



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
PEDRO RUIZ GALLO  
FACULTAD DE AGRONOMÍA  
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**



**TESIS**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO  
AGRÓNOMO**

**Efecto de la fertilización orgánica, en el rendimiento y calidad de maíz  
morado (*Zea mays* L.) variedad INIA 601 en la provincia de Cutervo,  
región Cajamarca, 2020-2021**

**INVESTIGADORES:**

**Idelso Quintos Dávila**

**Wilber Chilcon Montenegro**

**ASESOR:**

**M. Sc. Adolfo Padilla Pérez**

**Lambayeque, 2024**

**08 de marzo del 2024**

# **TESIS**

**Efecto de la fertilización orgánica, en el rendimiento y calidad de maíz morado (*Zea mays* L.) variedad INIA 601 en la provincia de Cutervo, región Cajamarca, 2020-2021**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO AGRÓNOMO**



---

**Idelso Quintos Dávila**

**Autor**



---

**Wilber Chilcon Montenegro**

**Autor**

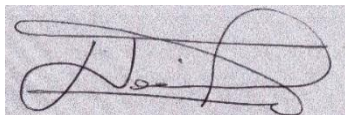


---

**M. Sc. Adolfo Padilla Pérez**

**.Asesor**


**APROBADO POR:**



---

**Dr. José Avercio Neciosup Gallardo**

**Presidente del jurado**



---

**M. Sc. Roso Próspero Pasache Chaponán**

**Secretario del jurado**



---

**M. Sc. Oscar Fernández Aurazo**

**Vocal del jurado**

# Tesis Efecto de la fertilización orgánica, en el rendimiento y calidad de maíz morado (Zea mays L.) variedad INIA 601 en la provincia de Cutervo, región Cajamarca, 2020-2021

## INFORME DE ORIGINALIDAD

19%	19%	3%	5%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

  
Ing. M. Sc. Adolfo Padilla Pérez  
Asesor

## FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="https://repositorio.unprg.edu.pe">repositorio.unprg.edu.pe</a> Fuente de Internet	7%
2	<a href="https://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Fuente de Internet	4%
3	<a href="https://repositorio.unheval.edu.pe">repositorio.unheval.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
4	<a href="https://cdn.www.gob.pe">cdn.www.gob.pe</a> Fuente de Internet	1%
5	<a href="https://repositorio.lamolina.edu.pe">repositorio.lamolina.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
6	<a href="https://repositorio.unh.edu.pe">repositorio.unh.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
7	<a href="http://www.rrcat.gov.in">www.rrcat.gov.in</a> Fuente de Internet	<1%
8	<a href="https://es.scribd.com">es.scribd.com</a> Fuente de Internet	<1%

9

Submitted to Universidad Nacional de San  
Cristóbal de Huamanga

Trabajo del estudiante

  
Ing. M. Sc. Adolfo Padilla Pérez  
Asesor

&lt;1 %

10

[repositorio.ujcm.edu.pe](http://repositorio.ujcm.edu.pe)

Fuente de Internet

&lt;1 %

11

[www.flavonoides.org](http://www.flavonoides.org)

Fuente de Internet

&lt;1 %

12

[www.louvaincooperation.org](http://www.louvaincooperation.org)

Fuente de Internet

&lt;1 %

13

[repositorio.unc.edu.pe](http://repositorio.unc.edu.pe)

Fuente de Internet

&lt;1 %

14

Schuchmann, S.. "Non-invasive quantification  
of hepatic fat fraction by fast 1.0, 1.5 and 3.0T  
MR imaging", European Journal of Radiology,  
200706

Publicación

&lt;1 %

15

[revistas.unh.edu.pe](http://revistas.unh.edu.pe)

Fuente de Internet

&lt;1 %

16

Submitted to Universidad Nacional Pedro Ruiz  
Gallo

Trabajo del estudiante

&lt;1 %

17

[documents.mx](http://documents.mx)

Fuente de Internet


&lt;1 %

18

[repositorio.unsch.edu.pe](http://repositorio.unsch.edu.pe)

Fuente de Internet

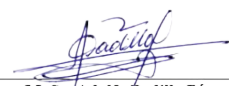
&lt;1 %

19	<a href="https://repositorio.unprg.edu.pe:8080">repositorio.unprg.edu.pe:8080</a> Fuente de Internet	 Ing. M. Sc. Adolfo Padilla Pérez Asesor	<1 %
20	<a href="https://udoagricola.orgfree.com">udoagricola.orgfree.com</a> Fuente de Internet		<1 %
21	<a href="https://repositorio.unasam.edu.pe">repositorio.unasam.edu.pe</a> Fuente de Internet		<1 %
22	<a href="https://repositorio.una.edu.ni">repositorio.una.edu.ni</a> Fuente de Internet		<1 %
23	Submitted to Universidad Tecnológica de los Andes Trabajo del estudiante		<1 %
24	<a href="https://repositorio.unp.edu.pe">repositorio.unp.edu.pe</a> Fuente de Internet		<1 %
25	Submitted to Universidad Central del Este Trabajo del estudiante		<1 %
26	<a href="https://repositorio.utc.edu.ec">repositorio.utc.edu.ec</a> Fuente de Internet		<1 %
27	<a href="https://repositorio.untrm.edu.pe">repositorio.untrm.edu.pe</a> Fuente de Internet		<1 %
28	Norma Santiago-López, J. Jesús García-Zavala, Armando Espinoza-Banda, Ulises Santiago-López et al. "ADAPTACIÓN DE MAÍZ TUXPEÑO A VALLES ALTOS DE MÉXICO MEDIANTE SELECCIÓN MASAL", Revista Fitotecnia Mexicana, 2020		<1 %

29

[archivos.ujat.mx](http://archivos.ujat.mx)

Fuente de Internet

  
Ing. M. Sc. Adolfo Padilla Pérez  
Asesor

<1 %

30

[repositorio.inia.gob.pe](http://repositorio.inia.gob.pe)

Fuente de Internet

<1 %

31

[repositorio.unjbg.edu.pe](http://repositorio.unjbg.edu.pe)

Fuente de Internet

<1 %

32

[studylib.es](http://studylib.es)

Fuente de Internet

<1 %

33

"Recuperación transformadora de los territorios con equidad y sostenibilidad V. Innovación, turismo y perspectiva de género en el desarrollo regional", Universidad Nacional Autónoma de México, 2021

Publicación

<1 %

34

[dspace.esPOCH.edu.ec](http://dspace.esPOCH.edu.ec)

Fuente de Internet

<1 %

35

[alicia.concytec.gob.pe](http://alicia.concytec.gob.pe)

Fuente de Internet

<1 %

36

[es.wikipedia.org](http://es.wikipedia.org)

Fuente de Internet

<1 %

37

[repositorio.umsa.bo](http://repositorio.umsa.bo)

Fuente de Internet

<1 %

38

[www.mhschool.com](http://www.mhschool.com)

Fuente de Internet

<1 %

39 Mamani Condori, Justiniano. "Evaluacion del comportamiento agronomico de pastos forrajeros en la localidad de Tiahuanaco.", Brigham Young University, 2020  
Publicación <1 %

---

40 [repositorio.unu.edu.pe](http://repositorio.unu.edu.pe)  
Fuente de Internet

  
Ing. M. Sc. Adolfo Padilla Pérez  
Asesor

<1 %

---

41 [www.yumpu.com](http://www.yumpu.com)  
Fuente de Internet

<1 %

---

42 Submitted to Universidad Tecnica De Ambato-  
Direccion de Investigacion y Desarrollo , DIDE  
Trabajo del estudiante

---

43 [diu.unheval.edu.pe](http://diu.unheval.edu.pe)  
Fuente de Internet

<1 %

---

44 [dspace.unl.edu.ec](http://dspace.unl.edu.ec)  
Fuente de Internet

<1 %

---

45 [www.agrorural.gob.pe](http://www.agrorural.gob.pe)  
Fuente de Internet

<1 %

---

46 [purl.org](http://purl.org)  
Fuente de Internet

<1 %

---

47 Submitted to Universidad De Cuenca  
Trabajo del estudiante

---

<1 %

---

48 [documentop.com](http://documentop.com)  
Fuente de Internet

<1 %

---

[repositorio.unamba.edu.pe](http://repositorio.unamba.edu.pe)



49

Fuente de Internet

  
Ing. M. Sc. Adolfo Padilla Pérez  
Asesor

<1 %

50

[repositorio.unas.edu.pe](http://repositorio.unas.edu.pe)

Fuente de Internet

<1 %

51

[www.revistas.unitru.edu.pe](http://www.revistas.unitru.edu.pe)

Fuente de Internet

<1 %

52

[www.scielo.org.mx](http://www.scielo.org.mx)

Fuente de Internet

<1 %

53

Submitted to CONACYT

Trabajo del estudiante

<1 %

54

Submitted to Universidad Cesar Vallejo

Trabajo del estudiante

<1 %

55

Submitted to Universitat Politècnica de València

Trabajo del estudiante

<1 %

56

[issuu.com](http://issuu.com)

Fuente de Internet

<1 %

Excluir citas


Activo

Excluir coincidencias < 15 words

Excluir bibliografía

Activo





  
Ing. M. Sc. Adolfo Padilla Pérez  
Asesor

## Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por **Turnitin**. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: Idelso Quintos Dávila / Wilber Chilcon Montenegro  
Título del ejercicio: Quick Submit  
Título de la entrega: Tesis Efecto de la fertilización orgánica, en el rendimiento y ...  
Nombre del archivo: Informe\_final\_tesis\_Idelso\_y\_Wilber.docx  
Tamaño del archivo: 11.56M  
Total páginas: 191  
Total de palabras: 30,063  
Total de caracteres: 154,604  
Fecha de entrega: 12-feb.-2024 08:37p. m. (UTC-0500)  
Identificador de la entrega... 2293362907

	UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO FACULTAD DE AGRONOMÍA ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA	
TESIS		
"PARA OPTAR EL TÍTULO DE PROFESIONAL DE INGENIERO AGRÓNOMO"		
"Efecto de la fertilización orgánica, en el rendimiento y calidad de maíz morado ( <i>Zea mays</i> L.) variedad INIA 601 en la provincia de Cutervo, región Cajamarca, 2020-2021"		
INVESTIGADORES:		
Idelso Quintos Dávila Wilber Chilcon Montenegro		
ASESOR:		
M.Sc. Adolfo Padilla Pérez		
Lambayeque, 2023		
TESIS		
1		

## **CONSTANCIA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS**

Yo, Adolfo Padilla Pérez, Asesor de tesis titulada: **Efecto de la fertilización orgánica, en el rendimiento y calidad de maíz morado (*Zea mays* L.) variedad INIA 601 en la provincia de Cutervo, región Cajamarca, 2020-2021**, presentado por los Bachilleres Idelso Quintos Dávila y Wilber Chilcon Montenegro, luego de la revisión exhaustiva del documento constato que la misma tiene un índice de similitud de 19% verificable en el reporte de similitud del programa Turnitin.

El suscrito analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de las citas y referencias establecidas por la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

Lambayeque, marzo de 2024



M. Sc. Adolfo Padilla Pérez

DNI N° 16725584

Asesor



Idelso Quintos Dávila

Código Universitario N° 140040-F

Autor



Wilber Chilcon Montenegro

Código Universitario N° 140014-E

Autor



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO  
FACULTAD DE AGRONOMÍA  
DECANATO



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 008-2024-D-FAG

En la ciudad de Lambayeque a los ocho días del mes de marzo del año dos mil veinticuatro, siendo las diez y treinta de la mañana, se reunieron en el Auditorio de la Facultad de Agronomía los Miembros de Jurado evaluador de la tesis titulada **"EFECTO DE LA FERTILIZACION ORGÁNICA, EN EL RENDIMIENTO Y CALIDAD DE MAIZ MORADO (Zea mays L.) VARIEDAD INIA 601 EN LA PROVINCIA DE CUTERVO, REGION CAJAMARCA 2020-2021"**, designados por Decreto N° 117-2021-VIRTUAL-D-FAG, de fecha 22 de abril del 2021, con la finalidad de evaluar y calificar la Sustentación de la Tesis antes mencionada, conformado por los siguientes docentes:

Ing. Dr. José Avercio Neciosup Gallardo  
Ing. M.Sc. Roso Prospero Pasache Chapañan  
Ing. M.Sc. Oscar Fernández Aurazo  
Ing. M.Sc. Adolfo Padilla Pérez

Presidente  
Secretario  
Vocal  
Patrocinador

El acto de Sustentación fue autorizado por Resolución N° 042-2024-D-FAG, con fecha 04 de marzo del 2024.

La tesis fue presentada y sustentada por el Bachiller **WILBER CHILCÓN MONTENEGRO**, tuvo una duración...60..... de minutos. Después de la sustentación y absueltas las preguntas y observaciones de los Miembros de Jurado, se procedió a la calificación respectiva otorgándole el calificativo de .....Buena..... en la escala vigesimal, con mención

BUENO

Por lo que queda **APTO** para obtener el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo de acuerdo con la Ley Universitaria N° 30220 y el Art. 46° del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

Siendo las ...11:30....., se dio por concluido el presente acto académico, dándose conformidad el presente acto con las firmas de los Miembros de Jurado.

  
Ing. Dr. José Avercio Neciosup Gallardo  
Presidente

  
Ing. M.Sc. Roso Prospero Pasache Chapañan  
Secretario

  
Ing. M.Sc. Oscar Fernández Aurazo  
Vocal

  
Ing. M.Sc. Adolfo Padilla Pérez  
Patrocinador





UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO  
FACULTAD DE AGRONOMÍA  
DECANATO



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 007-2024-D-FAG

En la ciudad de Lambayeque a los ocho días del mes de marzo del año dos mil veinticuatro, siendo las diez y treinta de la mañana, se reunieron en el Auditorio de la Facultad de Agronomía los Miembros de Jurado evaluador de la tesis titulada **"EFECTO DE LA FERTILIZACION ORGÁNICA, EN EL RENDIMIENTO Y CALIDAD DE MAIZ MORADO (Zea mays L.) VARIEDAD INIA 601 EN LA PROVINCIA DE CUTERVO, REGION CAJAMARCA 2020-2021"**, designados por Decreto N° 117-2021-VIRTUAL-D-FAG, de fecha 22 de abril del 2021, con la finalidad de evaluar y calificar la Sustentación de la Tesis antes mencionada, conformado por los siguientes docentes:

Ing. Dr. José Avercio Neciosup Gallardo  
Ing. M.Sc. Roso Prospero Pasache Chapoñan  
Ing. M.Sc. Oscar Fernández Aurazo  
Ing. M.Sc. Adolfo Padilla Pérez

Presidente  
Secretario  
Vocal  
Patrocinador

El acto de Sustentación fue autorizado por Resolución N° 042-2024-D-FAG, con fecha 04 de marzo del 2024.

La tesis fue presentada y sustentada por el Bachiller **IDELSO QUINTOS DAVILA**, tuvo una duración 60 de minutos. Después de la sustentación y absueltas las preguntas y observaciones de los Miembros de Jurado, se procedió a la calificación respectiva otorgándole el calificativo de 1.6 en la escala vigesimal, con mención

Bueno

Por lo que queda **APTO** para obtener el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo de acuerdo con la Ley Universitaria N° 30220 y el Art. 46° del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

Siendo las 11:30, se dio por concluido el presente acto académico, dándose conformidad el presente acto con las firmas de los Miembros de Jurado.

Ing. Dr. José Avercio Neciosup Gallardo  
Presidente

Ing. M.Sc. Oscar Fernández Aurazo  
Vocal

Ing. M.Sc. Roso Prospero Pasache Chapoñan  
Secretario

Ing. M.Sc. Adolfo Padilla Pérez  
Patrocinador

## **Dedicatoria**

*“Esta investigación está dedicada principalmente a Dios, quien me ha inspirado y proporcionado la fortaleza necesaria para perseverar en la búsqueda de uno de mis mayores deseos. También quiero expresar mi profundo agradecimiento a mis padres, quienes han sido fundamentales en mi desarrollo profesional al brindarme confianza, consejos, oportunidades y recursos. Agradezco a todas las personas que han abierto sus puertas y compartido sus conocimientos a lo largo de este proceso”.*

***Idelso Quintos Dávila***

*“Dedico este estudio principalmente a Dios, quien me ha inspirado y dado la fuerza necesaria para avanzar en la consecución de uno de mis más anhelados objetivos. Agradezco a mis padres, quienes han sido un pilar fundamental en mi desarrollo profesional, proporcionándome confianza, consejos, oportunidades y recursos para alcanzarlo. También expreso mi gratitud a todas aquellas personas que me han brindado su apoyo, abriendo sus puertas y compartiendo sus conocimientos a lo largo de este proceso”.*

***Wilber Chilcon Montenegro***

## **Dedicatoria**

*“Queremos expresar un reconocimiento especial al Ing. Mg. Adolfo Padilla Pérez, nuestro docente y patrocinador, por su apoyo, interés y valiosas recomendaciones durante el desarrollo de nuestra investigación. Agradecemos sinceramente la confianza y el estímulo que nos brindó”.*

*“Extendemos nuestro agradecimiento a los profesores de nuestra facultad cuyas enseñanzas han sido de gran ayuda a lo largo de nuestra carrera profesional. Su contribución ha sido invaluable durante todos estos años”.*

*“A nuestros padres, quienes han sido los cimientos fundamentales de todo lo que somos, tanto en nuestra educación académica como en la vida cotidiana, les expresamos nuestro más profundo agradecimiento. Su apoyo incondicional a lo largo del tiempo ha hecho posible todo este trabajo”.*

*“Asimismo, agradecemos al personal de la sede universitaria donde llevamos a cabo nuestros estudios y a todas las personas que facilitaron nuestra labor de investigación”.*

***Idelso Quintos Dávila***

***Wilber Chilcón Montenegro***

## RESUMEN

El experimento se ejecutó en el sector Hierba Buena, distrito y provincia de Cutervo, región Cajamarca, durante la campaña agrícola 2020 - 2021. El objetivo principal fue determinar el efecto de la fertilización orgánica en el rendimiento y calidad de maíz morado variedad INIA 601. Se utilizó el diseño de Bloques Completos al Azar con cuatro repeticiones y once tratamientos en arreglo factorial y comparaciones ortogonales. La prueba de Duncan para fuentes de fertilización orgánica, tuvo efecto sobre el rendimiento de maíz morado, encontrando diferencias estadísticas altamente significativas entre promedios, el tratamiento guano de isla alcanzó el mayor rendimiento con 3.85 t/ha y superó estadísticamente a los demás tratamientos. Asimismo, la aplicación de abonos orgánicos a diferentes dosis, también hubo diferencias estadísticas altamente significativas entre promedios, la dosis 3.0 t/ha obtuvo el mayor rendimiento con 3.35 t/ha superando estadísticamente a las demás dosis. La comparación de las fuentes orgánicas versus el testigo del agricultor (46 kg N) no hubo diferencias estadísticas, lo contrario fue con el testigo absoluto (sin fertilización) donde si hubo diferencias estadísticas, obteniéndose un rendimiento menor aproximadamente de 33% (2.13 t/ha). Las características que determinaron el rendimiento fueron: longitud y diámetro de mazorca, número de hileras por mazorca y número de granos por hilera. Al realizar el análisis económico, se determinó que el tratamiento más rentable fue guano de isla con dosis de 1.0 t/ha con un beneficio de S/ 3 300.00 soles y un índice de rentabilidad de 1.44%.

