5,60	5,36	2,92	4,51**
Niveles de P	3	3,21	1,07	1,02	2,92	4,51ns
Niveles de N x P	9	11,32	1,26	1,20	2,21	3,07ns
Error exp.	30	31,33	1,04			
Total	47	65,07				

CV= 6,43 %

**= Altamente significativo

ns= no significativo

Fuente: Elaboración propia

En el análisis de varianza para longitud de mazorca (tabla 10), nos muestra que, para los bloques no se encontraron diferencias estadísticas, lo que indica que tuvieron un comportamiento similar. Para el factor nitrógeno resultó altamente significativo, lo que indica que los niveles de nitrógeno y longitud de mazorca están relacionados. El factor fósforo no presentó significación estadística, indicando que no influyen en la variable longitud de mazorca. Para la interacción N x P no se encontraron diferencias significativas, indicando que ambos factores actúan en forma independientes. El coeficiente de variabilidad fue 6,43 %, indica la confiabilidad de los datos obtenidos en campo.

Tabla 11

Análisis de varianza de regresión para longitud de mazorca del maíz morado variedad Canteño

F.V.	gl	SC	CM	Fc	F α	
					0,05	0,01
Regresión	2	16,72	8,36	7,78	3,2	5,11**
Error exp.	45	48,35	1,07			
Total	47	65,07				

R²= 26 %

**= Altamente significativo

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 11, análisis de varianza de regresión para longitud de mazorca, resultó con alta significación estadística, lo que indica que el modelo empleado es útil para conocer la función de respuesta. El coeficiente de determinación R² indica el 26 % de la variación de longitud de mazorca, se debe a la aplicación de niveles de nitrógeno al suelo.

Tabla 12

Prueba de significación de los coeficientes de regresión para longitud de mazorca del factor nitrógeno

Predictor	Coeficientes	Tc	Significación
constante	14,9187	51,15	
Lineal	0,0210417	3,59	**
Cuadrática	-6,96615E-05	-2,98	**

Fuente: Elaboración propia

La prueba de los coeficientes de regresión para longitud de mazorca (tabla 12), para el factor nitrógeno, muestra que el componente lineal y

cuadrático presentaron alta significación estadística, por lo que se establece la siguiente función de respuesta:

$$\hat{Y} = 14,9187 + 0,0210417N - 0,0000696615N^2$$

A partir de la respuesta encontrada, se estimó que corresponde a una función cuadrática, lo que implica que los niveles de nitrógeno aplicados al suelo, permitieron el incremento progresivo de la longitud de mazorca, la misma muestra valores ascendentes a medida que los niveles se incrementan a partir de cero hasta alcanzar un límite máximo, a mayores niveles de nitrógeno, la longitud de mazorca tiende a disminuir.

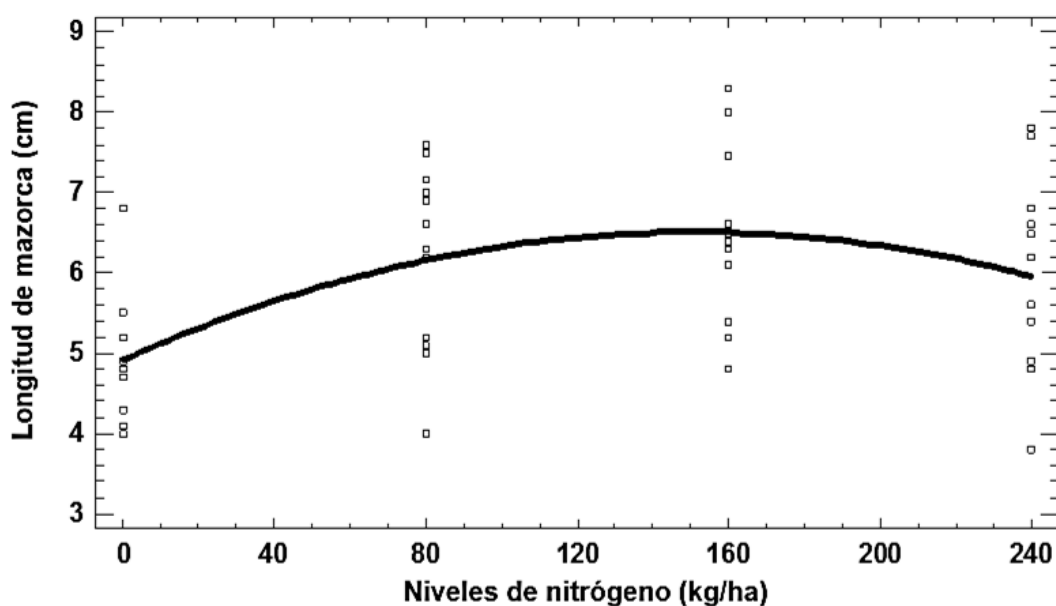


Figura 3. Efecto de niveles de nitrógeno aplicados al suelo en la variación de longitud de mazorca del maíz morado variedad Canteño

Fuente: Elaboración propia

En la figura 3, se observa en el gráfico del efecto de niveles de nitrógeno, los cambios en longitud de mazorca con relación a los niveles de nitrógeno aplicados al suelo. Los resultados indican que, al derivar la ecuación encontrada, el nivel más alto de nitrógeno fue 151,03 kg/ha y una longitud de mazorca máxima fue 16,51 cm.

5.3 Diámetro de mazorca (mm)

Tabla 13

Análisis de varianza para diámetro de mazorca (mm), del maíz morado variedad Canteño

F.V.	gl	SC	CM	Fc	F α	
					0,05	0,01
Bloques	2	0,47	0,23	0,14	3,32	5,39ns
Niveles de N	3	59,05	19,68	11,48	2,92	4,51**
Niveles de P	3	10,12	3,37	1,97	2,92	4,51ns
Niveles de N x P	9	18,19	2,02	1,18	2,21	3,07ns
Error exp.	30	51,45	1,72			
Total	47	139,28				
CV= 2,866 %		**= Altamente significativo		ns= no significativo		

Fuente: Elaboración propia

El análisis de varianza para diámetro de mazorca (tabla 13), muestra que, no existe diferencia estadística significativa entre bloques. Para el factor nitrógeno se encontró diferencias estadísticas altamente significativas, lo cual indica que los niveles de nitrógeno y diámetro de mazorca están relacionados. El factor fósforo no presentó diferencias estadísticas, indicando que no influyen en la variable diámetro de

mazorca, asimismo no se encontró diferencia estadística significativa para la interacción de los factores N x P. El coeficiente de variación fue 2,866 % lo que demuestra que los datos son confiables.

Tabla 14

Análisis de varianza de regresión para diámetro de mazorca del maíz morado variedad Canteño

F.V.	gl	SC	CM	Fc	Fa	
					0,05	0,01
Regresión	2	101,316	50,658	17,62	3,20	5,11 **
Error exp	45	129,403	2,87563			
Total	47	230,719				
R ² = 43,913 %		**= Altamente significativo				

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 14, análisis de varianza de regresión para diámetro de mazorca, resultó altamente significativo, lo que indica que el modelo utilizado es adecuado para conocer el efecto de los niveles de nitrógeno para diámetro de mazorca. El coeficiente de determinación R² indica que el 43,913 % de la variación del diámetro de mazorcas, se debe a la aplicación de niveles de nitrógeno al suelo.

