

**UNIVERSIDAD NACIONAL
“SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO”**

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMIA



**“EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DEL MAÍZ MORADO
INIA 601 (*Zea mays L.*) CON TRES NIVELES DE FERTILIZACIÓN EN
CONDICIONES DE 3450 msnm EN HUANCHAC -INDEPENDENCIA -
HUARAZ - 2019”**

**TESIS
PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AGRÓNOMO**

PRESENTADO POR:

Bach. HUAYCHANI CASIMIRO, Frank Eder

ASESOR:

Ing. PAJUELO ROLDAN, Clay Eusterio

HUARAZ – PERU

2022



DEDICATORIA

A Dios:

Por ser mi guía en el camino de la vida y haberme dado salud, sabiduría para cumplir mis metas y objetivos, además de su infinito amor.

A mis queridos padres Rubén Huaychani Huánuco y Guillerma Casimiro Dextre:

Por darme la vida, quererme mucho, por creer siempre en mí, por sus sacrificios, dedicación, apoyo moral, motivación, los ánimos de seguir adelante gracias a ustedes he logrado concluir mi carrera profesional.

A mi hermano kelvin Huaychani Casimiro:

Por el apoyo emocional, moral del día a día y por brindarme el apoyo incondicional en el transcurso de mi carrera universitaria.

A mi compañera de vida Sheyla Julca Asís.

Por ser la persona quien me apoyo en mi etapa universitaria y desarrollo de mi trabajo de investigación y en cada paso de mi vida.

FRANK EDER HUAYCHANI CASIMIRO

AGRADECIMIENTO

Agradecimiento a mis padres por el apoyo incondicional que me dieron día a día en cumplir mis objetivos y mis metas.

Agradecimiento a mi asesor de tesis al Ing. Clay Eusterio Pajuelo Roldan por su colaboración, orientación y al Dr. Rhodes Leopoldo Mejía Valvas, en realizar de mi trabajo de investigación de tesis, ya que me guiaron de la mejor manera con su amplio de conocimiento.

Agradecimiento a mis jurados de tesis el Dr. Walter Juan Vásquez Cruz, al Ph.D. Juan Francisco Barreto Rodríguez, y a la Dra. Nelly Pilar Caycho Medrano, por su apoyo con la supervisión durante la ejecución de mi trabajo de investigación.

Mi más sincero agradecimiento al Dr. Francisco Espinoza Montesinos y al Dr. Rhodes Leopoldo Mejía Valvas por su apoyo que contribuyeron al logro de la presente investigación.

RESUMEN

El estudio se realizó en la comunidad de Pumpac del Caserío de Huanchac del Distrito de Independencia - Huaraz, a una altitud de 3450 msnm, desarrollándose la parte experimental en el periodo de enero a julio del 2020. De ahí la importancia de conocer el efecto de tres niveles de fertilización sintética más el testigo de N-P₂O₅-K₂O por Ha, siendo el **T0** (Testigo) 02 sacos de fosfato diamónico y 01 saco de urea; **T1** (Bajo 90 – 45 – 00), **T2** (medio 120 – 90 – 60) y **T3** (alto 200 - 110 - 80), ya que esta zona no cuenta con sembríos del cultivo de maíz morado; lo cual fue un motivo para realizar la investigación en este cultivo y conocer el rendimiento, para después incentivar a la población a sembrar más áreas del cultivo, hace que los agricultores cuenten con técnicas y expansión de áreas de cultivo de maíz, además ver el cultivo de maíz morado como una alternativa para que el productor obtenga beneficios de mejorar su calidad de vida del mismo con la venta de la producción del maíz por sus mejores costos en el mercado y además de incorporar a su consumo por el alto grado de antioxidantes como la antocianina. Se aplicó un diseño experimental consistente en el Diseño de Bloque Completo al Azar (DBCA) con 3 bloques y 4 tratamientos, incluido el testigo. Dando los mejores resultados lo siguiente: El número de días a la floración masculina ocurrió entre los 97.33 y 99.00 días y la floración femenina entre los 102.33 y 104.00 días después de la siembra. Respecto a la variable de altura de planta a los 140 días posterior a la siembra se obtuvo aplicando la dosis de fertilización sintética de **T3** con 2.37 m, respecto al **T0** con 2.12 m. Por otro lado, en cuanto a la variable de número de mazorcas/planta se obtuvo aplicando la dosis de fertilización sintética el **T3** con 2.00 mazorcas, respecto al **T0** con 1.00 mazorcas. En cuanto al peso promedio de 1000 granos (kg) se obtuvo aplicando la dosis de fertilización sintética de **T3** con 0.543 kg, respecto al **T0** con 0.340 kg. En relación a la variable de rendimiento Tn/Ha del maíz morado variedad INÍA 601 (*Zea mays L.*) se obtuvo aplicando la dosis de fertilización sintética el **T3** con 6.634 Tn/Ha y la rentabilidad fue 72.83%, respecto al **T0** con 3.647 Tn/Ha y la rentabilidad fue 58.62 %.

Palabra clave: Antocianina, Adaptación, Variedad.

ABSTRACT

The study was carried out in the community of Pumpac del Caserío de Huanchac in the District of Independencia - Huaraz, at an altitude of 3450 masl, developing the experimental part in the period from January to July 2020. Hence the importance of knowing the effect of three levels of synthetic fertilization plus the control of N-P₂O₅-K₂O per Ha, being T0 (Control) 02 bags of diammonium phosphate and 01 bag of urea; T1 (Low 90 – 45 – 00), T2 (medium 120 – 90 – 60) and T3 (high 200 - 110 - 80), since this area does not have purple corn crops; which was a reason to carry out research in this crop and to know the yield, to later encourage the population to plant more areas of the crop, makes farmers have techniques and expansion of corn cultivation areas, in addition to seeing the cultivation of purple corn as an alternative for the producer to obtain benefits of improving their quality of life with the sale of corn production for its best costs in the market and in addition to incorporating its consumption due to the high degree of antioxidants such as anthocyanin. An experimental design consisting of the Randomized Complete Block Design (DBCA) with 3 blocks and 4 treatments, including the control, was applied. Giving the best results the following: The number of days to male flowering occurred between 97.33 and 99.00 days and female flowering between 102.33 and 104.00 days after sowing. Regarding the variable of plant height at 140 days after planting, it was obtained by applying the synthetic fertilization dose of T3 with 2.37 m, compared to T0 with 2.12 m. On the other hand, regarding the variable number of ears/plant, T3 with 2.00 ears was obtained by applying the synthetic fertilization dose, compared to T0 with 1.00 ears. Regarding the average weight of 1000 grains (kg), it was obtained by applying the synthetic fertilization dose of T3 with 0.543 kg, compared to T0 with 0.340 kg. In relation to the yield variable Tn/Ha of the purple corn variety INÍA 601 (*Zea mays* L.), T3 was obtained by applying the synthetic fertilization dose with 6,634 Tn/Ha and the profitability was 72.83%, compared to T0 with 3,647 Tn /Ha and profitability was 58.62%.

Keywords: adaptation, variety, purple corn, anthocyanin.

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

INDICE

	Pág.
I. INTRODUCCION.....	1
1.1. Problemática de la Investigación.....	2
1.2 Justificación.....	2
1.3. Objetivos.....	3
1.3.1. Objetivo general.....	3
1.3.2. Objetivos específicos.....	3
II. MARCO TEORICO.....	4
2.1. Antecedentes de la investigación.....	4
2.2. Bases teóricas.....	5
2.2.1. Generalidades del cultivo.....	5
2.2.2. Clasificación Taxonómica.....	6
2.2.3. Morfología de la planta de maíz morado.....	7
2.2.4. Fenología del maíz.....	8
2.2.5. Variedades de maíz morado.....	9
2.2.6. Requerimiento climático y edafológicas del cultivo de maíz morado.....	11
2.3. Cultivo de maíz y su importancia.....	11
2.3.1. Composición química del maíz morado variedad PMV-581, INIA-615 Negro Canaán, INIA-601 Negro Cajamarca.....	13
2.3.2. Beneficios y Propiedades del maíz morado.....	14
2.4. Manejo del Cultivo.....	14
2.4.1. Época de siembra.....	14
2.4.2. Densidad de siembra.....	14
2.4.3. Abonamiento.....	15
2.4.4. Fertilización.....	15
2.4.5. Control de malezas.....	15
2.4.6. Aporque.....	15
2.4.7. Riego.....	16
2.5. Principales plagas y enfermedades en el cultivo de maíz morado.....	16



2.6. Cosecha	16
2.7. Secado.....	17
2.8. Almacenamiento.....	17
2.9. Criterio para el manejo de la fertilización del cultivo de maíz	17
2.10. Diagnóstico de la fertilización	17
2.10.1. El nitrógeno en el maíz	18
2.11. El fósforo en el maíz.....	19
2.11.1. Demanda de fósforo y dosis de fertilización en maíz	19
2.12. Definición de términos	19
2.13. Hipótesis.....	20
III. MATERIALES Y METODOS.....	21
3.1. Materiales y equipos	21
3.1.1. Ubicación Política:	21
3.1.2. Geográfica:	21
3.2. Materiales	21
3.3. Metodología	23
3.3.1. Tipo de investigación	23
3.3.1.1. Investigación aplicada.....	23
3.3.2. Diseño de la investigación.....	23
3.3.2.1. Tratamientos	24
3.3.2.2. Randomización.....	24
3.3.3. Croquis experimental	25
3.3.4. Modelo lineal aditivo.....	26
3.3.4.1. Análisis de varianza	27
3.3.4.2. Coeficiente de variabilidad.....	27
3.4. Población.....	27
3.4.1. Población o universo	27
3.4.1.1. Muestra (Unidad de análisis y muestra)	27
3.5. Parámetros evaluados.....	28
3.5.1. Características morfológicas.....	28
3.5.2. Características biométricas.....	28
3.6. Procedimiento de la investigación	29
3.6.1. Muestreo de suelo.....	29
3.6.2. Preparación del terreno.....	30
3.6.3. Marcación y surcado.....	30
3.6.4. Siembra	30

3.6.5. Desahijé.....	30
3.6.6. Fertilización	30
3.6.7. Deshierbo	31
3.6.8. Riego.....	31
3.6.9. Aporque	31
3.6.10. Control fitosanitario	31
3.6.11. Cosecha	31
3.6.12. Pesado.....	32
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	33
4.1. Resultados.....	33
4.1.1. Análisis del suelo	33
4.1.2. Porcentaje de emergencia.....	33
4.1.3. Días a la floración masculina	34
4.1.4. Días a la floración femenina.....	36
4.1.5. Altura de planta (metros).....	38
4.1.6. Longitud de mazorca (cm)	43
4.1.7. Número de hileras por mazorca.....	44
4.1.9. Número de mazorcas/planta	46
4.1.10. Peso promedio de mazorcas sin panca (Kg) por tratamiento	47
4.1.11. Peso de 1000 granos	49
4.1.12. Variable rendimiento Tn/ha.....	51
4.1.13. Análisis económico del cultivo	53
4.2. Discusión	54
V. CONCLUSIONES.....	59
VI. RECOMENDACIONES	60
XII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	61
VIII. ANEXOS	66

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Croquis del campo experimental.....	25
Figura 2: Unidad experimental o parcela.....	26
Figura 3. Efecto de diferentes dosis de fertilización sintética en la variable de porcentaje de germinación a los 07 días de sembrado del cultivo de maíz morado variedad INÍA 601 (<i>Zea mays L.</i>).....	34
Figura 4. Efecto de diferentes dosis de fertilización sintética en la variable de número de días a la floración masculina del cultivo de maíz morado variedad INÍA 601 (<i>Zea mays L.</i>).....	36
Figura 5. Efecto de diferentes dosis de fertilización sintética en la variable de número de días a la floración femenina del cultivo de maíz morado variedad INÍA 601 (<i>Zea mays L.</i>).....	37
Figura 6. Efecto de diferentes dosis de fertilización sintética en la variable Altura de planta promedio (cm) del cultivo de maíz morado variedad INÍA 601 (<i>Zea mays L.</i>).....	42
Figura 7. Efecto de diferentes dosis de fertilización sintética en la variable de longitud de mazorca del cultivo de maíz morado variedad INÍA 601 (<i>Zea mays L.</i>).....	44
Figura 8. Efecto de diferentes dosis de fertilización sintética en la variable de número de hileras por mazorca del cultivo de maíz morado variedad INÍA 601 (<i>Zea mays L.</i>).....	45
Figura 9. Efecto de diferentes dosis de fertilización sintética en la variable de número de mazorcas por planta del cultivo de maíz morado variedad INÍA 601 (<i>Zea mays L.</i>).....	47
Figura 10. Efecto de diferentes dosis de fertilización sintética en la variable de peso promedio de mazorcas sin panca (g) por tratamiento del cultivo de maíz morado variedad i INÍA 601 (<i>Zea mays L.</i>).....	49
Figura 11. Efecto de diferentes dosis de fertilización sintética en la variable de peso promedio de 1000 granos (kg) del cultivo de maíz morado variedad INÍA 601 (<i>Zea mays L.</i>).....	51
Figura 12. Efecto de diferentes dosis de fertilización sintética en la variable de peso promedio de rendimiento Tn/Ha del cultivo de maíz morado variedad INÍA 601 (<i>Zea mays L.</i>).....	53

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Composición química de maíz morado	13
Tabla 2. Valor nutricional de semilla de maíz morado por cada 100 g.	13
Tabla 3. Niveles de fertilización por Ha	24
Tabla 4. Randomización de los tratamientos	24
Tabla 5: Análisis de varianza del Diseño de Bloque Completo al Azar (DBCA).	27
Tabla 6. Resultado del análisis de suelo realizado en el Laboratorio de Suelos de FCA-UNASAM. ...	33
Tabla 7. Análisis de varianza de la variable de porcentaje de emergencia a los 07 días de sembrado del cultivo de maíz morado variedad INÍA 601 (<i>Zea mays L.</i>).....	33
Tabla 8. Análisis de varianza de la variable de número de días a la floración masculina del cultivo de maíz morado variedad INÍA 601 (<i>Zea mays L.</i>)	34
Tabla 9. Prueba de comparación de medias de Tukey para los tratamientos en la variable de número de días a la floración masculina del cultivo de maíz morado variedad INÍA 601 (<i>Zea mays L.</i>).....	35
Tabla 10. Análisis de varianza de la variable de número de días a la floración femenina del cultivo de maíz morado variedad INÍA 601 (<i>Zea mays L.</i>).	36
INÍA 601 (<i>Zea mays L.</i>).	37
Tabla 12. Análisis de varianza de la variable de altura de planta, a los 30 días posterior a la siembra del cultivo de maíz morado variedad INÍA 601 (<i>Zea mays L.</i>).....	38
Tabla 13. Prueba de comparación de medias de Tukey al 95% para los tratamientos en la variable de altura de planta a los 30 días posterior a la siembra del cultivo de maíz morado variedad INÍA 601 (<i>Zea mays L.</i>).	38
Tabla 14. Análisis de varianza de la variable de altura de planta, a los 90 días posterior a la siembra del cultivo de maíz morado variedad INÍA 601 (<i>Zea mays L.</i>).....	39

Tabla 15. Prueba de comparación de medias de Tukey para los tratamientos en la variable de altura de planta a los 90 días posterior a la siembra del cultivo de maíz morado variedad INÍA 601 (<i>Zea mays L.</i>)	40
Tabla 16. Análisis de varianza de la variable de altura de planta, a los 140 días posterior a la siembra del cultivo de maíz morado variedad INÍA 601 (<i>Zea mays L.</i>).....	40
Tabla 17. Prueba de comparación de medias de Tukey para los tratamientos en la variable de altura de planta a los 140 días posterior a la siembra del cultivo de maíz morado variedad INÍA 601 (<i>Zea mays L.</i>)	41
Tabla 18. Análisis de varianza de la variable de longitud de mazorca del cultivo de maíz morado variedad INÍA 601 (<i>Zea mays L.</i>).....	43
Tabla 19. Prueba de comparación de medias de Tukey para los tratamientos en la variable de longitud de mazorca del cultivo de maíz morado variedad INÍA 601 (<i>Zea mays L.</i>).....	43
Tabla 20. Análisis de varianza de la variable de número de hileras por mazorca del cultivo de maíz morado variedad INÍA 601 (<i>Zea mays L.</i>)	44
Tabla 21. Prueba de comparación de medias de Tukey para los tratamientos en la variable de número de hileras por mazorca del cultivo de maíz morado variedad INÍA 601 (<i>Zea mays L.</i>)..	45
Tabla 22. Análisis de varianza de la variable de número de mazorcas por planta del cultivo de maíz morado variedad INÍA 601 (<i>Zea mays L.</i>).....	46
Tabla 23. Prueba de comparación de medias de Tukey para los tratamientos en la variable de número de mazorcas por planta del cultivo de maíz morado variedad INÍA 601 (<i>Zea mays L.</i>)..	46
Tabla 24. Análisis de varianza de la variable de peso promedio de mazorcas sin panca (g) por tratamiento del cultivo de maíz morado variedad INÍA 601 (<i>Zea mays L.</i>)	47
Tabla 25. Prueba de comparación de medias de Tukey para los tratamientos en la variable de peso promedio de mazorcas sin panca (g) por tratamiento del cultivo de maíz morado variedad INÍA 601 (<i>Zea mays L.</i>).....	48
Tabla 26. Análisis de varianza de la variable de peso promedio de 1000 granos (kg) del cultivo de maíz morado variedad INÍA 601 (<i>Zea mays L.</i>)	49

Tabla 27. Prueba de comparación de medias de Tukey para los tratamientos en la variable de peso promedio de 1000 granos (kg) del cultivo de maíz morado variedad INÍA 601 (<i>Zea mays L.</i>)	50
Tabla 28. Análisis de varianza de la variable de rendimiento Tn/Ha del cultivo de maíz morado variedad INÍA 601 (<i>Zea mays L.</i>).....	51
Tabla 29. Prueba de comparación de medias de Tukey para los tratamientos en la variable de rendimiento Tn/Ha del cultivo de maíz morado variedad INÍA 601 (<i>Zea mays L.</i>).....	52
Tabla 30. Utilidad neta y rentabilidad de los tratamientos del cultivo de maíz morado variedad INÍA 601 (<i>Zea mays L.</i>).....	54

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Resultados del Análisis de suelo de la parcela experimental	66
Anexo 2: Requerimiento de fertilización sintética N-P2O5-K2O para el aporque de cada tratamiento para uniformizar los resultados.....	67
Anexo 3: Costo de producción del cultivo de maíz morado variedad INÍA 601 (<i>Zea mays L.</i>). (T0).	67
Anexo 4: Costo de producción del cultivo de maíz morado variedad <i>inía 601</i> (INÍA 601 (<i>Zea mays L.</i>). (T1).....	68
Anexo 5: Costo de producción del cultivo de maíz morado variedad INÍA 601 (<i>Zea mays L.</i>) (T2).	70
Anexo 6: Costo de producción del cultivo de maíz morado variedad INÍA 601 (<i>Zea mays L.</i>) (T3).	71
Anexo 7: PANEL FOTOGRAFICO.....	72

I. INTRODUCCION

Según estos autores en su investigación manifiestan que, el Perú goza de condiciones geográficas y climáticas muy favorables para la producción del cultivo de maíz morado y está posicionado como uno de los primeros lugares como productor y exportador mundial. La exportación de maíz morado y sus derivados presentan un fuerte potencial de crecimiento a mediano plazo, además de poseer propiedades nutritivas y benéficas para la salud. (Chichizola et al, citado por Pinedo 2015).