**Palabras clave:** efecto, fertilización, orgánica, rendimiento, maíz, morado, Cutervo.



## ABSTRACT

The experiment was carried out in the Hierba Buena sector, district and province of Cutervo, Cajamarca region, during the 2020 - 2021 agricultural campaign. The main objective was to determine the effect of organic fertilization on the yield and quality of purple corn variety INIA 601. The Randomized Complete Block design was used with four repetitions and eleven treatments in a factorial arrangement and orthogonal comparisons. The Duncan test for organic fertilization sources had an effect on the yield of purple corn, finding highly significant statistical differences between averages, the island guano treatment reached the highest yield with 3.85 t/ha and statistically surpassed the other treatments. Likewise, the application of organic fertilizers at different doses, there were also highly significant statistical differences between averages, the 3.0 t/ha dose obtained the highest yield with 3.35 t/ha, statistically surpassing the other doses. The comparison of the organic sources versus the farmer's control (46 kg N) there were no statistical differences, the opposite was with the absolute control (without fertilization) where there were statistical differences, obtaining a lower yield of approximately 33% (2.13 t/ ha). The characteristics that determined the yield were: ear length and diameter, number of rows per ear and number of grains per row. When carrying out the economic analysis, it was determined that the most profitable treatment was island guano with a dose of 1.0 t/ha with a benefit of S/ 3,300.00 soles and a profitability index of 1.44%.

**Key words:** effect, fertilization, organic, yield, corn, purple, Cutervo

## ÍNDICE

RESUMEN .....	7
I. “INTRODUCCIÓN” .....	18
II. “DISEÑO TEÓRICO” .....	22
2.1. “ANTECEDENTES” .....	22
2.2. “BASE TEÓRICA” .....	26
2.2.1. “ <i>El maíz morado en el Perú</i> ” .....	26
2.2.2. “ <i>La planta de maíz morado</i> ” .....	26
2.2.3. “ <i>Exigencias agronómicas</i> ” .....	29
“Clima” .....	29
“Suelo” .....	30
“Fertilización” .....	31
“Agua” .....	32
2.2.4. “ <i>Contenido de antocianina en el maíz morado</i> ” .....	34
2.2.5. “ <i>Usos de maíz morado</i> ” .....	35
2.2.6. “ <i>Fenología del maíz</i> ” .....	37
2.2.7. “ <i>Características de calidad para consumo local</i> ” .....	38
2.2.8. “ <i>Abonos orgánicos</i> ” .....	39
2.2.9. “ <i>Importancia de los abonos orgánicos</i> ” .....	40
2.2.10. “ <i>Propiedades de los abonos orgánicos</i> ” .....	40
“Propiedades físicas” .....	41
“Propiedades químicas” .....	41
“Propiedades biológicas” .....	41
2.2.11. “ <i>Tipos de abonos orgánicos</i> ” .....	42
2.2.12. “ <i>Humus de lombriz</i> ” .....	42
2.2.13. “ <i>Guano de isla</i> ” .....	45
2.3. “BASES CONCEPTUALES Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES” .....	49
III. MATERIALES Y MÉTODOS .....	51
3.1. “ÁREA EXPERIMENTAL” .....	51
3.1.1. “ <i>Localización y ubicación geográfica</i> ” .....	51
3.1.2. “ <i>Características climatológicas de la zona en estudio</i> ” .....	52
3.2. “CARACTERÍSTICAS EDÁFICAS DE LA ZONA DE ESTUDIO” .....	54
3.3. “DISPOSICIÓN EXPERIMENTAL” .....	56
3.3.1. “ <i>Diseño experimental</i> ” .....	56
3.3.2. “ <i>Tratamiento en estudio</i> ” .....	56
3.4. “MATERIALES DEL CAMPO EXPERIMENTAL” .....	60
3.5. “CONDUCCIÓN EXPERIMENTAL” .....	60
3.1.1. “ <i>Preparación de terreno</i> ” .....	60
3.1.2. “ <i>Siembra</i> ” .....	60
3.1.3. “ <i>Densidad de siembra</i> ” .....	60
3.1.4. “ <i>Fertilización</i> ” .....	61
3.1.5. “ <i>Control de malezas</i> ” .....	61
3.1.6. “ <i>Aporque</i> ” .....	61

3.1.7.	“Riegos”	61
3.1.8.	“Control de plagas”	62
3.1.9.	“Cosecha”	62
3.2.	“CARACTERÍSTICAS EVALUADAS”	62
3.2.1.	“Rendimiento de mazorca”	62
3.2.2.	“Altura de inserción de mazorca”	62
3.2.3.	“Altura de planta”	62
3.2.4.	“Área foliar de la hoja principal”	63
3.2.5.	“Longitud de mazorca”	63
3.2.6.	“Diámetro de mazorca”	63
3.2.7.	“Número de hileras por mazorca”	63
3.2.8.	“Porcentaje de pudrición de mazorca”	63
3.2.9.	“Porcentaje de antocianina de tuza”	63
3.3.	“ANÁLISIS ESTADÍSTICOS DE LOS DATOS”	64
3.6.	“COEFICIENTE DE VARIABILIDAD”	65
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIONES	67
4.1.	“ANÁLISIS DE VARIANZA DE LAS CARACTERÍSTICAS EVALUADAS”	67
4.1.1.	“Rendimiento de mazorca (t/ha)”	67
4.1.2.	“Área foliar de la hoja principal(cm <sup>2</sup> )”	77
4.1.3.	“Longitud de mazorca (cm)”	84
4.1.4.	“Diámetro de mazorca (cm)”	92
4.1.5.	“Número de hileras por mazorca”	100
	Tratamientos con diferentes letras (vertical) presentan diferencia significativa (Duncan 5%)	107
4.1.6.	“Número de granos por hilera”	108
4.1.7.	“Porcentaje de pudrición (%)”	115
4.1.8.	“Porcentaje de antocianina en tuza (%)”	123
4.1.9.	“Características evaluadas que no fueron influenciados por la aplicación de las fuentes orgánicas”	124
4.1.10.	“Correlación lineal de Pearsom”	130
4.2.	“ANÁLISIS ECONÓMICO”	132
V.	“CONCLUSIONES”	134
VI.	“RECOMENDACIONES”	135
VII.	“REFERENCIAS”	136
VIII.	“ANEXOS”	145

## INDICE DE TABLAS

TABLA 1. <i>CONTENIDOS DE ANTOCIANINAS EN ALIMENTOS (MG POR CADA 100 G DE PRODUCTO FRESCO)</i> .....	34
TABLA 2. <i>CALIDAD DE MAÍZ MORADO VARIEDAD INIA 601.</i> .....	39
TABLA 3. <i>VALORES MEDIOS ANALÍTICOS DEL HUMUS DE LOMBRIZ</i> .....	44
TABLA 4. <i>EFFECTO COMPARATIVO DE LA APLICACIÓN DE: UN TESTIGO (T) SIN RECIBIR GUANO NI ESTIÉRCOL, 560 KG DE GUANO DE LAS ISLAS (G), 5 000 KG DE ESTIÉRCOL (E), GUANO + ESTIÉRCOL (G + E), COMBINADO EN AMBAS PROPORCIONES EN EL CULTIVO DE PAPA (KG/HA).</i> .....	47
TABLA 5. <i>RIQUEZA EN NUTRIENTES DEL GUANO DE LAS ISLAS</i> .....	47
TABLA 6. <i>FORMAS DEL NITRÓGENO Y FÓSFORO DEL GUANO DE LAS ISLAS</i> .....	48
TABLA 7. <i>DATOS CLIMATOLÓGICOS ESTACIÓN METEOROLÓGICA. SENAMHI – CUTERVO. AÑO 2020-2021</i> .....	53
TABLA 8. <i>ANÁLISIS FÍSICO – QUÍMICO DEL SUELO. HIERBA BUENA – CUTERVO, 2020.</i> .....	55
TABLA 9. <i>TRATAMIENTOS, FUENTES ORGÁNICAS Y DOSIS ABONAMIENTO.</i> .....	56
TABLA 10. <i>FORMA GENERAL DEL ANAVA EN ARREGLO FACTORIAL</i> .....	64
TABLA 11. <i>PRECISIÓN DEL COEFICIENTE DE VARIACIÓN</i> .....	65
TABLA 12. <i>GRADO DE VARIABILIDAD DEL COEFICIENTE DE VARIACIÓN</i> .....	66
TABLA 13. <i>ANÁLISIS DE VARIANZA PARA RENDIMIENTO DE MAZORCA (T/HA)</i> .....	67
TABLA 14. <i>RENDIMIENTO DE MAZORCA (T/HA), SEGÚN FUENTE DE FERTILIZACIÓN ORGÁNICA</i> .....	69
TABLA 15. <i>RENDIMIENTO DE MAZORCA (T/HA), SEGÚN DOSIS</i> .....	71
TABLA 16. <i>RENDIMIENTO DE MAZORCA (T/HA), SEGÚN FUENTES Y DOSIS.</i> .....	72
TABLA 17. <i>RENDIMIENTO DE MAZORCA (T/HA), SEGÚN FUENTE DE FERTILIZACIÓN ORGÁNICA POR DOSIS.</i> .....	74

TABLA 18. <i>RENDIMIENTO DE MAZORCA (T/HA), SEGÚN DOSIS POR FUENTE DE FERTILIZACIÓN</i>	
<i>ORGÁNICA.....</i>	75
TABLA 19. <i>RENDIMIENTO DE MAZORCA (T/HA), SEGÚN FUENTES ORGÁNICAS VERSUS TESTIGO DEL</i>	
<i>AGRICULTOR Y TESTIGO ABSOLUTO. ....</i>	76
TABLA 20. <i>ANÁLISIS DE VARIANZA PARA ÁREA FOLIAR DE LA HOJA PRINCIPAL (CM<sup>2</sup>).....</i>	77
TABLA 21. <i>ÁREA FOLIA DE LA HOJA PRINCIPAL (CM<sup>2</sup>), SEGÚN FUENTE DE FERTILIZACIÓN ORGÁNICA</i>	
<i>.....</i>	79
TABLA 22. <i>ÁREA FOLIA DE LA HOJA PRINCIPAL (CM<sup>2</sup>), SEGÚN DOSIS.....</i>	80
TABLA 23. <i>ÁREA FOLIA DE LA HOJA PRINCIPAL (CM<sup>2</sup>), SEGÚN FUENTE DE FERTILIZACIÓN ORGÁNICA</i>	
<i>POR DOSIS. ....</i>	81
TABLA 24. <i>ÁREA FOLIA DE LA HOJA PRINCIPAL (CM<sup>2</sup>), SEGÚN DOSIS POR FUENTE DE FERTILIZACIÓN</i>	
<i>ORGÁNICA.....</i>	83
TABLA 25. <i>ÁREA FOLIA DE LA HOJA PRINCIPAL (CM<sup>2</sup>), SEGÚN FUENTES ORGÁNICAS VERSUS TESTIGO</i>	
<i>DEL AGRICULTOR Y TESTIGO ABSOLUTO. ....</i>	83
TABLA 26. <i>ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LONGITUD DE MAZORCA (CM) .....</i>	85
TABLA 27. <i>LONGITUD DE MAZORCA (CM), SEGÚN FUENTE DE FERTILIZACIÓN ORGÁNICA .....</i>	86
TABLA 28. <i>LONGITUD DE MAZORCA (CM), SEGÚN DOSIS .....</i>	88
TABLA 29. <i>LONGITUD DE MAZORCA (CM), SEGÚN FUENTE DE FERTILIZACIÓN ORGÁNICA POR DOSIS.</i>	
<i>.....</i>	89
TABLA 30. <i>LONGITUD DE MAZORCA (CM), SEGÚN DOSIS POR FUENTE DE FERTILIZACIÓN ORGÁNICA.</i>	
<i>.....</i>	90
TABLA 31. <i>LONGITUD DE MAZORCA (CM), SEGÚN FUENTES ORGÁNICAS VERSUS TESTIGO DEL</i>	
<i>AGRICULTOR Y TESTIGO ABSOLUTO. ....</i>	91
TABLA 32. <i>ANÁLISIS DE VARIANZA PARA DIÁMETRO DE MAZORCA (CM) .....</i>	93
TABLA 33. <i>DIÁMETRO DE MAZORCA (CM), SEGÚN FUENTE DE FERTILIZACIÓN ORGÁNICA .....</i>	94

TABLA 34. <i>DIÁMETRO DE MAZORCA (CM), SEGÚN DOSIS</i> .....	96
TABLA 35. <i>DIÁMETRO DE MAZORCA (CM), SEGÚN FUENTE DE FERTILIZACIÓN ORGÁNICA POR DOSIS.</i> .....	97
TABLA 36. <i>LONGITUD DE MAZORCA (CM), SEGÚN DOSIS POR FUENTE DE FERTILIZACIÓN ORGÁNICA.</i> .....	98
TABLA 37. <i>DIÁMETRO DE MAZORCA (CM), SEGÚN FUENTES ORGÁNICAS VERSUS TESTIGO DEL AGRICULTOR Y TESTIGO ABSOLUTO.</i> .....	99
TABLA 38. <i>ANÁLISIS DE VARIANZA PARA NÚMERO DE HILERAS POR MAZORCA</i> .....	101
TABLA 39. <i>NÚMERO DE HILERAS POR MAZORCA, SEGÚN FUENTE DE FERTILIZACIÓN ORGÁNICA.</i> ..	102
TABLA 40. <i>NÚMERO DE HILERAS POR MAZORCA, SEGÚN DOSIS</i> .....	104
TABLA 41. <i>NÚMERO DE HILERAS POR MAZORCA, SEGÚN FUENTE DE FERTILIZACIÓN ORGÁNICA POR DOSIS.</i> .....	105
TABLA 42. <i>NÚMERO DE HILERAS POR MAZORCA, SEGÚN DOSIS POR FUENTE DE FERTILIZACIÓN ORGÁNICA.</i> .....	106
TABLA 43. <i>NÚMERO DE HILERAS POR MAZORCA, SEGÚN FUENTES ORGÁNICAS VERSUS TESTIGO DEL AGRICULTOR Y TESTIGO ABSOLUTO.</i> .....	107
TABLA 44. <i>ANÁLISIS DE VARIANZA PARA NÚMERO DE GRANOS POR HILERA</i> .....	108
TABLA 45. <i>NÚMERO DE GRANOS POR HILERA, SEGÚN FUENTE DE FERTILIZACIÓN ORGÁNICA</i> .....	110
TABLA 46. <i>NÚMERO DE GRANOS POR HILERA, SEGÚN DOSIS</i> .....	111
TABLA 47. <i>NÚMERO DE GRANOS POR HILERA, SEGÚN FUENTE DE FERTILIZACIÓN ORGÁNICA POR DOSIS.</i> .....	112
TABLA 48. <i>NÚMERO DE GRANOS POR HILERA, SEGÚN DOSIS POR FUENTE DE FERTILIZACIÓN ORGÁNICA.</i> .....	114
TABLA 49. <i>NÚMERO DE GRANOS POR HILERA, SEGÚN FUENTES ORGÁNICAS VERSUS TESTIGO DEL AGRICULTOR Y TESTIGO ABSOLUTO.</i> .....	114

TABLA 50. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA PUDRICIÓN DE MAZORCA (%) .....	116
TABLA 51. PUDRICIÓN DE MAZORCA (%), SEGÚN FUENTE DE FERTILIZACIÓN ORGÁNICA .....	117
TABLA 52. PUDRICIÓN DE MAZORCA (%), SEGÚN DOSIS.....	119
TABLA 53. PUDRICIÓN DE MAZORCA (%), SEGÚN FUENTE DE FERTILIZACIÓN ORGÁNICA POR DOSIS. .....	120
TABLA 54. PUDRICIÓN DE MAZORCAS (/%), SEGÚN DOSIS POR FUENTE DE FERTILIZACIÓN ORGÁNICA.....	121
TABLA 55. PUDRICIÓN DE MAZORCAS (%), SEGÚN FUENTES ORGÁNICAS VERSUS TESTIGO DEL AGRICULTOR Y TESTIGO ABSOLUTO. ....	122
TABLA 56. PORCENTAJE DE ANTOCIANINA EN TUZA (%).....	124
TABLA 57. CUADRADOS MEDIOS DE LOS ANÁLISIS DE VARIANZA DE TRES CARACTERÍSTICAS EVALUADAS. “EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN ORGÁNICA, EN EL RENDIMIENTO Y CALIDAD DE MAÍZ MORADO (ZEA MAYS L.) VARIEDAD INIA 601 EN LA PROVINCIA DE CUTERVO, REGIÓN CAJAMARCA, 2020-2021 ”. ....	126
TABLA 58. VALORES PROMEDIOS DE TRES CARACTERÍSTICAS EVALUADAS. “EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN ORGÁNICA, EN EL RENDIMIENTO Y CALIDAD DE MAÍZ MORADO (ZEA MAYS L.) VARIEDAD INIA 601 EN LA PROVINCIA DE CUTERVO, REGIÓN CAJAMARCA, 2020-2021 ” ....	128
TABLA 59. COEFICIENTE DE CORRELACIÓN LINEAL ENTRE TODAS LAS CARACTERÍSTICAS EVALUADAS .....	131
TABLA 60. ANÁLISIS ECONÓMICO. “EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN ORGÁNICA, EN EL RENDIMIENTO Y CALIDAD DE MAÍZ MORADO (ZEA MAYS L.) VARIEDAD INIA 601 EN LA PROVINCIA DE CUTERVO, REGIÓN CAJAMARCA, 2020-2021 ”. ....	132

## INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. <i>VISTA SATELITAL DEL DISTRITO DE CUTERVO.</i> .....	51
FIGURA 2. <i>RENDIMIENTO DE MAZORCA (T/HA), SEGÚN FUENTE DE FERTILIZACIÓN ORGÁNICA</i> .....	70
FIGURA 3. <i>RENDIMIENTO DE MAZORCA (T/HA), SEGÚN DOSIS.</i> .....	71
FIGURA 4. <i>RENDIMIENTO DE MAZORCA (T/HA), SEGÚN COMBINACIONES</i> .....	73
FIGURA 5. <i>RENDIMIENTO DE MAZORCA (T/HA), SEGÚN FUENTE DE FERTILIZACIÓN ORGÁNICA POR DOSIS.</i> .....	74
FIGURA 6. <i>RENDIMIENTO DE MAZORCA (T/HA), SEGÚN FUENTES ORGÁNICAS VERSUS TESTIGO DEL AGRICULTOR Y TESTIGO ABSOLUTO</i> .....	76
FIGURA 7. <i>ÁREA FOLIA DE LA HOJA PRINCIPAL (CM<sup>2</sup>), SEGÚN FUENTE DE FERTILIZACIÓN ORGÁNICA.</i> .....	79
FIGURA 8. <i>ÁREA FOLIA DE LA HOJA PRINCIPAL (CM<sup>2</sup>), SEGÚN DOSIS.</i> .....	81
FIGURA 9. <i>ÁREA FOLIA DE LA HOJA PRINCIPAL (CM<sup>2</sup>), SEGÚN FUENTE DE FERTILIZACIÓN ORGÁNICA POR DOSIS.</i> .....	82
FIGURA 10. <i>ÁREA FOLIA DE LA HOJA PRINCIPAL (CM<sup>2</sup>), SEGÚN FUENTES ORGÁNICAS VERSUS TESTIGO DEL AGRICULTOR Y TESTIGO ABSOLUTO.</i> .....	84
FIGURA 11. <i>LONGITUD DE MAZORCA (CM), SEGÚN FUENTE DE FERTILIZACIÓN ORGÁNICA</i> .....	87
FIGURA 12. <i>LONGITUD DE MAZORCA (CM), SEGÚN DOSIS.</i> .....	88
FIGURA 13. <i>LONGITUD DE MAZORCA (CM), SEGÚN FUENTE DE FERTILIZACIÓN ORGÁNICA POR DOSIS.</i> .....	90
FIGURA 14. <i>LONGITUD DE MAZORCA (CM), SEGÚN FUENTES ORGÁNICAS VERSUS TESTIGO DEL AGRICULTOR Y TESTIGO ABSOLUTO.</i> .....	92
FIGURA 15. <i>DIÁMETRO DE MAZORCA (CM), SEGÚN FUENTE DE FERTILIZACIÓN ORGÁNICA</i> .....	95
FIGURA 16. <i>DIÁMETRO DE MAZORCA (CM), SEGÚN DOSIS</i> .....	96



FIGURA 17. <i>DIÁMETRO DE MAZORCA (CM), SEGÚN FUENTE DE FERTILIZACIÓN ORGÁNICA POR</i>	
<i>DOSIS. ....</i>	98
FIGURA 18. <i>DIÁMETRO DE MAZORCA (CM), SEGÚN FUENTES ORGÁNICAS VERSUS TESTIGO DEL</i>	
<i>AGRICULTOR Y TESTIGO ABSOLUTO. ....</i>	100
FIGURA 19. <i>NÚMERO DE HILERAS POR MAZORCA, SEGÚN FUENTE DE FERTILIZACIÓN ORGÁNICA.</i>	103
FIGURA 20. <i>NÚMERO DE HILERAS POR MAZORCA, SEGÚN DOSIS. ....</i>	104
FIGURA 21. <i>NÚMERO DE HILERAS POR MAZORCA, SEGÚN FUENTE DE FERTILIZACIÓN ORGÁNICA POR</i>	
<i>DOSIS. ....</i>	105
FIGURA 22. <i>NÚMERO DE HILERAS POR MAZORCA, SEGÚN FUENTES ORGÁNICAS VERSUS TESTIGO DEL</i>	
<i>AGRICULTOR Y TESTIGO ABSOLUTO. ....</i>	107
FIGURA 23. <i>NÚMERO DE GRANOS POR HILERA, SEGÚN FUENTE DE FERTILIZACIÓN ORGÁNICA.....</i>	110
FIGURA 24. <i>NÚMERO DE GRANOS POR HILERA, SEGÚN DOSIS .....</i>	111
FIGURA 25. <i>NÚMERO DE GRANOS POR HILERA, SEGÚN FUENTE DE FERTILIZACIÓN ORGÁNICA POR</i>	
<i>DOSIS. ....</i>	113
FIGURA 26. <i>NÚMERO DE GRANOS POR HILERA, SEGÚN FUENTES ORGÁNICAS VERSUS TESTIGO DEL</i>	
<i>AGRICULTOR Y TESTIGO ABSOLUTO. ....</i>	115
FIGURA 27. <i>PUDRICIÓN DE MAZORCA (%), SEGÚN FUENTE DE FERTILIZACIÓN ORGÁNICA .....</i>	118
FIGURA 28. <i>PUDRICIÓN DE MAZORCA (%), SEGÚN DOSIS.....</i>	119
FIGURA 29. <i>PUDRICIÓN DE MAZORCA (%), SEGÚN FUENTE DE FERTILIZACIÓN ORGÁNICA POR</i>	
<i>DOSIS. ....</i>	120
FIGURA 30. <i>PUDRICIÓN DE MAZORCAS (%), SEGÚN FUENTES ORGÁNICAS VERSUS TESTIGO DEL</i>	
<i>AGRICULTOR Y TESTIGO ABSOLUTO. ....</i>	123

## ANEXO

ANEXO 1. <i>ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LAS CARACTERÍSTICAS EVALUADAS</i> .....	145
ANEXO 2. <i>TRÍPTICO DEL CULTIVO DE MAÍZ MORADO VARIEDAD INIA 601</i> .....	177
ANEXO 3. <i>ANÁLISIS FÍSICO – QUÍMICO DEL SUELO. SECTOR HIERBA BUENA – CUTERVO, 2020.</i> .	179
ANEXO 4. <i>LÁMINAS FOTOGRÁFICAS.</i> .....	180

## I. INTRODUCCIÓN

El maíz morado peruano (*Zea mays* L.) se trata de un tipo de maíz con alto contenido de almidón, cuyos orígenes se remontan a la prehistoria en el territorio peruano. Este maíz es heredero de la raza Kculli y constituye una variedad única en el mundo debido a la presencia de un pigmento llamado antocianina, posee diversas propiedades que lo convierten en un alimento funcional, con beneficios anticancerígenos, antioxidantes y fortalecedores del sistema inmunológico. Además, se utiliza como colorante natural en diversas industrias como la alimentaria, farmacéutica y de belleza, lo que eleva su importancia y potencia sus perspectivas de desarrollo. (MIDAGRI, 2021).

En la región Cajamarca, los datos estadísticos, como los referidos a la campaña 2018 - 2019, indican que, del total del área cosechada, se cultivó maíz en 18.76%. La siembra fue, básicamente, de dos tipos: maíz amarillo duro en 6.26% y amiláceo en 12.50% (incluye el maíz morado) (DRAC-OIA, 2019).

En el ámbito del mercado, los precios de los productos agrícolas experimentan una notable inestabilidad, presentando variaciones significativas de una temporada a otra. Un factor determinante en estas fluctuaciones es la calidad del producto, clasificada como primera, segunda y tercera calidad. Durante la campaña agrícola 2014-2015. El precio del maíz de color morado en el mercado fue de S/. 1.40, S/. 0.69 y S/. 0.39 nuevos soles por kilogramo, representando la primera, segunda y tercera calidad, respectivamente. En la región de Cajamarca, alcanzó un costo de producción de S/. 1,309 soles por hectárea y su producción fue de 1,500 kg/ha. (INIA, 2016).

Los agricultores dedicados al cultivo de maíz morado recurren al uso de fertilizantes químicos en cada temporada agrícola con el objetivo de compensar la fertilidad baja de suelos y garantizar el buen estado de las mazorcas de maíz morado.

Sin embargo, surge un problema cuando la fertilización se realiza exclusivamente con “abono químico”, ya que, se afectaría la campaña por la disminución de la materia orgánica y de los microorganismos benéficos en el suelo. La fertilización inorgánica desempeña un papel importante en la nutrición de los cultivos, su uso inapropiado y excesivo puede provocar alteraciones en el medio ambiente y afectar la salud de las personas. Existen ciertas desventajas asociadas al uso de abonos químicos, como su elevado costo, la pérdida de la fertilidad natural del suelo y la limitación a enriquecer el suelo solo con tres nutrientes esenciales para las plantas. En casos de concentraciones excesivamente altas, estos abonos pueden causar daño a la microfauna del suelo e inducir enfermedades si no se manejan con precaución. Además, se ha observado que afectan negativamente al medio ambiente y al ecosistema, según señalan Morilla y Solarte (2014). A pesar de estas desventajas, Báez y Marín (2010) concluyeron, al analizar cómo el uso de una combinación de abonos orgánicos se compara con la fertilización química en términos del crecimiento y la producción del cultivo de maíz reveló que los rendimientos obtenidos con el manejo convencional fueron ligeramente mayores (4,300 kg/ha) en contraste con el manejo orgánico (4,280 kg/ha).

La utilización de abonos orgánicos como estiércol de pequeños animales, es una opción para restituir la fertilidad de los suelos (NOSB, 2004) y los cultivos en su rendimiento, como por ejemplo, el estiércol de cuy, alternativa de abono orgánico debido a los numerosos beneficios (Flores y Benites, 2015). Este tipo de estiércol posee un contenido elevado de nutrientes, específicamente de elementos menores (Gómez, 2000), y contribuye a mejorar las propiedades del suelo (Barreros, 2017). Asimismo, la agricultura orgánica ha logrado obtener productos agrícolas sin la utilización de agroquímicos, promoviendo así prácticas respetuosas con el medio ambiente. La introducción del estiércol de cuy en el cultivo de maíz morado se presenta como una alternativa para reducir la dependencia excesiva de agroquímicos y fomentar métodos agrícolas orgánicos. Esta medida tiene como objetivo mejorar los ingresos

económicos, el bienestar y la seguridad alimentaria de las familias dedicadas a la producción de maíz morado. En consecuencia, la incorporación adecuada de estiércol de cuy compostado se vuelve esencial para disminuir la necesidad de fertilizantes minerales en este tipo de cultivo.

Falta mucho para mejorar la producción de maíz morado, existen varias causas de esta marcada diferencia en la productividad promedio. Ante esta contexto la “Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo”, en alianza estratégica con el Instituto Nacional de Innovación Agraria – INIA, han unido esfuerzos en realizar trabajos de investigación; En este contexto, la investigación actual tiene como objetivo abordar la interrogante: “¿Cuál es el impacto de la fertilización orgánica en el rendimiento y la calidad del maíz morado de la variedad INIA 601 en la provincia de Cutervo, región Cajamarca, durante la campaña agrícola 2020-2021?” Para lograrlo, se formularon hipótesis y objetivos como se indica a continuación:

#### **Hipótesis:**

**H<sub>0</sub>:** “El rendimiento y calidad de maíz morado variedad INIA 601, es igual con o sin la fertilización orgánica en la provincia de Cutervo, región Cajamarca, en la campaña 2020-2021”.

**H<sub>a</sub>:** “El rendimiento y calidad de maíz morado variedad INIA 601, es diferente con o sin la fertilización orgánica en la provincia de Cutervo, región Cajamarca, en la campaña 2020-2021”.

#### **Objetivos**

##### **General:**

Determinar el efecto de la fertilización orgánica, en el rendimiento y calidad de maíz morado variedad INIA 601 en la provincia de Cutervo, región Cajamarca, durante la campaña agrícola 2020 -2021.

**Específicos:**

Evaluar las características que determinan el rendimiento de maíz morado en la variedad INIA 601 en la provincia de Cutervo.

Seleccionar la fuente orgánica óptima que obtenga el mayor rendimiento y calidad de maíz morado en la provincia de Cutervo. |

Determinar la rentabilidad de las diferentes fuentes de fertilización orgánica en el cultivo de maíz morado variedad INIA 601.

## **II. DISEÑO TEÓRICO**

### **2.1. Antecedentes**

MIDAGRI (2021), en un proyecto presentado a comienzos de 2020, desarrollado por un equipo encabezado por la “Ing. Alicia Medina Hoyos del INIA-Cajamarca” y respaldado por el “Programa Nacional de Innovación Agraria del INIA”, titulado "Adaptación y contenido de antocianina de seis cultivares de maíz morado (*Zea mays* L.) en la zona alto andina de Cajamarca, Perú". Gracias a este proyecto, se pudo identificar al INIA 601 como uno de los cultivares más adecuados para esta región, debido a sus altos niveles de antocianina presentes en diferentes partes de la planta, así como a su rendimiento sobresaliente. Esta distinción recibió reconocimiento internacional y el proyecto fue galardonado con premios por su valioso aporte.

Revista Scientia Agropecuaria (2021) en un trabajo de investigación del cultivo del maíz morado cuyo objetivo fue “evaluar la producción de grano y la cantidad de antocianinas en la coronta y brácteas (panca) de seis variedades diferentes”. Este estudio se llevó a cabo durante el período comprendido entre 2016 y 2019, con la siembra realizada en “28 localidades del departamento de Cajamarca”, situado en la sierra de Perú. Los resultados del estudio revelan que, entre las seis variedades evaluadas, destacándose “variedad INIA 601” por su mayor producción de grano (2.77 toneladas por hectárea) y la concentración más alta de antocianinas en las “brácteas (318 mg/100 g de cianidina-3-glucósido) y en las coronas (612 mg)”. Esto resultó en un contenido de antocianina de 936 mg/100 gramos de maíz morado. El rendimiento del maíz amiláceo en la sierra peruana superó el promedio, lo que indica que es una alternativa económica importante para este tipo de cultivo.

MIDAGRI (2021), en trabajos de investigación realizados en Ayacucho, se logró una concentración de “769,83 mg de antocianina por cada 100 gramos de maíz morado”, distribuida en 157.84 mg en el grano molido y 610.99 mg en la coronta. Es relevante destacar que la cantidad de antocianina puede variar en diferentes regiones, debido a la tecnología utilizada en el cultivo del maíz morado.

Nolasco (2021) indica que las modificaciones orgánicas no influyen en los períodos de floración masculina y femenina, pero sí tienen un impacto significativo en la altura de la planta, la posición y dimensiones de la mazorca, así como en el número y peso de las mazorcas por área cultivada, y en el rendimiento total de mazorcas. Se concluye que la enmienda Orga guano Premium sobresale estadísticamente en la mayoría de las variables, excepto en el tiempo de floración, logrando un rendimiento de 10,610.35 kg/ha de mazorcas.

Farfán & Perales (2020) evaluaron seis fertilizaciones: AO 75% + NPK 25%; AO 50% + NPK 50%; AO 25% + NPK 75%; AO 100% + NPK 100%; AO 100%; NPK 100% y un testigo. Estos se distribuyeron en un diseño de bloques completamente al azar. Las variables evaluadas fueron número, peso y rendimiento de mazorcas de maíz, y la rentabilidad de las fertilizaciones. Los resultados indican que las fertilizaciones con altas proporciones de nutrientes solubles aumentan significativamente el número y peso de mazorcas de maíz morado por unidad de superficie, en consecuencia la fertilización orgánica mineral si influye en el rendimiento de mazorcas de maíz morado por unidad de área y las mejores alternativas rentables para el cultivo de maíz morado es fertilizar con 25% de abono orgánico + 75% de NPK, así como con proporciones equilibradas de 50% de abono orgánico + 50% de NPK.



Duran (2019) determinó el efecto de la gallinaza, compost y gallinaza + compost en el rendimiento de maíz morado, siendo los tratamientos T1: testigo, T2: Gallinaza, T3: Compost y T4: Gallinaza + Compost. Los datos registrados fueron: altura de planta número de mazorcas/ANE, número de hilera/mazorca, número de granos/hilera, longitud de mazorcas, diámetro de mazorcas, peso de mazorcas/ANE, peso de 100 granos y peso de granos/ANE. Los resultados indican que el efecto de la gallinaza, el compost y la gallinaza + compost obtuvieron comportamientos semejantes con el testigo en nueve componentes excepto en el peso de mazorcas/ANE donde solo en los tratamientos T2, T3 y T4, y al estimar el rendimiento de estos tres tratamientos se obtuvieron 15,41, 15,34 y 15,08 t/ha respectivamente, siendo estos valores superiores a otros estudios realizados.

La tendencia de la práctica de la agricultura orgánica para aumentar los rendimientos del cultivo de maíz se hace factible y rentable, tal como reporta Chichipe y Oliva, (2017) quienes evaluaron el efecto de los abonos orgánicos en el rendimiento de maíz amiláceo en condiciones de Quipachacha, Chachapoyas-Amazonas, encontrando que el guano de islas aumento el número de mazorcas por planta (1,2292 u), granos por mazorca (225,81 u) y rendimiento (9 053,6 kg/ha).

Mandujano (2017) empleó las fuentes Bio abono EM (2 sacos), guano de isla (1 saco) y Bio abono EM + guano de isla, encontró diferencia significativo entre tratamientos donde el tratamiento 3 (bio abono + guano de isla) ocupa el primer lugar con 41,97 g y con mayor rendimiento de 7 200 kg/ha seguido por el tratamiento 2 (guano de isla) en longitud de mazorca con 18,80 cm obteniendo un promedio de 6 100 kg/ha y el testigo ocupando el último lugar con 29,59 g.

Montes (2017) empleó 5 000 kg/ha de compost, 560 kg/ha de guano de isla y un testigo con 0,0 t/ha, encontrando efecto significativo de los abonos orgánicos, en el tamaño, diámetro y peso de mazorcas por planta, con el tratamiento compost a la dosis de 5 000 kg/ha, se obtiene longitudes de mazorcas de 20.00 cm de largo y 5.3 cm de diámetro; y rendimientos de 7 718,00 k/ha así mismo existe influencia de la aplicación de los abonos orgánicos en los eventos fenológicos durante el desarrollo vegetativo.

Pinedo (2015) en su trabajo de investigación, los tratamientos fueron  $N_1 = 18-46-30$ ,  $N_2 = 120-90-60$ ,  $N_3 = 120-110-80$ ,  $N_4 = 120-120-100$ ) en dos variedades de maíz morado (PMV – 581 y INIA- 615 Negro Canaán), encontró que el mayor rendimiento de mazorca fue con la variedad INIA-615 Negro Canaán con 3,67 t/ha seguida de la variedad PMV-581 resultó con 2,78 t/ha. Con el nivel de fertilización 120-110-80 se logró el mayor rendimiento de mazorcas (3,69 t/ha), seguido por los niveles 120-120-100 y 120-90-60 que resultaron estadísticamente iguales, sin embargo Entre las variedades PMV-581 e INIA-615 Negro Canaán, asimismo entre niveles de fertilización, no se encontraron diferencias significativas para las variables días a la floración masculina, días a la floración femenina, altura de planta, altura de mazorca, longitud de mazorca, diámetro de mazorca, numero de granos por hilera, número de hileras por mazorca y peso de tuza.

Pozo (2015) evaluó el efecto del guano de islas y el trébol (*Medicago hispida* G.) en el rendimiento del cultivo de maíz morado (*Zea mays* L.), en Azángaro – Huanta - Ayacucho, localizada a 2 624 msnm, encontró variaciones del peso de mazorcas de 24,48 a 23,18 kg/unidad experimental en la variedad Canteño.