Para apreciar mejor los resultados, se procedió a realizar la prueba de significación de los coeficientes de regresión.

Tabla 15

Prueba de significación de los coeficientes de regresión para diámetro de mazorca del factor nitrógeno

Predictor	Coeficientes	Tc	Significancia
Constante	42,0491	88,129	
Lineal	0,0425411	4,44161	**
Cuadrático	-1,20E-04	-3,13143	**

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 15, la prueba de significación de los coeficientes de regresión para diámetro de mazorca del factor nitrógeno nos muestra que, el componente lineal y cuadrático presentó alta significación estadística significativa, determinándose la siguiente función de respuesta:

$$\hat{Y} = 42,0491 + 0,0425411N - 0,000119759N^2$$

La respuesta encontrada corresponde a una función cuadrática, lo que implica que los niveles de nitrógeno permitieron el aumento progresivo del diámetro de mazorcas, que muestra valores ascendentes a medida que los niveles aumentan desde cero hasta alcanzar un límite máximo, a mayores niveles de nitrógeno, el diámetro de mazorca ya no se incrementa.

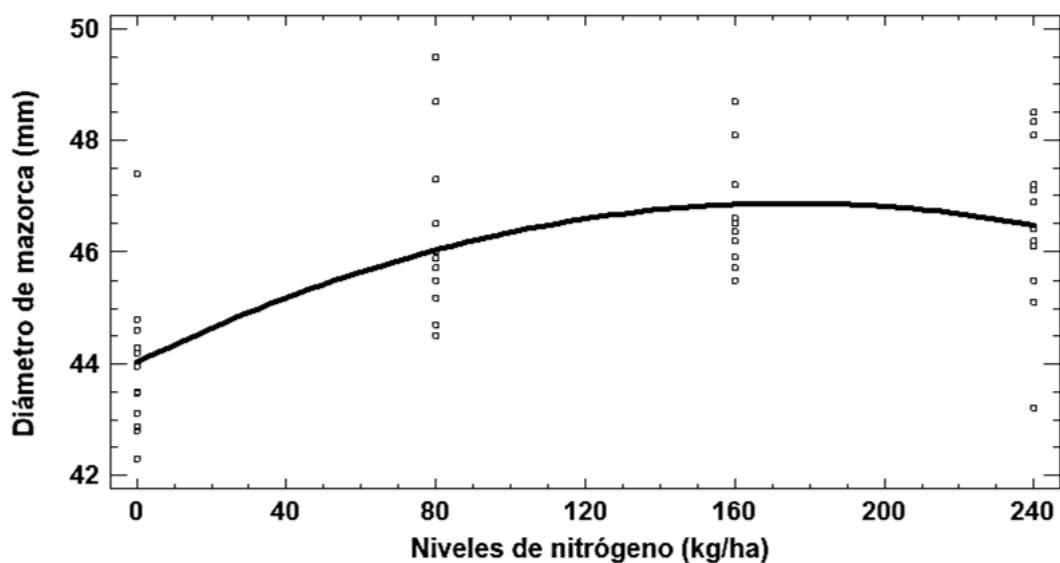


Figura 4. Efecto de niveles de nitrógeno aplicados al suelo en la variación de diámetro de mazorca del maíz morado variedad Canteño

Fuente: Elaboración propia

La figura 4, muestra la gráfica de la función de respuesta para el diámetro de mazorca, en la que se observan cambios en relación con los niveles de nitrógeno aplicados al suelo. Mediante esta ecuación, se determinó el nivel óptimo de nitrógeno 177,61 kg/ha y un diámetro de mazorca máximo de 45,83 mm.

5.4 Peso de mazorca (g)

Tabla 16

Análisis de varianza para peso de mazorca (g), del maíz morado variedad Canteño

F.V.	gl	SC	CM	Fc	F α	
					0,05	0,01
Bloques	2	1 192,07	596,03	1,93	3,32	5,39ns
Niveles de N	3	3 645,95	1 215,32	3,94	2,92	4,51*
Niveles de P	3	1 039,09	346,36	1,12	2,92	4,51ns
Niveles de N x P	9	2 811,80	312,42	1,01	2,21	3,07ns
Error exp.	30	9 242,77	308,09			
Total	47	1 7931,69				

CV= 11,36 %

*= significativo

ns= no significativo

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 16, el análisis de varianza para peso de mazorca, muestra diferencias estadísticas no significativas entre bloques, lo que indica que los bloques fueron homogéneos. Para el factor nitrógeno se encontró diferencias estadísticas significativas, mientras que para el factor fósforo no se encontró diferencias significativas, asimismo no se encontró diferencias estadísticas para la interacción los factores N x P. Siendo su coeficiente de variación de 11,36 % lo que indica que los datos son confiables.

La significación estadística para el factor nitrógeno, indica que el análisis de los resultados debe continuar con la prueba de regresión.

Tabla 17

Análisis de varianza de regresión para peso de mazorca del maíz morado variedad Canteño

F.V.	gl	SC	CM	Fc	Fa	
					0,05	0,01
Regresión	2	3643,35	1821,68	5,74	3,20	5,11**
Error exp	45	14288,34	317,52			
Total	47	17931,69				

R²= 20,31 %

**= Altamente significativo

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 17, el análisis de varianza de regresión para peso de mazorca, resultó con alta significación estadística, lo que indica que el modelo utilizado es pertinente para conocer el efecto de los niveles de nitrógeno para peso de mazorca. El coeficiente de determinación R² indica que el 20,31 % de la variación del peso de mazorca, se debe a la aplicación de niveles de nitrógeno al suelo.

Para mejor evaluación de los resultados, se procedió a realizar la prueba de significación de los coeficientes de regresión, para el factor nitrógeno.

Tabla 18

Prueba de significación de los coeficientes de regresión para peso de mazorca del factor nitrógeno

Predictor	Coeficientes	Tc	Significación
Constante	140,013	27,9261	
Lineal	0,295625	2,93734	**
Cuadrática	-0,0009375	-2,33285	*

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 18, la prueba de significación de los coeficientes de regresión para peso de mazorca del factor nitrógeno, nos muestra que, el componente lineal resultó altamente significativos. Asimismo, el componente cuadrático presentó significación estadística, encontrándose la siguiente función de respuesta:

$$\hat{Y} = 140,013 + 0,295625N - 0,0009375N^2$$

La respuesta encontrada, corresponde a una función cuadrática, lo que implica que los niveles de nitrógeno aplicados al suelo, permitieron el incremento progresivo para peso de mazorca, la misma que muestra valores ascendentes a medida que los niveles de nitrógeno se elevan a partir de cero hasta alcanzar un límite máximo, a mayores niveles de nitrógeno ya no se incrementa el peso de mazorca.