El cultivo del maíz morado tiene un importante aumento en el Perú, principalmente en la sierra andina, por la demanda que existe en la actualidad a nivel nacional e internacional, por el contenido de antocianinas, componente que le brinda el color morado característico de este tipo de cultivo de maíz. Estos pigmentos presentan un alto potencial para el reemplazo de los colorantes sintéticos en alimentos, productos farmacéuticos y cosméticos, así como para su consumo diario en la salud, siendo un alimento nutracéutico con un poder antioxidante natural, ya que previene algunos tipos de cáncer, también presenta beneficios contra la hipertensión, y entre otros. (Pinedo 2015).

Este trabajo de investigación “Evaluación del comportamiento del maíz morado INIA 601 (*Zea mays L.*) con tres niveles de fertilización en condiciones de 3450 msnm en Huanchac Independencia - Huaraz - 2020”. También esta investigación también busca dar una base y solución para nuevas propuestas de cultivo para los agricultores de esta región, la escasa costumbre de sembrío de maíz morado en localidades de mayor altitud y en la localidad de Huanchac, hace que los agricultores cuenten con nuevas técnicas y expansión de áreas de cultivo de maíz y no le dan su mayor utilidad, además ver este cultivo como una alternativa para que el productor obtenga beneficios y mejorar su calidad de vida y del mismo modo con la venta de la producción del maíz por sus mejores costos en el mercado y además de incorporar a su consumo por el alto grado de antioxidantes como la antocianina.

1.1. Problemática de la Investigación

El cambio climático, hará más difícil la provisión de alimentos de los agricultores. Una alternativa de enfrentar estos problemas es diversificando cultivos entre ellos los más rústicos, como las especies nativas. Las gramíneas forman parte de esta gama de cultivos con gran tolerancia a estreses de clima y producción en suelos de baja fertilidad, pedregosos y con baja disponibilidad de agua.

El cultivo de maíz morado (*Zea mays L.*) es un amiláceo que se cultiva principalmente en las zonas andinos, por el interés de la antocianina que contiene en la tusa y grano, que son benéficos para la salud. Este cultivo se adapta desde los 1200 a 4000 msnm. de ahí la importancia de conocer el comportamiento y adaptación de este cultivo en la zona de la localidad de Huanchac ya que esta zona no cuenta con sembríos de este cultivo, no existen personas que se dediquen a la explotación del cultivo; por otra parte, esta variedad tiene un buen rendimiento y mejores costos de venta, la falta de conocimiento técnico no les favorece su implementación siendo una limitante para que los agricultores vean nuevas alternativas de producción agrícola que mejore sus ingresos y seguridad alimentaria. Debido a que los agricultores se dedican al manejo de otros cultivares, lo cual me motivó la siembra de este cultivo y evaluar el rendimiento. De esta manera se conoció que, si es rentable la siembra de este cultivo, para que después se incentivó a la población a sembrar más áreas del cultivo con la finalidad de llevar al mercado para el consumo directo e industrializado. Por esta razón, nació la investigación con la finalidad de conocer la mejor forma de adaptación de este cultivo en esta zona de Huanchac del distrito de Independencia, provincia de Huaraz del departamento de Ancash- Perú.

1.2 Justificación

En la actualidad los agricultores y productores del maíz morado en nuestro país se producen con fines de incrementar su producción, por esta razón el presente trabajo de investigación consistió en la evaluación del comportamiento del maíz morado INÍA 601 (*Zea mays L.*) con tres niveles de fertilización en condiciones de 3450 msnm en el C.P. de Huanchac, lo cual se detalló en el presente trabajo.

El propósito de la investigación es determinar y adecuar cuáles son las dosis óptimas de fertilización para mejorar la calidad y rendimiento del maíz morado INIA 601, con ello se conllevará a los agricultores de Huanchac a mejorar la producción y aceptación de la variedad que contribuirá a mejorar sus ingresos por su alto costo de venta en el mercado frente a las razas de maíz que se comercializan en el mercado local, conduciendo así a mejorar sus niveles de vida. Por otro lado, cabe señalar la importancia de introducir en la mejora de la cedula del cultivo del productor rural. Por lo tanto, este proyecto de investigación pretende aplicar diferentes dosis de fertilización, evaluando el rendimiento y su producción generando nuevas alternativas para los agricultores rurales con condiciones similares de altitud.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Evaluar el efecto de tres niveles de fertilización sintética en el rendimiento del cultivo de maíz morado INIA 601 (*Zea mays L.*) a 3450 msnm en Huanchac del Distrito de Independencia, Huaraz, Ancash.

1.3.2. Objetivos específicos

Determinar la dosis adecuada de fertilización sintética para obtener los mejores rendimientos en el cultivo de maíz morado INIA 601.

Evaluar los parámetros morfológicos y biométricos del cultivo de maíz morado INIA 601.

Realizar el análisis económico del cultivo de maíz morado INIA 601 por cada tratamiento.

II. MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes de la investigación

Internacional:

Salazar (2006) en su trabajo de investigación titulada “Evaluación de veinte híbridos de maíz (*Zea mays L.*) en cinco localidades de Nicaragua” Obtuvo como resultados que, los híbridos H10 y H13 obtuvieron los rendimientos promedios mayores a través de todas las localidades, superando al testigo H19 (HINTA 991) en 13 y 14 % respectivamente. Obteniendo como resultado el rendimiento de los maíces híbridos H11 (6.04 t tn/ha), H15 (5.88 tn/ha) y H17 (5.80 tn/ha) el cual alcanzaron al rendimiento general de (5.67 tn/ha). Además, los híbridos que mostraron buena adaptación en cada localidad son H11 en Campos Azules, H13 en Quilalí y H18 en Santa Rosa y Melchorita.

Nacional:

Mayorga (2011) en su trabajo “Efecto de la densidad de siembra y de fertilización nitrogenada en el rendimiento de maíz morado (*Zea mays L.*) variedad PMV-581, bajo riego por goteo” Obtuvo como resultado que el mayor rendimiento para el mercado por efecto de la aplicación de nitrógeno hallado fue 6051 kg/ha con el nivel de 120 kg/ha.

Pinedo (2015) en su investigación titulada “Niveles de fertilización en dos variedades de maíz morado (*Zea mays L.*) en la localidad de Canaán Ayacucho” se puede observar que el rendimiento mayor de mazorca llegó con la variedad INIA-615 Negro Canaán con 3,67 t/ha, con un nivel de fertilización f3 (120-110-80), el menor resultado y estadísticamente igual a los niveles de fertilización f4 (120-120-100) con 3,35 t/ha y f2 (120-90-60) con 3,09 t/ha con la aplicación de N-P2O5-K2O.

Mendoza (2017) en su investigación “Contenido de antocianina y rendimiento de seis variedades de maíz morado (*Zea mays L.*) Canaán 2735 msnm - Ayacucho” encontró rendimientos de INIA-615 de 12,18 t/ha, en la variedad Canteño de 10,96 t/ha, el PMV-581 de 10,03 t/ha, en cuanto la variedad INIA-601 de 9,31 t/ha, Arequipeño de 8,97 t/ha y UNC-47 de 6,18 t/ha, la fórmula de fertilización que utilizó para todos los tratamientos en estudio fue 160; 110; 50 kg/ha N, P₂O₅ y K₂O.

Montes (2017) en la tesis “Nutrición orgánica en el desarrollo vegetativo y reproductivo del maíz morado (*Zea mays L.*) PMV-581, en condiciones edafoclimáticas del distrito de Pillcomarca – Huánuco, 2016”, empleó 5000 kg/ha de compost, 560 kg/ha de guano de isla y 0,0 t/ha de testigo. Donde obtuvo que existe efecto significativo con los abonos orgánicos, en el tamaño, diámetro y peso de mazorcas/planta, con el tratamiento Compost de 5000 kg/ha, se obtiene longitudes de mazorcas de 20 cm de largo y 5,3 cm de diámetro, y rendimientos de 7,718 kg/ha así mismo existe influencia de la aplicación de los abonos orgánicos en los eventos fenológicos durante el desarrollo vegetativo.

Medina et al. (2020) en su investigación “Cultivo de maíz morado (*Zea mays L.*) en zona alto andina de Perú: Adaptación e identificación de cultivares de alto rendimiento y contenido de antocianina” manifiestan que han desarrollado un trabajo de investigación del cultivo del maíz morado con el propósito de evaluar la producción de grano y la cantidad de antocianinas en la coronta y brácteas de seis cultivares de maíz morado, sembradas en 28 localidades del departamento de Cajamarca (sierra peruana), entre 2016 y 2019. El resultado obtenido de éstos seis variedades, la mayor producción de grano es de (2,77 tn/ha) y el mayor contenido de concentración antocianónica en corontas fue de (612 mg) y brácteas con (318 mg/100 g de cianidina-3-glucósido).

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Generalidades del cultivo

Medina et al., (2020) indican que, en el Perú el maíz morado muestra un moderado incremento en su producción, y una ampliación de res de sembrío y un crecimiento de su rendimiento. Es el único grano en el mundo que tiene los

granos, brácteas (panca) y la coronta (tusa) de color morado a negro debido a las antocianinas que posee, así mismo estos autores manifiestan que la antocianina es un pigmento que contiene diversos de propiedades funcionales para la salud humana, su uso como insumo en la alimentaria, industria y su aprovechamiento en la industria farmacéutica, han elevado la importancia de este cultivo, único en el mundo por el alto contenido de antocianina, la más alta entre todos los productos; sin embargo, son estas cualidades las que vienen promoviendo su consumo en el mercado nacional e internacional, en especial en estos tiempos de pandemia, que es importante analizar sus características benéficas, la evolución de su producción y sus posibilidades comerciales en el mercado nacional e internacional.

Begazo (2013) manifiesta que las potencialidades que nos brinda el maíz morado en materia de industria farmacéutica, alimentaria; y teniendo en cuenta las nuevas tendencias por parte de los consumidores hacia los productos naturales, antioxidantes, anticancerígenos, la cual favorece a nuestro país debido al incremento áreas de expansión de este cultivo y de futuras exportaciones.

2.2.2. Clasificación Taxonómica

Según los autores indican que la ubicación taxonómica del maíz es la siguiente.

(Manrique 1999) citado por (Mendieta 2015)

Reino: Vegetal.

División: Fanérogamas.

Clase: Monocotiledóneas.

Orden: Graminales.

Familia: Gramineae.

Tribu: Maydeas.

Género: *Zea*.

Especie: *Zea mays L.*

Nombre común: Maíz

2.2.3. Morfología de la planta de maíz morado

a) Raíz

Requis (2012) manifiesta que “las raíces son fasciculadas, el sistema radicular está constituido por raíz seminal o principal, las 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. Favoreciendo a la planta una mayor estabilidad. Las raíces de sostén realizan fotosíntesis. Raíces Aéreas: son raíces que no alcanzan el suelo”.

b) El tallo

Manrique (1999) señala que cuando las plantas tienen entre 40 a 60 cm de altura, el punto de crecimiento sale del nivel del suelo de 8 a 10 hojas. A partir de esta 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.

c) Hojas

Quispe et al. (2007) mencionan que “el limbo es largo, un poco ancho y finaliza en punta, con bordes enteros y nervaduras paralelas, su color usual es verde, pero se pueden encontrar hojas rayadas de blanco y verde o verde y púrpura”.

d) Inflorescencia femenina

Manrique (1999) señala que “la inflorescencia femenina corresponde a una espiga modificada. La espiga se presenta cubierta por brácteas y hojas envolventes y esta conjuntamente con las brácteas, la cual conforman la mazorca”.

e) Inflorescencia masculina

Manrique (1999) señala que “se realiza en las últimas hojas de la planta, aproximadamente siete a diez días antes de que empiece a aparecer los estilos de la inflorescencia femenina”.

f) Mazorcas

Justiniano (2010) manifiesta que “la mazorca es compacta y conformada por hojas que la recubren totalmente. La inflorescencia recibe el nombre de tusa en América del Sur y elote o corontas en México y América central”.

g) Semillas

Investigaciones realizadas por MINAGRI (2012) indican que “la calidad de granos producidos por mazorcas está limitada por el número de granos/hilera, al igual que los otros cereales, el grano de maíz está constituido por pericarpio, endospermo y embrión”.

2.2.4. Fenología del maíz

a. Fase vegetativa

Se muestra el estado vegetativo del cultivo de maíz. (Cervantes 2018).

V: Estado vegetativos

Ve: Emergencia

V1: Primera hoja desarrollada

V2: Segunda hoja desarrollada

V3: Tercera hoja desarrollada

V4: Cuarta hoja desarrollada

V5: Quinta hoja desarrollada

V6: Sexta hoja desarrollada

V7: Séptima hoja desarrollada

V8: Octava hoja desarrollada

V9: Novena hoja desarrollada

V10: Décima hoja desarrollada

Vt: Panojamiento

b. Fase reproductiva

A continuación, se muestra el estadio reproductivo del cultivo de maíz. (Cervantes 2018).

R: Estados reproductivos

R1: Emergencia de estigma

- R2: Cuaje
- R3: Grano lechoso
- R4: Grano pastoso
- R5: Grano dentado
- R6: Madurez Fisiológica

2.2.5. Variedades de maíz morado

a). Variedades tradicionales o nativas

Cuzco morado

Begazo (2013); Pinedo (2015) manifiestan que el maíz cusco morado presenta granos grandes dispuestos en mazorcas con hileras bien definidas. Esta variedad se desarrolla de manera favorable entre los 1800 a 2500 msnm. El rendimiento promedio es de 2 a 4 tn/ha.

Morado Canteño

Begazo (2013); Pinedo (2015) señalan que es un maíz precoz de 110 a 120 días a la floración. Llega medir aproximadamente de 1.80 - 2.50 m de altura. Se puede cultivar en diferentes lugares de la sierra peruana, y hasta los 2,500 m de altitud. Tiene un rendimiento de 3.350 tn/ha.

Morado de Caráz

Begazo (2013); Pinedo (2015) indican que es un maíz de precocidad intermedia, derivada de las razas Ancashino y Alazán. Presenta la coronta pigmentada, se cultiva en la provincia de Caráz, departamento de Ancash y se puede adaptar fácilmente a la Costa. Tiene un rendimiento promedio de 1.8 - 3.5 tn/ha.

Arequipeño

Begazo (2013); Pinedo (2015) señalan que es un maíz precoz que las mencionadas anteriormente, son similares al Cuzco, pero ligeramente más pequeña. manifiesta un color no tan intenso en la coronta como en las otras variedades de maíz. Su rendimiento es de 2.7 5 tn/ha.

Huancavelicano

Pinedo (2015) argumenta que esta variedad propia de la Sierra Centro y Sur, hasta Arequipa. Se desarrolla en alturas mayores a los 25000 msnm, que otras variedades.

Negro de Junín

Begazo (2013); Pinedo (2015) señalan que es una variedad precoz, manifiesta granos negros y grandes, distribuidos de forma irregular en una mazorca redondeada y corta. Propia de la Sierra Centro y Sur hasta Arequipa.

b). Variedades mejoradas

PMV – 581

Begazo (2013); Pinedo (2015) hacen referencia que en una variedad mejorada por la (Universidad Nacional Agraria La Molina), derivada de la variedad Morado de Caraz, de un período vegetativo intermedio, mide un promedio de 2.0 a 2.4 m de altura, con mazorcas medianas de 15 a 20 cm, largas, con alto contenido de pigmento. Se puede cultivar fácilmente hasta los 2500 msnm. Es resistente a la roya y a la cercospora. Tiene un rendimiento de 6 tn/ha.

PMV – 582

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

INIA – 615 Negro Canaán

Begazo (2013); Pinedo (2015) manifiestan que la variedad mejorada por el INIA, deriva a partir de 36 colecciones de cultivares locales de la raza Kulli colectadas en Huanta (22), Huamanga (22) y San Miguel (8) realizados durante 98 ciclos. Los progenitores femeninos

fueron variedades locales como Kully, Negro y Morado. Prospera en los valles andinos de la sierra peruana entre los 2000 a 3000 msnm.

INIA – 601 (INIA Negro Cajamarca)

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

2.2.6. Requerimiento climático y edafológicas del cultivo de maíz morado

a). Exigencias climáticas

Pinedo (2015) indica en su investigación que el maíz morado se puede adaptar fácilmente a las condiciones de sierra andina, entre los 1800 - 2800 msnm, con una precipitación pluvial anual de 500 a 1000 mm y temperaturas medias de 12 a 20 °C.

b). Exigencias edafológicas

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

2.3. Cultivo de maíz y su importancia

El cultivo maíz morado (*Zea mays L.*) es integrante de la raza Kulli, una de las 52 razas que se cultivan en la serranía de los andes peruanos (MINAM, 2018). Las antocianinas son pigmentos naturales hidrosolubles del grupo de los flavonoides – glucósidos de las antocianinas, presentes en las vacuolas de células vegetales, que otorgan el color rojo, púrpura o azul a las hojas, flores y frutos de los arándanos, cerezas, frambuesas, repollo morado, berenjena y del maíz (Guillén et al. 2014). En el caso de este tipo de cultivo la cantidad de antocianinas depende mucho del tipo de maíz (genotipo), del órgano de la planta y del lugar donde desarrolla esta planta (Duangpapeng et al. 2019). Estos pigmentos representan un alto potencial para el

reemplazo de los colorantes sintéticos en alimentos, productos farmacéuticos y cosméticos y para la obtención de productos con valor agregado dirigidos al consumo humano (Gullón et al. 2020). La siembra del este tipo de cultivo por los productores en la sierra andina puede ser una de las alternativas muy rentables y por lo tanto una opción para el agricultor con el mercado local y nacional, ya que con la venta y con alto contenido de antocianinas podría obtener mejores ingresos que sembrando el maíz amiláceo. Se han identificado seis tipos de antocianinas: Cianidina 3-O-b-Glucósido (llamada C3G, responsable del 70 por ciento de la intensidad del color), Pelargonidina (3 moléculas) y Peonidina (2 moléculas) (Castañeda et al. 2005). Sus funciones en las plantas son múltiples, desde la protección de la radiación ultravioleta, la atracción de insectos polinizadores, hasta impedir la congelación de las frutas, como las uvas (Gorriti et al. 2009; Guillén et al. 2014). Su demanda es considerable en la industria alimentaria, cosmética y farmacéutica para reemplazar a los colorantes sintéticos, debido a su naturaleza química e inocuidad (Jing et al. 2007; Gorriti et al. 2009; Gullón et al. 2020). Ayudan a prevenir enfermedades cardiovasculares, ya que estimulan la circulación de la sangre y protegen los vasos sanguíneos de un posible deterioro oxidativo (ayudan a prevenir el envejecimiento prematuro). El maíz morado es recomendado por su efecto antiinflamatorio (Zhang et al. 2019) y sirve para ayudar la regeneración de tejidos y formación de colágeno, siendo de esta forma beneficioso para la salud de la piel. Ayuda a controlar y reducir los niveles de colesterol en la sangre y a mantener una presión arterial baja. Ayuda a que el organismo sintetice los ácidos grasos siendo esto muy favorable para los seres humanos. Se estudia la posibilidad de que el maíz morado también sea muy bueno para prevenir enfermedades como el cáncer de colon (Lao et al.,2017). Con el consumo del maíz morado las posibilidades de obtener ciertos beneficios en la acción diurética e hipotensora es mayor, esta última acción parece deberse a que contiene sustancias aún no determinadas (probablemente polifenoles), que actúan en muchos casos bajando la presión arterial, además de la actividad hipotensora propia de las sustancias diuréticas (Arroyo et al. 2008; Jing et al. 2007; Lao et al. 2017).