Farfán (2014) evaluó la influencia de la fertilización órgano-mineral-biológica en el cultivo del maíz (*Zea mays*, L.) en las condiciones edafoclimáticas del Municipio Las Tunas, encontró que

los rendimientos del cultivo de maíz fueron superiores cuando se combinaron los tratamientos y menores cuando los fertilizantes se utilizó de forma independiente, en comparación al testigo.

Dimas *et al.*, (2001) al evaluar los abonos orgánicos que producen la mejor respuesta sobre rendimiento de grano de maíz en condiciones del municipio de Gómez Palacio, seleccionaron a la composta con dosis de 20 a 30 t/ha, como una alternativa para sustituir a la fertilización inorgánica.

## **2.2. Base teórica**

### **2.2.1. El maíz morado en el Perú**

El maíz morado tiene un modesto aumento pero continuo en su producción, una expansión de su área de cultivo y un aumento en su rendimiento, aunque los resultados producidos por este cultivo siguen siendo relativamente limitados. Es la única variedad de maíz en el mundo que presenta antocianinas en los granos, las brácteas (panca) y las corontas (tusa) de color morado a negro (MIDAGRI, 2021).

### **2.2.2. La planta de maíz morado**

El INIA 601, también conocido como “INIA Negro Cajamarca”, fue lanzado al mercado en el año 2000 por el ingeniero “Pedro Injante Silva y su equipo de especialistas”. La “Subestación Experimental Cajabamba del INIA”, también experimentó un proceso de mejora continua. En 1990, se creó la variedad “NEGRO” a partir de 256 líneas parentales, 108 de las cuales provenían de la variedad Morado Caraz y 148 de la variedad local Negra de Parubamba (MIDAGRI, 2021).

Las características morfológicas y agronómicas de la variedad de maíz morado INIA-601.

✓	Altura de planta	2.16 m
✓	Altura de mazorca	1.24 m
✓	Floración femenina	98 días
✓	Días a la maduración	170 (precoz)
✓	Unidades de calor a la floración	875.7 +_ 8.1 °Cd
✓	Forma de las hojas	Lanceoladas
✓	Numero de hojas por planta	12
✓	Numero de mazorcas por planta	1 a 2
✓	Forma de la mazorca	Ligeramente cónica
✓	Color de la mazorca	Morado intenso
✓	Color de la tuza	Morado
✓	Longitud de la mazorca	17.5 cm
✓	Diámetro de la mazorca	4.6 cm
✓	Numero de hileras por mazorca	10 a 12
✓	Consistencia del grano	Harinosa
✓	Porcentaje de desgrane	78
✓	Peso de 1000 semilla	456.2 g
✓	Potencial de rendimiento	6.0 t/ha”
✓	Rendimiento campo agricultores	3.0 t/ha
✓	Adaptación	2,400 a 2,900 msnm.

Según el INIA en 2022, el maíz (*Zea mays* L) es una planta anual perteneciente a la familia de las gramíneas, que se caracteriza por un extenso crecimiento vegetativo. La descripción taxonómica de esta planta es la siguiente:

“Reino: Vegetal”

“División: Fanerógamas”

“Subdivisión: Angiosperma”

“Clase: Monocotiledóneas”

“Orden: Graminales”

“Familia: Gramineae”

“Tribu: Maydeas”

“Género: Zea”

“Especie: *Zea mays* L. (nombre científico)”

“Nombre común: Maíz Morado”

Posee un robusto y vertical tallo que puede llegar a medir entre 3 y 4 metros de altura, dependiendo de la variedad. En su extremo, se puede apreciar una floración que se asemeja a un penacho o plumero, con espigas que se desarrollan en las axilas de las grandes y alargadas hojas. Estas hojas, más tarde, se transformarán en mazorcas repletas de granos dispuestos en hileras.

La antocianina es un pigmento que se encuentra en una mazorca, que está compuesta por un 85% de granos y un 15% de corona. Este pigmento se encuentra en mayor concentración en la coronta y en menor medida en el pericarpio del grano y en la panca. La mazorca es un ingrediente importante en la dieta peruana y se usa comúnmente para hacer bebidas como chicha morada y postres como mazamorra morada.

Presenta de color morado la tusa (coronta) y epispermo (granos), lo que le da a los pigmentos que contiene, conocidos como antocianinas, que representan entre el 1,5% y el 6,0% de su composición. Estas antocianinas, clasificadas dentro de la categoría de flavonoides, destacan por su notable concentración, lo cual las hace especialmente relevantes, destacando su colorante principal, la cianina-3-glucosa (C3G). Este tipo de maíz es muy rico en antocianinas y compuestos fenólicos, lo que lo convierte en un potente antioxidante natural con propiedades anticancerígenas y características funcionales gracias a estos compuestos bioactivos.

El maíz morado también contiene una gran cantidad de nutrientes, que incluye aproximadamente un 80% de almidón, un 10% de azúcares que contribuyen a su dulzura, un 11% de proteínas y un 2% de minerales y vitaminas (como el complejo B y el ácido ascórbico), los cuales se encuentran principalmente en el endospermo. El maíz morado contiene diversos fitoquímicos que tienen efectos beneficiosos para la salud, como la neutralización de radicales libres y la acción antimutagénica, además de su valor nutricional. (INIA, 2022).

### **2.2.3. Exigencias agronómicas**

#### **Clima**

El maíz morado exhibe una notable capacidad de adaptación a una amplia gama de climas presentes en la costa y la sierra del Perú, gracias a la presencia de diversas variedades que se distribuyen extensamente. Se desarrolla bien en entornos predominantemente secos, con temperaturas moderadas, presentes en los “valles interandinos de las vertientes del Pacífico y del Atlántico, a altitudes que oscilan entre los 600 y los 2500 msnm”, lo que

favorece su crecimiento y producción. Este cultivo también se adecúa a las condiciones de la sierra media, que incluyen laderas, valles y mesetas situadas entre los 1800 y 2800 metros sobre el nivel del mar, con temperaturas medias anuales que oscilan entre los 12 y 20 grados Celsius y una precipitación promedio de 1 a 2 metros por año (INIA, 2022).

El momento óptimo para la siembra de maíz morado en la costa es durante la temporada de invierno, particularmente en los meses de mayo y junio. En cuanto a la siembra en la sierra baja, que abarca altitudes entre 1000 y 2200 msnm, puede ocurrir entre junio y julio. En la sierra media, que se encuentra entre 2200 y 2800 altitudes msnm, la época ideal para la siembra es entre septiembre y octubre, aunque en algunas zonas con variedades tempranas se puede hacer más tarde. Se indica que el maíz es una planta que crece rápidamente y que se desarrolla mejor en climas templados con un adecuado suministro de agua; las temperaturas óptimas oscilan entre los 23,9 y 29,4 grados centígrados (INIA, 2022).

## **Suelo**

El maíz puede crecer en una variedad de tipos de suelo. Sin embargo, se enfrenta a desafíos significativos en suelos arcillosos o muy sueltos. Las condiciones más propicias se encuentran en suelos de textura media (francos), fértiles, bien drenados, profundos y con una alta capacidad para retener agua; aun así, un exceso de humedad puede ser perjudicial para la acumulación de pigmentos en la mazorca (INIA, 2022).

El maíz se desarrolla en un pH entre 5,5 y 8 del suelo, pero prefiere un pH ligeramente ácido, idealmente entre 6 y 7. Puede verse afectada su disponibilidad de ciertos elementos tiende a por un pH fuera de estos rangos, lo que puede resultar en toxicidad o deficiencia. Además, el maíz tolera niveles moderados de sales en el suelo o el agua de riego.

La promoción de la germinación y el enraizamiento del maíz morado requieren una preparación del terreno adecuada. El riego, el arado del terreno y la creación de surcos con una separación de 80 o 90 cm entre ellos son parte de esta preparación. Según Catalán (2012), el arado es crucial porque suaviza el suelo, mejora la aireación, incorpora materia orgánica, controla los insectos que hibernan en el suelo y exponen las estructuras del suelo que contienen hongos y bacterias (que causan enfermedades).

### **Fertilización**

A pesar de que la planta de maíz requiere 17 elementos, solo tres son vitales: nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K). Sin embargo, la escasez de azufre y micronutrientes como el zinc y el magnesio puede ser crítica en ciertas áreas, lo que a menudo limita la producción de maíz. Además, según Risco (2007), el cultivo de maíz morado demanda diversos nutrientes, como nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio y calcio. Según las recomendaciones de Catalán (2012), las dosis específicas de aplicación oscilan entre 586 a 220 a 100 kg/ha de NPK.

Los campos destinados al cultivo de maíz deben ser fértiles, contener una cantidad adecuada de materia orgánica (más del 2,5%), tener pendientes moderados, un pH neutro o ligeramente alcalino y un sistema de drenaje efectivo. Como uno de los pocos cultivos nativos de los Andes, el maíz requiere fertilización regular, principalmente con estiércol (guano). También se necesitan dosis variables de fertilizantes como urea y fósforo, como 80-80-0, y ocasionalmente en cantidades más altas, dependiendo del tipo de suelo. A lo largo del ciclo de crecimiento, las raíces del maíz pueden absorber nutrientes, pero esta habilidad disminuye al final de la etapa de llenado de granos.



Los fertilizantes mejoran la productividad por unidad de manera inmediata. La densidad de siembra, las características del suelo y el nivel de fertilidad afectan principalmente la cantidad de fertilizantes a utilizar (Jaulis, 2010).

El maíz requiere ciertas cantidades de nutrientes minerales para su crecimiento óptimo. La planta refleja la falta o el exceso de estos nutrientes. Se aconseja aplicar fertilizantes que sean ricos en fósforo (P) y potasio (K), con una proporción de 0,3 kg de fósforo por cada 100 kg de fertilizante, y un suministro más abundante de nitrógeno, especialmente durante el período de crecimiento vegetativo (Fuentes, 2002).

Según lo expresado por Condori (2006), el maíz requiere cantidades significativas de potasio (K) para fomentar un crecimiento vigoroso. El potasio ejerce una influencia considerable en la calidad del cultivo, afectando aspectos como el aumento del peso individual de los granos y la cantidad de granos por mazorca en el maíz.

## **Agua**

El método de riego utiliza la capacidad del suelo para retener agua cerca de las raíces y reponer el agua que las plantas pierden a través de la transpiración y la evaporación. El agricultor lleva a cabo este proceso en el campo, donde puede tener un mayor o menor control sobre el suministro de agua.

Las demandas de agua para el ciclo de cultivo del maíz varían. Las plantas necesitan menos agua cuando están emergentes. La necesidad de agua es máxima durante la etapa de crecimiento vegetativo, y se recomienda irrigar entre 10 y 15 días antes de la floración. La formación de la mazorca y la producción final están directamente influenciadas por la fase de floración, que es crucial. Por lo tanto, se recomienda mantener la humedad del suelo

durante esta fase para facilitar la polinización y la formación de mazorca. Se debe reducir la cantidad de agua aplicada durante el proceso de engrosamiento y maduración de la mazorca.

La cosecha de granos requiere un nivel mínimo de recepción de 150 mm. De manera general, el maíz requiere una precipitación de entre 500 y 700 mm distribuido de manera uniforme a lo largo de su fase de crecimiento. Sin embargo, incluso con este nivel de precipitación, puede resultar insuficiente si la humedad no puede ser retenida en el suelo debido a la poca profundidad del mismo, al rápido escurrimiento del agua, o si la evaporación es alta debido a temperaturas elevadas y baja humedad relativa del aire.

El riego se realiza cada 10 a 12 días, dependiendo del clima y las características del suelo, en el cultivo de maíz morado. El riego debe ser priorizado durante las etapas de floración y formación de mazorcas. Se aconseja aplicar un volumen de agua que oscile entre 8 y 10 m<sup>3</sup> por hectárea (INIA, 2007). El riego por gravedad es esencial en las regiones andinas donde las lluvias son escasas.

El agua es esencial para el desarrollo vegetativo óptimo, necesitando al menos entre 500 y 700 mm de dispersión distribuida uniformemente a lo largo del ciclo de cultivo. Sin embargo, el maíz es extremadamente sensible a las condiciones de encharcamiento o anegamiento, que son situaciones en las que el suelo está inundado o con una cantidad excesiva de agua. El encharcamiento durante más de 24 horas después de la siembra hasta las primeras dos o tres semanas se ve afectada el cultivo, particularmente en condiciones de alta temperatura, dado que el meristemo está ubicado bajo tierra. (INIA, 2022).

#### **2.2.4. Contenido de antocianina en el maíz morado**

Las antocianinas, que también se encuentran en otros alimentos como las berenjenas y los arándanos, son responsables del color morado distintivo del maíz. Pero el maíz morado tiene muchas más antocianinas. El maíz morado fresco de Perú tiene un contenido promedio de antocianinas de 1642 mg por cada 100 g, superando significativamente los de las uvas rojas y negras frescas. El maíz morado contiene principalmente cianidina-3-b-glucosa, una antocianina conocida por su fuerte capacidad antioxidante (INIA, 2022).

Esta información es muy relevante porque muestra que el maíz morado peruano tiene la concentración de antocianinas más alta del mundo, superando al arándano, que antes se pensaba que era el alimento con más antocianinas. Además, el maíz morado peruano destaca sobre las bayas de aronia, similares a los arándanos pero exclusivas del hemisferio norte y con un sabor muy amargo. Por lo tanto, se recomienda consumirlas junto con otros alimentos. En contraste, el maíz morado peruano puede ser consumido directamente en forma de mazorca y bráctea (panca) como una bebida refrescante, o sus granos pueden ser utilizados para hacer harina y elaborar panes, mazamoras, entre otros productos. Además, el maíz morado tiene un amplio uso en la industria de colorantes naturales como una alternativa a los colorantes sintéticos.

Es relevante señalar que el nivel de concentración de antocianinas, medido en 1,642 mg por cada 100 g de maíz morado, refleja un valor extraordinariamente alto identificado en un estudio de laboratorio llevado a cabo en la universidad mencionada. Este hallazgo evidencia la factibilidad de alcanzar niveles significativos de antocianinas bajo condiciones específicas y mediante el empleo de tecnología más sofisticada.. (Tabla 1).

**Tabla 1**

*Contenidos de antocianinas en alimentos (mg por cada 100 g de producto fresco)*

Alimento (fruta, planta)	Contenido de antocianinas
Maíz morado ( <i>Zea mays</i> )	1 642
Aronia melanocarpa	1 480
Uvas rojas y negras	888
Berenjena ( <i>Solanum melongena</i> )	750
Frambuesa negra ( <i>Rubus occidentalis</i> )	589
Arándanos ( <i>Vaccinium</i> )	558
Fambuesa ( <i>Rubus idaeus</i> )	365
Cerezas ( <i>Prunus cerasus</i> )	entre 350 y 400
Palmera de azaí ( <i>Euterpe oleracea</i> )	320
Zarzamora ( <i>Rubus fruticosus</i> )	317
Grosellero ( <i>Ribes rubrum</i> )	entre 80 y 420
Casis ( <i>Ribes nigrum</i> )	entre 165 y 412
Naranjas ( <i>Citrus × sinensis</i> )	200
Vino tinto	entre 24 y 35

*Nota.* La tabla presenta los niveles de antocianinas en alimentos expresados en miligramos por cada 100 gramos de producto fresco. Fuente: Flovonoides.org.  
<https://www.flavonoides.org/antocianinas/>

### **2.2.5. Usos de maíz morado**

Según datos recopilados por varios historiadores, el maíz morado se utilizaba para hacer una bebida fermentada llamada “chicha”. El uso de este ingrediente cambió con el

tiempo, y durante la época colonial, debido a la repostería española y la creatividad de las amas de casa criollas, surgieron la “mazamorra” y la “chicha morada”, que tenían sabores más complejos (Fernández). , 1995).

El maíz morado se utiliza en el hogar como una alternativa natural para dar color a preparaciones como la “mazamorra morada” y la “chicha”. Se utiliza en el ámbito industrial para extraer el color de la coronta, aprovechando su contenido de antocianinas. Este pigmento se usa en la industria alimentaria para pintar una variedad de productos, incluidos productos de panadería, vegetales procesados, conservas de pescado, grasas, aceites, mermeladas, jaleas, frutas confitadas, frutas en almíbar y jarabes de frutas. Además, se emplea en la tintura de tejidos y la producción de cosméticos.

El grano puede utilizarse para producir alimentos balanceados para animales y para extraer almidones y sus derivados. Además, puede ser utilizado para extraer harina para la producción de productos de panadería y repostería.

Es relevante señalar que en años anteriores, los colorantes sintéticos y artificiales solían ser ampliamente empleados en la industria alimentaria y cosmética debido al elevado costo asociado a los colorantes naturales utilizados. Aunque estos colorantes ofrecían resultados similares, su precio era más elevado. No obstante, investigaciones recientes han revelado que el consumo continuado de alimentos con colorantes artificiales y sintéticos puede acarrear riesgos para la salud. Desde el año 2009, varios países de la Unión Europea han prohibido el uso de ciertos colorantes artificiales, como el Azul 1 (Azul brillante), Rojo 40 (Rojo Allura), Amarillo 5 (Tartracina) y Amarillo 6 (Amarillo ocaso), debido a su potencial para provocar una variedad de efectos secundarios negativos. Por ejemplo, el Rojo

40 puede desencadenar reacciones alérgicas e hiperactividad en niños, el Amarillo 5 puede causar daños orgánicos, y el Amarillo 6 puede generar hipersensibilidad en los niños. Estos descubrimientos fueron presentados por Michael Jacobson, director ejecutivo del Centro para la Ciencia en el Interés Público (CSPI). (INIA, 2022).

Así pues, se observa que numerosas compañías dedicadas a la elaboración de alimentos están contemplando la opción de suplantar los tintes sintéticos por aquellos obtenidos naturalmente. Esta tendencia es corroborada por los propios consumidores que hoy en día demuestran una clara predilección hacia el consumo de productos fabricados con pigmentos naturales. Por su parte, la industria cosmética también muestra inclinaciones favorables al uso de colorantes extraídos directamente de fuentes naturales. Un ejemplo patente podría ser el caso del empleo extensivo de antocianinas extraídas del maíz morado (INIA, 2022).