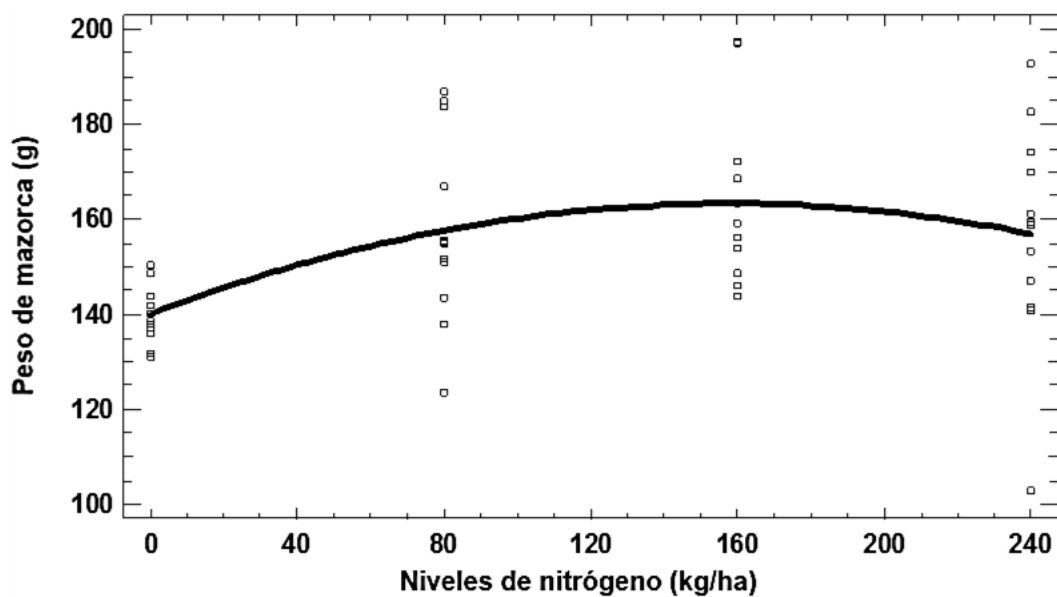


Figura 5. Efecto de niveles de nitrógeno aplicados al suelo en la variación de peso de mazorca del maíz morado variedad Canteño

Fuente: Elaboración propia

En la figura 5, se observa el gráfico de la función de respuesta para peso de mazorca, los cambios con relación a los niveles de nitrógeno aplicados al suelo. Mediante esta ecuación se determinó que el nivel de aplicación de nitrógeno óptimo fue 157,67 kg/ha para obtener un peso de mazorca máximo de 163,32 g.

5.5 Relación grano y coronta (g)

Tabla 19

Análisis de varianza para relación grano y coronta (g), del maíz morado variedad Canteño

F.V.	gl	SC	CM	Fc	F α	
					0,05	0,01
Bloques	2	0,43	0,21	2,54	3,32	5,39ns
Niveles de N	3	13,11	4,37	51,86	2,92	4,51**
Niveles de P	3	0,25	0,08	0,98	2,92	4,51ns
Niveles de NxP	9	0,22	0,02	0,29	2,21	3,07ns
Error exp.	30	2,53	0,08			
Total	47	16,53				

CV= 6,93 %

**= Altamente significativo

ns= no significativo

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 19, el análisis de varianza para relación grano y coronta, muestra diferencias estadísticas no significativas entre bloques, lo que nos indica que los bloques tuvieron un comportamiento similar. Para el factor nitrógeno se encontró diferencias estadísticas altamente significativas, mientras que para el factor fósforo no se encontró diferencias significativas, asimismo no se encontró diferencias estadísticas para la interacción entre ambos factores N x P. El coeficiente de variación fue 6,93 % lo que demuestra que los datos son confiables.

Tabla 20

Análisis de varianza de regresión para relación grano y coronta del maíz morado variedad Canteño

F.V.	gl	SC	CM	Fc	F α	
					0,05	0,01
Regresión	2	11,94	5,97	58,58	3,20	5,11**
Error exp	45	4,59	0,1			
Total	47	16,53				

R²= 72,25 %

**= Altamente significativo

Fuente: Elaboración propia

El análisis de regresión para relación grano y coronta (tabla 20), resultó con alta significación estadística, lo que indica que el modelo empleado es útil para conocer la función de respuesta. El coeficiente de determinación R² indicando que el 72,25 % de la variación de la relación grano y coronta, se debe a la aplicación de niveles de nitrógeno al suelo.

Tabla 21

Prueba de significación de los coeficientes de regresión para relación grano y coronta del factor nitrógeno

Predictor	Coeficientes	Tc	Significación
Constante	3,36137	37,4221	
Lineal	0,014012	7,77104	**
Cuadrática	-3,81185E-05	-5,29442	**

Fuente: Elaboración propia

La prueba de significación de los coeficientes de regresión para la relación grano y coronta (tabla 21), nos muestra altamente significativa

para la componente lineal y cuadrática, hallándose la siguiente función de respuesta:

$$\hat{Y} = 3,36137 + 0,014012N - 0,0000381185N^2$$

La respuesta encontrada, corresponde a una función cuadrática, lo que implica que los niveles de nitrógeno aplicados al suelo, permitieron el incremento progresivo de la relación grano y coronta, la misma que muestra valores ascendentes a medida que los niveles se elevan a partir de cero hasta alcanzar un límite máximo, a mayores niveles de nitrógeno la relación grano y coronta tiende a disminuir.

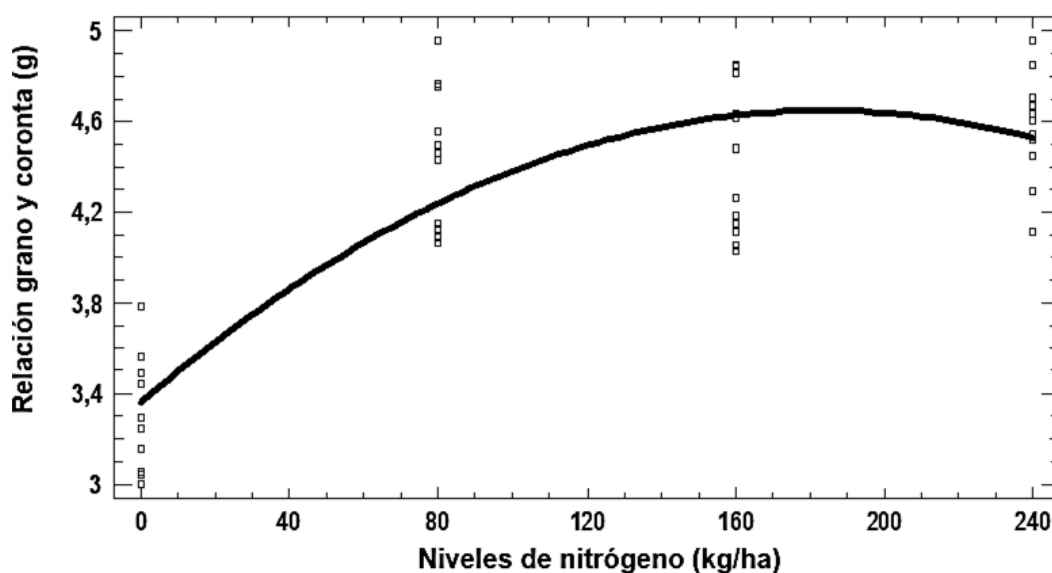


Figura 6. Efecto de niveles de nitrógeno aplicados al suelo en la variación de la relación grano y coronta del maíz morado variedad Canteño

Fuente: Elaboración propia

En la figura 6, se observa el gráfico de la función de respuesta para la relación grano y coronta, los cambios en relación a los niveles de nitrógeno aplicados al suelo. Los resultados indican que, al derivar la ecuación encontrada, el nivel óptimo de nitrógeno fue 149,5 kg/ha, la relación grano y coronta máxima fue 4,69 g.