2.3.1. Composición química del maíz morado variedad PMV-581, INIA-615 Negro Canaán, INIA-601 Negro Cajamarca

Tabla 1.

Composición química de maíz morado

Componente	Resultados de análisis físico/químico		
	PMV-581	PMV-581 negro Canaán	INIA – 615 negro Cajamarca
% kcal proveniente de carbohidratos	78.6	78.4	79.5
% kcal proveniente de grasa	12	11	11.4
% kcal proveniente de proteínas	9.4	10.6	9.1
Carbohidratos (g/100g de muestra original)	72.2	71.91	69.2
Energía Total (kcal/100g de muestra original)	367.3	366.9	348
Proteína (g/100g de muestra original)(fact:625)	8.6	9.7	7.9
Cenizas (g/1 00 g de muestra original)	1.5	1.9	1.3
Grasas (g/1 00 g de muestra original)	4.9	4.5	4.4
Humedad ((g/100 g de muestra original)	12.8	12	17.2

Según Pinedo (2015).

Tabla 2.

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

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

Según FAO (2001) citado por Marquina (2017)

2.3.2. Beneficios y Propiedades del maíz morado

Según Medina et al., (2020) indican lo siguiente.

a. Propiedades del maíz morado

- El alto contenido de antocianina es un poderoso antioxidante natural, que previene la degeneración de algunas células del cuerpo humano, por lo que ayuda en la prevención del cáncer, inhibe el colesterol malo y mejora la circulación.
- Consumir el maíz morado protege enfermedades como de la arteriosclerosis, la diabetes y la artritis.
- El maíz morado protege las arterias capilares, combate la obesidad, la artritis y la diabetes.

b. Usos

- Esta variedad de maíz morado se puede consumir de diferentes maneras y formas.
- El aceite de esta variedad es utilizado para hidratar las manos.
- La harina de esta variedad maíz morado usada externamente en forma de cataplasma en caso de eccemas, llagas o fuertes golpes.

2.4. Manejo del Cultivo

2.4.1. Época de siembra

En cultivo de maíz morado se puede cultivar entre 2000 y 2800 msnm. Las temporadas más oportunas son: en campaña chica, si el agricultor cuenta con suficiente disponibilidad del agua de riego, en los meses de junio, julio; y en la campaña grande entre los meses de octubre a noviembre. Para obtener la buena producción se debe utilizar una semilla de buena calidad (mejorada o certificada). En la sierra peruana se encuentra muy difundida la variedad morado Canteño, morado PVM-581 y en estos últimos años se ha introducido la variedad de 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 la serranía peruana (Manrique, 1999).

2.4.2. Densidad de siembra

La densidad de siembra es muy importante en la producción del cultivo de maíz morado para tener una buena población de plantas y obtener mayor número de mazorcas/planta; una alta densidad 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 promedio de semilla requerida es de 35 kg/ha a 40 kg/ha. (Requis, 2012).

2.4.3. Abonamiento

El abonamiento adecuado depende mucho de la fertilidad existente del suelo, y también del rendimiento de la variedad de maíz. En lo particular se recomienda a los agricultores la incorporación de guano de corral y una fórmula de abonamiento de 120-80-60 kg/ha de N, P₂O₅ y K₂O 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).

2.4.4. Fertilización

Según (INIA, 2007) en el cultivo de maíz morado la cantidad requerida de nutrientes a utilizar depende mucho de la recomendación del análisis de suelo. Una fertilidad promedio de los suelos de la región se debe incorporar por lo menos 5 tn/ha de guano de corral descompuesto, 10 sacos de guano de isla para obtener rendimientos superiores a 5 tn/ha. Recomienda el nivel fertilización 120-90-60 kg/ha de nitrógeno, fósforo y potasio.

2.4.5. Control de malezas

El control de malezas es muy importante para la producción óptimo de granos de maíz morado, ya que las malezas compiten por agua, nutrientes, luz y son hospederas generalmente de plagas y enfermedades, por ese motivo se debe hacer una buena preparación del terreno, la rotación de cultivos, los deshierbos y la aplicación de herbicidas, como por ejemplo simazinas, triazinas, aminas. Todas estas recomendaciones deben realizarse en los primeros estadios del maíz (Requis, 2012).

2.4.6. Aporque

Esta labor se realiza cuando las plantas tengan de 8 a 10 hojas extendidas, con altura promedio de 50 a 60 cm, esta labor nos permite incorporar el segundo abonamiento nitrogenado, eliminación de malezas y también la oxigenación del suelo cercano a las raíces que favorece mejor absorción de los nutrientes y protege la raíz adventicia de soporte, evitando el tumbado de las plantas. (Requis, 2012).

2.4.7. Riego

La escasa precipitación pluvial en los valles interandinos del Perú nos obliga a complementar con riegos en los momentos críticos del cultivo, 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).

2.5. Principales plagas y enfermedades en el cultivo de maíz morado

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

a. Plagas

- Gusano cortador de tierra (*Agrotis ipsilon*)
- Cogollero (*Spodoptera frugiperda*)
- El mazorquero (*Heliothis zea*)
- Mosca de la mazorca (*Euxesta stigmatias*)
- Gusanos alambre (*Agriotes spp*)
- Pulgones (*Myzus persicae*)
- Chicharrita del maíz, cigarrita (*Dalbulus maydis*)
- Mosca de la mazorca (*Euxesta sororcula wied*)

b. Enfermedades

- Carbón del maíz (*Ustilago maydis*)
- Pudrición de mazorcas
- Achaparramiento (Puka poncho)

2.6. Cosecha

Chipana (2008) indica que, después de la floración, se presenta la madurez fisiológica, es decir la transformación de los azúcares en almidones, por lo que los granos pasan de estado lechoso a pastoso. En ese momento se concentran los pigmentos antocianínicos del maíz morado. Por lo que las mazorcas se encuentran para ser cosechadas, cuando los granos presenten 25 a 30 % de humedad aproximadamente.

2.7. Secado

INIA (2007) indica que el secado debe ser rápida, y la luz solar no debe darle directamente. Se debe conservar la calidad del pigmento.

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

2.8. Almacenamiento

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

2.9. Criterio para el manejo de la fertilización del cultivo de maíz

Cervantes (2018) manifiesta que el rendimiento de maíz morado está determinado generalmente por el número final de granos logrados por unidad de superficie, el cual es función de crecimiento del cultivo alrededor del período de floración. Por lo tanto, para obtener elevados rendimientos, el cultivo debe lograr un desarrollo óptimo de estado fisiológico en floración: cobertura total del suelo y alta eficiencia de conversión de radiación interceptada en biomasa. La disponibilidad de nutrientes, especialmente a partir del momento en que los nutrientes son requeridos en mayor cantidad (aproximadamente 5 a 6 hojas desarrolladas), asegura un buen desarrollo y crecimiento foliar. Los micro y macro nutrientes disponibles en el suelo generalmente limitan la producción, siendo necesario conocer los requerimientos del cultivo y la oferta del suelo para determinar las necesidades de fertilización.

2.10. Diagnóstico de la fertilización

(Castellanos, y Rodríguez, 2017) señalan que los diferentes métodos disponibles para evaluar la nutrición del cultivo de maíz morado desde la siembra a cosecha. El análisis de suelo es la herramienta básica para determinar los niveles de fertilidad de cada parcela y diagnosticar la necesidad optima de fertilización que se debe aplicar. La información complementaria requerida para el diagnóstico de la fertilización incluye las características climáticas de la zona, del suelo y su manejo del cultivo.

2. 10.1. El nitrógeno en el maíz

(Castellanos, y Rodríguez, 2017) señalan que el elemento nitrógeno es indispensable 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 importante que se asocia con el crecimiento vegetativo de las plantas. Por otro parte (López, y Hirzel, 2012) manifiestan que el N orgánico de las enmiendas se mineraliza mediante procesos de amonificación (transformación en amonio) y nitrificación (amonio se transforma en nitrato). Una parte se pierde por desnitrificación y volatilización y la otra se inmoviliza.

El elemento nitrógeno es de los más comunes en la producción agrícola y el que más se utiliza como fertilizante. Las plantas sólo son capaces de asimilar el nitrógeno en dos formas químicas, es absorbido por las plantas como nitrato (NO_3^-) y amonio (NH_4^+). El nitrato es la especie de nitrógeno preferida por los cultivos según (Verhulst et al. 2015).

2.10.1.1. Sulfato de amonio (SO_4^{2-})

Fertilab (2016) menciona que es una fuente soluble de fácil disponibilidad de nitrógeno y azufre. Las formas sólidas tienen 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. Según (Castellanos, y Rodríguez, 2017) el (SO_4^{2-}) es uno de los fertilizantes más utilizados para mejorar deficiencias de azufre (suelos ácidos o bajos en materia orgánica), ya que es una fuente importante de nitrógeno y azufre.

2.10.1.2. Nitrato de amonio (NH_4NO_3).

(Barraco, y Díaz, 2005) señalan que el nitrato de amonio es un fertilizante muy común en el mercado de fertilizantes y contiene entre el 33 y 34 % de nitrógeno. Se caracteriza por proporcionar el elemento 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 fácilmente 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.

2.11. El fósforo en el maíz

Castellanos (2016) mencionan que la fertilización del maíz es uno de los puntos más críticos para alcanzar mejores rendimientos. El fósforo (P) es quizás el macronutriente más complejo de manejarlo a diferencia del nitrógeno y potasio, es fácilmente fijado en el suelo. Hay diversos casos donde los agricultores pasan por alto el análisis de suelo y llegan a aplicar diversos nutrientes cuando el suelo tiene excesos de este nutriente.

2.11.1. Demanda de fósforo y dosis de fertilización en maíz

Rodriguez (2018) afirma que el maíz es un cultivo de categoría media en cuanto a la necesidad de fósforo, y por cada tonelada de grano se extraen 11,6 kg de P₂O₅, mientras que por cada tonelada de forraje en el caso de maíz forrajero se extraen 1,6 kg de P₂O₅. De acuerdo a la meta de rendimiento, la extracción nutricional aumenta, por ejemplo, para una meta de 10 t/ha, el cultivo de maíz para grano extrae 116 kg de P₂O₅. 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.

2.12. Definición de términos

Abono:

Es una sustancia que puede ser inorgánica u orgánica y que se utiliza para mejorar la calidad del suelo y brindar nutrientes a los cultivos y las plantas. El estiércol y el guano, por ejemplo, son abonos naturales.

Fertilizante:

Permite a los agricultores obtener una mayor producción. Los fertilizantes son sustancias ricas en nutrientes que se utilizan para mejorar las características del suelo para un mayor desarrollo de los cultivos agrícolas.

Bloques:

Un diseño de bloques aleatorizados es un diseño frecuentemente utilizado para minimizar el efecto de la variabilidad cuando se asocia con unidades discretas (por ejemplo, ubicación, operador, planta, lote, tiempo).

Tratamiento:

Establece un conjunto de condiciones experimentales que deben imponerse a una unidad experimental dentro de los confines del diseño seleccionado. Ejemplos: Dosis de fertilizante, ración alimenticia, profundidad de sembrado, distanciamiento entre plantas, variedades de un cultivo.

2.13. Hipótesis

Al menos una de las dosis de fertilización influye significativamente en el rendimiento del cultivo maíz morado INIA 601 (*Zea mays L.*) en condiciones de 3450 msnm.

2.14. Variables**2.14.1. Variables independientes**

Dosis de fertilización

2.14.2. Variables dependientes

Rendimiento

Rentabilidad

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. Materiales y equipos

3.1.1. Ubicación Política:

Departamento: Ancash.

Provincia: Huaraz.

Distrito: Independencia.

Caserío: Huanchac

3.1.2. Geográfica:

Altitud: 3450 msnm.

Latitud sur: 12° 46'15".

Longitud oeste: 74° 50'57"

3.2. Materiales

a. Material Genético

Nombre común: Maíz morado

Nombre científico: *Zea mays L.*

Variedad: INIA 601

Ciclo vegetativo: 180 días

b. Material de campo

Pico.
Lampa de siembra y aporque.
Wincha, rafia.
Estacas.
Letreros
Balde de 20 Lt.
Jarra calibradora de 1 Lt.
Jeringa de 20 ml.
Bomba de mochila.

c. Equipos de laboratorio

La balanza electrónica.

d. Materiales y equipos de escritorio

Lapicero.
Calculadora.
Lápiz.
Cámaras.
Laptop.
Cuaderno.
Impresora.
USB.

e. Insumos

Fertilizantes:

Urea: 46 % N (granulado).

Fosfato Diamónico (FDA): 18 % N y 46 % P₂O₅.

Cloruro de Potasio (KC1): 60 % K₂O.

f. Época de ejecución

El presente trabajo de investigación se desarrolló entre 04/01/20 al 04/10/20.

3.3. Metodología

El presente trabajo de investigación corresponde al método experimental y aplicada, porque los resultados permitirán hacer las recomendaciones sobre el uso de dosis de fertilización en el cultivo de maíz morado, variedad INIA 601.

3.3.1. Tipo de investigación

3.3.1.1. Investigación aplicada

Se trata de una investigación experimental, porque se hizo variar intencionalmente la variable independiente para evaluar su efecto en los variables dependientes, así mismo los resultados de este trabajo de investigación permitirán hacer las recomendaciones sobre dosis de fertilización los diferentes productores de la zona.

La investigación se realizó a nivel descriptivo y correlacional. Descriptivo porque se realizó la descripción minuciosa de las diferentes características morfológicas y biométricos encontrados en los diferentes tratamientos del experimento. Así mismo es correlacional porque se trató de establecer la relación existente entre las diferentes dosis y el rendimiento del cultivo de maíz morado INIA 601.

3.3.2. Diseño de la investigación

Se aplicó el diseño experimental denominado Diseño de Bloque Completo al Azar (DBCA) con 3 bloques y 4 tratamientos, incluido el testigo.

3.3.2. Tratamientos

Tabla 3.

Niveles de fertilización por Ha.

TRATAMIENTO	Descripción de fertilización por ha por N-P2O5-K2O
T0 (Testigo)	(dosis local) 2 sacos de fosfato diamónico y 1 saco de urea
T1	Bajo 90 – 45 – 00
T2	medio 120 – 90 – 60
T3	alto 200 – 110 – 80

3.3.3. Randomización

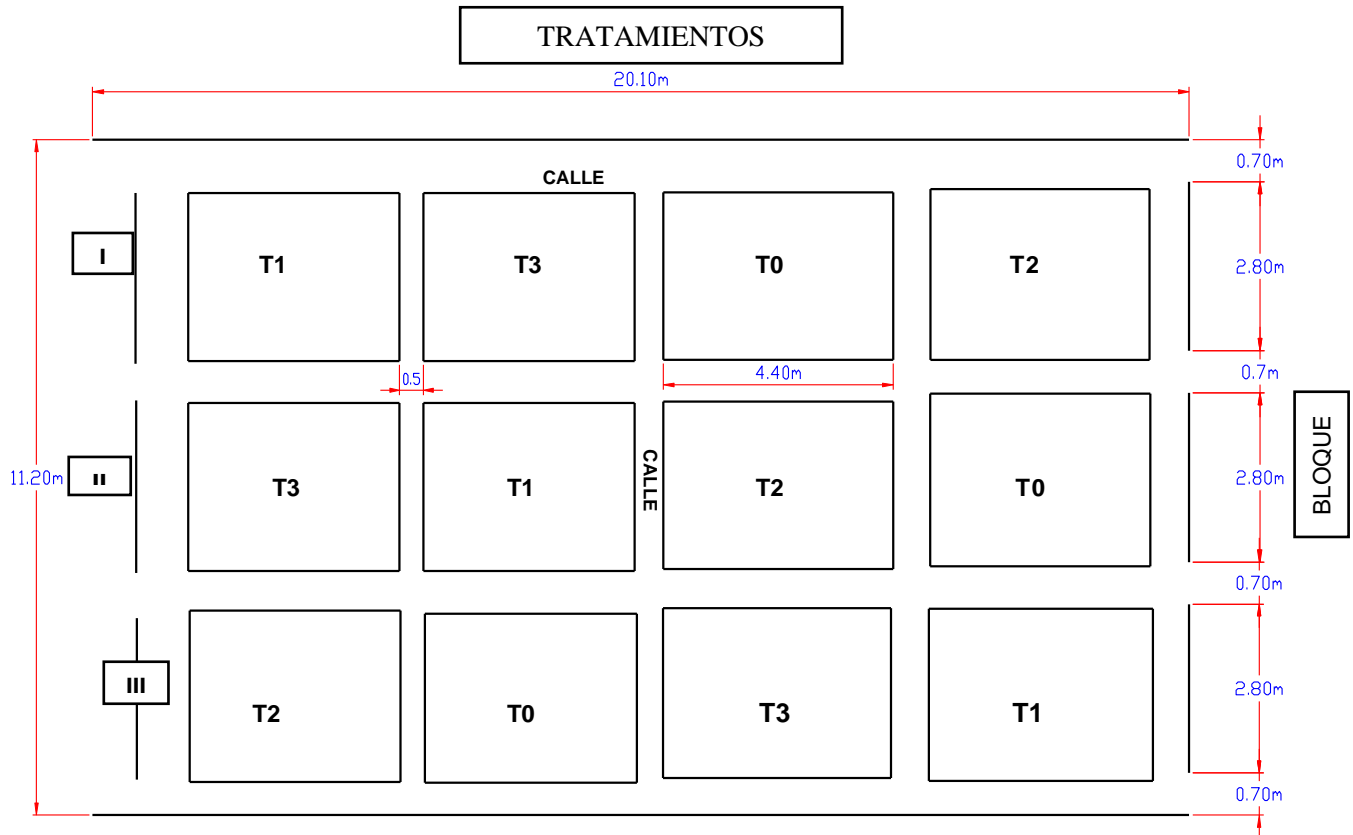
Tabla 4.