#### **2.2.6. Fenología del maíz**

(Justiniano, 2010) evidencia la ocurrencia de dos fases críticas en el ciclo vital del maíz morado: la fase vegetativa y la reproductiva. La primera abarca diez etapas claramente diferenciadas mientras que el crecimiento reproductivo comprende seis etapas esenciales, las cuales se detallan a continuación: Estado de desarrollo vegetativo. Emergencia (VE)

- ✓ “Dos hojas desplegadas (V2)”
- ✓ “Cuatro hojas desplegadas (V4)”
- ✓ “Seis hojas desplegadas (V6)”
- ✓ “Ocho hojas desplegadas (V8)”

- ✓ “Diez hojas desplegadas (V10)”
- ✓ “Doce hojas desplegadas (V12)”
- ✓ “Catorce hojas desplegadas (V14)”
- ✓ “Dieciséis hojas desplegadas (V16)”
- ✓ “Floración masculina (VT)”
- “Estado de desarrollo reproductivo”
- ✓ “Floración femenina (R1)”
- ✓ “Estado de grano perlita (R2)”
- ✓ “Estado de grano lechoso (R3)”
- ✓ “Estado de grano masoso o pastoso (R4)”
- ✓ “Estado de grano dentado (R5)”
- ✓ “Madurez fisiológica (R6)”

El periodo de “floración típicamente abarca de 110 a 125 días”. Es importante destacar que una vez que comienza esta etapa, el maíz se vuelve altamente susceptible a variaciones abruptas de temperatura y depende crucialmente de un suministro constante de agua y nutrientes. (Risco, 2007)

El periodo de floración típicamente abarca de 110 a 125 días. Es importante destacar que una vez que comienza esta etapa, el maíz se vuelve altamente susceptible a variaciones abruptas de temperatura y depende crucialmente de un suministro constante de agua y nutrientes.

#### **2.2.7. Características de calidad para consumo local**

Según el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA, 2007), uno de los factores determinantes en la evaluación de la calidad del maíz morado es en efecto, el tamaño de la

mazorca. En función a esto, se pueden clasificar tres categorías distintas derivadas que ingresan al mercado mayorista ubicado en Lima:

**Tabla 2**

*Calidad de maíz morado variedad INIA 601*

Calidades	Tamaño de mazorca
Primera calidad	Mayor de 15 cm
Segunda calidad	5 a 14 cm
Tercera calidad	Menor de 5 cm

*Nota.* La tabla muestra la calidad de maíz morado. Fuente: INIA, 2007.

#### **2.2.8. Abonos orgánicos**

Según Coronado (1995), fertilizantes orgánicos consisten en sustancias compuestas de materiales de desecho de fuentes animales, vegetales o combinadas destinadas a aumentar las propiedades químicas, biológicas y del suelo físicas,. Estos pueden incluir residuos de cultivos que quedan en los campos después de las cosechas; cultivos diseñados para su uso como abono verde (predominantemente leguminosas fijadoras de nitrógeno); subproductos agroindustriales como estiércol y purines; materia residual generada durante el procesamiento de productos agrícolas; Residuos domésticos que comprenden desechos y excrementos domésticos. Además, el abono creado con estos compuestos antes mencionados también se utiliza para mejorar la fertilidad del suelo.

Este tipo de fertilizantes contribuye significativamente no solo al enriquecimiento nutricional del suelo, sino que también tiene un impacto positivo sobre la configuración estructural de éste. Estos abonos proporcionan nutrientes esenciales y alteran favorablemente la comunidad microbiana del suelo. Esto facilita la formación de conglomerados que



mejoran la capacidad del suelo para retener agua, intercambiar gases y proveer nutrientes a nivel radicular de las plantas mencionadas anteriormente..

### **2.2.9. Importancia de los abonos orgánicos**

No se debe subestimar la importancia de los fertilizantes orgánicos en la mejora del suelo, ya que proporcionan a las plantas una forma utilizable de nitrógeno. Los efectos ventajosos que se derivan de la incorporación de dichos fertilizantes al suelo conducen muchas veces a un aumento del rendimiento, superando en ocasiones los resultados obtenidos con alternativas de base química (Núñez, 1992 citado en Palate, 2002). Además, según Restrepo (1996), menciona que se tiene que reducir la dependencia de productos químicos sintéticos dentro de diversos cultivos. Esto establece una motivación para buscar alternativas confiables y sostenibles. De hecho, dentro del ámbito de la agricultura ecológica, este tipo de fertilizantes orgánicos tienen una importancia primordial y se emplean cada vez más en prácticas agrícolas intensivas. También hay que considerar la necesidad crítica de aumentar diversas características físicas, químicas y biológicas del suelo en las que este tipo de fertilizantes desempeñan un papel crucial. A través de su aplicación se obtiene una mayor capacidad de absorción de nutrientes del suelo, mejorando así significativamente su capacidad de retención de nutrientes.

### **2.2.10. Propiedades de los abonos orgánicos**

Los fertilizantes orgánicos poseen propiedades únicas que inducen efectos específicos en el suelo, mejorando así su fertilidad. Esencialmente, influyen en tres tipos distintos de propiedades dentro de la composición del suelo.

### **Propiedades físicas**

La tonalidad profunda del fertilizante orgánico facilita su absorción de la radiación solar, aumentando así la temperatura del suelo y mejorando la disponibilidad de nutrientes. Los fertilizantes orgánicos mejoran tanto la estructura como la textura del suelo: aligeran los suelos arcillosos pesados y reafirman los arenosos sueltos. Estos fertilizantes también juegan un papel vital en la mejora de la permeabilidad del suelo dada su influencia en el drenaje y la aireación. Ayudan a reducir la erosión causada por las fuerzas del agua y del viento, al tiempo que aumentan la capacidad de retención de agua dentro del suelo; esta capacidad favorece una mayor absorción durante las actividades de lluvia o riego, lo que permite una conservación prolongada de la humedad durante los meses de verano.

### **Propiedades químicas**

Los fertilizantes orgánicos mejoran la capacidad amortiguadora, a su vez, se encuentran bajo la superficie del suelo, lo que ayuda a mitigar los cambios abruptos en el pH. Además, incrementan la capacidad de intercambio catiónico del suelo, lo que resulta en un aumento de su fertilidad.

### **Propiedades biológicas**

La implementación de fertilizantes orgánicos mejora el proceso de aireación y oxigenación del suelo, promoviendo así una mayor actividad radicular y una mayor participación de los microorganismos aeróbicos. Al servir como fuente de energía, estos fertilizantes orgánicos estimulan la rápida multiplicación de dichos microorganismos (Cervantes, 2004).

### **2.2.11. Tipos de abonos orgánicos**

Los fertilizantes orgánicos pueden ser categorizados por su método de aplicación específico. Algunos se introducen directamente en el terreno, mientras que otros se aplican foliarmente a las plantas, según lo establecido en el Manual Agropecuario de 2002. Los abonos orgánicos más utilizados son:

- ✓ “Compost”.
- ✓ “Humus de Lombriz”.
- ✓ “Estiércol de animales”.
- ✓ “Abonos verdes”
- ✓ “Abonos orgánicos líquidos - Bioles o abonos foliares”.

### **2.2.12. Humus de lombriz**

Según INIA (2013), se refiere a la sustancia derivada de material orgánico que ha sido descompuesta mediante los excrementos de *Eisenia fetida* (p.50). Según Nieves (2012), el humus de lombriz es el producto resultante de la desintegración del material orgánico presente en entornos naturales por organismos y microorganismos benéficos como hongos y bacterias. Se suele encontrar principalmente en las zonas superiores del suelo donde existe actividad orgánica. Esta sustancia alcanza un estado tal de descomposición que no es posible distinguir si proviene originariamente de fuentes animales o vegetales, lo que nos hace considerar al humus como punto máximo en el ciclo de descomposición. Además, este tipo específico de humus conocido también como vermicompostaje contiene todas las propiedades del humus generado naturalmente pero introduce adicionalmente elementos nutritivos y microorganismos junto con sustancias húmicas. Como señala Nieves (2012), el humus elaborado por lombrices tiene varias características inherentes:

Este producto se caracteriza por una tonalidad oscura con un atractivo aroma que recuerda al humus del bosque. El material presenta propiedades de limpieza y tacto suave, mientras que su pronunciada bioestabilidad evita la fermentación o la putrefacción. Un componente importante es la carga bacteriana y enzimática, favoreciendo que sean solubles los nutrientes para su asimilación inmediata por las raíces de las plantas. Además, impide que estos nutrientes sean eliminados durante el riego, asegurando así su longevidad en el suelo. Se ha demostrado que el producto influye eficazmente en las tasas de germinación y el desarrollo de las plántulas. En comparación con plantas, árboles y arbustos de edad similar, mejora significativamente su estatura. Protege contra enfermedades durante los procesos de trasplante y reduce el shock provocado por lesiones o cambios bruscos de temperatura y humedad. El producto está completamente libre de nematodos y puede utilizarse sin esfuerzo en estado puro. Además de tener un pH neutro, fomenta la formación de micorrizas, lo que lo hace muy adecuado para su uso con especies de plantas delicadas. Las plantas son más resistentes a plagas y agentes patógenos debido a su acción antibiótica. Además de mejorar el mantenimiento y el crecimiento de la microflora y la microfauna del suelo, también fomenta el proceso de absorción de raíces y regula la actividad de crecimiento de los microorganismos nitrificantes. Características y calidad del humus de lombriz. El humus se presenta como un producto fino, similar a la arena gruesa pero mucho más ligero, después de ser tamizado o zarandeado. Su color varía entre tono café y grisáceo, con una textura granulada y sin olor perceptible. La calidad del humus de lombriz está estrechamente relacionada con la calidad de los materiales utilizados y las prácticas de manejo. Para mantener activa la población microbiana, que puede alcanzar alrededor de 20 mil millones de colonias por gramo de humus, es necesario mantener la humedad del humus de lombriz

por encima del 40%. Este nivel de humedad puede aumentar dependiendo de la calidad del producto. Para evaluar la calidad del humus, es importante analizar sus propiedades. La composición química característica del humus de lombriz varía dentro de los rangos indicados en la siguiente tabla.

**Tabla 3**

*Valores medios analíticos del humus de lombriz*

pH	7.3
Carbonato de calcio	10.0 %
Cenizas	54.0 %
Nitrógeno total	2.8 %
Fósforo total	1.2 %
Potasio total	1.0 %
Materia orgánica	53.6 %
Humedad	36.8 %
Ácidos húmicos	5.6 %
Ácidos fúlvicos	2.8 %
Magnesio total	0.48 %
Calcio total	5.69 %
Manganeso total	380 ppm
Cobre total	92.3 ppm
Zinc total	350 ppm
Relación C/N	11.3 %

C. I. C.	77.20 meq/100 gr
C. E.	3.5 mmhos/cm
Retención de humedad	1800 a 2000 cc/kg seco
Superficie específica	700 a 800 m <sup>2</sup> /gr.
Microorganismos aeróbicos	9,5 x 10 <sup>12</sup> u. f. c.
Carga microbiana	7,8 x 10 <sup>6</sup> u. f. c.
Detección de salmonellas	Negativo
Detección de hongos patógenos	Negativo

*Nota.* La tabla se muestra Valores medios analíticos del humus de lombriz. Fuente: INIA - EEA. Vista Florida, 2013.

### **2.2.13. Guano de isla**

El guano de las islas, considerado el abono orgánico más destacado a nivel mundial, es recolectado y distribuido exclusivamente por la Dirección de Fertilizantes del Programa de Desarrollo Productivo Agrario Rural - Agro Rural. El propósito de utilizar este recurso orgánico es mejorar la calidad del suelo, fomentar la productividad de los cultivos y elevar el nivel de vida en las zonas rurales. Este insumo se ofrece a un costo social a pequeños agricultores, comunidades nativas, incluyendo comunidades campesinas (Agro Rural, 2021).

Esto se deriva de la acumulación de excrementos de aves guaneras que habitan en las islas y puntos de nuestro litoral. Entre las especies de aves más representativas tenemos “Guanay (*Phalacrocorax bougainvillii*), Piquero (*Sula variegata*) y Pelicano de Bougainville (*Pelecanus thagus*)”.

La recolección del guano de las islas se realiza empleando métodos artesanales tradicionales, ejecutados de manera racional para evitar su agotamiento. En consecuencia,

cualquier isla o punto específico está sujeto a una nueva explotación a intervalos no inferiores a cinco años. Además, el procesamiento, que consiste en picar, tamizar, envasar y pesar, se realiza in situ donde se recoge el producto.

Perú ostenta actualmente 22 islas y nueve penínsulas a lo largo de su exuberante litoral, a cubrir un área total de 2,874 hectáreas. El terreno en estas islas se caracteriza por su naturaleza rocosa e irregular, condición que hace necesaria la recolección manual del guano mediante una utilización intensiva de mano de obra. A raíz de ello, este proceso contribuye a la creación aproximada de mil empleos vitales en el sector laboral peruano..

### **“Propiedades del guano de islas”**

Segun Agro Rural (2021), presenta todos los” nutrientes esenciales que las plantas requieren para crecer y desarrollarse adecuadamente”. Un producto respetuoso con el medio ambiente, garantiza prácticas agrícolas ecológicamente conscientes gracias a la no contaminación del medio ambiente. Además, una vez que el proceso de mineralización del suelo ha terminado, este fertilizante biodegradable se convierte en un componente esencial para nutrir el ecosistema del suelo, transformándose en humus y mientras libera nutrientes esenciales se mineraliza a través de la acción microbiana.

El estado del suelo físico, químico y microbiológico se mejora. Mejora la friabilidad en suelos compactados y facilita la agregación en suelos sueltos. Su habilidad para potenciar la capacidad de intercambio catiónico (CIC) mejora la absorción y retención de agua en el suelo. Además, promueve el desarrollo de la flora microbiana y la materia orgánica, lo que contribuye a mejorar la actividad microbiológica del suelo. Gracias a su fracción mineralizada, esta sustancia es fácilmente absorbida por las plantas ya que se disuelve en agua. Exhibiendo propiedades sinérgicas, este producto favorece la producción.

**Tabla 4**

*Efecto comparativo de la aplicación de: Un testigo (T) sin recibir guano ni estiércol, 560 kg de guano de las islas (G), 5 000 kg de estiércol (E), guano + estiércol (G + E), combinado en ambas proporciones en el cultivo de papa (kg/ha).*

Trat.	Cajamarca	Ayacucho	Ancash	Puno	Junín	Promedio	Increment. (%)
T	1 376	4 352	5 389	5 933	7 741	4 958	100
G	4 972	8 407	9 056	9 644	11 870	8 790	177
E	2 602	5 889	14 630	7 311	11 537	8 394	169
GE	8 685	13 815	22 630	13 511	15 796	14 887	300

*Nota.* La tabla muestra el efecto comparativo de la aplicación de abonos orgánicos en el cultivo de papa. Fuente: Zavaleta A, 1992 “Edafología Concytec”. Lima – Perú.

**Tabla 5**

*Riqueza en nutrientes del guano de las islas*

Elemento	Formula/símbolo	Riqueza
Nitrógeno	N	10 - 14%
Fósforo	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	10 - 12%
Potasio	K <sub>2</sub> O	2 - 3%
Calcio	CaO	10%
Magnesio	MgO	0.80%
Azufre	S	1.50%
Hierro	Fe	600 ppm
Zinc	Zn	170 ppm
Cobre	Cu	20 ppm
Manganeso	Mn	48 ppm
Boro	B	187 ppm
Molibdeno	Mo	76 ppm

*Nota.* La tabla muestra la riqueza en nutrientes del guano de las islas. Fuente: Agro Rural, 2021.



## Disponibilidad de nutrientes

De la cantidad total de nitrógeno, alrededor del 35% está disponible para ser utilizado (un 33% en forma de amonio y un 2% en forma de nitrato), mientras que el 56% restante se encuentra en forma orgánica. En cuanto al fósforo total, el 56% es soluble en agua y, por lo tanto, está disponible, mientras que el 44% restante se presenta en forma orgánica.

**Tabla 6**

*Formas del nitrógeno y fósforo del guano de las islas*

Nitrógeno	%	Fósforo	%
Orgánico	65	Orgánico	44
Disponible	35	Disponible	56
Amoniacal	33		
Nítrico	2		

*Nota.* La tabla muestra las formas del nitrógeno y fósforo del guano de las islas. Fuente: Agro Rural, 2021.

Cuando se emplea el guano de las islas, alrededor del 35% del nitrógeno y el 56% del fósforo están listos para ser absorbidos inmediatamente por las plantas. Mientras tanto, la forma orgánica del guano sigue descomponiéndose, liberando nutrientes durante el desarrollo de los cultivos. Además de proporcionar estos nutrientes, el guano de las islas también introduce microorganismos benéficos que enriquecen la microflora del suelo, aumentando considerablemente la actividad microbiana. Esta cualidad convierte al suelo en un ente viviente. Entre los microorganismos más notables están las bacterias nitrificantes del género *Nitrosomas* y *Nitrobacter*; las primeras convierten el amonio en nitrito, mientras que

las segundas oxidan el nitrito a nitrato, la forma predominante en la que las plantas absorben el nitrógeno del suelo ( $\text{NO}_3^-$ ) (Agro Rural, 2021).

**2.3. Bases conceptuales y operacionalización de variables**

**Variedad de maíz morado INIA-601.** INIA-601 es una variante mejorada de maíz morado desarrollada por el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), la cual ha incorporado genes que controlan la producción de antocianinas no solo en los granos, sino también en las mazorcas (6.34%) y las hojas (4.12%) (INIA, 2004).

**Rendimiento.** La característica más crucial en cualquier cultivo, esta determina cómo las plantas aprovechan eficientemente los recursos disponibles en su entorno, combinando el potencial genético de una variedad. Es producto de diversos factores biológicos, ambientales y prácticas agrícolas, los cuales están interconectados y se manifiestan en forma de rendimiento medido en toneladas por hectárea. (Rocha y Espinoza, 2013).

**Contenido de antocianinas.** La pigmentación púrpura se origina debido a la interacción compleja de varios genes distribuidos en diferentes cromosomas, los cuales se mezclan para generar pigmentos antociánicos con tonalidades rojas y azules. (Manrique, 2000).

Variables		Indicadores
Independiente	Desarrollo vegetativo	“Número de hojas por planta”
		“Altura de mazorca”
		“Altura de planta”
		“Área foliar hoja principal”
		“Longitud de mazorca”
		“Diámetro de mazorca”

	Desarrollo reproductivo	“Número de hileras por mazorca” “Número de granos por hilera” “Porcentaje de pudrición”
Dependiente	Rendimiento	“Rendimiento de mazorca” “Porcentaje de antocianina de coronta”

*Nota.* La tabla muestra operacionalización de variables. Fuente: Chilcón y Quintos, 2021.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. “Área experimental”

##### 3.1.1. “Localización y ubicación geográfica”

La investigación se llevó a cabo en el área de Hierba Buena, situada en el “distrito y provincia de Cutervo, en la región de Cajamarca”. El estudio se realizó desde diciembre de 2020 hasta junio de 2021. Este lugar está geográficamente localizado en las “coordenadas 6° 22.758’ 00” de latitud sur y 78° 48.311’ 00” de longitud oeste, a una altitud de 2,637 metros sobre el nivel del mar, a una distancia de 8 kilómetros de la ciudad de Cutervo”.