5.6 Rendimiento de mazorca (t/ha)

Tabla 22

Análisis de varianza para rendimiento de mazorca (t/ha), del maíz morado variedad Canteño

F. V.	gl	SC	CM	Fc	Fa	
					0,05	0,01
Bloques	2	0,001	0,0005	0,02	3,32	5,39ns
Niveles de N	3	7,337	2,4458	109,85	2,92	4,51**
Niveles de P	3	0,085	0,0283	1,27	2,92	4,51ns
Niveles de N x P	9	0,133	0,0148	0,66	2,21	3,07ns
Error	30	0,668	0,0223			
Total	47	8,224				
CV= 1,60 %		**= Altamente significativo		ns= no significativo		

Fuente: Elaboración propia

El análisis de varianza para rendimiento de mazorca (tabla 22), muestra diferencias estadísticas no significativas entre bloques, lo que nos indica que tuvieron un comportamiento similar. Para el factor nitrógeno se encontró diferencias estadísticas altamente significativas, mientras que para el factor fósforo no se encontró diferencias significativas, asimismo no halló diferencias estadísticas para la

interacción entre ambos factores N x P. Siendo su coeficiente de variación 1,60 % lo que demuestra que los datos son confiables.

Tabla 23

Análisis de varianza de regresión para rendimiento de mazorca del maíz morado variedad Canteño

F. V.	gl	SC	CM	Fc	F α	
					0,05	0,01
Regresión	2	6,741	3,370	102,23	3,20	5,11
Error exp.	45	1,484	0,033			
Total	47	8,224				

R²= 89,90%

**= Altamente significativo

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 23, el análisis de regresión para rendimiento de mazorca, resultó con alta significación estadística, lo que indica que el modelo utilizado es útil para conocer la función de respuesta. El coeficiente de determinación R² indica que el 89,90 % de la variación del rendimiento de mazorca se debe a la aplicación de niveles de nitrógeno al suelo.

Tabla 24

Prueba de significación de los coeficientes de regresión del factor nitrógeno para rendimiento de mazorca

Parámetro	Coefficientes	Tc	Significancia
Constante	10,289	201,395	
Lineal	0,0102442	9,98907	**
Cuadrático	-2,72298E-05	-6,64958	**

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 24, la prueba de significación de los coeficientes de regresión del factor nitrógeno, nos muestra alta significancia estadística para el componente lineal y cuadrático, encontrándose la siguiente función de respuesta:

$$\hat{Y} = 10,289 + 0,0102442N - 0,0000272298N^2$$

La respuesta encontrada, corresponde a una función cuadrática, lo que indica que los niveles de nitrógeno aplicados al suelo, permitieron el incremento progresivo del rendimiento de mazorca, la misma que muestra valores ascendentes a medida que los niveles se elevan a partir de cero hasta alcanzar un límite máximo, a mayores niveles de nitrógeno, el rendimiento de mazorca ya no se incrementa.

En la figura 7, se observa el gráfico de la función de respuesta para el rendimiento de mazorca, los cambios en relación a los niveles de nitrógeno. Los resultados indican que, al derivar la ecuación encontrada, el nivel óptimo de nitrógeno fue 188,11 kg/ha, con el cual se logra un rendimiento máximo de 11,25 t/ha.

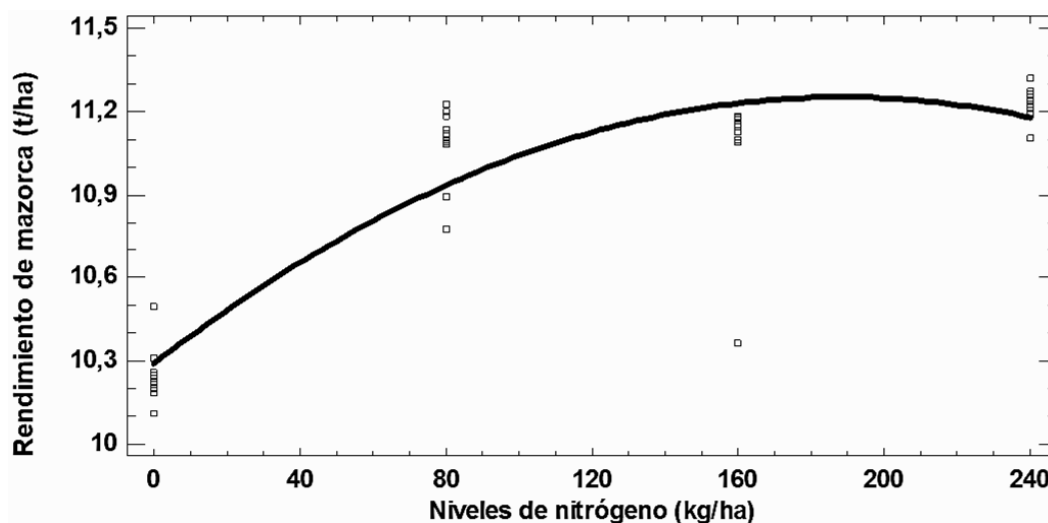


Figura 7. Efecto de niveles de nitrógeno aplicados al suelo en la variación del rendimiento de mazorca del maíz morado variedad Canteño

Fuente: Elaboración propia

Según Mendoza (2017), en su investigación indica que, logró un promedio de 2,17 m para altura de planta con un nivel de fertilización 160; 110; 50 kg/ha N, P_2O_5 y K_2O , en la variedad Canteño. Por otra parte, Ramón (2014), indica que las aplicaciones de urea desde 80 kg hasta 200 kg N/ha dieron valores más altos en altura de planta. Pinedo (2015) logró un promedio de 2,09 m con el nivel de fertilización de 18; 46; 30 kg/ha de N, P_2O_5 y K_2O , asimismo no encontró diferencias significativas entre las variedades PMV-581 y INIA-615 en altura de planta con promedios de 2,06 m, estos resultados son inferiores a los obtenidos en esta investigación donde mayor promedio para altura de planta fue 2,34 m con un nivel de nitrógeno 175,29 kg/ha.