Randomización de los tratamientos

BLOQUES	TRATAMIENTOS			
I	T1	T3	T0	T2
II	T3	T1	T2	T0
III	T2	T0	T3	T1

3.3.4. Croquis experimental

Figura 1.
Croquis del campo experimental



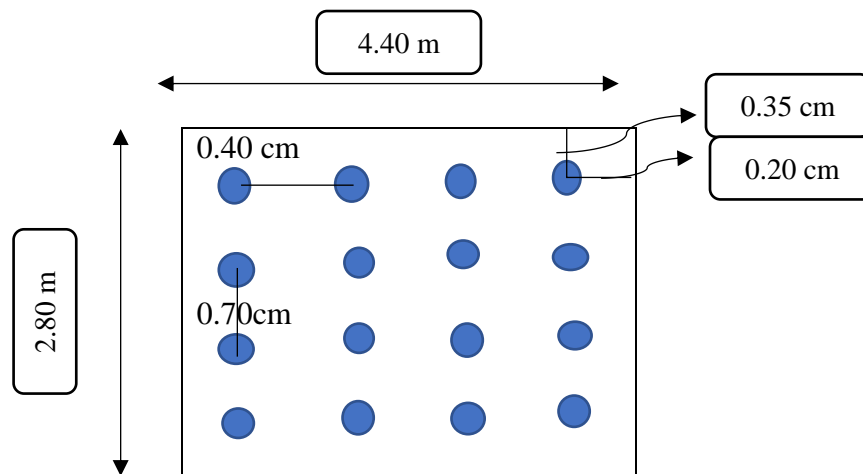
Características del campo experimental

- Área neta del campo experimental: $20.10 \times 11.20 = 225.12 \text{ m}^2$
- Largo de calles horizontal: 20.10 m
- Largo de calle vertical: 11.20 m
- Área total de bloques: $17.60 \times 8.40 = 147.84 \text{ m}^2$
- Largo de bloques: 17.60 m.
- Ancho de bloques: 8.40 m.
- Ancho de calle horizontal: 0.70 m.
- Ancho de calle vertical: 0.50 m.

Unidad experimental o parcela

Figura 2.

Unidad experimental o parcela



Características de la unidad de parcela experimental

- Largo de parcela: 4.40 m.
- Ancho de parcela: 2.80 m.
- Área de la unidad de parcela: $4.40 \times 2.80 = 12.32 \text{ m}^2$.
- Distancia entre planta: 0.40 cm.
- Distancia entre surco: 0.70 cm.
- Número de surco por tratamiento: 4.
- Número de golpes por surco: 10.
- Número de plantas por golpe: 2.
- Número total de plantas por surco: 20.
- Número de plantas por unidad experimental: 80.

3.3.5. Modelo lineal aditivo

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

$i = 1, 2, 3, \dots, t$ $j = 1, 2, 3, \dots, r$ TC= termino de corrección

donde:

Y_{ij} = es el valor o rendimiento observado en el i -ésimo tratamiento, j -ésimo bloque.

μ = es el efecto de la media general.

τ_i = es el efecto del i -ésimo tratamiento.

β_j = es el efecto del j -ésimo bloque.

ε_{ij} = es el efecto del error experimental en el i -ésimo tratamiento, j -ésimo bloque.

3.3.5.1. Análisis de varianza

Tabla 5.

Análisis de varianza del Diseño de Bloque Completo al Azar (DBCA).

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.c
Bloque (b)	b-1	SC(b)	C(b)/GL(b)	CM(b)/CM(e)
Tratamiento (t)	t-1	SC(t)	SC(t)/GL(t)	CM(t)/CM(e)
Error(e)	(t-)(b-1)	SC(e)	SC(e)/GL(e)	
Total (t)	tb-1	SC(T)		

3.3.5.2. Coeficiente de variabilidad

$$CV = \frac{\sqrt{CM_{error}}}{\bar{y}} \times 100$$

3.4. Población

3.4.1. Población o universo

El universo de investigación fue de 960 plantas de maíz morado, variedad INIA 601. Se refiere al espacio donde serán válidos los resultados del trabajo de investigación. En este caso entre los 3200 y 3450 msnm.

3.4.1. Muestra (Unidad de análisis y muestra)

La unidad de análisis estuvo representada por 01 planta de maíz morado, variedad INIA, y la muestra a su vez fue de 10 plantas de cada tratamiento

3.5. Parámetros evaluados

3.5.1. Características morfológicas

3.5.1.1. Porcentaje de emergencia:

Se hizo la evaluación a los 07 días posteriores a la siembra hasta que más del 50% de semillas emergieron, contando la cantidad de plantas que germinaron para cada tratamiento.

3.5.1.2. Días a la floración masculina

Se ha tenido en cuenta los días transcurridos desde el momento de la siembra hasta cuando más del 50% de la población cuando inicia la floración. La observación se ha realizado visualmente en los dos surcos centrales de cada parcela.

3.5.1.3. Días a la floración femenina

Se ha contado los días transcurridos desde el momento de la siembra hasta cuando más del 50% de la población tenga pistilos. La observación se ha realizado visualmente en los dos surcos centrales de cada parcela.

3.5.1.4. Altura de planta

Para la evaluación de este parámetro se procedió a medir con la ayuda de una wincha desde el nivel del suelo hasta el ápice terminal, expresando en cm. Se ha determinado midiendo la longitud promedio de 10 plantas competitivas al azar en cada tratamiento.

3.5.2. Características biométricas

Se han evaluado las mazorcas cosechadas de las 10 plantas que se eligieron al azar para las evaluaciones correspondientes.

3.5.2.1. Longitud de mazorca

Se procedió a medir con la ayuda de una wincha la longitud promedio de 10 muestras de mazorca por cada tratamiento expresando en m.

3.5.2.2. Número de hileras de la mazorca

Se ha determinado contando el número de hileras longitudinales de la mazorca. De las 10 muestras tomadas al momento de la cosecha.

3.5.2.4. Número de mazorcas/planta.

Se halló del conteo promedio de 10 mazorcas cosechadas de los dos surcos centrales. Se expresó en número de mazorcas por planta, luego de obtener estos datos se realizó el cálculo para llevar a Tn/ha. Esto cuando las mazorcas de maíz alcanzaron el porcentaje de humedad adecuado (20 a 25%) aproximadamente.

3.5.2.5. Peso promedio de mazorcas sin panca (Tn/ha)

Se ha halló dividiendo el rendimiento total entre el número de mazorcas por tratamiento y se pesaron en una balanza analítica. Se ha expresado en gramos de peso/mazorca. De las 10 muestras tomadas al momento de la cosecha.

3.5.2.6. Peso de 1000 granos

Se realizó el conteo de forma manual de 1000 granos de maíz por tratamiento y se pesaron en una balanza analítica, luego de obtener estos datos se realizó el cálculo para llevar a Tn/ha.

3.5.2.7. Variable rendimiento Tn/ha

En la cosecha de las parcelas se tomaron 10 plantas seleccionadas de los dos surcos centrales del total de cuatro que tenía cada parcela, donde el rendimiento de grano obtenido se llevó a la medida de Tn/ha.

3.5.2.8. Análisis económico del cultivo

Se determinó en primer lugar el rendimiento, seguido del costo de producción, precio de venta y finalmente la rentabilidad.

3.6. Procedimiento de la investigación

3.6.1. Muestreo de suelo

Se tomaron varias muestras de suelo al azar en forma de zigzag a una profundidad de 40 cm. con la ayuda de una lampa recta, luego todas las muestras

fueron mezcladas homogéneamente, obteniéndose una muestra representativa de 1.0 Kg de suelo para su Análisis.

3.6.2. Preparación del terreno

Se realizó la preparación del terreno con un tractor agrícola con una pasada de discos; luego de unos días se hizo el desmenuzando de los terrones con la ayuda de una yunta y luego la limpieza de las malezas y piedras con la ayuda de un rastrillo.

3.6.3. Marcación y surcado

Se empleó el método del triángulo con la ayuda de una wincha, cordel y estacas, en los cuales se diseñó los bloques, tratamientos y calles. Luego se realizó el surcado con la yunta y la rectificación manualmente con la ayuda de las estacas, la wincha, cordel y el pico a un distanciamiento de 0.70 m. entre surcos quedando lista para la siembra.

3.6.4. Siembra

Se realizó la siembra en suelo a capacidad de campo, con un distanciamiento de 0.70 m entre surcos y 0.40 m entre golpes, depositando tres semillas/golpe a una profundidad aproximada de 5 cm con la ayuda de una lampa pequeña que se utiliza en la siembra del maíz y su posterior deshije y dejando dos semillas/golpe obteniéndose una población de 71 428 plantas/ha.

3.6.5. Desahijé

Esta actividad se realizó cuando las plantas tenían entre 20 y 25 cm. de altura, dejando en cada golpe dos plantas (las más vigorosas) obteniéndose una población de 71 428 plantas/ha.

3.6.6. Fertilización

Los fertilizantes utilizados fueron de acuerdo a los niveles de abonamiento especificado para cada tratamiento. Como fuentes de fertilización fueron utilizados fertilizantes sintéticos: urea (46% de N (granulado)); fosfato diamónico (18% de N y 46% de P₂O₅) y cloruro de Potasio (60% de K₂O). De acuerdo a los niveles de fertilización establecidos para cada tratamiento, en la siembra no se utilizó nada de fertilización, y antes del primer aporque se aplicó toda la fertilización.

3.6.7. Deshierbo

El control de malezas se realizó dos veces, después de la siembra a los 15 días, se utilizó el herbicida Atrazina (1.5 kg/ha) y luego se realizó una segunda aplicación a los 45 días con el herbicida Atrazina (1.5 kg/ha) en forma dirigida a las malezas, antes que emerjan las raíces adventicias; posteriormente se efectuaron dos controles manuales ligeros de malezas.

3.6.8. Riego

El hizo un riego ligero a los 3 días de la siembra para una buena germinación y luego de ello se hizo una vez al mes ya que en esa temporada se tenía la precipitación de lluvias de temporada.

3.6.9. Aporque

Se realizó en dos oportunidades y en forma manual. La primera el 25 de enero del 2020; con la ayuda de una pala (queshi), una porción considerable de tierra se llevó a la base de cada planta para evitar el tumbado por el viento y otorgar mejor anclaje a las raíces adventicias; previa a esta labor se aplicó la fertilización con la dosis correspondiente a cada tratamiento. El segundo aporque se realizó el 22 de febrero del 2020 utilizando la lampa racua (queshi) con la finalidad de otorgar mayor estabilidad a las plantas y controlara malezas remanentes. porque

3.6.10. Control fitosanitario

Se realizaron las aplicaciones fitosanitarias para el control de plagas y enfermedades, Se realizó en el momento oportuno y de acuerdo a las evaluaciones técnicas en campo. Se realizó el control del cogollero (*Spodoptera frugiperda*), con Cipermetrina + Clorpirifos en dosis de 1 L/ha y el gusano mazorquero (*Helycoverpa zea*). para ello también se empleó el adherente para evitar el lavado por las lluvias.

3.6.11. Cosecha

La cosecha se realizó en forma manual, para los cuales solo se cosecharon las 10 muestras de planta por cada tratamiento, teniendo en cuenta el efecto de borde, se hizo el pañado de las mazorcas en costales diferentes según correspondió a cada tratamiento y bloque, y luego lo traslade a mi casa para el pesado y evaluaciones correspondientes. Y antes de las evaluaciones correspondientes se colocaron en una manta y se tendió al sol por 5 días para quitar la humedad restante. La cosecha se vio

engorroso ya que era difícil por la situación que se estaba atravesando debido a la enfermedad del covid-19.

3.6.12. Pesado

Se realizó anotando todos los datos para su posterior análisis estadístico.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados

4.1.1. Análisis del suelo

Tabla 6

Resultado del análisis de suelo realizado en el Laboratorio de Suelos de FCA-UNASAM.

Muestra N°	Textura (%)			Clase textural	pH	M.O %	Nt %	P ppm	K ppm	C.E ds/m.	Da. g/cm ³
	Arena	Limo	Arcilla								
164	66	22	12	Franco arenoso	5.33	2.612	0.131	14	94	0.336	1.48

El suelo muestra textura franco arenosa, que se caracteriza por tener una reacción moderadamente acida, medianamente rico en materia orgánica y en nitrógeno, pobre en fosforo y en potasio, no tiene problemas de salinidad.

4.1.2. Porcentaje de emergencia

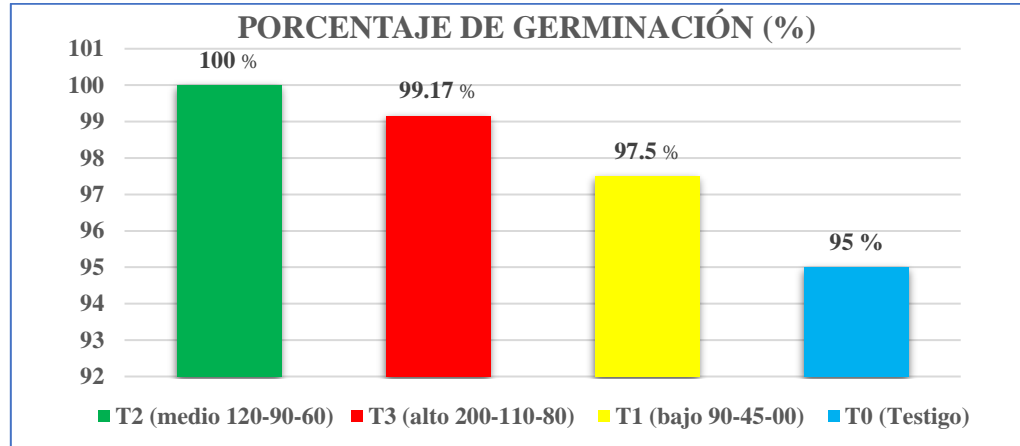
Tabla 7

Variable de porcentaje de emergencia a los 07 días de sembrado del cultivo de maíz morado variedad INIA 601 Zea mays L.

tratamientos	Media de porcentaje de germinación (%)
T2 medio 120 – 90 - 60	100.00
T3 alto 200 - 110 - 80	99.16
T1 bajo 90 – 45 – 00	97.50
T0 (testigo)	95.00

Figura 3

*Efecto de diferentes dosis de fertilización sintética en la variable de porcentaje de germinación a los 07 días de sembrado del cultivo de maíz morado variedad INIA 601 *Zea mays L.**



En la figura 3 se observa el porcentaje de germinación a los 07 días de sembrado del cultivo de maíz morado variedad INIA 601 *Zea mays L.*, siendo el tratamiento de mayor porcentaje de germinación el T2 (medio 120 – 90 – 60), con el 100 %, respecto al tratamiento T0 (Testigo) con el 95 %.

4.1.3. Días a la floración masculina

Tabla 8

*Análisis de varianza de la variable de número de días a la floración masculina del cultivo de maíz morado variedad INIA 601 *Zea mays L.**

Fuentes de variación	GL	SC	CM	F	Sig.
Tratamiento	3	6.92	2.31	7.55	*
Bloque	2	1.50	0.75	2.45	n.s
Error	6	1.83	0.31		
Total	11	10.25			

En la tabla 8 de análisis de varianza de número de días a la floración masculina del cultivo de maíz morado variedad INIA 601, se observa que se presentaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, en cuanto a los bloques se observa que no

existe diferencia estadísticamente significativa. El coeficiente de variabilidad es de 3.02 %, parámetro que se encuentra dentro de los valores que dan confiabilidad para los experimentos en campo.

Tabla 9

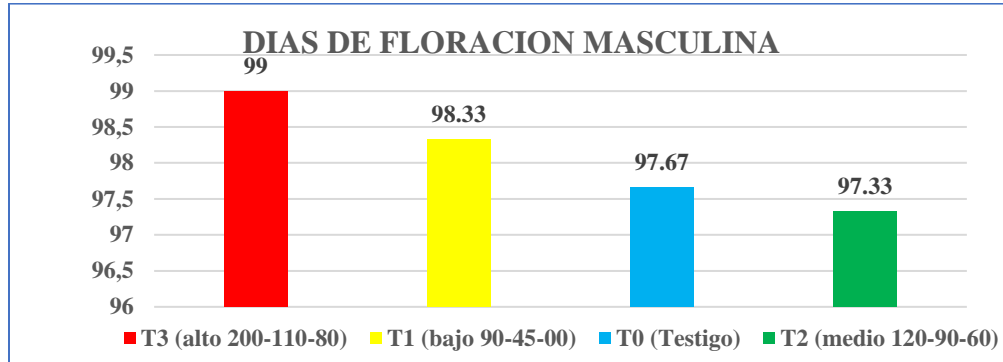
*Prueba de comparación de medias de Tukey para los tratamientos en la variable de número de días a la floración masculina del cultivo de maíz morado variedad INIA 601 *Zea mays* L.*

			Media de número de días a la	
Tratamientos			floración masculina	Agrupación
T3	alto	200 - 110 - 80	99.00	A
T1	bajo	90 - 45 - 00	98.33	A
		T0 (testigo)	97.67	B
T2	medio	120 - 90 - 60	97.33	B

En la tabla 9 la prueba de comparaciones medias de Tukey para los tratamientos, en cuanto a la variable de número de días a la floración masculina nos indica que, si existe diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, es decir que hay un efecto de fertilización sintética en el número de días a la floración masculina, observándose que la floración masculina ocurrió entre los 97.33 y 99.00 días después de la siembra.

Figura 4

*Efecto de diferentes dosis de fertilización sintética en la variable de número de días a la floración masculina del cultivo de maíz morado variedad INIA 601 *Zea mays L.**



En la figura 4 se observa el de número de días a la floración masculina del cultivo de maíz morado variedad INIA 601 *Zea mays L.*, siendo el tratamiento de mayor número de días a la floración masculina el **T3** (alto 200 - 110 – 80), con 99 días, respecto al tratamiento **T0** (Testigo) con 97.67 días.

4.1.4. Días a la floración femenina

Tabla 10

*Análisis de varianza de la variable de número de días a la floración femenina del cultivo de maíz morado variedad INIA 601 *Zea mays L.**

Fuentes de variación	GL	SC	CM	F	Sig.
Tratamiento	3	4.92	1.67	5.36	*
Bloque	2	2.17	1.08	3.55	n.s
Error	6	1.83	0.31		
Total	11	8.92			

En la tabla 10 de análisis de varianza de número de días a la floración femenina del cultivo de maíz morado variedad INIA 601, se observa que se presentaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, en cuanto a los bloques se observa que no existe diferencia estadísticamente significativa. El coeficiente de variabilidad es de 3.93 %, parámetro que se encuentra dentro de los valores que dan confiabilidad para los experimentos en campo.