#### Figura 1

*Vista satelital del distrito de Cutervo*



“Nota. La figura muestra la vista satelital del distrito de Cutervo. Fuente: Satélite, 2023”.

### **3.1.2. “Características climatológicas de la zona en estudio”**

En la realización de esta investigación, se registraron datos sobre humedad relativa, precipitación, y temperatura. (Tabla 7).

#### **“Temperatura”**

Se define como la medición del calor. En el transcurso del estudio, las temperaturas promedio fueron de “17.46, 9.78 y 13.62 °C para las temperaturas máxima, mínima y media, respectivamente”. (Tabla 7).

El maíz morado se desarrolla bien en áreas de sierra media, que incluyen laderas, valles y mesetas ubicadas entre los 1,800 y 2,800 metros sobre el nivel del mar, con temperaturas anuales promedio de 12° a 20 °C (INIA, 2022). En el distrito de Cutervo, la temperatura promedio se sitúa en el rango de 13.62 °C (SENAMHI, 2021).

En la región costera, el periodo óptimo para sembrar maíz morado es durante el invierno, específicamente en los meses de mayo y junio. En la sierra baja, que se encuentra entre los 1,000 y 2,200 metros sobre el nivel del mar, la siembra puede realizarse entre junio y julio. Por otro lado, en la sierra media, que abarca altitudes de 2,200 a 2,800 metros sobre el nivel del mar, la mejor temporada se encuentra entre los meses de septiembre y octubre, aunque en ciertas áreas se puede sembrar más tarde debido a la relativamente temprana madurez de algunas variedades (INIA, 2022).

#### **Humedad relativa**

Este parámetro meteorológico se relaciona con la cantidad de vapor de agua presente en la atmósfera y se evalúa en términos de humedad relativa, que representa la proporción de vapor de agua en el aire respecto a la máxima cantidad que puede contener a una

determinada temperatura. En el desarrollo del experimento, se observaron fluctuaciones diferentes siendo el máximo registrado en junio de 2021 con un 89.11%, mientras que el mínimo se registró en enero de 2021 con un 85.47%. El promedio de humedad relativa fue de 85.96%, un nivel adecuado para el crecimiento y su desarrollo del cultivo (Tabla 7).

## Precipitación

La precipitación total fue de 1 018.30 mm, valor que se encuentra en el rango de la precipitación anual del distrito de Cutervo 800 a 1,200 mm (SENAMHI Cutervo, 2021), se observó que la máxima precipitación fue en el mes de marzo del 2021 con 368.80 mm y la menor correspondió al mes de febrero del mismo año con 59.20 mm y un promedio mensual de 145.47 mm; valores óptimos para el abastecimiento y disponibilidad de agua para el cultivo de maíz morado (Tabla 7).

**Tabla 7**

*Datos climatológicos estación meteorológica. SENAMHI – Cutervo. Año 2020-2021.*

Meses	Temperatura (°C)			HR	PP
	Máxima	Minina	Media	%	mm
Diciembre 2020	17.29	9.83	13.56	86.28	212.90
Enero 2021	16.70	9.58	13.14	85.47	142.10
Febrero 2021	18.36	9.71	14.04	87.10	38.70
Marzo 2021	17.61	9.48	13.55	87.50	368.80
Abril 2021	17.27	10.17	13.72	78.87	59.2
Mayo 2021	17.58	9.89	13.73	87.37	131.30
Junio 2021	17.44	9.83	13.63	89.11	65.30
Promedio	17.46	9.78	13.62	85.96	145.47
Total PP ejecución del experimento					1 018.30

*Nota.* La tabla muestra los datos climatológicos Año 2020 – 2021. Fuente: SENAMHI – Cutervo, 2021.

### 3.2. Características edáficas de la zona de estudio

El sitio se llevó a cabo presentó una ligera acidez en el suelo “pH = 6.40” y niveles de sales solubles bajos “Ce = 2.35 mmhos/cm”. Estos valores se encuentran dentro de los rangos técnicos recomendados para el cultivo de maíz morado, el cual requiere suelos profundos, con baja salinidad y un buen drenaje, ya que es sensible al exceso de humedad. En este caso, el suelo es de textura franca, por lo que se deben moderar los riegos. Es baja la fertilidad natural del suelo, presentando deficiencias de “nitrógeno, fósforo (6.80 ppm), potasio (273 ppm) y calcio (0.52%), los cuales deben ser suministrados en cantidades adecuadas”. El contenido de materia orgánica es bajo (1.84%). Basándose en las necesidades del cultivo y en el análisis del suelo, se recomienda la siguiente fertilización: (138 – 160 N) (90 – 100 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) (100 - 125 K<sub>2</sub>O) + E. M. Con un buen manejo agronómico, se puede alcanzar un rendimiento potencial de 3 a 4 t/ha de maíz morado (Tabla 8).

El maíz, en general, puede desarrollarse en clases texturales de suelo. Las condiciones más propicias se hallan en suelos de textura media (francos), caracterizados por su fertilidad, buen drenaje, profundidad y capacidad adecuada para retener agua. Los suelos extremadamente pesados (arcillosos) o muy sueltos (arenosos) representan dificultades para el cultivo. Aunque el maíz puede cultivarse con éxito en suelos con un pH que varía de 5.5 a 8, las condiciones óptimas se encuentran en suelos ligeramente ácidos, con un pH entre 6 y 7. Un pH fuera de este rango puede afectar la disponibilidad de ciertos nutrientes, lo que puede resultar en toxicidad o deficiencia. El maíz muestra una tolerancia moderada en las concentraciones de sales en el agua de riego o suelo (INIA, 2022).

**Laboratorio de análisis: Aguas y suelos**

Tipo de análisis	:	Fertilidad
Distrito/provincia	:	Cutervo
Región	:	Cajamarca
Localidad	:	Hierba Buena
Cultivo	:	Maíz morado
Fecha muestreo	:	13/11/2020
Fecha emisión	:	24/11/2020

**Tabla 8**

*Análisis físico – químico del suelo. Hierba Buena – Cutervo, 2020.*

Muestras	Extracto saturado						Texturas			Clase textural
	pH	CE.	M.O	P	K	Calcáreo	Ao	Lo	Ar	
M – 1		mhos/cm	%	ppm	Ppm	%	%	%	%	
	6.40	2.35	1.84	6.80	273	0.52	47	30	23	Franca

*Nota.* “La tabla muestra el análisis físico – químico del suelo. Hierba Buena. Fuente: INIA - EEA. Vista Florida – Chiclayo, 2020”.

Se llevaron a cabo mediciones de los valores físico-químicos mediante un proceso de muestreo en zigzag por repetición, seguido por la formación de una muestra compuesta. El muestreo se realizó a una profundidad de 30 cm, que es donde principalmente se desarrollan las raíces. Se emplearon los siguientes métodos:



Textura	:	Método de Bouyocuos
pH	:	Potenciómetro (Extracto de saturación)
M.O. (%)	:	Método Walkley-Black
P (disponible)	:	Método Olsen modificado
K (disponible)	:	Método de Olsen. Extracción con acetato amónico
C.E. (mmhos/cm)	:	Método Conductómetro (Extracto de saturación).

### 3.3. Disposición experimental

#### 3.3.1. “Diseño experimental”

Este estudio utilizó el “diseño experimental de Bloques Completos al Azar (BCA)”, con 11 tratamientos y 4 repeticiones dispuestos en un arreglo factorial, junto con comparaciones ortogonales.

#### 3.3.2. “Tratamiento en estudio”

**Tabla 9**

*Tratamientos, fuentes orgánicas y dosis abonamiento.*

N°			Randomización			
Trat.	Fuentes orgánicas	Dosis (t/ha)	I	II	III	IV
1	Humus	1.00	F <sub>1</sub> D <sub>1</sub>	TB	F <sub>3</sub> D <sub>3</sub>	F <sub>3</sub> D <sub>2</sub>
2	Humus	2.00	F <sub>1</sub> D <sub>2</sub>	F <sub>2</sub> D <sub>2</sub>	F <sub>2</sub> D <sub>3</sub>	F <sub>3</sub> D <sub>1</sub>
3	Humus	3.00	F <sub>1</sub> D <sub>3</sub>	F <sub>3</sub> D <sub>2</sub>	F <sub>2</sub> D <sub>2</sub>	TB
4	Guano isla	1.00	F <sub>2</sub> D <sub>1</sub>	F <sub>3</sub> D <sub>1</sub>	F <sub>1</sub> D <sub>3</sub>	TA
5	Guano isla	2.00	F <sub>2</sub> D <sub>2</sub>	TA	TB	F <sub>2</sub> D <sub>3</sub>
6	Guano isla.	3.00	F <sub>2</sub> D <sub>3</sub>	F <sub>1</sub> D <sub>2</sub>	TA	F <sub>1</sub> D <sub>3</sub>

7	Humus + Guano de islas	1.00	F <sub>3</sub> D <sub>1</sub>	F <sub>1</sub> D <sub>3</sub>	F <sub>3</sub> D <sub>2</sub>	F <sub>1</sub> D <sub>2</sub>
8	Humus + Guano de islas	2.00	F <sub>3</sub> D <sub>2</sub>	F <sub>2</sub> D <sub>1</sub>	F <sub>1</sub> D <sub>2</sub>	F <sub>3</sub> D <sub>3</sub>
9	Humus + Guano de islas	3.00	F <sub>3</sub> D <sub>3</sub>	F <sub>2</sub> D <sub>3</sub>	F <sub>2</sub> D <sub>1</sub>	F <sub>1</sub> D <sub>1</sub>
10	Testigo agricultor	46 kg N	TA	F <sub>1</sub> D <sub>1</sub>	F <sub>3</sub> D <sub>1</sub>	F <sub>2</sub> D <sub>2</sub>
11	Testigo absoluto	0	TB	F <sub>3</sub> D <sub>3</sub>	F <sub>1</sub> D <sub>1</sub>	F <sub>2</sub> D <sub>1</sub>

*Nota.* “La tabla muestra los tratamientos en estudio, fuentes orgánicas y dosis de abonamiento. Fuente: Chilcón y Quintos, 2020”.

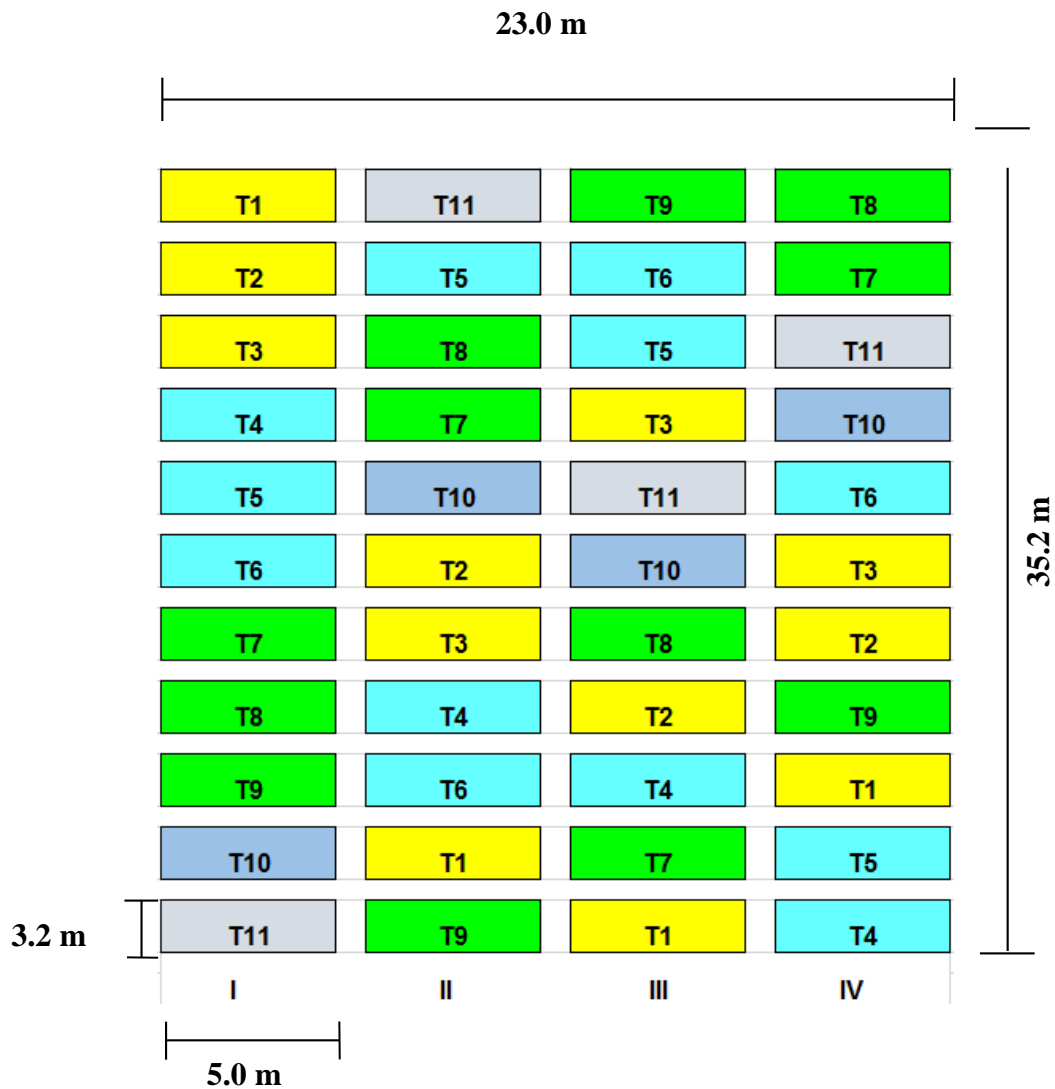
**Factores en estudio.** “Se estudiaron tres fuentes orgánicas (F) y tres dosis (D) de abonamiento”.

**Fuentes orgánicas.** “Tres (03), humus de lombriz, guano de las islas y humus + guano de las islas”.

**Dosis de abonamiento.** “Tres (D<sub>1</sub>=1.0, D<sub>2</sub>=2.0 y D<sub>3</sub>=3.0 t/ha), un testigo del agricultor (TA) y un testigo absoluto (TB)”.

“Con la combinación de los niveles de los factores se formó 11 tratamientos (3 x 3), un testigo del agricultor + un testigo absoluto = 11 tratamientos”.

*“Croquis del campo experimental”*



“Área neta del experimento”:  $176 \times 4 = 704.0 \text{ m}^2$

“Área total del experimento”:  $25.0 \times 37.2 \text{ m.} = 930.0 \text{ m}^2$ .

**“Características del campo experimental”**

“Las unidades experimentales (UE) se ubicarán de acuerdo al croquis del campo experimental”.

### **“Repeticiones”**

“Nº de repeticiones”	:	4
“Nº de tratamientos por repetición”	:	11
“Largo de repetición”	:	35.2 m.
“Ancho de repetición”	:	5.0 m.
“Área de repetición”	:	176.0 m <sup>2</sup>

### **“Unidades experimentales”**

“Nº unidades experimentales/repetición”:	11
“Largo”	: 5.0 m.
“Ancho”	: 3.2 m.
“Área”	: 16.0 m <sup>2</sup>

### **“Surcos”**

“Nº de surcos por unidades experimentales”:	4
“Largo”	: 5.0 m.
“Distanciamiento”	: 0.8 m.

### **Plantas**

“Nº de golpes/surco”	: 10
“Distanciamiento”	: 0.5 m.

### **“Resumen de Área”**

“Área por unidad experimental”	: 16.0 m <sup>2</sup>
“Área por repetición”	: 176.0 m <sup>2</sup>

“Área neta del experimento” : 704.0 m<sup>2</sup>

“Área total del experimento” : 930.0 m<sup>2</sup>

### 3.4. “Materiales del campo experimental”.

**Equipos:** “Equipo de laboratorio para análisis de muestra de suelos, pie de rey, termómetro medioambiental, equipo de cómputo, mochila manual de 20 litros, balanza de precisión”.

**Insumos:** “Semilla de maíz morado variedad INIA 601, humus de lombriz, guano de las islas, urea, agua y pesticidas”.

**Materiales:** “Palanas, machete, cuchillas, cordel, wincha, estacas, etiquetas, material de oficina (Papel, USB, lapiceros, etc.)”.

### 3.5. “Conducción experimental”

#### 3.5.1. “Preparación de terreno”

“La preparación del terreno se hizo con yunta, que incluyó aradura, cruzada y surcado, para luego realizar el marcado de parcelas, según lo propuesto en el diseño experimental”.

#### 3.5.2. “Siembra”

La siembra se llevó a cabo el 16 de diciembre de 2020, aprovechando las condiciones óptimas del suelo. Las semillas se colocaron uniformemente a una profundidad de 8 cm para favorecer el desarrollo de las plántulas, las cuales emergieron por completo en el duodécimo día.

#### 3.5.3. “Densidad de siembra”

Cada hectárea recibió 60 kilogramos de semillas certificadas por la “Estación Experimental Agraria (EEA) Baños del Inca-INIA”. Para alcanzar una densidad poblacional de

50.000 plantas por hectárea, se fijó una separación de 0,80 m entre los surcos y de 0,50 m entre las semillas, y se plantaron dos semillas en cada posición.

#### **3.5.4. “Fertilización”**

Se llevó a cabo la fertilización utilizando tres fuentes orgánicas diferentes: humus de lombriz, guano de las islas y una combinación de humus y guano de las islas, aplicadas a dosis de 1, 2 y 3 toneladas por hectárea para cada una de las fuentes. La aplicación de la fertilización orgánica se realizó de una sola vez, manualmente, cuando las plantas tenían entre 2 y 4 hojas verdaderas.

#### **3.5.5. Control de malezas**

Se evaluó el rendimiento de grano de cada planta de maíz durante los primeros 40 días posteriores a la emergencia. El deshierbe se realizó manualmente con palanas para mantener el campo libre de malezas durante este período crítico.

#### **3.5.6. Aporque**

Con el propósito de proporcionar un sólido soporte, favorecer la oxigenación de las raíces de las plantas y eliminar malezas, se llevó a cabo el aporque durante el segundo deshierbo. Esto ocurrió aproximadamente a los 45 días después de la siembra, cuando las plantas habían desarrollado de 6 a 8 hojas verdaderas.

#### **3.5.7. Riegos**

La siembra se llevó a cabo en un suelo con la humedad adecuada y se realizó de inmediato. Durante todo el ciclo de crecimiento de las plantas, no se aplicó ningún riego, ya que se dependió exclusivamente del agua proveniente de la lluvia.

### **3.5.8. Control de plagas**

“Al principio, se evaluaron los daños para asegurarse de que no superarán el 10%. Para tratar *Heliothis zea*, se aplicaron 3 gotas de aceite vegetal por elote al inicio de la aparición de los pistilos y se repitió 15 días después de la primera vez para cubrir todos los elotes.”.