Según Pinedo (2015), en su ensayo halló una longitud de mazorca de 13,64 cm con la variedad INIA-615 Negro Canaán y 13,41 cm con la variedad PMV-581, con el nivel de fertilización f_3 120; 110; 80 kg/ha N, P_2O_5 y K_2O , estos resultados son inferiores a los obtenidos en la presente investigación donde el mayor promedio de longitud de mazorca fue 16,51 cm con un nivel óptimo de 151,03 kg/ha de nitrógeno.

Según Pinedo (2015), logró un diámetro de mazorca de 4,21 cm con la variedad INIA-615 Negro Canaán y el menor promedio 4,00 cm con la variedad PMV-581, y el nivel de fertilización que alcanzó el mayor diámetro de mazorca fue f_3 120; 90; 60 kg/ha N, P_2O_5 y K_2O con 4,2 cm, en esta investigación se logró un diámetro de mazorca de 45,83 mm con un nivel óptimo de 177,6 kg/ha de nitrógeno, estos resultados son superiores a los que logro Pinedo (2015).

Según Pinedo (2015), logró mayor promedio en peso de mazorca 100,18 g con la variedad INIA-615 Negro Canaán. Según Mendoza (2017), obtuvo el peso de mazorca de la variedad Canteño con 130,87 g. Ramón (2014), logró un peso de mazorca de 171 g, sin embargo, el grupo urea presentó el peso de mazorca 185 g difiriendo del grupo de los sulfatos y testigo que fueron similares entre sí con 163 y 165 g/mazorca. Por otro lado (Martínez y Pérez, 2004), obtuvo un peso de mazorca de

195,04 g, también encontró un nivel óptimo de 150 kg/ha de urea que permitió alcanzar un peso 192,04 g/mazorca, en esta investigación el nivel óptimo fue 157,67 kg/ha de nitrógeno, donde se logró el mayor peso de mazorca 163,32 g, siendo superior a los resultados obtenidos por Pinedo (2010) y Mendoza (2017).

Pinedo (2015) con la variedad INIA-615 Negro Canaán alcanzó un rendimiento de 3,67 t/ha, y 2,78 t/ha con la variedad PMV-581 por otro lado el rendimiento más alto obtenido fue 3,69 t/ha con el nivel de f_3 120; 110; 80 kg/ha N, P_2O_5 y K_2O . Según Solano (1999), reportó 4,96 t/ha como el mayor rendimiento con el T_2 120; 180; 120 kg/ha N, P_2O_5 y K_2O ; sin embargo, Ramón (2014) en su trabajo de investigación alcanzó un rendimiento de 5,11 t/ha utilizado como fuentes urea y sulfato de amonio, ambos fueron similares, pero difirieron del testigo, estos resultados son inferiores a los obtenidos en la presente investigación. Por su parte Mendoza (2017), de acuerdo al promedio de las mazorcas, al % de las categorías primera, segunda y tercera de toda la cosecha, se obtiene el rendimiento con la variedad Canteño de 10,96 t/ha, siendo inferior al resultado del presente experimento donde se logró el rendimiento máximo 11,25 t/ha con un nivel óptimo 188,11 kg/ha de nitrógeno.

CONCLUSIONES

El nivel óptimo de nitrógeno en el rendimiento de maíz morado (*Zea mays* L.) variedad Canteño, fue 188,11 kg/ha, obteniéndose un rendimiento máximo de 11,25 t/ha.

No se encontró el nivel óptimo de fósforo en el rendimiento ya que resultó no significativo.

RECOMENDACIONES

Para el Centro Experimental Agrícola III Los Pichones se recomienda, para maíz morado variedad Canteño el nivel de fertilización de 188,11 kg/ha de nitrógeno.

Realizar este experimento en otras localidades de la región de Tacna, incluyendo zonas de mayor altura que es una alternativa de obtener una buena producción.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguirre, E. (2016). *Efecto de la aplicación de humatos de potasio y de la fertilización nitrogenada en el rendimiento del maíz morado cv. prosemillas (Zea mays L.) bajo RLAF: goteo*. Lima-Perú: (tesis de título) Universidad Nacional Agraria La Molina. .

Alvarez, H. S., Alvarez, S. C., & Grigera, S. (2003). *Recomendaciones para la fertilización nitrogenada de trigo y maíz en la pampa ondulada*. México: Informaciones Agronómicas IPNI. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/242774710_Recomendaciones_para_la_fertilización_nitrogenada_de_trigo_y_maiz_en_la_Pampa_Ondulada.

Andrade, F., Echeverría, H., Gonzalez, S., Uhart, S., & Darwich, N. (1996). *Requerimientos de nitrógeno y fósforo de los cultivos de maíz, girasol y soja*. Argentina: Boletín Técnico No. 134. EEA INTA Balcarce. Recuperado de [http://lacs.ipni.net/ipniweb/región/lacs.nsf/0/0B4CDA48FABB666503257967007DD076/\\$FILE/AA%203.pdf](http://lacs.ipni.net/ipniweb/región/lacs.nsf/0/0B4CDA48FABB666503257967007DD076/$FILE/AA%203.pdf).

Barraco, M., & Díaz, M. (2005). Momento de fertilización nitrogenada de cultivos de maíz en hapludoles típicos. *Ciencia del Suelo*(23), 197-203. Recuperado de <http://www.scielo.org.ar/pdf/cds/v23n2/v23n2a10.pdf>.

Begazo, J. L. (2013). *Marco de siembra en el rendimiento de maíz morado (Zea mays L.) ecotipo Arequipeño, en la Irrigación Majes 2012-2013*. (Tesis de grado): Universidad Nacional San Agustín, Arequipa, Perú. .

Berardo, A., Grattone, S., & Amigorena, M. (2003). *Evaluación de la respuesta a fósforo de los cultivos estivales: maíz, girasol y soja*. Argentina: Informaciones Agronómicas del Cono Sur N° 18. Recuperado de [http://www.ipni.net/publication/ia-lacs.nsf/0/9987853FBFB7B26D852579990061D5BD/\\$FILE/Berardo%20P%20cultivos%20estivales.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-lacs.nsf/0/9987853FBFB7B26D852579990061D5BD/$FILE/Berardo%20P%20cultivos%20estivales.pdf).

Cabrera, C. (2016). *Tres láminas de riego en el rendimiento de cuatro variedades de maíz morado (Zea mays L.) bajo riego por goteo*. Lima-Perú: (tesis de título) Universidad Nacional Agraria La Molina .

Cakmak, I. (2017). *Curso Internacional sobre Nutrición de Cultivos*. México: Intagri Recuperado de <https://www.intagri.com/cursos/nutrición-vegetal/:category/:curso>.

Cakmak, I. (2017). *Papel del Fósforo y Azufre en el Crecimiento y Formación de Rendimiento*. México: Curso Internacional sobre Nutrición de Cultivos. Intagri Recuperado de <https://www.intagri.com/index.php/articulos/nutrición-vegetal/fósforo-y-calcio-en-el-crecimiento-de-la-raiz>.

Castellanos, J. (2016). *Fertilización fosfórica en maíz*. México: Fertilab Recuperado de <https://semillastodoterreno.com/wp-content/uploads/2014/02/Formulaci%C3%B3n-de-la-fertilizaci%C3%B3n-fosforada-en-el-ma%C3%ADz1.pdf>.