Tabla 11

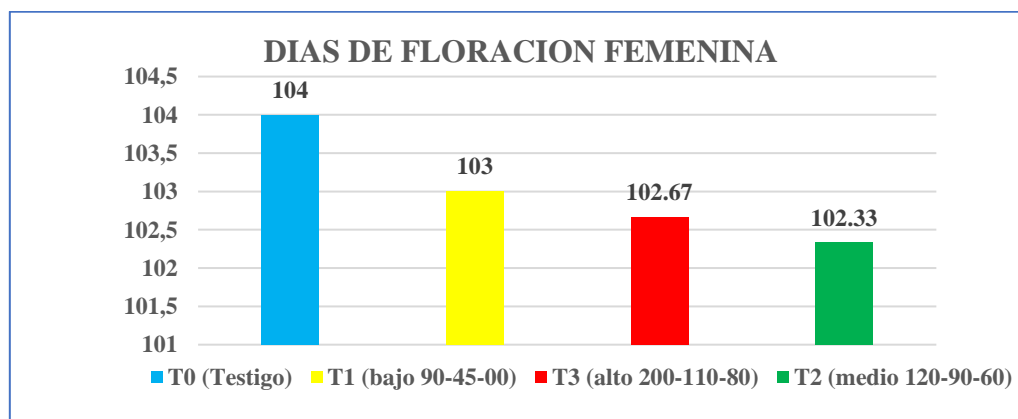
*Prueba de comparación de medias de Tukey para los tratamientos en la variable de número de días a la floración femenina del cultivo de maíz morado variedad INIA 601 *Zea mays L.**

Tratamientos	Media de número de días a la floración femenina	Agrupación
T0 (testigo)	104.00	A
T1 bajo 90 – 45 – 00	103.00	A
T3 alto 200 - 110 - 80	102.67	B
T2 medio 120 – 90 - 60	102.33	B

En la tabla 11 la prueba de comparaciones medias de Tukey para los tratamientos, en cuanto a la variable de número de días a la floración femenina nos indica que, si existe diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, es decir que hay un efecto de fertilización sintética en el número de días a la floración femenina, observándose que la floración masculina ocurrió entre los 102.33 y 104.00 días después de la siembra

Figura 5

*Efecto de diferentes dosis de fertilización sintética en la variable de número de días a la floración femenina del cultivo de maíz morado variedad INIA 601 *Zea mays L.**



En la figura 5 se observa el de número de días a la floración femenina del cultivo de maíz morado variedad INIA 601 *Zea mays L.*, siendo el tratamiento de mayor número de días a la floración masculina el **T0** (Testigo) con 104 días, respecto al tratamiento **T2** (medio 120 – 90 – 60) con 102.33 días.

4.1.5. Altura de planta (metros)

4.1.5.1. Primera evaluación de altura de planta (m) a los 30 días posterior a la siembra

Tabla 12

Análisis de varianza de la variable de altura de planta, a los 30 días posterior a la siembra del cultivo de maíz morado variedad INIA 601 Zea mays L.

Fuentes de variación	GL	SC	CM	F	Sig.
Tratamiento	3	0.0020	0.0007	27.00	*
Bloque	2	0.0001	0.0001	2.33	n.s
Error	6	0.0002	0.00003		
Total	11	0.0023			

En la tabla 12 de análisis de varianza de altura de planta a los 30 días posterior a la siembra del cultivo de maíz morado variedad INIA 601, se observa que se presentaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, en cuanto a los bloques se observa que no existe diferencia estadísticamente significativa. El coeficiente de variabilidad es de 4.36 %, parámetro que se encuentra dentro de los valores que dan confiabilidad para los experimentos en campo.

Tabla 13

Prueba de comparación de medias de Tukey para los tratamientos en la variable de altura de planta a los 30 días posterior a la siembra del cultivo de maíz morado variedad INIA 601 Zea mays L.

tratamientos	Media de altura de planta a los 30 días (m)	Agrupación
T3 alto 200 - 110 - 80	0.32	A
T2 medio 120 - 90 - 60	0.31	A B
T1 bajo 90 - 45 - 00	0.29	B C
T0 (testigo)	0.28	C

En la tabla 13 la prueba de comparaciones medias de Tukey para los tratamientos, en cuanto a la variable de altura de planta a los 30 días posterior a la siembra nos indica que, si existe diferencias estadísticas significativas entre tratamientos **T3** (alto 200 - 110 - 80) con 0.32 cm y el **T0** (Testigo) con 0.28 cm, es decir que hay un efecto de fertilización sintética en la altura de planta a los 30 días posterior a la siembra.

4.1.5.2. Segunda evaluación de altura de planta (m) a los 90 días posterior a siembra

Tabla 14

*Análisis de varianza de la variable de altura de planta, a los 90 días posterior a la siembra del cultivo de maíz morado variedad INIA 601 *Zea mays L.**

Fuentes de variación	GL	SC	CM	F	Sig.
Tratamiento	3	0.08	0.03	19.28	*
Bloque	2	0.01	0.01	4.72	n.s
Error	6	0.01	0.001		
Total	11	0.10			

En la tabla 14 de análisis de varianza de altura de planta a los 90 días posterior a la siembra del cultivo de maíz morado variedad INIA 601, se observa que se presentaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, en cuanto a los bloques se observa que no existe diferencia estadísticamente significativa. El coeficiente de variabilidad es de 9.50 %, parámetro que se encuentra dentro de los valores que dan confiabilidad para los experimentos en campo.

Tabla 15

Prueba de comparación de medias de Tukey para los tratamientos en la variable de altura de planta a los 90 días posterior a la siembra del cultivo de maíz morado variedad INIA 601 Zea mays L.

Tratamientos	Media de altura de planta a los 90 días (m)	Agrupación	
T3 alto 200 - 110 - 80	1.29	A	
T2 medio 120 - 90 - 60	1.21	A	B
T1 bajo 90 - 45 - 00	1.13	A	B
T0 (testigo)	1.06		B

En la tabla 15 la prueba de comparaciones medias de Tukey para los tratamientos, en cuanto a la variable de altura de planta a los 90 días posterior a la siembra nos indica que, si existe diferencias estadísticas significativas entre tratamientos de **T3** (alto 200 - 110 - 80) con 1.2900 cm y el **T0** (Testigo) con 1.0567 cm, es decir que hay un efecto de fertilización sintética en la altura de planta a los 90 días posterior a la siembra.

4.1.5.3. Tercera evaluación de altura de planta (m) a los 140 días posterior a siembra

Tabla 16

Análisis de varianza de la variable de altura de planta, a los 140 días posterior a la siembra del cultivo de maíz morado variedad INIA 601 Zea mays L.

Fuentes de variación	GL	SC	CM	F	Sig.
Tratamiento	3	0.16	0.05	7.57	*
Bloque	2	0.05	0.03	3.59	n.s
Error	6	0.04	0.01		
Total	11	0.25			

En la tabla 16 de análisis de varianza de altura de planta a los 140 días posterior a la siembra del cultivo de maíz morado variedad INIA 601, se observa que se presentaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, en cuanto a los bloques se observa que no existe diferencia estadísticamente significativa. El coeficiente de variabilidad

es de 6.33 %, parámetro que se encuentra dentro de los valores que dan confiabilidad para los experimentos en campo.

Tabla 17

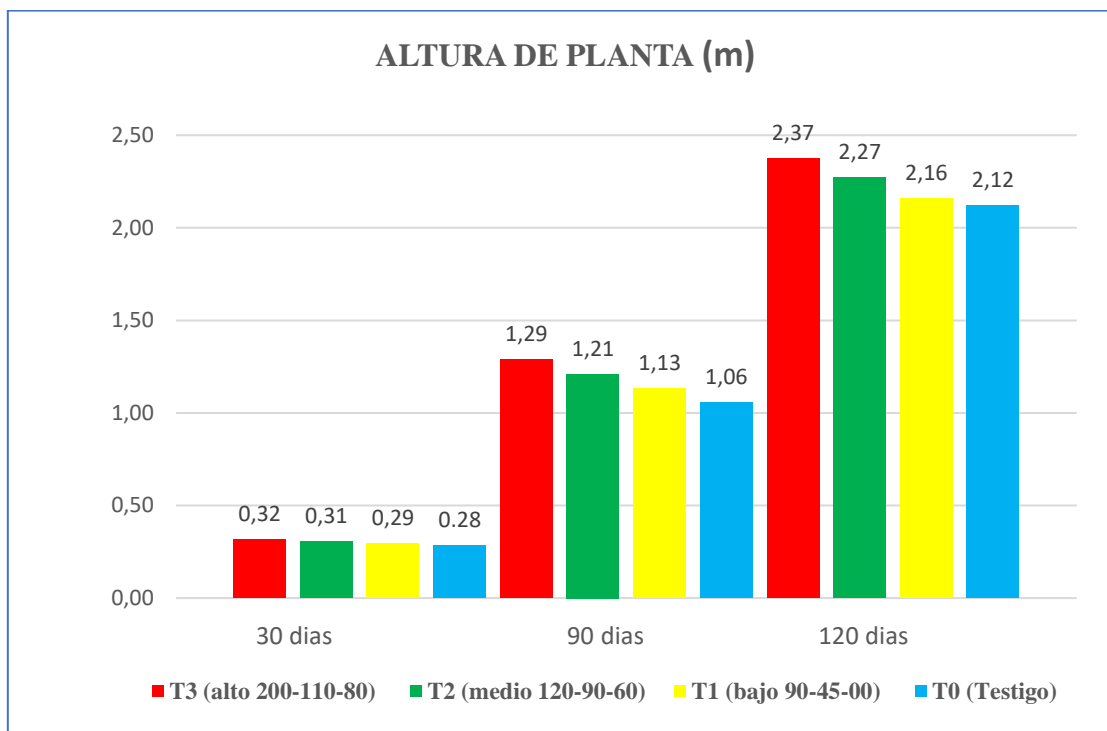
*Prueba de comparación de medias de Tukey para los tratamientos en la variable de altura de planta a los 140 días posterior a la siembra del cultivo de maíz morado variedad INIA 601 *Zea mays* L.*

Tratamientos	Media de altura de planta a los 140 días (m)	Agrupación
T3 alto 200 - 110 - 80	2.37	A
T2 medio 120 - 90 - 60	2.27	A B
T1 bajo 90 - 45 - 00	2.16	A B
T0 (testigo)	2.12	B

En la tabla 17 la prueba de comparaciones medias de Tukey para los tratamientos, en cuanto a la variable de altura de planta a los 140 días posterior a la siembra nos indica que, si existe diferencias estadísticas significativas entre tratamientos de **T3** (alto 200 - 110 - 80) con 2.37 m y el **T0** (Testigo) con 2.12 m, es decir que hay un efecto de fertilización sintética en la altura de planta a los 140 días posterior a la siembra.

Figura 6

*Efecto de diferentes dosis de fertilización sintética en la variable Altura de planta promedio (cm) del cultivo de maíz morado variedad INIA 601 *Zea mays L.**



En la figura 6 se observa la altura de planta en el cultivo *Altura de planta* del cultivo de maíz morado variedad INIA 601 *Zea mays L.*, a los 30 días, se observa que la altura de planta para el tratamiento **T3** (alto 200 - 110 - 80) con 0.32 m es mayor, con respecto a los tratamientos **T2** (medio 120 - 90 - 60) con 0.31 m, **T1** (bajo 90 - 45 - 00) con 0.29 m y finalmente el **T0** (Testigo) con 0.28 m.

De la misma forma a los 90 días se observa que la altura de planta para el tratamiento **T3** (alto 200 - 110 - 80) con 1.29 m es mayor, con respecto a los tratamientos **T2** (medio 120 - 90 - 60) con 1.21 m, **T1** (bajo 90 - 45 - 00) con 1.13 m.

Finalmente, el **T0** (Testigo) con 1.06 m. Por último, a los 140 días se observa que la altura de planta para el tratamiento **T3** (alto 200 - 110 - 80) con 2.37 m es mayor, con respecto a los tratamientos **T2** (medio 120 - 90 - 60) con 2.27 m, **T1** (bajo 90 - 45 - 00) con 2.16 m y finalmente el **T0** (Testigo) con 2.12 m.

4.1.6. Longitud de mazorca (cm)

Tabla 18

Análisis de varianza de la variable de longitud de mazorca del cultivo de maíz morado variedad INIA 601 Zea mays L.

Fuentes de variación	GL	SC	CM	F	Sig.
Tratamiento	3	21.37	7.13	70.47	*
Bloque	2	0.73	0.36	3.59	n.s
Error	6	0.61	0.10		
Total	11	22.71			

En la tabla 18 de análisis de varianza de longitud de mazorca del cultivo de maíz morado variedad INIA 601, se observa que se presentaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, en cuanto a los bloques se observa que no existe diferencia estadísticamente significativa. El coeficiente de variabilidad es de 8.37 %, parámetro que se encuentra dentro de los valores que dan confiabilidad para los experimentos en campo.

Tabla 19

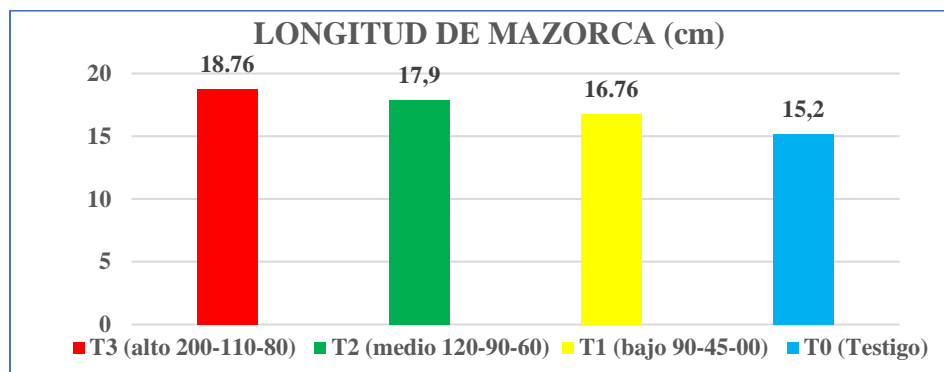
Prueba de comparación de medias de Tukey para los tratamientos en la variable de longitud de mazorca del cultivo de maíz morado variedad INIA 601 Zea mays L.

Tratamientos	Media de longitud de mazorca (cm)	Agrupación
T3 alto 200 - 110 - 80	18.76	A
T2 medio 120 – 90 - 60	17.90	A
T1 bajo 90 – 45 – 00	16.76	B
T0 (testigo)	15.20	C

En la tabla 19 la prueba de comparaciones medias de Tukey para los tratamientos, en cuanto a la variable de longitud de mazorca nos indica que, si existe diferencias estadísticas significativas entre tratamientos **T3** (alto 200 - 110 - 80) con 18.76 cm y el **T0** (Testigo) con 15.20 cm, es decir que hay un efecto de fertilización sintética en la longitud de mazorca.

Figura 7

Efecto de diferentes dosis de fertilización sintética en la variable de longitud de mazorca del cultivo de maíz morado variedad INIA 601 Zea mays L.



En la figura 7 se observa la longitud de mazorca del cultivo de maíz morado variedad INIA 601 *Zea mays L.*, siendo el tratamiento de mayor longitud de mazorca el **T3** (alto 200 - 110 – 80), con 18.76 cm, respecto al tratamiento **T0** (Testigo) con 15.20 cm.

4.1.7. Número de hileras por mazorca

Tabla 20

Análisis de varianza de la variable de número de hileras por mazorca del cultivo de maíz morado variedad INIA 601 Zea mays L.

Fuentes de variación	GL	SC	CM	F	Sig.
Tratamiento	3	16.25	5.42	21.67	*
Bloque	2	0.50	0.25	1.00	n.s
Error	6	1.50	0.25		
Total	11	18.25			

En la tabla 20 de análisis de varianza de número de hileras por mazorca del cultivo de maíz morado variedad INIA 601, se observa que se presentaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, en cuanto a los bloques se observa que no existe diferencia estadísticamente significativa. El coeficiente de variabilidad es de 12.63 %, parámetro que se encuentra dentro de los valores que dan confiabilidad para los experimentos en campo.

Tabla 21

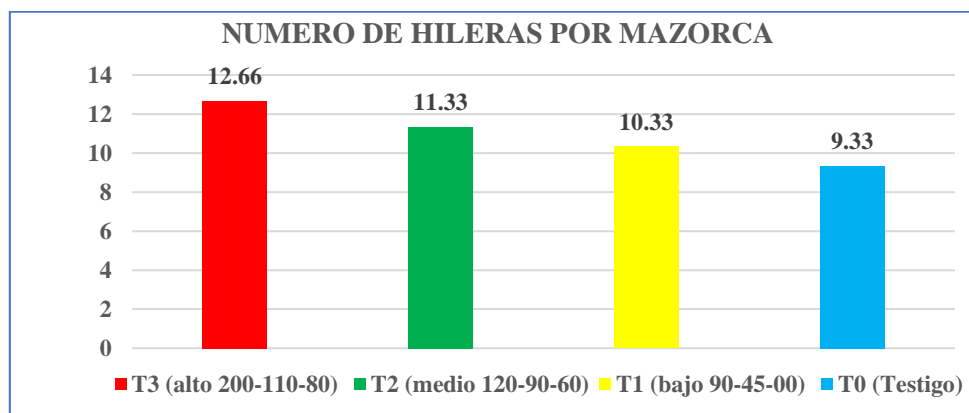
Prueba de comparación de medias de Tukey para los tratamientos en la variable de número de hileras por mazorca del cultivo de maíz morado variedad INIA 601 Zea mays L.

Media de número de hileras		
Tratamientos	por mazorca	Agrupación
T3 alto 200 - 110 - 80	12.66	A
T2 medio 120 - 90 - 60	11.33	A B
T1 bajo 90 - 45 - 00	10.33	B C
T0 (testigo)	9.33	C

En la tabla 21 la prueba de comparaciones medias de Tukey para los tratamientos, en cuanto a la variable de número de hileras por mazorca nos indica que, si existe diferencias estadísticas significativas entre tratamientos **T3** (alto 200 - 110 - 80) con 12.66 y el **T0** (Testigo) con 9.33 cm, es decir que hay un efecto de fertilización sintética en el número de hileras por mazorca.

Figura 8

Efecto de diferentes dosis de fertilización sintética en la variable de número de hileras por mazorca del cultivo de maíz morado variedad INIA 601 Zea mays L.



En la figura 8 se observa el número de hileras por mazorca del cultivo de maíz morado variedad INIA 601 Zea mays L., siendo el tratamiento de mayor número de hileras por mazorca el T3 (alto 200 - 110 - 80) con 12.66, respecto al tratamiento T0 (Testigo) con 9.33.

4.1.9. Número de mazorcas/planta

Tabla 22

Análisis de varianza de la variable de número de mazorcas por planta del cultivo de maíz morado variedad INIA 601 Zea mays L.

Fuentes de variación	GL	SC	CM	F	Sig.
Tratamiento	3	2.00	0.75	8.00	*
Bloque	2	0.17	0.08	1.00	n.s
Error	6	0.50	0.08		
Total	11	2.67			

En la tabla 22 de análisis de varianza de número de mazorcas por planta del cultivo de maíz morado variedad INIA 601, se observa que se presentaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, en cuanto a los bloques se observa que no existe diferencia estadísticamente significativa. El coeficiente de variabilidad es de 29.54 %, parámetro que se encuentra dentro de los valores que dan confiabilidad para los experimentos en campo.

Tabla 23

Prueba de comparación de medias de Tukey para los tratamientos en la variable de número de mazorcas por planta del cultivo de maíz morado variedad INIA 601 Zea mays L.