### **3.5.9. Cosecha**

“Se llevó a cabo el 26 de junio de 2021 para asegurarse de que las mazorcas estuvieran bien formadas y los granos alcanzaran una madurez fisiológica. Las plantas erectas se utilizaron para el despancado, y las mazorcas se enviaron a cada una de las unidades experimentales para su evaluación correspondiente.”.

## **3.6. “Características evaluadas”**

### **3.6.1. Rendimiento de mazorca.**

Se procedió a registrar el peso de las mazorcas cosechadas de cada unidad experimental, y posteriormente se convirtió este rendimiento a toneladas por hectárea.

### **3.6.2. “Altura de inserción de mazorca”.**

Se seleccionaron al azar 10 plantas de los surcos centrales de cada tratamiento, y utilizando una cinta métrica, se midió la altura de la inserción de la mazorca desde la base hasta la mazorca principal de la planta.

### **3.6.3. Altura de planta.**

Se midió la altura de las plantas seleccionadas al azar, utilizando una cinta métrica, desde la base hasta el punto más alto de la planta.

#### **3.6.4. Área foliar de la hoja principal.**

Se midió la longitud y el ancho de la hoja que cubre la mazorca principal en las 10 plantas seleccionadas, utilizando un centímetro. Luego, estos valores se multiplicaron por 0.75, un factor constante utilizado para calcular el área foliar en el maíz..

#### **3.6.5. Longitud de mazorca.**

Se midió la longitud de 10 mazorcas seleccionadas al azar de cada tratamiento cosechado, utilizando un centímetro.

#### **3.6.6. Diámetro de mazorca.**

Se midió el diámetro de 10 mazorcas seleccionadas al azar, utilizando un calibrador vernier, tomando la medida en la parte central de cada mazorca.

#### **3.6.7. Número de hileras por mazorca.**

Se contó el número de hileras en 10 mazorcas seleccionadas al azar.

#### **3.6.8. Porcentaje de pudrición de mazorca.**

Se determinó el promedio ponderado de la pudrición utilizando la escala del 1 al 6 proporcionada por CIMMYT.

#### **3.6.9. Porcentaje de antocianina de tuza.**

Se seleccionó una muestra representativa de las mazorcas cosechadas de cada unidad experimental y se remitió al laboratorio del INIA para analizar el contenido de antocianinas en la coronta..



### 3.7. Análisis estadísticos de los datos

Se llevaron a cabo análisis de varianza (ANAVAS) para los indicadores, utilizando el siguiente modelo lineal aditivo (Chávez, 2020).

Se optó por el diseño BCA debido a que tiene más número de grados de libertad (30 gl), lo que permitió una medición más precisa del efecto de las fuentes orgánicas, las dosis y la interacción entre las fuentes orgánicas y las dosis. Se incluyeron dos testigos para realizar comparaciones ortogonales. Además, la investigación tuvo como objetivo medir con igual precisión el efecto de ambos factores, ya que no se habían realizado estudios previos sobre abonos orgánicos en Cutervo (Chávez, 2020).

**Tabla 10**

*Forma general del ANAVA en arreglo factorial*

FV	GL	SC	CM
Bloques	2	SCb	CMb
Tratamientos	10	SCt	CMt
Fuentes orgánicas (f)	2	SCf	CMf
Dosis fuentes orgánicas (d)	2	SCd	CMd
Fuentes x dosis orgánicas	4	SCf x d	CMf x d
Abonamiento vs testigo agricultor (ta)	1	SCabonam. vs ta	CMabonam. vs ta
Abonamiento vs testigo absoluto (tb)	1	SCabonam. vs tb	CMabonam. vs tb
Error	30	SCe	CMe
Total	43		

*Nota.* “La tabla muestra la forma general del ANAVA en arreglo factorial. Fuente: Chávez, 2020”.

Antes de realizar la estadística, se creó una base de datos en Excel. Se utilizaron bloques completos al azar (DBCA) como diseño, con un arreglo factorial y comparaciones

ortogonales (3 x 3) y un testigo proporcionado por el agricultor. Se consideró el coeficiente de variabilidad (CV) y se realizó un análisis de varianza para evaluar las hipótesis propuestas. Después de revisar los supuestos del análisis de varianza, se utilizó la prueba de significancia de Duncan con un nivel de significancia del 5% para comparar las medias de los tratamientos.

### 3.8. Coeficiente de variabilidad

El coeficiente de variación es el cociente entre la desviación estándar ( $\sigma$ ) y la media ( $\mu$ ). Es conocido como porcentaje de error, calculado como  $100 \sigma/\mu$  cuando se expresa en porcentaje. El coeficiente de variación del 3 % indica que la desviación estándar es el 3 % de la media.

Martínez (1995) establece una escala convencional para evaluar la precisión o la información proporcionada por los diseños estudiados mediante el coeficiente de variación, especialmente aplicable a cultivos anuales como el maíz (Tabla 11).

**Tabla 11**

*Precisión del coeficiente de variación*

Coeficiente de variación	Precisión
5 -10	Muy buena
10 -15	Buena
15 – 20	Regular
20 – 25	Mala
> 25	Muy mala

*Nota.* La tabla muestra la precisión del coeficiente de variación. Fuente: Martínez, 1995.

Según Toma y Rubio (2008), el coeficiente de variación es una “medida de dispersión relativa que se calcula como la relación entre la desviación estándar y la media aritmética de un conjunto de observaciones, si se desea expresar este coeficiente en porcentaje, se multiplica por 100”.

**Tabla 12**

*Grado de variabilidad del coeficiente de variación*

Coeficiente de variación	Grado de variabilidad
$0 \leq cv < 10$	Datos muy homogéneos
$10 \leq cv < 15$	Datos regularmente homogéneos
$15 \leq cv < 20$	Datos regularmente variables
$20 \leq cv < 25$	Datos variables
$cv \geq 25$	Datos muy variables

*Nota. “La tabla muestra el grado de variabilidad del coeficiente de variación. Fuente. Toma y Rubio, 2008”.*

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

### 4.1. “Análisis de varianza de las características evaluadas”

#### 4.1.1. “Rendimiento de mazorca (t/ha)”

El análisis de varianza indica que hubo una significancia estadística notable para la fuente de variación de los tratamientos. Además, la descomposición factorial de la fuente de variación demostró una relevancia significativa entre la fuente orgánica y el testigo absoluto. (tb), fuente orgánica en dosis 1.0, 2.0 y 3.0 t/ha y significación para la fuente de fertilización orgánica, por lo que se analizaron también los niveles de cada factor (Fuente de fertilización y dosis). La fuente de fertilización orgánica versus el testigo del agricultor (ta) no fue significativo; al igual que la fuente dosis y la fuente fertilización orgánica por dosis. La interacción de dosis por humus, guano de isla y humus más guano de islas también no fue significativo. Esto respalda la hipótesis alternativa, ya que se observó una variabilidad significativa en el rendimiento de las mazorcas, resultado de los diferentes efectos de los tratamientos (Tabla 13).

**Tabla 13**

*Análisis de varianza para rendimiento de mazorca (t/ha)*

F.V.	S. C.	G. L.	C. M.	F. C.	F:T 5%	F:T 1%	Sign.
Bloques	9.1973	3	3.0658	29.942	2.92	4.51	**
Tratamiento	14.8097	10	1.4810	14.464	2.16	2.98	**
Error	3.0717	30	0.1024				
Total	27.0787	43					
C. V. = 10.50%							

F. orgánicas vs ta	0.2345	1	0.2345	2.290	4.17	7.56	N.S.
F. orgánicas vs tb	3.9748	1	3.9748	38.820	4.17	7.56	**
Fuente orgánica	9.9558	2	4.9779	48.617	3.32	5.39	*
Dosis	0.6577	2	0.3288	3.212	3.32	5.39	N.S.
Fuente * dosis	0.1395	4	0.0349	0.341	2.69	4.02	N.S.
F. orgánica en D <sub>1</sub>	3.0103	2	1.5051	14.700	3.32	5.39	**
F. orgánica en D <sub>2</sub>	3.5656	2	1.7828	17.412	3.32	5.39	**
F. orgánica en D <sub>3</sub>	3.5195	2	1.7598	17.187	3.32	5.39	**
Dosis en humus	0.2911	2	0.1456	1.422	3.32	5.39	N.S.
Dosis en G. isla	0.4495	2	0.2248	2.195	3.32	5.39	N.S.
Dosis en H + G. I.	0.0565	2	0.0283	0.276	3.32	5.39	N.S.

El coeficiente de variación fue del 10.50%, lo que indica una ejecución adecuada del experimento y una recopilación de datos precisa. Por lo tanto, el experimento proporciona una alta precisión (Martínez, 1995), y los datos son consistentemente uniformes (Toma y Rubio, 2008) (Tabla 13).

La media global de todo el experimento fue de 3.18 toneladas por hectárea de mazorca (Tabla 14), valor superior al rendimiento que se obtiene en campo de agricultores 3.0 t/ha con la variedad INIA 601, lo que indica que el uso de abonos orgánicos mejora la productividad del cultivo, optimizando el aporte de nutrientes y retención de humedad del suelo (INIA, 2004).

La prueba de Duncan para las fuentes de fertilización orgánica, mostró diferencia estadística significativas entre promedios, sobresaliendo guano de isla con 3.85 t/ha, seguido

por la mezcla humus + guano de isla con 3.24 t/ha, que también superó a humus con 2.56 t/ha de mazorca. El aumento en el rendimiento del cultivo se atribuye al uso del guano de isla, el cual actúa como un fertilizante natural y completo debido a su contenido equilibrado de nutrientes. Este abono contiene una variedad de elementos esenciales, incluyendo nitrógeno (10-14%), fósforo (10-12%), potasio (2-3%), calcio (10%), magnesio (0.80%), azufre (1.5%), así como micronutrientes como hierro, zinc, cobre, manganeso, boro y molibdeno. Estos elementos favorecen el crecimiento y desarrollo saludables de las plantas. Además de proporcionar nutrientes, el guano de isla también aporta microorganismos beneficiosos que enriquecen la microbiota del suelo, lo que resulta en un incremento notable de la actividad microbiana. Este efecto confiere al suelo la cualidad de ser un organismo vivo (Agrorural, 2021), (Tabla 14, figura 2).

**Tabla 14**

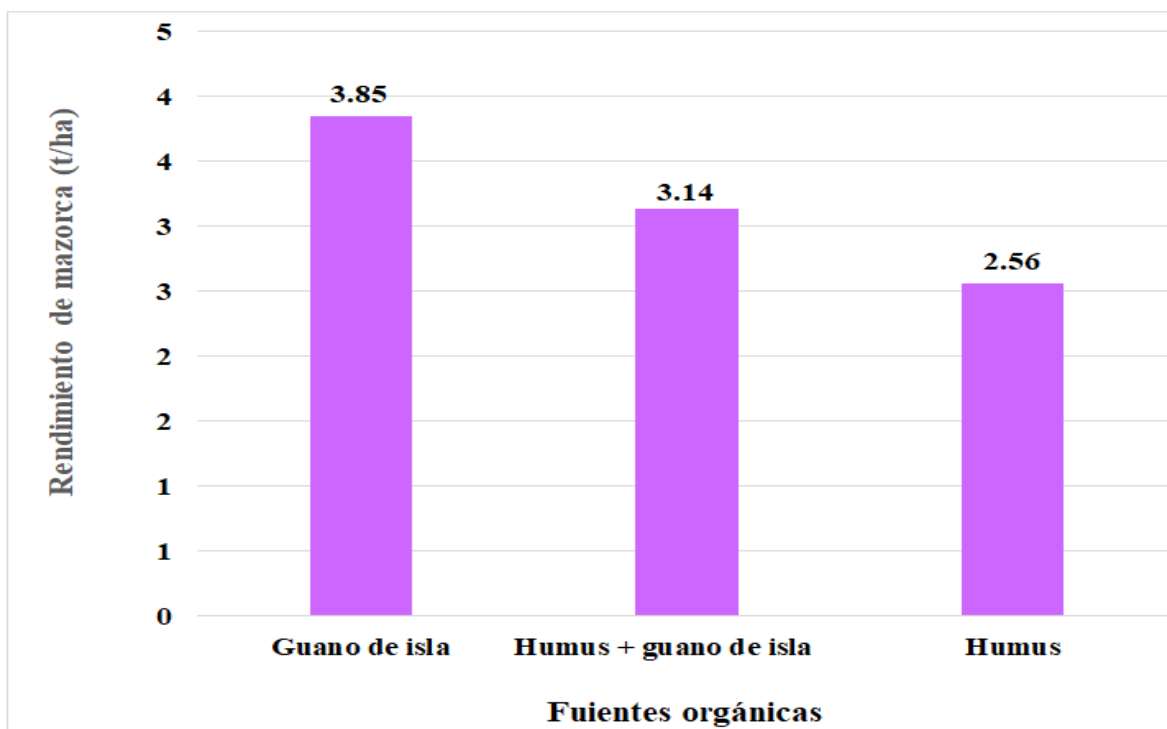
*Rendimiento de mazorca (t/ha), según fuente de fertilización orgánica*

Fuente fertilización orgánica	Rendimiento mazorca (t/ha)	Sign.
Guano de isla	3.85	A
Humus + guano de isla	3.14	B
Humus	2.56	C
Promedio	3.18	

Tratamientos con diferentes letras (vertical) presentan diferencia significativa (Duncan 5%).

**Figura 2**

*Rendimiento de mazorca (t/ha), según fuente de fertilización orgánica*



*Nota.* La figura muestra el rendimiento de mazorca (t/ha), según fuente de fertilización orgánica.

El análisis de Duncan para el factor de dosis reveló diferencias estadísticamente significativas en los promedios, identificando dos subconjuntos distintos. El primer conjunto está compuesto por las dosis de 3.0 y 2.0 toneladas por hectárea de materia orgánica. tuvo el mayor rendimiento con 3.35 y 3.17 t/ha de mazorca respectivamente, Estadísticamente, las dosis de 3.0 y 2.0 toneladas por hectárea de materia orgánica superaron a la dosis de 1.0 toneladas por hectárea, que alcanzó un rendimiento de 3.02 toneladas por hectárea de mazorca, situándose en la posición más baja según el ranking. Esto se explica por la mayor disponibilidad de nutrientes para las plantas con las dosis más altas. (Tabla 15, figura 3).

**Tabla 15**

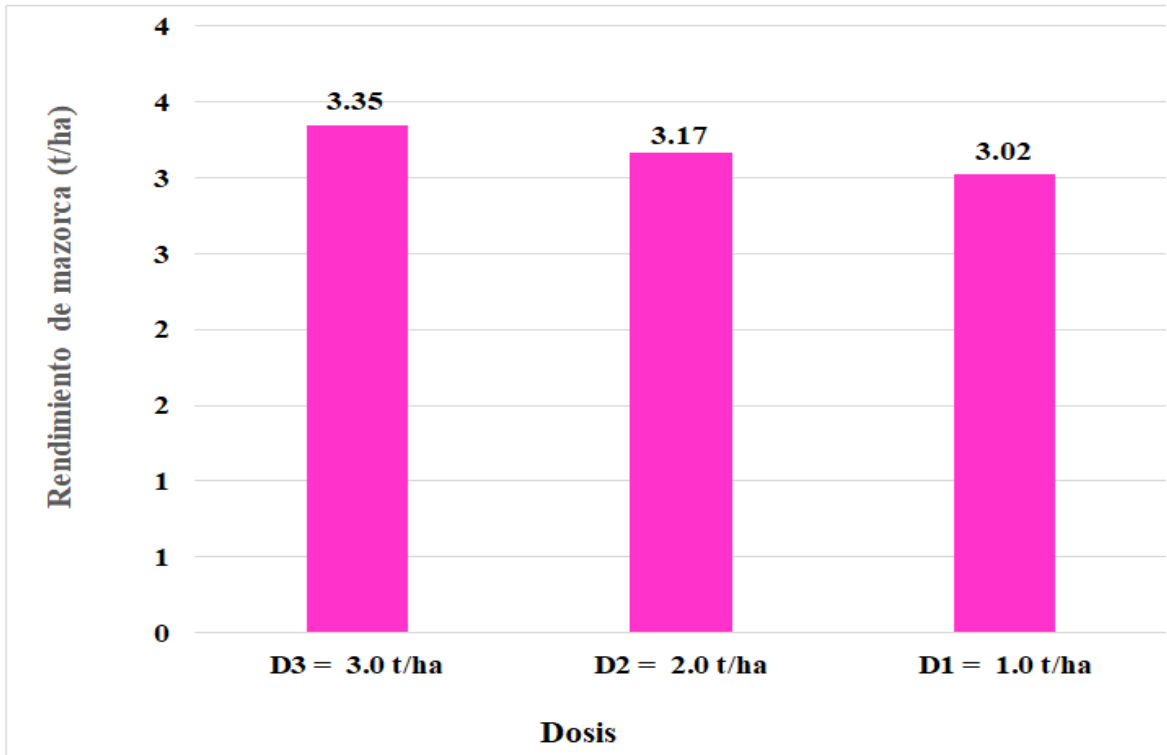
*Rendimiento de mazorca (t/ha), según dosis*

Dosis (t/ha)	Rendimiento mazorca (t/ha)	Sign.
3.0	3.35	A
2.0	3.17	AB
1.0	3.02	B
Promedio	3.18	

Tratamientos con diferentes letras (vertical) presentan diferencia significativa (Duncan 5%).

**Figura 3**

*Rendimiento de mazorca (t/ha), según dosis*



*Nota.* La figura muestra el rendimiento de mazorca (t/ha), según dosis.



La prueba de Duncan (5%) para el factor combinaciones entre los 11 tratamientos en estudio muestra diferencias estadísticas significativas en los promedios, encontrándose seis sub grupos diferentes, el primer grupo conformado por la fuente de fertilización orgánica guano de islas con dosis 3.0, 2.0 y 1.0 t/ha con rendimiento de 4.07, 3.87 y 3.60 t/ha de mazorca respectivamente, le sigue la mezcla humus + guano de isla con dosis de 3.0 toneladas con un rendimiento 3.23 t/ha de mazorca, a continuación se ubica los tratamientos humus + guano de isla con dosis de 1.0 y 2.0 t/ha, testigo del agricultor (46 kg N) y humus con 3.0 toneladas con rendimiento de 3.09, 3.08, 2.93 y 2.76 t/ha de mazorca respectivamente, el grupo humus con dosis de 2.0 toneladas obtuvo un rendimiento de 2.56 t/ha de mazorca, continua la fuente humus con dosis de 1.0 tonelada con rendimiento de 2.38 t/ha, mientras que en último lugar se ubica el testigo absoluto (sin fertilización) con solo 2.13 t/ha de rendimiento de mazorca (Tabla 16, figura 4).