Castellanos, J. Z., Cueto, J. A., Macías, C. J., Salinas, J. R., Tapia, L. M., Cortéz, J. M., . . . Sandaña, J. P. (2016). *Reacción de los fertilizantes fosfatados en el suelo*. Chile: INIA Recuperado de <http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/informativos/NR40728.pdf>.

Castellanos, J., & Rodriguez, N. F. (2017). *Nitrógeno: Diagnóstico, definición de dosis, fuentes y épocas de aplicación. Curso de Evaluación de la Fertilidad del Suelo para Formular Recomendaciones de Fertilización*. México: INTAGRI Recuperado

de <https://www.intagri.com/index.php/articulos/nutrición-vegetal/guía-de-fertilizantes-nitrogenados-para-cultivos>.

Cervantes, M. J. (2018). *Manejo Agronómico para la Producción de Maíz de Alto Rendimiento*. México: Serie Cereales, Núm. 41. Artículos Técnicos de Intagri Recuperado de <https://www.intagri.com/articulos/cereales/manejo-agronómico-para-la-producción-de-maíz>.

Condori, S. (2006). *Evaluación de líneas de maíz morado (Zea mays L.) provenientes de la variedad PMV-581*. (Tesis para optar el título): Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.

Fertilab. (2016). *Manejo de la Fertilización del Maíz en Base al Análisis de Suelo*. Obtenido de Recuperado de <http://www.fertilab.com.mx>

Huamachumo, C. (2013). *La cadena de valor de maíz en el Perú: diagnóstico del estado actual, tendencias y perspectivas*. Lima, Perú: IICA. Recuperado de <https://www.iica.int/sites/default/files/publications/files/2015/b3356e.pdf>.

- INEI. (2013). *Resultados definitivos del IV Censo Nacional Agropecuario 2012*. Lima. Perú: Instituto Nacional de Estadística e Informática. Recuperado de file:///C:/Users/usuario/Downloads/3447.pdf.
- INTAGRI. (2018). *Guía de Fertilizantes Fosfóricos para Cultivos*. México: Serie Nutrición Vegetal, Núm. 124. Artículos Técnicos de INTAGRI. Recuperado de [https://www.intagri.com/articulos/nutrición-vegetal/guia-de-fertilizantes-fosfóricos-para-cultivos](https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/guia-de-fertilizantes-fosforicos-para-cultivos).
- 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 de Maestría): Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima Perú. .
- Manrique, A. (1997). *El maíz en el Perú*. Lima, Perú: Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.
- Manrique, A. (1999). *El maíz morado Peruano*. Lima, Perú: INIA - Dirección General de Transferencia de Tecnología.
- Martínez, M., & Pérez, M. (2004). *Efecto de tres densidades de siembra y cuatro niveles de fertilización nitrogenada sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento del maíz (Zea mays L.) híbrido H-*

INTA_991, Masatepe, Masaya. (Tesis de título): Universidad Nacional Agraria, Managua-Nicaragua. .

Mendieta, 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 de grado): Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Ayacucho, Perú.

Mendoza, N. (2017). *Contenido de antocianina y rendimiento de seis variedades de maíz morado (Zea mays L.) Cannán 2735 msnm - Ayacucho*. Ayacucho-Perú: (tesis de título) Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.

MINAGRI. (2012). *Maíz amiláceo, principales aspectos de la cadena agroproductiva*. Lima, Perú: Dirección General de Competitividad Agraria. Recuperado de <http://agroaldia.minagri.gob.pe/biblioteca/download/pdf/agroeconomía/agroeconomíamaízamiláceo.pdf>.

Orcellet, J. M., Reuss, N. I., Echeverría, H. E., Saiz , H., & Berardo, A. (2015). *Mineralización de nitrógeno en maíz: efecto de zona y fecha de siembra*. Santa Fé, Argentina: Fertilab Recuperado de <https://www.engormix.com/agricultura/articulos/mineralización-nitrógeno-maíz-efecto-t32405.htm>.

Pinedo, R. E. (2015). *Niveles de fertilización en dos variedades de maíz morado (Zea mays L.) en la localidad de Canaán Ayacucho*. (Tesis de Master): Universidad nacional Agraria la Molina .

Proyecto UE-Perú/Penx. (2007). *Estudio de mercado del ajo, cebolla, alcachofa, aceituna y maíz morado*. Lima, Perú: Informe final elaborado por consorcio ASECAL, S.L. y Mercurio consultores, S.L. Recuperado de https://www.mincetur.gob.pe/wp-content/uploads/documentos/comercio_exterior/Sites/ueperu/licitacion/pdfs/Informes/42.pdf.

Quispe, J., Arroyo, K., & Gorriti, A. (2011). Características morfológicas y químicas de 3 cultivares de maíz morado (Zea mays L.) en Arequipa-Perú. *Revista de la sociedad química del Perú*, v.77 n.3 Lima jul./set. Recuperado de http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-634X2011000300006.

Ramón, J. E. (2014). *Estudio comparativo de cinco niveles de nitrógeno usando dos fuentes de fertilizantes nitrogenados en maíz (Zae mays L.)*. (Tesis de grado): Universidad de Guayaquil. Ecuador.

Requis, F. (2012). *Manejo agronómico del maíz morado en los valles interandinos del Perú*. Lima, Perú: INIA Recuperado de

http://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/inia/124/6/Requis-Manejo_agron%C3%B3mico_ma%C3%ADz_morado.pdf.

Reussi, N., & Berardo, A. (2016). *Pautas para el manejo de la fertilización en maíz*. México: Técnicos del laboratorio de suelos. Fertilab
Recuperado de
<https://www.lanación.com.ar/economía/campo/maíz-pautas-para-el-manejo-de-la-fertilización-nid1926485>.

Risco , F. (2012). *Conociendo la cadena productiva del maíz morado en Ayacucho*. Ayacucho, Perú: Solid
Recuperado de
<https://pablosaraviatasayco.files.wordpress.com/2013/02/conociendo-la-cadena-productiva-del-maíz-morado-en-ayacucho.pdf>.

Rodriguez, N. F. (2018). *Fósforo*. Guatemala: Curso-Taller para la Formulación de Programas de Fertilización. Intagri
Recuperado de
<https://www.intagri.com/index.php/artículos/nutrición-vegetal/guía-de-fertilizantes-fosfóricos-para-cultivos>.

Sierra Exportadora. (2013). *Perfil comercial de antocianina de maíz morado*. Lima, Perú
Recuperado de
https://www.academia.edu/25800786/ANTOCIANINA_DE_MAIZ_MORADO.

Solano, R. (1999). *Efecto de la fertirrigación de N P K en el rendimiento y el contenido de antocianina de tres variedades de maíz morado (Zea mays L.) bajo R.L.A.F: goteo*. (Tesis de grado): Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima, Perú.