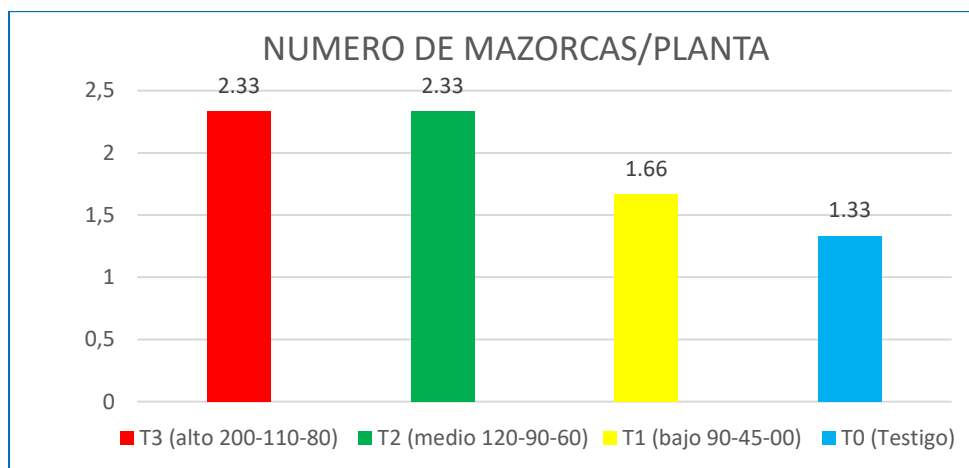
Media de número de mazorcas por				
Tratamientos		planta	Agrupación	
T3 alto 200 - 110 - 80		2.33	A	
T2 medio 120 - 90 - 60		2.33	A	
T1 bajo 90 - 45 - 00		1.66	A	B
T0 (testigo)		1.33		B

En la tabla 23 la prueba de comparaciones medias de Tukey para los tratamientos, en cuanto a la variable de número de mazorcas por planta nos indica que, si existe diferencias estadísticas significativas entre tratamientos T3 (alto 200 - 110 - 80) con 2.33 mazorca y

el T0 (Testigo) con 1.33 mazorcas, es decir que hay un efecto de fertilización sintética en el número de mazorcas por planta.

Figura 9

Efecto de diferentes dosis de fertilización sintética en la variable de número de mazorcas por planta del cultivo de maíz morado variedad INIA 601 Zea mays L.



En la figura 9 se observa el número de mazorcas por planta del cultivo de maíz morado variedad INIA 601 *Zea mays L.*, siendo el tratamiento de mayor número de mazorcas por planta el **T3** (alto 200 - 110 – 80), con 2.33 mazorcas, respecto al tratamiento **T0** (Testigo) con 1.33 mazorcas.

4.1.10. Peso promedio de mazorcas sin panca (Kg) por tratamiento

Tabla 24

Análisis de varianza de la variable de peso promedio de mazorcas sin panca (Kg) por tratamiento del cultivo de maíz morado variedad INIA 601 Zea mays L.

Fuentes de variación	GL	SC	CM	F	Sig.
Tratamiento	3	1.52	0.51	104.54	*
Bloque	2	0.05	0.02	4.97	n.s
Error	6	0.03	0.005		
Total	11	1.60			

En la tabla 24 de análisis de varianza de peso promedio de mazorcas sin panca (Kg) por tratamiento del cultivo de maíz morado variedad INIA, se observa que se presentaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, en cuanto a los bloques se observa que no existe diferencia estadísticamente significativa. El coeficiente de variabilidad es de 23.51 %, parámetro que se encuentra dentro de los valores que dan confiabilidad para los experimentos en campo.

Tabla 25

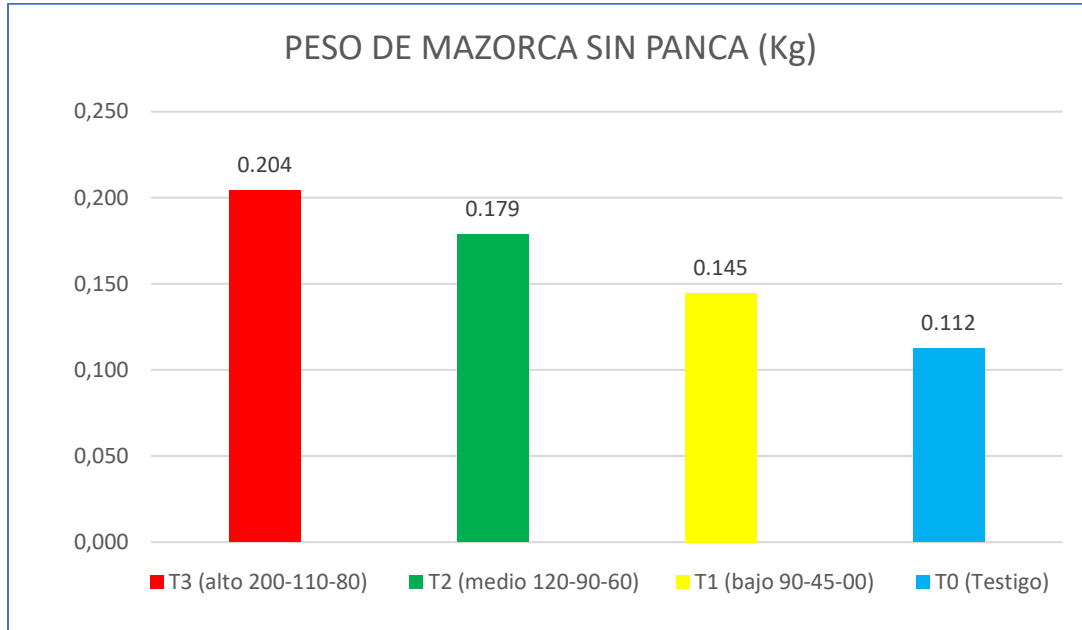
Prueba de comparación de medias de Tukey para los tratamientos en la variable de peso promedio de mazorcas sin panca (Kg) por tratamiento del cultivo de maíz morado variedad INIA 601 Zea mays L.

Media de peso de mazorcas sin panca		
Tratamientos	por tratamiento (Kg)	Agrupación
T3 alto 200 - 110 - 80	0.204	A
T2 medio 120 - 90 - 60	0.179	A
T1 bajo 90 - 45 - 00	0.145	B
T0 (testigo)	0.112	C

En la tabla 25 la prueba de comparaciones medias de Tukey para los tratamientos, en cuanto a la variable de peso promedio de mazorcas sin panca (Kg) por tratamiento nos indica que, si existe diferencias estadísticas significativas entre tratamientos **T3** (alto 200 - 110 - 80) con 0.204 Kg y el **T0** (Testigo) con 0.112 Kg, es decir que hay un efecto de fertilización sintética en el peso promedio de mazorcas sin panca (Kg) por tratamiento.

Figura 10

*Efecto de diferentes dosis de fertilización sintética en la variable de peso promedio de mazorcas sin panca (Kg) por tratamiento del cultivo de maíz morado variedad INIA 601 *Zea mays L.**



En la figura 10 se observa el peso promedio de mazorcas sin panca (Kg) del cultivo de maíz morado variedad INIA 601 *Zea mays L.*, siendo el tratamiento de mayor peso promedio de mazorcas sin panca (Kg) por tratamiento el **T3** (alto 200 - 110 – 80), con 0.204 Kg, respecto al tratamiento **T0** (Testigo) con 0.112 Kg.

4.1.11. Peso de 1000 granos

Tabla 26

*Análisis de varianza de la variable de peso promedio de 1000 granos (Kg) del cultivo de maíz morado variedad INIA 601 *Zea mays L.**

Fuentes de variación	GL	SC	CM	F	Sig.
Tratamiento	3	0.09	0.03	31.50	*
Bloque	2	0.01	0.005	5.09	n.s
Error	6	0.01	0.001		
Total	11	0.11			

En la tabla 26 de análisis de varianza de peso promedio de 1000 granos (Kg) del cultivo de maíz morado variedad INIA 601, se observa que se presentaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, en cuanto a los bloques se observa que no existe diferencia estadísticamente significativa. El coeficiente de variabilidad es de 20.79 %, parámetro que se encuentra dentro de los valores que dan confiabilidad para los experimentos en campo.

Tabla 27

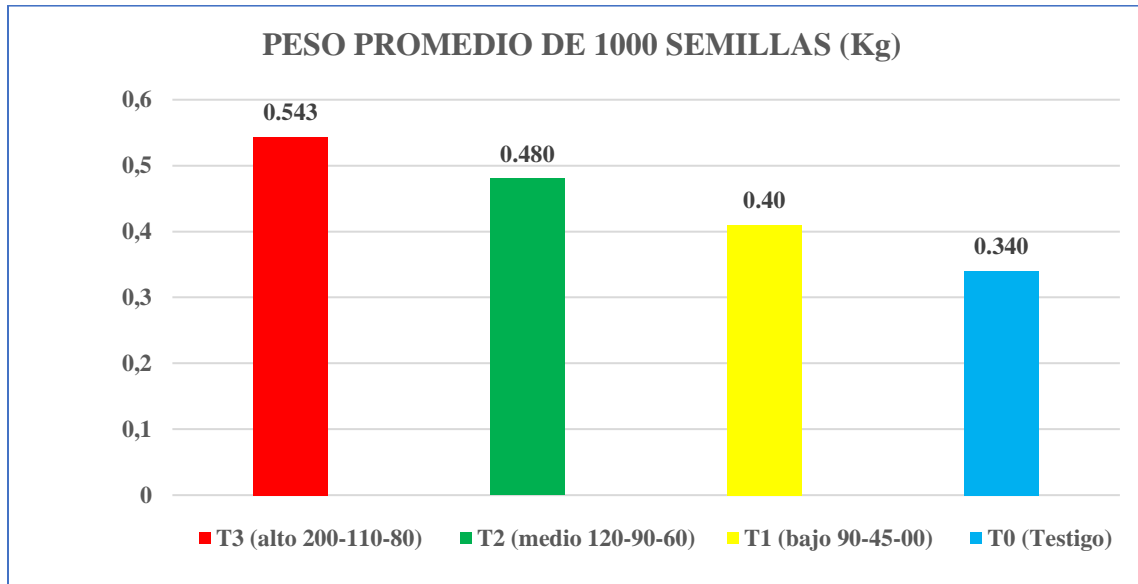
*Prueba de comparación de medias de Tukey para los tratamientos en la variable de peso promedio de 1000 granos (Kg) del cultivo de maíz morado variedad INIA 601 **Zea mays L.***

Tratamientos	Media de peso promedio de 1000 granos (Kg)	Agrupación
T3 alto 200 - 110 - 80	0.543	A
T2 medio 120 – 90 - 60	0.480	A B
T1 bajo 90 – 45 – 00	0.410	A B
T0 (testigo)	0.340	B

En la tabla 27 la prueba de comparaciones medias de Tukey para los tratamientos, en cuanto a la variable de peso promedio de 1000 granos (Kg) nos indica que, si existe diferencias estadísticas significativas entre tratamientos **T3** (alto 200 - 110 – 80) con 0.543 Kg y el **T0** (Testigo) con 0.340 Kg, es decir que hay un efecto de fertilización sintética en el peso promedio de 1000 granos (Kg).

Figura 11

*Efecto de diferentes dosis de fertilización sintética en la variable de peso promedio de 1000 granos (Kg) del cultivo de maíz morado variedad INIA 601 *Zea mays L.**



En la figura 11 se observa el peso promedio de 1000 granos (Kg) del cultivo de maíz morado variedad INIA 601 *Zea mays L.*, siendo el tratamiento de mayor peso promedio de 1000 granos (Kg) el **T3** (alto 200 - 110 - 80), con 0.543 Kg, respecto al tratamiento **T0** (Testigo) con 0.340 Kg.

4.1.12. Variable rendimiento Tn/ha

Tabla 28

*Análisis de varianza de la variable de rendimiento Tn/Ha del cultivo de maíz morado variedad INIA 601 *Zea mays L.**

Fuentes de variación	GL	SC	CM	F	Sig.
Tratamiento	3	17235563	5745188	50.66	*
Bloque	2	1133052	566526	5.00	n.s
Error	6	680468	113411		
Total	11	19049083			

En la tabla 28 de análisis de varianza de rendimiento Tn/Ha del cultivo de maíz morado variedad INIA 601, se observa que se presentaron diferencias estadísticas significativas entre

los tratamientos, en cuanto a los bloques se observa que no existe diferencia estadísticamente significativa. El coeficiente de variabilidad es de 23.51 %, parámetro que se encuentra dentro de los valores que dan confiabilidad para los experimentos en campo.

Tabla 29

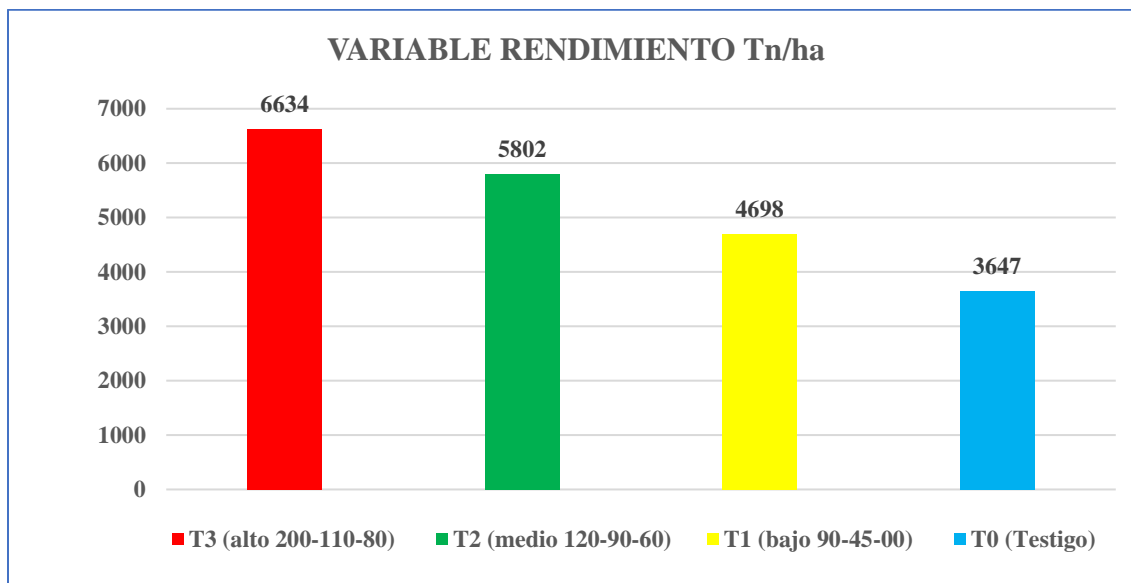
Prueba de comparación de medias de Tukey para los tratamientos en la variable de rendimiento Tn/Ha del cultivo de maíz morado variedad INIA 601 Zea mays L.

Media de rendimiento promedio		
Tratamientos	Tn /Ha	Agrupación
T3 alto 200 - 110 - 80	6.634	A
T2 medio 120 – 90 - 60	5.801	A
T1 bajo 90 – 45 – 00	4.697	B
T0 (testigo)	3.647	C

En la tabla 29 la prueba de comparaciones medias de Tukey para los tratamientos, en cuanto a la variable de rendimiento Tn/Ha del cultivo de maíz morado variedad INIA 601 *Zea maíz L.*, lo cual nos indica que, si existe diferencias estadísticas significativas entre tratamientos **T3** (alto 200 - 110 – 80) con 6.634 Tn/Ha y el **T0** (Testigo) con 3.647 Tn/Ha, es decir que hay un efecto de fertilización sintética en el rendimiento Tn/Ha del cultivo de maíz morado variedad INIA 601 *Zea mays L.*

Figura 12

*Efecto de diferentes dosis de fertilización sintética en la variable de peso promedio de rendimiento Tn/Ha del cultivo de maíz morado variedad INIA 601 *Zea mays L.**



En la figura 12 se observa el peso promedio de rendimiento Tn/Ha del cultivo de maíz morado variedad INIA 601 *Zea mays L.*, siendo el tratamiento de mayor peso promedio de rendimiento Tn /Ha el **T3** (alto 200 - 110 – 80), con 6.634 Tn/Ha, **T2** (medio 120 – 90 – 60) con 5.801 Tn/Ha, seguido del **T1** (bajo 90 – 45 – 00) con 4.697 Tn/Ha y finalmente el **T0** (Testigo) con 3.647 Tn/Ha.

4.1.13. Análisis económico del cultivo

De acuerdo al análisis de costos de producción realizado en el cultivo de maíz morado variedad INIA 601 *Zea mays L.* se hizo el análisis económico para cada tratamiento, de los cuales se observó que el precio de venta en chacra por kilogramo de mazorcas del cultivo de maíz morado variedad INIA 601 *Zea mays L.* es de 3.80 soles, en el tratamiento T3 (alto 200 - 110 – 80) se obtuvo mayor rentabilidad de 72.83 %; luego en el tratamiento T2 (medio 120 – 90 – 60) se obtuvo 70.97 % de rentabilidad; luego en el tratamiento T1 (bajo 90 – 45 – 00) se obtuvo 66.84 % de rentabilidad y en el tratamiento T0 (testigo) se obtuvo menor rentabilidad de 58.62 %.

Tabla 30

*Utilidad neta y rentabilidad de los tratamientos del cultivo de maíz morado variedad INIA 601 *Zea mays L.**

tratamientos	Rend. (Kg/ha)	Costo de producción (S/.)	Precio de venta en el mercado (S/.)	Ingreso bruto (S/.)	Ingreso neto (S/.)	Rentabilidad (%)	B/C
T0 (testigo)	3647	5,734.40	3.80	13,859.32	8,124.92	58.62	1.42
T1 bajo 90 – 45 – 00	4698	5,919.23	3.80	17,852.29	11,933.06	66.84	2.02
T2 medio 120 – 90 – 60	5802	6,400.51	3.80	22,047.07	15,646.56	70.97	2.44
T3 alto 200 - 110 - 80	6634	6,848.51	3.80	25,209.96	18,361.45	72.83	2.68

4.2. Discusión

En esta investigación se realizó el estudio, la evaluación del comportamiento del maíz morado INIA 601 *Zea mays L.* con tres niveles de fertilización en condiciones de 3450 msnm, se encontró los mejores resultados con el tratamiento T3 (alto 200 – 110 - 80 /ha) (días a la floración masculina, días a la floración femenina, altura de planta, longitud de mazorca, número de hileras por mazorca, número de mazorcas/planta, peso promedio de mazorcas sin panca, peso de 1000 granos, variable rendimiento Tn/ha, rendimiento y análisis económico), esto es debido a una adecuada proporción de dosis de fertilización sintética N-P2O5-K2O.

Para la variable de número de días a la floración masculina, se observó que la floración masculina ocurrió entre los 97.33 y 99.00 días después de la siembra con los cuatro niveles de fertilización sintética aplicada en los tratamientos **T3** (alto 200 - 110 - 80) con 99.00 días y **T2** (medio 120 – 90 – 60) con 97.33 días. Estos promedios son superiores al resultado obtenido por **Pinedo (2015)** en su investigación “Niveles de fertilización en dos variedades de maíz morado (*Zea mays L.*) en la localidad de Canaán – Ayacucho” quien obtuvo un promedio de 90,50 días para la floración masculina.

También para la variable de número de días a la floración femenina, se observó que la floración femenina ocurrió entre los 102.33 y 104.00 días después de la siembra con los

cuatro niveles de fertilización sintética aplicada en los tratamientos **T2** (medio 120 – 90 – 60) con 102.33 días y el **T0** (Testigo) con 104.00 días, mientras que en los experimentos realizados con fertilización química, son inferiores obtenido por **Pinedo (2015)** en su investigación “Niveles de fertilización en dos variedades de maíz morado (*Zea mays L.*) en la localidad de Canaán – Ayacucho” reporto 97,88 días para la floración femenina; y en el ensayo de **Montes (2017)** “Nutrición orgánica en el desarrollo vegetativo y reproductivo del maíz morado (*Zea mays L.*) PMV-581, en condiciones edafoclimáticas del distrito de Pillcomarca – Huánuco, 2016” obtuvo que la floración femenina ocurre en 90,25 días después de la siembra.