Verhulst, N., Francois, I., Grahmann, K., Cox, R., & Govaerts, B. (2015). *Eficiencia del Uso del Nitrógeno y Optimización de la Fertilización Nitrogenada en la Agricultura de Conservación*. México: Centro Internacional de Mejoramiento del Maíz y Trigo (CIMMYT) .

Weiss, J., Bruulsema, T., Hunter, M., Czymmek, K., Laurence, J., & Ketterings, Q. (2009). *Nitrogen Fertilizers for Field Crops*. México: Hoja informativa Núm. 44. Cornell University Cooperative Extension. Recuperado de <http://nmisp.cals.cornell.edu/publications/factsheets/factsheet44.pdf>.

ANEXOS

Anexo 1. Datos originales para altura de planta (m)

Factor		Repeticiones			Promedio
Niveles de N	Niveles de P	I	II	III	
0	0	1,70	1,66	1,74	1,70
0	50	1,88	1,60	1,90	1,79
0	100	1,83	1,97	1,80	1,87
0	150	1,79	1,99	1,61	1,80
80	0	1,99	2,33	2,20	2,18
80	50	2,15	2,39	2,03	2,19
80	100	2,02	2,48	2,13	2,21
80	150	2,41	2,12	1,85	2,13
160	0	2,58	2,29	2,34	2,40
160	50	2,42	2,47	2,30	2,40
160	100	2,23	2,09	2,17	2,16
160	150	2,50	2,50	2,23	2,41
240	0	2,51	2,56	2,01	2,36
240	50	2,46	1,91	2,19	2,19
240	100	2,45	2,53	2,26	2,41
240	150	2,31	2,25	1,76	2,10

Fuente: Elaboración propia

Anexo 2. Datos originales para longitud de mazorca (cm)

Factor		Repeticiones			Promedio
Niveles de N	Niveles de P	I	II	III	
0	0	14,30	14,10	14,00	14,13
0	50	14,80	14,70	14,90	14,80
0	100	14,80	15,20	14,80	14,93
0	150	16,80	15,50	14,90	15,73
80	0	15,20	16,60	16,20	16,00
80	50	16,90	17,00	14,00	15,97
80	100	15,10	17,60	16,30	16,33
80	150	17,50	17,15	15,00	16,55
160	0	16,30	15,40	14,80	15,50
160	50	18,00	16,60	18,30	17,63
160	100	16,50	17,45	16,40	16,78
160	150	15,20	16,10	16,30	15,87
240	0	16,50	15,40	16,80	16,23
240	50	14,90	15,60	17,80	16,10
240	100	17,70	16,20	14,80	16,23
240	150	15,60	16,60	13,80	15,33

Fuente: Elaboración propia

Anexo 3. Datos originales para diámetro de mazorca (mm)

Factor		Repeticiones			Promedio
Niveles de N	Niveles de P	I	II	III	
0	0	42,30	43,46	42,80	42,85
0	50	43,10	42,87	44,20	43,39
0	100	43,50	43,95	44,30	43,92
0	150	44,80	44,60	47,40	45,60
80	0	47,30	46,50	45,70	46,50
80	50	48,70	44,51	45,70	46,30
80	100	49,50	44,70	46,00	46,73
80	150	45,50	45,87	45,18	45,52
160	0	46,20	46,50	46,60	46,43
160	50	48,10	45,70	45,50	46,43
160	100	45,90	46,35	48,70	46,98
160	150	47,20	46,60	46,20	46,67
240	0	43,20	46,10	45,50	44,93
240	50	46,40	48,10	45,10	46,53
240	100	46,20	48,34	48,50	47,68
240	150	47,10	47,20	46,90	47,07

Fuente: Elaboración propia

Anexo 4. Datos originales para peso de mazorca (g)

Factor		Repeticiones			Promedio
Niveles de N	Niveles de P	I	II	III	
0	0	131,00	131,70	137,10	133,27
0	50	136,00	141,90	143,80	140,57
0	100	138,00	150,30	140,10	142,80
0	150	138,60	141,70	148,70	143,00
80	0	137,80	183,80	184,90	168,83
80	50	123,40	155,40	143,30	140,70
80	100	187,00	155,60	154,80	165,80
80	150	151,10	167,10	151,50	156,57
160	0	143,90	153,90	148,60	148,80
160	50	172,40	159,30	197,00	176,23
160	100	168,80	197,60	146,20	170,87
160	150	148,60	156,20	163,50	156,10
240	0	141,40	153,30	158,90	151,20
240	50	146,90	159,60	170,10	158,87
240	100	174,10	193,00	140,90	169,33
240	150	161,00	182,60	103,00	148,87

Fuente: Elaboración propia

Anexo 5. Datos originales para relación grano y coronta (g)

Factor		Repeticiones			Promedio
Niveles de N	Niveles de P	I	II	III	
0	0	3,49	3,04	3,44	3,32
0	50	3,25	3,29	3,56	3,37
0	100	3,00	3,44	3,16	3,20
0	150	3,78	3,00	3,05	3,27
80	0	4,09	4,75	4,46	4,43
80	50	4,56	4,96	4,50	4,68
80	100	4,07	4,77	4,15	4,33
80	150	4,13	4,43	4,50	4,35
160	0	4,11	4,19	4,63	4,31
160	50	4,05	4,48	4,81	4,45
160	100	4,15	4,85	4,03	4,34
160	150	4,62	4,26	4,84	4,57
240	0	4,52	4,67	4,29	4,50
240	50	4,54	4,71	4,85	4,70
240	100	4,11	4,96	4,63	4,57
240	150	4,45	4,60	4,85	4,63

Fuente: Elaboración propia

Anexo 6. Datos originales para rendimiento de mazorca (t/ha)

Factor		Repeticiones			Promedio
Niveles de N	Niveles de P	I	II	III	
0	0	10,23	10,11	10,50	10,28
0	50	10,23	10,18	10,26	10,22
0	100	10,22	10,20	10,31	10,24
0	150	10,18	10,25	10,22	10,21
80	0	11,08	11,18	10,78	11,01
80	50	11,08	11,09	11,12	11,10
80	100	11,12	11,14	11,20	11,15
80	150	11,10	10,89	11,23	11,07
160	0	11,18	11,09	10,36	10,88
160	50	11,13	11,10	11,14	11,12
160	100	11,10	11,18	11,18	11,15
160	150	11,17	11,15	11,19	11,17
240	0	11,11	11,19	11,25	11,18
240	50	11,24	11,32	11,23	11,26
240	100	11,20	11,27	11,25	11,24
240	150	11,21	11,26	11,24	11,24