Respecto a la variable de altura de planta a los 140 días posterior a la siembra nos indica que el mayor promedio de altura de planta se obtuvo aplicando la dosis de fertilización sintética de **T3** (alto 200 - 110 – 80) con 2.37 m y el **T0** (Testigo) con 2.12 m. estos resultados son superiores la investigación realizada **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, P₂O₅ y K₂O, en la variedad Canteño, y cercanos a lo obtenido según **Mejía (2017)**, Experimentando la respuesta de tres niveles nutricionales (N0: Testigo, N1: NPK (160-80-120) kg/ha y N2: NPK+Ca+(Fe,Mn,Zn) (160-80-120+60+(12,8,5) kg/ha sobre cuatro variedades de maíz morado (V1: PMV-581, V2: INIA-601, V3: INIA-615 y V4: Canteño), respecto la altura de planta, halló los valores promedio de: (2.26, 2.44 y 2.56) m, para los niveles nutricionales y (2.48, 2.48, 2.23 y 2.48) m, para las variedades.

En cuanto a la variable de longitud de mazorca nos indica que el mayor promedio de longitud de mazorca se obtuvo aplicando la dosis de fertilización sintética de **T3** (alto 200 - 110 – 80) con 18.76 cm y el **T0** (Testigo) con 15.20 cm, estos resultados son superiores a las demás investigaciones realizadas anteriormente. Según **Pinedo (2015)**, en su investigación “Niveles de fertilización en dos variedades de maíz morado (*Zea mays L.*) en la localidad de Canaán – Ayacucho” 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 f3 120; 110; 80 kg/ha N, P₂O₅ y K₂O, Otras investigaciones como las de **Ore (2015)** y **Cabrera (2016)**, registran longitudes promedio de mazorca de 15.28 y 16.56 cm, en maíz morado. **Mejía (2017)**, en cuatro variedades de maíz morado, identificó valores

promedio de longitudes de mazorca de: 18.5, 17.5, 16.2 y 18.0 cm, respectivamente. Según **Gutierrez (2019)**, los tratamientos reportan promedios que fluctúa de 12,63 a 19,69 cm y una media de 16,81 cm, siendo el tratamiento T4 (Orga guano Premium) el que mayor promedio registra con 19,69 cm, los tratamientos T3 (Guano de isla) y T2 (Multi guano) muestran promedios parecidos con 17,40 y 17,55 cm y el T1 (Testigo) el menor promedio con 12,63 m.

Referente a la variable de número de hileras por mazorca nos indica que el mayor promedio de número de hileras por mazorca se obtuvo aplicando la dosis de fertilización sintética de **T3** (alto 200 - 110 - 80) con 12.66 y el **T0** (Testigo) con 9.33 de número de hileras/mazorca, estos resultados son superiores a las demás investigaciones realizadas anteriormente. Según **Pinedo (2015)**, en su investigación “Niveles de fertilización en dos variedades de maíz morado (*Zea mays L.*) en la localidad de Canaán – Ayacucho” reportó que entre niveles de fertilización no se encontró diferencias significativas, los cuatro niveles resultaron estadísticamente iguales. Con el nivel de fertilización f1 (18 - 46 - 30) se alcanzó el mayor promedio frente a los demás tratamientos con 10,48 hileras/mazorca y el con el nivel de fertilización f4 (120- 120 - 100) se obtuvo 10,18 hileras/mazorca como el menor promedio con respecto a los demás tratamientos. y finalmente **De La Cruz (2009)** reportó que la variedad PMV -581 alcanzó un promedio de 10,96 hileras por mazorca.

Por otro lado, en cuanto a la variable de número de mazorcas por planta se observa que el mayor promedio de número de mazorcas por planta se obtuvo aplicando la dosis de fertilización sintética el **T3** (alto 200 - 110 - 80) con 2.33 mazorcas y el **T0** (Testigo) con 1.33 mazorcas. Lo cual son superiores en cuanto a la investigación “Niveles de fosforo y momentos de aplicación en el rendimiento de maíz morado bajo riego por goteo” Según **Rubiños (2017)** en PMV-581, encontró para los niveles de fertilización fosforada: 60, 120 y 180 kg/ha de P₂O₅, valores promedio de 1.18, 1.17 y 1.05 mazorcas/planta.

También en cuanto a la variable de peso promedio de mazorcas sin panca (Kg) por tratamiento nos indica que el mayor promedio se obtuvo aplicando la dosis de fertilización sintética y refutando con las demás investigaciones el **T3** (alto 200 - 110 - 80) con 0.204 y el **T0** (Testigo) con 0.112 Kg. Según **Mendoza (2017)**, en su investigación “Contenido de antocianina y rendimiento de seis variedades de maíz morado (*Zea mays L.*) Cannán 2735 msnm - Ayacucho” obtuvo el peso de mazorca de la variedad Canteño con 130,87 g. Por su

parte **Cabrera (2016)**, hace referencia haber encontrado los siguientes pesos de mazorca de: 156.7, 161.3, 174.2 y 164.4 gramos, De otra parte, **Rubiños (2017)**, refiere haber hallado 141.4; 135.0 y 139.7 gramos, para los niveles de fertilización fosforada, mientras que para momentos de aplicación reportó la cantidad de: 138.3; 146.1; 143.1 y 135.7 gramos.

En cuanto a la variable de peso promedio de 1000 granos (Kg) nos indica que el mayor promedio de peso de 1000 granos (Kg) se obtuvo aplicando la dosis de fertilización sintética de **T3** (alto 200 - 110 - 80) con 0.543 Kg y el **T0** (Testigo) con 0.340 Kg. Estos resultados son superiores a las demás investigaciones realizadas anteriormente. Según **Cabrera (2016)**, en su investigación “Tres láminas de riego en el rendimiento de cuatro variedades de maíz morado bajo riego por goteo” Probando variedades de maíz morado: (V1: PMV-581, V2: INIA-615, V3: Morado Canteño, V4: INIA-601) y láminas de riego: (L1: 420, L2: 340 y L3: 200) mm, obtuvo valores promedio para el peso seco de 100 semillas de: (42.49; 39.51; 43.68 y 39.21) gramos, para variedades y (40.76; 41.29 y 41.62) gramos, para láminas de riego. **Mejía (2017)**, Experimentando la respuesta de tres niveles nutricionales (N0: Testigo, N1: NPK (160-80-120) kg/ha y N2: NPK+Ca+(Fe,Mn,Zn) (160-80-120+60+(12,8,5) kg/ha sobre cuatro variedades de maíz morado (V1: PMV-581, V2: INIA-601, V3: INIA-615 y V4: Canteño), respecto al peso seco de 100 semillas, encontró los valores promedio de: (41.95; 42.85 y 42.58) g, para los niveles nutricionales, y (44.34; 39.59; 43.57 y 43.35) g, para las variedades.

En relación a la variable de rendimiento Tn/Ha del cultivo de maíz morado variedad INIA 601 (*Zea mays L.*). lo cual nos indica que el mayor promedio el rendimiento Tn/Ha del cultivo de maíz morado variedad INIA 601 (*Zea mays L.*), se obtuvo aplicando la dosis de fertilización sintética el **T3** (alto 200 - 110 - 80) con 6.634 Tn/Ha y el **T0** (Testigo) con 3.647 Tn/Ha. Estos resultados son superiores a las demás investigaciones realizadas anteriormente. Según **Montes (2017)** y **Mandujano (2017)** quienes consignan de 3,69 t, 7 718 y 4 800 kg respectivamente. **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 f3 120; 110; 80 kg/ha N, P2O5 y K2O, e inferior lo obtenido según **Gutierrez (2019)**, en su investigación “Enmiendas orgánicas en el rendimiento de maíz morado (*Zea mays L.*) en condiciones de Cayhuayna – Pillcomarca – Huánuco, 2019” manifiesta que, al ser transformado a hectáreas, los

tratamientos T2 (Multi guano), T3 (Guano de isla) y T4 (Orga guano premium) expresan 9 741,21; 9 423,83 y 10 610,35 kg, por hectárea

El costo de producción del maíz morado fue de S/. 6,848.51 por hectárea, con la aplicación de dosis de fertilización sintética de 200 - 110 - 80 kg /ha de N, P₂O₅ y K₂O, siendo inferior las demás investigaciones realizadas anteriormente. **según Mendoza (2017)** en su investigación “Contenido de antocianina y rendimiento de seis variedades de maíz morado, Canaán-2 735 msnm. Ayacucho”; asimismo en **Gonzales (2019)** en su investigación “Respuesta al nivel nutricional en el rendimiento y concentración de antocianinas en tres variedades de maíz morado. Lima” y en **Medina et al. (2020)** Sostuvieron que el costo de producción del maíz morado no es un valor fijo que se puede determinar para todo el país; este va depender de diversos variables como el lugar donde se cultivar, de la disponibilidad de agua o del tipo de riego, de la calidad semilla utilizada, el uso de fertilizantes y de la tecnología utilizada, etc. de ahí que dicho valor va ser muy variable. De acuerdo con varios estudios realizados por especialistas e investigadores, en años anteriores, los costos de producción por hectárea fluctúa entre seis mil y ocho mil soles, en las principales regiones productoras de maíz morado, siendo el costo promedio de alrededor de S/. 7,500.00 por hectárea.

V. CONCLUSIONES

Se obtuvo el mayor rendimiento del cultivo de maíz morado INIA 601 aplicando la dosis de fertilización sintética de 200 - 110 - 80 kg /ha de N, P₂O₅ y K₂O, con 6.634 Tn/Ha.

Se hallaron los mejores resultados del cultivo de maíz morado INIA 601 aplicando la dosis de fertilización sintética de 200 - 110 - 80 kg/ha de N, P₂O₅ y K₂O, en cuanto a la altura de planta, longitud de mazorca, número de hileras por mazorca, número de mazorcas por planta, peso promedio de mazorcas sin panca, peso de 1000 granos y rendimiento.

Se obtuvo la mayor rentabilidad del cultivo de maíz morado INIA 601 aplicando la dosis de fertilización sintética de 200 - 110 - 80 kg /ha de N, P₂O₅ y K₂O, de 72.83%, con la utilidad neta de S/. 18,361.45 por Ha, y una relación B/C de S/. 2.68.

VI. RECOMENDACIONES

Para el manejo del cultivo de maíz morado INIA 601 *Zea mays L.*, se recomienda aplicar la dosis de fertilización sintética de 200 - 110 – 80 kg/ha de N, P₂O₅ y K₂O para la obtención de mayores rendimientos.

Continuar con el estudio de rendimiento y contenido de antocianina de las variedades de maíz morado, bajo diferentes condiciones de fertilización, suelo, clima y demás factores.

Se hace una recomendación a la Dirección Regional Agraria de Ancash y otras Instituciones del agro promover la siembra del cultivo de maíz morado variedad INIA 601 *Zea mays L.*, por su fácil manejo y la obtener mayores rendimientos, en las distintas zonas de la Región Ancash.

Se recomienda diversificar la incorporación de materia orgánica y así promover una agricultura orgánica, sustentable hacia un futuro mejor.

Se recomienda continuar con los trabajos de investigación del cultivo de maíz morado variedad INIA 601 *Zea mays L.*, en otras zonas de nuestro Región Ancash.

XII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abanto, W; Medina, A; Injante, P. 2014. Boletín Informativo - INIA, maíz INIA 601. Programa Nacional de Innovación Agraria en maíz. EEA baños del Inca Cajamarca. 56p.
- Arroyo, J.; Ruez, E.; Rodríguez, M.; et al, 2008. Actividad antihipertensiva y antioxidante del extracto hidroalcohólico atomizado de maíz morado (*Zea mays* L) en ratas. Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública 25(2): 195-199.
- Barraco, M., & Díaz, M. (2005). Momento de fertilización nitrogenada de cultivos de maíz en hapludoles típicos. *Ciencia del Suelo* (23), 197-203.
- Begazo T, J. 2013. Marco de siembra en el rendimiento de maíz morado (*Zea mayz* L.) “ecotipo Arequipeño” en la irrigación Majes 2012-2013. Universidad Nacional De San Agustín, Arequipa, Perú. 175p.
- Cabrera Castañeda, C. 2016. Tres láminas de riego en el rendimiento de cuatro variedades de maíz morado bajo riego por goteo. Tesis Ing. Lima, Perú, UNALM. 132 p.
- Castañeda, B.; Ibañez, L.; Manrique, R. 2005. Estudio fitoquímico farmacológico del *Zea mays* L. *amilaceae* st. *Cultura* 19(19): 105-130.
- 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., & 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/nutrici3n-vegetal/gu3a-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-agronomico-para-la-produccion-de-maiz>.

- Chichizola, J.; López, E.; Navarro, J. M.; Salinas, F. 2007. Plan de negocios: "acopio, procesamiento y exportación de maíz morado". Trabajo aplicativo final presentado. EPG. UAP. Arequipa, Perú. 115 p.
- Chipana, R. 2008. Aplicación de tres abonos orgánicos en maíz var. Morado arequipeño (*Zea mays* L.) para exportación en zonas áridas. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Nacional de San Agustín. 100p.
- De la Cruz, E. 2009. Determinación de la madurez fisiológica y calidad de semilla de maíz morado (*Zea mays* L.) en dos densidades de siembra y dos momentos de siembra, Canaán 2750 msnm. Tesis para optar el título de Ing. Agr. Huamanga, Ayacucho. UNSCH.
- Duangpapeng, P.; Lertrat, K.; Lomthaisong, K.; et al. 2019. Variability in anthocyanins, phenolic compounds and antioxidant capacity in the tassels of collected waxy corn germplasm. *Agronomy* 9(158): 1-12.
- Ferron, L.; Colombo, R.; Mannucci, B.; et al. 2020. A new italian purple corn variety (Moradyn) byproduct extract: antiglycative and hypoglycemic in vitro activities and preliminary bioaccessibility studies. *Molecules* 25: 1958.
- Fertilab. (2016). Manejo de la Fertilización del Maíz en Base al Análisis de Suelo. Obtenido de Recuperado de <http://www.fertilab.com.mx>
- Fuentes, M. R. 2002. El cultivo de maíz en Guatemala una guía para su manejo agronómico. ICTA.
- Gonzales Sánchez Félix (2019). Universidad Nacional Agraria La Molina. Facultad de Agronomía. Tesis: "Respuesta al nivel nutricional en el rendimiento y concentración de antocianinas en tres variedades de maíz morado". Lima.
- Gorriti, A.; Quispe, F.; Arroyo, J.; et al. 2009. Extracción de antocianinas de las corontas de *Zea mays* L. «maíz morado». *Ciencia e Investigación* 12(2): 64-74.
- Guillén-Sánchez, J.; Mori-Arismendi, S.; Paucar-Menacho, L. 2014. Características y propiedades funcionales del maíz morado (*Zea mays* L.) var. subnigroviolaceo. *Scientia Agropecuaria* 5: 211-217.
- Gullón, P.; Eibes, G.; Lorenzo, J.M.; et al. 2020. Green sustainable process to revalorize purple corn cobs within a biorefinery frame: Co-production of bioactive extracts. *Science of The Total Environment* 709: 136236.

- Gutierrez Solórzano, M. 2019. Enmiendas orgánicas en el rendimiento de maíz morado (*Zea mays* L.) en condiciones de Cayhuayna – Pillcomarca – Huánuco, 2019. Tesis para optar el título de ingeniero agrónomo. Universidad Nacional Hermilio Valdizán. Huánuco - Perú. 89 p.
- INDECOPI. 2016. Maíz Morado. Comisión Nacional contra la Biopiratería. Año 2, n. 2. Dirección de Invenciones y Nuevas Tecnologías Comisión Nacional contra la Biopiratería del Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual.
- INIA (Instituto Nacional de Innovación Agraria). 2012. Ficha técnica: maíz morado (en línea). Consultado el 05 de febrero de 2019.
- INIA (Instituto Nacional de Investigación Agraria, PE). 2007. Boletín informativo Maíz INIA 615 Negro Canaán. Dirección de Investigación Agraria. Sub Dirección de Investigación de Cultivos, Programa Nacional de Investigación en Maíz.
- Jing, P.; Noriega, V.; Schwartz, S.J., et al. 2007. Effects of growing conditions on purple corn cob (*Zea mays* L.) anthocyanins. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 55(21): 8625-8629.
- Justiniano, E. 2010. Fenología e intensidad de color en corontas del maíz morado (*Zea mayz* L.) en sus diferentes estados de desarrollo en la localidad de La Molina. Tesis para optar el título de Mg. Se. EPG, UNALM. 77p.
- Lao, F.; Sigurdson, G.; Giusti, M. 2017. Health benefits of purple corn (*Zea mays* L.) phenolic compounds. In: *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 16(2): 234-246.
- López, G. e Hirzel, J. 2012. Mineralización de nitrógeno en enmiendas orgánicas en condiciones de laboratorio. *Revista Agropecuaria y Forestal APF* 1(1): 15-20 pp.
- Mandujano, Y. 2017. Los abonos orgánicos en la producción de maíz morado variedad mejorada PMV-581 (*Zea mays* L.) y las propiedades químicas del suelo en condiciones agroecológicas del Instituto de Investigación Frutícola y Olerícola Cayhuayna Huánuco – 2016.
- Manrique, A. (1999). El maíz morado peruano. Lima, Perú: INIA - Dirección General de Transferencia de Tecnología.

- Marquina G, R. 2017. Efecto de tres dosis de biol en el rendimiento de Zea mays L. var. Morado Caraz en Santiago de Chuco – La Libertad (en línea). Tesis Ing. Agrónomo. UNT, Trujillo, Perú. 77p.
- Mayorga, A. 2011. Efecto de la densidad de siembra y de fertilización nitrogenada en el rendimiento de maíz morado (Zea mays L.) cv. PMV-581, bajo riego por goteo. Tesis Ing. Agr. UNALM, Lima, Perú. 118p.
- Medina-Hoyos, A.; Narro-León, L.A.; Chávez-Cabrera, A. 2020. Cultivo de maíz morado (Zea mays L.) en zona altoandina de Perú: Adaptación e identificación de cultivares de alto rendimiento y contenido de antocianina. Scientia Agropecuaria 11(3): 291-299.
- Mejía Ruiz, P. 2017. Niveles nutricionales en el crecimiento y rendimiento de maíz morado bajo riego por goteo. Tesis Ing. Lima, Perú, UNALM. 156 p.
- 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 (Ministerio de Agricultura y Riego, PE), 2012. Maíz amiláceo, principales aspectos de la cadena agroproductiva. Dirección General de Competitividad Agraria. Ira edición. Lima- Perú. 39 p.
- MINAM. 2018. Línea de base de la diversidad genética del maíz peruano con fines de bioseguridad. Ministerio del Ambiente. Primera edición. Grupo Raso. Lima, Perú, 144 pp.
- Ministerio de Agricultura y Riego. DGESEP-Dirección de Estadística. Reporte estadístico de producción, rendimiento, precios en chacra de maíz amiláceo y maíz morado.
- Montes, Y. 2017. Nutrición orgánica en el desarrollo vegetativo y reproductivo del maíz morado (Zea mays L.) PMV-581, en condiciones edafoclimáticas del distrito de Pillcomarca – Huánuco, 2016. Tesis para optar el título de ingeniero agrónomo. Universidad Nacional Hermilio Valdizán. Huánuco – Perú. 98 p.
- Nakamura, K. 2010. Arequipa tiene potencial para producir maíz morado. Mi querida Arequipa (en línea). Consultado el 05 de febrero de 2019. Disponible en: <http://miqueridaarequipa.com/arequipa-tiene-potencial-para-producir-maiz-morado/>
- Oré gallegos, V. 2015. Fertilización potásica y nivel nutricional en el rendimiento de maíz morado PMV 581 bajo riego por goteo. Tesis Ing. Lima, Perú, UNALM. 132 p.

- Pinedo, R. 2015. Niveles de fertilización en dos variedades de maíz morado (*Zea mays* L.) en la localidad de Canaán – Ayacucho. Tesis para optar el grado de Magister Scientiae en Producción Agrícola. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima. 106 p.
- Pozo H, M. 2015. Efecto del guano de islas y trebol (*Medicago hispida* G.) en el rendimiento del cultivo de maíz morado (*Zea mays* L.), en condiciones de Azangaro – Huanta – Ayacucho (en línea). Tesis Ing. Agrónomo. UNH, Acobamba, Huancavelica. 129p.
- Quispe, J; Arroyo, K; Gorriti, A. 2007. Características morfológicas y químicas de 3 cultivares de maíz morado (*Zea mays* L.) en Arequipa – Perú. Proyecto N° 317- 2007. CONCYTEC. 200p.
- 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/RequisManejo_agron%C3%B3mico_ma%C3%ADz_morado.pdf.
- Rodríguez, N. F. (2018). Fósforo. Guatemala: Curso-Taller para la Formulación de Programas de Fertilización. Intagri Recuperado de <https://www.intagri.com/index.php/articulos/nutrici3n-vegetal/gu3a-de-fertilizantes-fosf3ricos-para-cultivos>.
- Rubiños Canales, GA. 2017. Niveles de fosforo y momentos de aplicación en el rendimiento de maíz morado bajo riego por goteo. Tesis Ing. Lima, Perú, UNALM. 153 p.
- Salazar Q, A. 2006. Evaluación de veinte híbridos de maíz (*Zea mays* L.) en cinco localidades de Nicaragua. Trabajo de diploma. UNA, Managua, Nicaragua. 43p.
- 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).
- Zhang, Q.; Gonzales de Mejía, E.; Luna-Vidal, D.; et al. 2019. Relationship of phenolic composition of selected purple maize (*Zea mays* L.) genotypes with their anti-inflammatory, anti-adipogenic and anti-diabetic potential. *Food Chemistry* 289: 739-750.

VIII. ANEXOS

Anexo 1: Resultados del Análisis de suelo de la parcela experimental



UNIVERSIDAD NACIONAL
"Santiago Antúnez de Mayolo"
"Una Nueva Universidad para el Desarrollo"
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CIUDAD UNIVERSITARIA - SHANCAYAN
Telefax: 043-426588 - 186
HUARAZ - REGIÓN ANCASH



RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE FERTILIDAD

SOLICITANTE : Huaychani Casimiro Frank Eder - Tesista

MUESTRA : M-D1.

UBICACIÓN : Huanchac - Independencia - Huaraz -Ancash

Muestra N°	Textura (%)			Clase Textural	pH	M.O %	Nt. %	P ppm	K ppm	C.F dS/m.	Da. g/cm ³
	Arena	Limo	Arcilla								
104	66	27	12	Franco arenoso	5.33	2.612	0.131	14	94	0.336	1.48

RECOMENDACIONES Y OBSERVACIONES ESPECIALES:

La muestra es de textura franco arenoso, se caracteriza por tener una reacción ácida, medianamente rica en materia orgánica y en nitrógeno total, rico en fósforo y pobre en potasio, no tiene problemas de salinidad.

Huaraz, 27 de febrero del 2020.



Ing. M.Sc. Guillermo Casimiro Romero
JEFE DEL LABORATORIO DE ANÁLISIS
CALLE 03 Y 40643

Anexo 2: Requerimiento de fertilización sintética N-P2O5-K2O para el aporque de cada tratamiento para uniformizar los resultados.

tratamientos	dosis de fertilización de N-P2O5-K2O	por Ha	por los 3 bloques en un área de 36.96 m2	para cada tratamiento en un área de 12.32m2	por cada golpe
T0 (testigo)	Testigo (dosis local) Tn/Ha	150 kg/ha	0.554 kg/36.96 m2	184.8 gr/44 golpes	4.20 gr/golpe
T1	Bajo 90 - 45 - 00 Tn/Ha	254 kg/ha	0.938 kg/36.96 m2	312.84 gr/44 golpes	7.11 gr/golpe
T2	medio 120 - 90 - 60 Tn/Ha	480 kg/ha	1.770 kg/36.96 m2	590.04 gr/44 golpes	13.41 gr/golpe
T3	alto 200 - 110 - 80 Tn/Ha	713 kg/ha	2.633 kg/36.96 m2	877.8 gr/44 golpes	19.95 gr/golpe

Anexo 3: Costo de producción del cultivo de maíz morado variedad INIA 601 *Zea mays L.* (T0).

Descripción	Unidad	Cantidad	Costo unitario s/.	Costo subtotal s/.	Costo total s/.
I. COSTOS DIRECTOS					4480.00
1. PREPARACIÓN DEL TERRENO					720.00
limpieza	Jornal	2	40.00	80.00	
riego de machaco	Jornal	1	40.00	40.00	
Aradura	Yunta	3	120.00	360.00	
Surcado	Yunta	2	120.00	240.00	
2. SIEMBRA					160.00
siembra	Jornal	4	40.00	160.00	
3. LABORES AGRÍCOLAS					880.00
abonamiento	Jornal	3	40.00	120.00	
Raleo o deshije	Jornal	1	40.00	40.00	
Deshierbo	Jornal	5	40.00	200.00	
Riego	Jornal	5	40.00	200.00	
Aporque	Jornal	5	40.00	200.00	
Control fitosanitario	Jornal	3	40.00	120.00	
4. INSUMOS					1178.00
Semillas	Kg.	45	12.00	540.00	
Fertilizantes:					

Úrea	Kg.	50	1.40	70.00	
Fosfato diamonico	Kg.	100	1.80	180.00	
Cloruro de potasio	Kg.	0	1.60	0.00	
Pesticidas:					
Emametin bezuato	L.	1	60.00	60.00	
Triademenol + tedemuconazone	Kg.	1	108.00	108.00	
Azoxistrobin	L.	1	100.00	100.00	
Adherente	L	1	40.00	40.00	
Surfactante	L	2	40.00	80.00	
5. cosecha					400.00
cosecha	Jornal	10	40.00	400.00	
6. otros					1142.00
costales	unidad	12	1.00	12.00	
vernier	unidad	1	20.00	20.00	
balanza	unidad	1	20.00	20.00	
Análisis de suelo	Ha	1	30.00	30.00	
Alquilar de terreno	Ha	1	1000.00	1000.00	
Traslado de insumos	unidad	2	30.00	60.00	
II. COSTOS INDIRECTOS					1254.40
Imprevistos	%	10%	4480.00	448.00	
Gastos administrativos	%	5%	4480.00	224.00	
Costos financieros	%	6%	4480.00	268.80	
Asistencia técnica	%	5%	4480.00	224.00	
Leyes sociales	%	2%	4480.00	89.60	
COSTO TOTAL					5734.40

Anexo 4: Costo de producción del cultivo de maíz morado variedad INIA 601 *Zea mays* L. (T1).

Descripción	Unidad	Cantidad	Costo unitario s/.	Costo subtotal s/.	Costo total s/.
I. COSTOS DIRECTOS					4624.40
1. PREPARACIÓN DEL TERRENO					720.00
limpieza	Jornal	2	40.00	80.00	
riego de machaco	Jornal	1	40.00	40.00	
Aradura	Yunta	3	120.00	360.00	
Surcado	Yunta	2	120.00	240.00	
2. SIEMBRA					160.00

siembra	Jornal	4	40.00	160.00	
3. LABORES AGRÍCOLAS					880.00
abonamiento	Jornal	3	40.00	120.00	
Raleo o deshije	Jornal	1	40.00	40.00	
Deshierbo	Jornal	5	40.00	200.00	
Riego	Jornal	5	40.00	200.00	
Aporque	Jornal	5	40.00	200.00	
Control fitosanitario	Jornal	3	40.00	120.00	
4. INSUMOS					1322.40
Semillas	Kg.	45	12.00	540.00	
Fertilizantes:					
Úrea	Kg.	157	1.40	219.80	
Fosfato diamonico	Kg.	97	1.80	174.60	
Cloruro de potasio	Kg.	0	1.60	0.00	
Pesticidas:					
Emametin bezuato	L.	1	60.00	60.00	
Triademenol + tedemuconazone	Kg.	1	108.00	108.00	
Azoxistrobin	L.	1	100.00	100.00	
Adherente	L	1	40.00	40.00	
Surfactante	L	2	40.00	80.00	
5. cosecha					400.00
cosecha	Jornal	10	40.00	400.00	
6. otros					1142.00
costales	unidad	12	1.00	12.00	
vernier	unidad	1	20.00	20.00	
balanza	unidad	1	20.00	20.00	
Análisis de suelo	Ha	1	30.00	30.00	
Alquilar de terreno	Ha	1	1000.00	1000.00	
Traslado de insumos	unidad	2	30.00	60.00	
II. COSTOS INDIRECTOS					1294.83
Imprevistos	%	10%	4624.40	462.44	
Gastos administrativos	%	5%	4624.40	231.22	
Costos financieros	%	6%	4624.40	277.46	
Asistencia técnica	%	5%	4624.40	231.22	
Leyes sociales	%	2%	4624.40	92.49	
COSTO TOTAL					5919.23

Anexo 5: Costo de producción del cultivo de maíz morado variedad INIA 601 *Zea mays* L. (T2).

Descripción	Unidad	Cantidad	Costo unitario s/.	Costo subtotal s/.	Costo total s/.
I. COSTOS DIRECTOS					5000.40
1. PREPARACIÓN DEL TERRENO					720.00
limpieza	Jornal	2	40.00	80.00	
riego de machaco	Jornal	1	40.00	40.00	
Aradura	Yunta	3	120.00	360.00	
Surcado	Yunta	2	120.00	240.00	
2. SIEMBRA					160.00
siembra	Jornal	4	40.00	160.00	
3. LABORES AGRÍCOLAS					880.00
abonamiento	Jornal	3	40.00	120.00	
Raleo o deshije	Jornal	1	40.00	40.00	
Deshierbo	Jornal	5	40.00	200.00	
Riego	Jornal	5	40.00	200.00	
Aporque	Jornal	5	40.00	200.00	
Control fitosanitario	Jornal	3	40.00	120.00	
4. INSUMOS					1698.40
Semillas	Kg.	45	12.00	540.00	
Fertilizantes:					
Úrea	Kg.	184	1.40	257.60	
Fosfato diamonico	Kg.	196	1.80	352.80	
Cloruro de potasio	Kg.	100	1.60	160.00	
Pesticidas:					
Emametin bezuato	L.	1	60.00	60.00	
Triademenol + tedemuconazone	Kg.	1	108.00	108.00	
Azoxistrobin	L.	1	100.00	100.00	
Adherente	L	1	40.00	40.00	
Surfactante	L	2	40.00	80.00	
5. cosecha					400.00
cosecha	Jornal	10	40.00	400.00	
6. otros					1142.00
costales	unidad	12	1.00	12.00	
vernier	unidad	1	20.00	20.00	
balanza	unidad	1	20.00	20.00	
Análisis de suelo	Ha	1	30.00	30.00	

Alquilar de terreno	Ha	1	1000.00	1000.00	
Traslado de insumos	unidad	2	30.00	60.00	
II. COSTOS INDIRECTOS					1400.11
Imprevistos	%	10%	5000.40	500.04	
Gastos administrativos	%	5%	5000.40	250.02	
Costos financieros	%	6%	5000.40	300.02	
Asistencia técnica	%	5%	5000.40	250.02	
Leyes sociales	%	2%	5000.40	100.01	
COSTO TOTAL					6400.51

Anexo 6: Costo de producción del cultivo de maíz morado variedad INIA 601 *Zea mays* L. (T3).

Descripción	Unidad	Cantidad	Costo unitario s/.	Costo subtotal s/.	Costo total s/.
I. COSTOS DIRECTOS					5350.40
1. PREPARACIÓN DEL TERRENO					720.00
limpieza	Jornal	2	40.00	80.00	
riego de machaco	Jornal	1	40.00	40.00	
Aradura	Yunta	3	120.00	360.00	
Surcado	Yunta	2	120.00	240.00	
2. SIEMBRA					160.00
siembra	Jornal	4	40.00	160.00	
3. LABORES AGRÍCOLAS					880.00
abonamiento	Jornal	3	40.00	120.00	
Raleo o deshije	Jornal	1	40.00	40.00	
Deshierbo	Jornal	5	40.00	200.00	
Riego	Jornal	5	40.00	200.00	
Aporque	Jornal	5	40.00	200.00	
Control fitosanitario	Jornal	3	40.00	120.00	
4. INSUMOS					2048.40
Semillas	Kg.	45	12.00	540.00	
Fertilizantes:					
Úrea	Kg.	341	1.40	477.40	
Fosfato diamonico	Kg.	239	1.80	430.20	
Cloruro de potasio	Kg.	133	1.60	212.80	
Pesticidas:					
Emametin bezuato	L.	1	60.00	60.00	

Triademenol + tedemuconazone	Kg.	1	108.00	108.00	
Azoxistrobin	L.	1	100.00	100.00	
Adherente	L	1	40.00	40.00	
Surfactante	L	2	40.00	80.00	
5. cosecha					400.00
cosecha	Jornal	10	40.00	400.00	
6. otros					1142.00
costales	unidad	12	1.00	12.00	
vernier	unidad	1	20.00	20.00	
balanza	unidad	1	20.00	20.00	
Análisis de suelo	Ha	1	30.00	30.00	
Alquilar de terreno	Ha	1	1000.00	1000.00	
Traslado de insumos	unidad	2	30.00	60.00	
II. COSTOS INDIRECTOS					1498.11
Imprevistos	%	10%	5350.40	535.04	
Gastos administrativos	%	5%	5350.40	267.52	
Costos financieros	%	6%	5350.40	321.02	
Asistencia técnica	%	5%	5350.40	267.52	
Leyes sociales	%	2%	5350.40	107.01	
COSTO TOTAL					6848.51

Anexo 7: PANEL FOTOGRAFICO

Figura 01 preparación del terreno



Figura 02 siembra del cultivo de maíz en el campo experimental



Figura 03 Germinación del cultivo de maíz en el campo experimental



Figura 04 primera Supervisión de trabajo de investigación en campo por presidente de los miembros de los jurados.



Figura 05 Primera evaluación de altura de planta a los 30 días después de la siembra.



Figura 06 cálculo de abonamiento antes del aporque

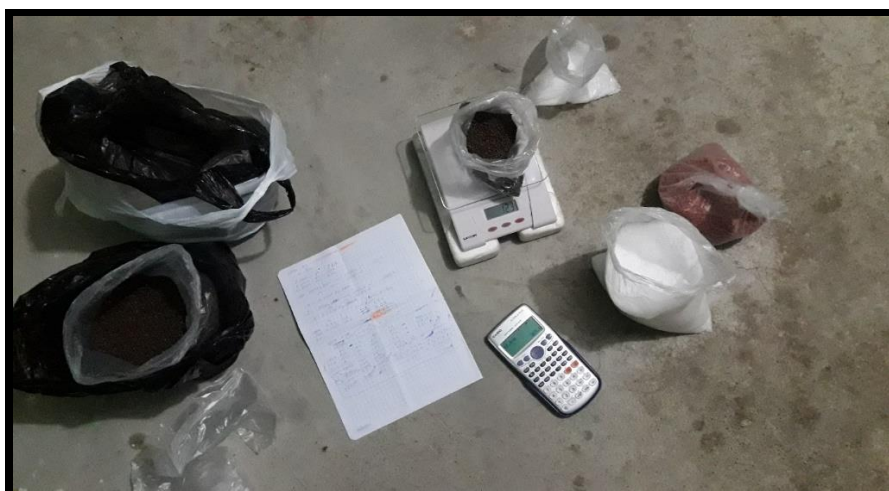


Figura 07 Aporque



Figura 08 segunda Supervisión de trabajo de investigación en campo por presidente de los miembros de los jurados.



Figura 09 primera aplicación fitosanitaria

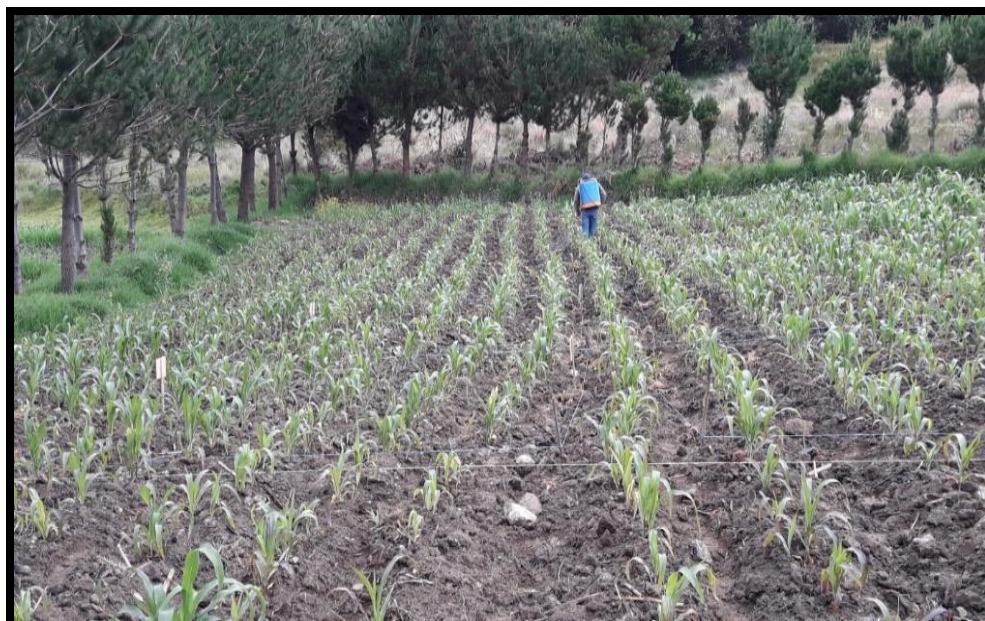


Figura 10 monitoreo del crecimiento



Figura 11 segunda evaluación de altura de planta



Figura 12 tercera Supervisión de trabajo de investigación en campo por presidente de los miembros de los jurados.



Figura 13 floración masculina y femenina



Figura 14 Cosecha



Figura 15 muestra de mazorcas cosechadas por tratamientos



Figura 16 peso de muestra de mazorca



Figura 17 toma de datos de muestra de las mazorcas por tratamientos



Figura 18 muestra de las mazorcas