Fuente: Elaboración propia

Anexo 7. Preparación del terreno



Anexo 8. Plantas de 15 días después de la siembra



Fuente: Elaboración propia

Anexo 9. Parcela a los 35 días después de la siembra



Anexo 10. Control fitosanitario durante su periodo vegetativo del maíz



Fuente: Elaboración propia

Anexo 11. Fertilización del maíz



Fuente: Elaboración propia

Anexo 12. Campo experimental del maíz en plena floración masculina a los 55 días



Fuente: Elaboración propia

Anexo 13. Presencia de la floración femenina a los 65 días



Fuente: Elaboración propia

Anexo 14. Cosecha del maíz morado



Fuente: Elaboración propia

Anexo 15. Muestra peso de mazorca del maíz morado variedad Canteño



Fuente: Elaboración propia

Anexo 16. Muestra peso de coronta del maíz morado variedad Canteño



Anexo 17. Muestras de mazorca del maíz morado variedad Canteño



Fuente: Elaboración propia

Anexo 18. Análisis físico químico del campo experimental



LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICOS & SERVICIOS E.I.R.L.
 LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD; ANÁLISIS DE CARACTERIZACIÓN DE SUELOS;
 ANÁLISIS DE AGUAS: POTABLE, SUPERFICIALES, CALDEROS, EFLUENTES INDUSTRIALES, RIEGO
 ANÁLISIS BROMATOLÓGICO DE ALIMENTOS, PLANTAS, ANÁLISIS DE FERTILIZANTES Y ABONOS

LAQ&S

INFORME DE ENSAYO N° 037 - 08 - SUE - 2016

ANÁLISIS DE SUELO

I. INFORMACION PRELIMINAR SOLICITANTE

DIRECCION : MARIELA GLADYS HUALLPA JILAJA
TIPO DE MUESTRA : SUELO
SERVICIO SOLICITADO : ANÁLISIS DE CARACTERIZACIÓN DE SUELO
CODIGO REGISTR. LABORATORIO : M-1 = 280
LUGAR DE MUESTREO : CEA III "LOS PICHONES" Prof.: 0.30 m
CULTIVO : Morrón
FECHA DE MUESTREO : 18 de Agosto del 2016
PRESENTACION : 01 bolsa de plástico con 1.0 Kg. de muestra aprox.
FECHA DE RECEPCION : 20 de Agosto del 2016
FECHA ENTREGA RESULTADO : 25 de Agosto del 2016

II.-RESULTADO ANALISIS DE CARACTERIZACION EN SUELOS

Cod. Lab.	ANÁLISIS MECANICO				ANÁLISIS QUIMICO				ELEMENTOS DISPONIBLES		
	Arena %	Arcilla %	Limo %	Clase Textural	CO ₂ Ca %	pH	C.E. mS/cm	Mat. Org. %	Nitrógeno % N	Fósforo ppm P	Potasio ppm K
280	54.8	15	30.2	Franco Arenoso	0.0	4.76	1.73	1.56	0.080	16.45	570

Abreviaturas: C.E.= Conductividad Eléctrica mS/cm= milisieiemens por cm=mmho por cm %=Porcentaje ppm=partes por millón pH y C.E.= extracto/ suelo 1:2.5 CO₂Ca= Carbonato de Calcio

Cod. Lab.	CAPACIDAD DE INTERCAMBIO DE CATIONES CAMBIABLES					CIC Capacidad de Intercambio Catiónico meq/100gs	PSI Porcentaje de Sodio Intercambiable %	Saturación de Bases %
	Ca ⁺⁺ meq/100gs	Mg ⁺⁺ meq/100gs	K ⁺ meq/100gs	Na ⁺ meq/100gs	Acidez Cambiable H ⁺ +Al ⁺⁺⁺			
280	7.13	1.44	1.07	0.26	1.90	11.8	2.20	83.90

Abreviaturas: CIC= Capacidad de Intercambio Catiónico meq/100gs= miliequivalentes x 100gs de suelo PSI=Porcentaje de Sodio Intercambiable

III. INTERPRETACION DE LOS ANALISIS DE CARACTERIZACION

Cod. Lab.	CO ₂ Ca	pH	C.E.	MAT. ORG.	NITROG.	FOSFORO	POTASIO
280	Deficiente	Fuertemente Ácido	Mod. Salino	Bajo	Bajo	Alto	Alto

CAPACIDAD DE INTERCAMBIO BASES CAMBIABLES

Cod. Lab.	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	CIC	PSI
280	Medio	Medio	Muy Alto	Bajo	Bajo	No Sódico

Abreviaturas: Mod. Salino = Moderadamente Salino


 Victoria Haydee Pizancha Molina
 Licenciada en Química CUP-CRS 1º 270
 Calle Roma N° 227 - Santa Rosa
 M. Melgar - Arequipa

PROHIBIDA DE REPRODUCCION PARCIAL O TOTAL DE ESTE INFORME
 VALIDO SOLO PARA LA MUESTRA ANALIZADA


 Pág. 1 de 3

OF. PRINCIPAL: SOR ANA DE LOS ÁNGELES D-207 TELF.: 054 401288 - CEL.: 95 9458551 EMAIL.: lab_laquis@hotmail.com
 PARTE POSTERIOR COLEGIO NEPTALI VALDERRAMA AMPUERO (PLAYA DE ESTACIONAMIENTO) - PAUCARPATA
 www.laboratoriolaquis.com
 AREQUIPA - PERU

Fuente: Laboratorio de Análisis Químicos y Servicios E.I.R.L Arequipa (2016)

Anexo 19. Costos de producción de la parcela experimental (528 m²)

ACTIVIDADES	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (S/.)	PRECIO TOTAL (S/.)
Costos directos				
Análisis de suelo	muestra	1	120	120,00
Limpieza	JH	1	40	40,00
Arado manual	JH	2	40	80,00
Incorporación de estiércol	JH	2	40	80,00
Tendido de cintas de riego	JH	2	40	80,00
Siembra				
Siembra manual	JH	3	40	120,00
Resiembra	JH	1	40	40,00
Labores culturales				
Deshierbo	JH	2	40	80,00
Aplicación de tratamiento	JH	3	40	120,00
Riegos	JH	3	40	120,00
Desahijé	JH	2	40	80,00
Aporque	JH	3	40	120,00
Control fitosanitario	JH	5	40	200,00
Cosecha				
Cosecha y secado	JH	4	40	160,00
Materiales e insumos				
Semilla	kg	2	18	36,00
Cinta de riego	rollo			150,00
Estiércol	sacos	15	3,00	45,00
Agua	m ³	1 000,00	0,10	100,00
fertilizantes				
Urea	kg	7	1,50	10,50
Fosfato di amónico	kg	2	1,70	3,40
superfosfato triple	kg	2	2,50	5,00
Sulfato de potasio	kg	6	1,80	10,80
Insecticidas				
Granolate	kg	1	10,00	10,00
Lorsban	L	0,50	45,00	22,50
Vital-W	L	0,30	15,00	4,50
Oberts	L	0,20	25,00	5,00
Cipermex	L	0,40	25,00	10,00
Adherente superwet	L	0,30	15,00	4,50
Otros				
Transporte	galones	10	10,00	100,00
Hojas wond	paquete	2	13,00	26,00
Balanza gramera	unidad	1	50,00	50,00
Vernier	unidad	1	45,00	45,00
Total de costos directos				2 078,2
Costos indirectos				
Imprevistos (10 %)				207,82
Total de costos de producción				2 286,02

Fuente: Elaboración propia

Costo de producción en la parcela experimental: S/. 2 286,02