**Tabla 16**

*Rendimiento de mazorca (t/ha), según fuentes y dosis.*

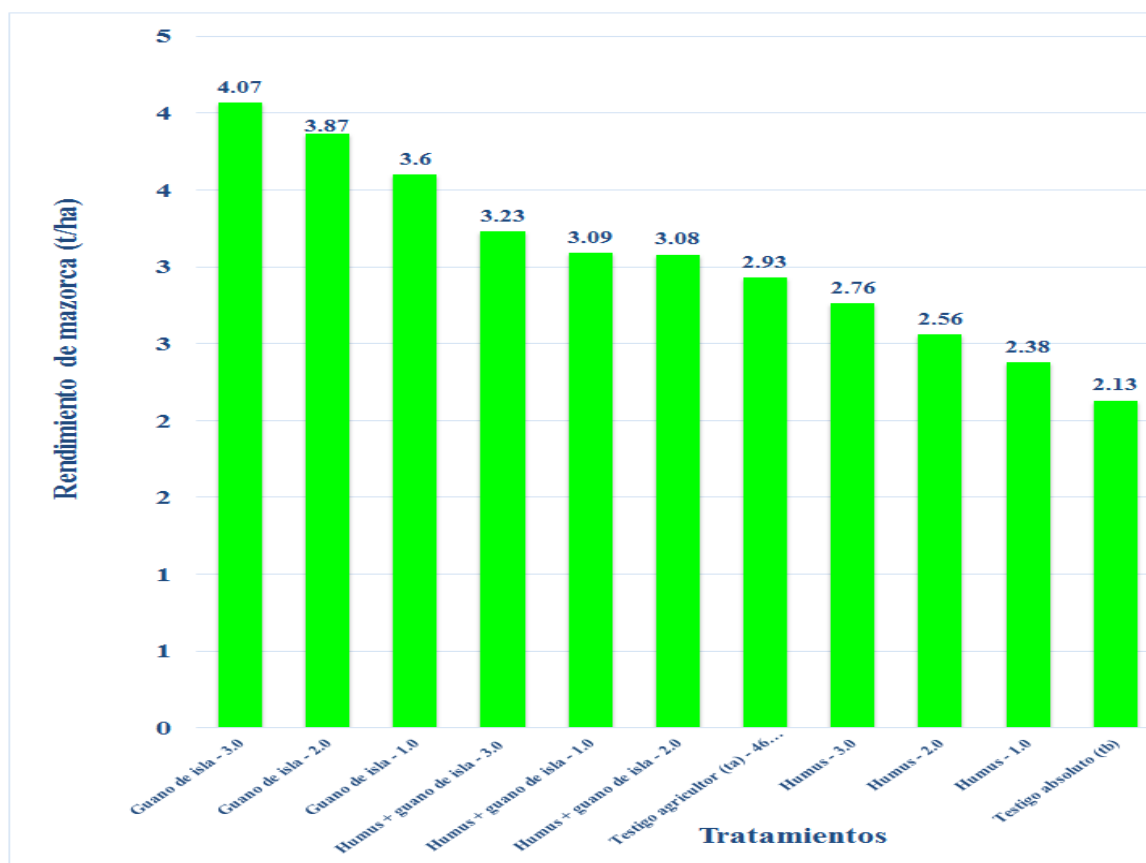
Fuente orgánica	Dosis (t/ha)	Rendimiento mazorca (t/ha)	Sign.
Guano de isla	3.0	4.07	A
Guano de isla	2.0	3.87	A
Guano de isla	1.0	3.60	AB
Humus + guano de isla	3.0	3.23	BC
Humus + guano de isla	1.0	3.09	C
Humus + guano de isla	2.0	3.08	C
Testigo agricultor (ta)	46 kg N	2.93	CD
Humus	3.0	2.76	CDE
Humus	2.0	2.56	DEF

Humus	1.0	2.38	EF
Testigo absoluto (tb)	0.0	2.13	F
Promedio		3.06	

Tratamientos con diferentes letras (vertical) presentan diferencia significativa (Duncan 5%).

#### Figura 4

*Rendimiento de mazorca (t/ha), según combinaciones*



*Nota.* La figura muestra el rendimiento de mazorca (t/ha), según combinaciones

Al analizar en forma independiente, cada dosis estudiada, dentro de cada fertilizante orgánico, se aprecia que para cada una de las dosis (1.0, 2.0 y 3.0 t/ha) el uso de guano de isla alcanzó el mejor rendimiento, seguido de la mezcla guano de isla más humus, la cual a su vez ha superado al uso exclusivo de humus (Tabla 17, figura 5).

**Tabla 17**

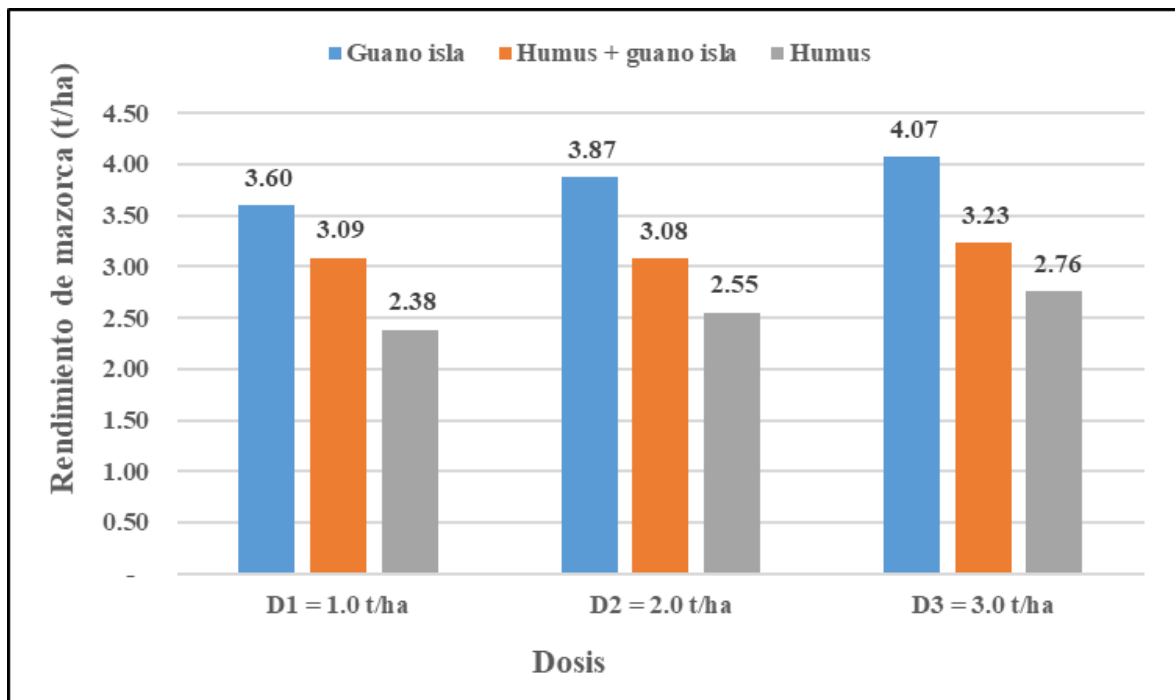
*Rendimiento de mazorca (t/ha), según fuente de fertilización orgánica por dosis.*

Fuente	D <sub>1</sub> = 1.0 t/ha		D <sub>2</sub> = 2.0 t/ha		D <sub>3</sub> = 3.0 t/ha	
Orgánica	Rdto. t/ha	Sig.	Rdto. t/ha	Sig.	Rdto. t/ha	Sig.
Guano isla	3.60	A	3.87	A	4.07	A
Humus + guano isla	3.09	B	3.08	B	3.23	B
Humus	2.38	C	2.55	C	2.76	C
Promedio	3.02		3.17		3.35	

Tratamientos con diferentes letras (vertical) presentan diferencia significativa (Duncan 5%).

**Figura 5**

*Rendimiento de mazorca (t/ha), según fuente de fertilización orgánica por dosis*



*Nota.* La figura muestra el rendimiento de mazorca (t/ha), según fuente de fertilización orgánica por dosis.

Del mismo modo, al realizar la comparación de las tres dosis dentro de cada uno de los fertilizantes ha mostrado similitud estadística en el rendimiento obtenido con 1.0, 2.0 y 3.0 t/ha, es decir el uso de 1.0 a 3.0 t/ha resultó el rendimiento semejante, con cualquiera de los tres tipos de fertilizantes orgánicos indicando que se puede estudiar dosis mayores para obtener diferencias. Del experimento realizado, resulta de mayor interés la elección de la fuente de fertilizante, esto se explicaría por las diferencias cualitativas y cuantitativas de cada uno de los componentes nutricionales esenciales para el cultivo en estudio (Tabla 18).

**Tabla 18**

*Rendimiento de mazorca (t/ha), según dosis por fuente de fertilización orgánica.*

Dosis (t/ha)	Guano de isla		Humus + guano de isla		Humus	
	Rdto. t/ha	Sig.	Rdto. t/ha	Sig.	Rdto. t/ha	Sig.
D <sub>3</sub> = 3.0	4.07	A	3.23	A	2.76	A
D <sub>2</sub> = 2.0	3.87	A	3.08	A	2.55	A
D <sub>1</sub> = 1.0	3.60	A	3.09	A	2.38	A
Promedio	3.85		3.13		2.56	

Tratamientos con diferentes letras (vertical) presentan diferencia significativa (Duncan 5%).

El rendimiento promedio de la fertilización orgánica en sus diferentes dosis fue de 3.18 t/ha, no ha mostrado diferencia significativa la fertilización orgánica con el testigo del agricultor (46 kg N) que alcanzó un rendimiento de 2.93 t/ha, mientras que la fertilización orgánica con el testigo absoluto (sin fertilización) si hubo diferencias estadísticas significativas obteniendo un rendimiento de 2.13 t/ha (33% menor); sin embargo, llama la atención el rendimiento alcanzado por el testigo absoluto, indicando una aceptable disponibilidad natural de los nutrientes esenciales como es el caso del potasio (273 ppm)

según el análisis del suelo obtenido del campo experimental. Esto induce a aceptar la hipótesis que es positivo el empleo de fuentes orgánicas entre 1.0 a 3.0 t/ha para incrementar el rendimiento de maíz morado en el distrito de Cutervo - Cajamarca (Tabla 19, figura 6).

**Tabla 19**

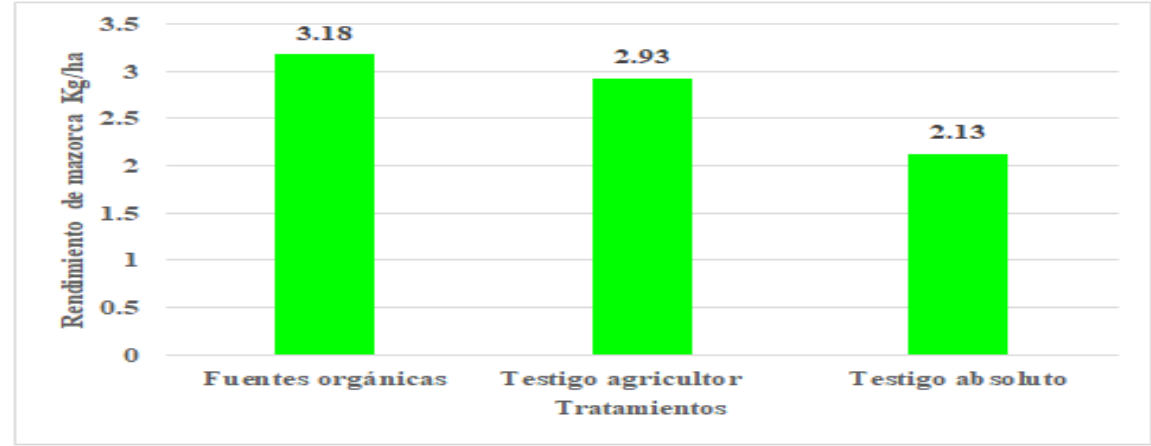
*Rendimiento de mazorca (t/ha), según fuentes orgánicas versus testigo del agricultor y testigo absoluto*

Tratamiento	Rdto. t/ha	Sig	Tratamiento	Rdto. t/ha	Sig
Fuentes orgánicas	3.18	A	Fuentes orgánicas	3.18	A
Testigo del agricultor	2.93	A	Testigo absoluto	2.13	B
Promedio	3.06		Promedio	2.66	

Tratamientos con diferentes letras (vertical) presentan diferencia significativa (Duncan 5%).

**Figura 6**

*Rendimiento de mazorca (t/ha), según fuentes orgánicas versus testigo del agricultor y testigo absoluto*



*Nota.* La figura muestra el rendimiento de mazorca (t/ha), según fuentes orgánicas versus testigo del agricultor y testigo absoluto.

#### 4.1.2. Área foliar de la hoja principal(cm<sup>2</sup>)

El análisis de varianza reveló una alta significancia estadística para la fuente de variación de los tratamientos. El desglose factorial de esta fuente de variación demostró una alta significancia en la comparación entre la fuente orgánica y el testigo absoluto (tb), fuente orgánica y dosis; fuente orgánica en dosis 1.0, 2.0 y 3.0 t/ha y dosis en humus; por lo que se analizaron también los niveles de cada factor (Fuente de fertilización y dosis); significación estadística para la fuente de fertilización orgánica versus testigo del agricultor (ta). La fuente de fertilización orgánica por dosis no fue significativo; al igual que la dosis en guano de isla y la mezcla humus más guano de isla. Esto permite aceptar la hipótesis alternativa, por encontrarse una respuesta heterogénea en el área foliar de la hoja principal de la planta, en función al efecto de los tratamientos (Tabla 20).

**Tabla 20**

*Análisis de varianza para área foliar de la hoja principal (cm<sup>2</sup>)*

F.V.	S. C.	G. L.	C. M.	F. C.	F:T 5%	F:T 1%	Sign.
Bloques	59069.0427	3	19689.6809	53.561	2.92	4.51	**
Tratamiento	116747.6634	10	11674.7663	31.758	2.16	2.98	**
Error	11028.3843	30	367.6128				
Total	186845.0905	43					
<b>C. V. = 3.10%</b>							
F. orgánicas vs ta	2391.5849	1	2391.5849	6.506	4.17	7.56	*
F. orgánicas vs tb	53187.4844	1	53187.4844	144.683	4.17	7.56	**

Fuente orgánica	57351.0680	2	28675.5340	78.005	3.32	5.39	**
Dosis	4086.8934	2	2043.4467	5.559	3.32	5.39	**
Fuente * dosis	1447.6933	4	361.9233	0.985	2.69	4.02	N.S.
F. orgánica en D <sub>1</sub>	28213.6116	2	14106.8058	38.374	3.32	5.39	**
F. orgánica en D <sub>2</sub>	15308.9686	2	7654.4843	20.822	3.32	5.39	**
F. orgánica en D <sub>3</sub>	15276.1812	2	7638.0906	20.778	3.32	5.39	**
Dosis en humus	4521.6347	2	2260.8173	6.150	3.32	5.39	**
Dosis en G. isla	563.5593	2	281.7797	0.767	3.32	5.39	N.S.
Dosis en H + G. I.	449.3927	2	224.6964	0.611	3.32	5.39	N.S.

El coeficiente de variación fue del 3.10%, indicando una excelente ejecución del experimento y una recolección de datos precisa. Por lo tanto, el experimento ofrece una precisión muy alta (Martínez, 1995), y los datos son extremadamente uniformes (Toma y Rubio, 2008) (Tabla 20).

El valor medio de todo el experimento fue de 640.62 centímetros cuadrados de área foliar de la hoja principal de la variedad INIA 601 de maíz morado (Tabla 21).

La prueba de Duncan para el factor fuentes de fertilización orgánica, mostró diferencia estadística significativas entre promedios, sobresaliendo guano de isla con 681.74 cm<sup>2</sup>, seguido por la mezcla humus + guano de isla con 653.57 cm<sup>2</sup>, que también superó a humus con 586.57 cm<sup>2</sup> de área foliar. La mayor área foliar de la hoja principal se atribuye a que el guano de isla es un fertilizante natural y completo porque contiene todos los macro nutrientes y micro elementos (Fe, Zn, Cu, Mn, B y Mo) que favorecen el desarrollo de la hoja principal (Agrorural, 2021), (Tabla 21, figura 7).

**Tabla 21**

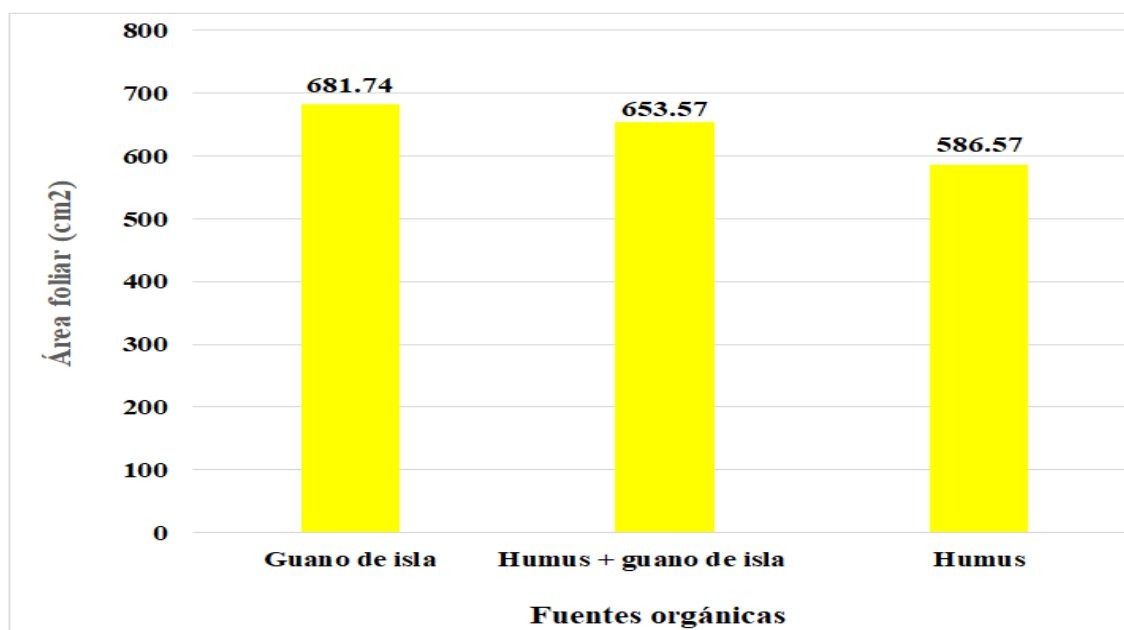
*Área folia de la hoja principal (cm<sup>2</sup>), según fuente de fertilización orgánica*

Fuente fertilización orgánica	Área foliar (cm <sup>2</sup> )	Sign.
Guano de isla	681.74	A
Humus + guano de isla	653.57	B
Humus	586.57	C
Promedio	640.62	

Tratamientos con diferentes letras (vertical) presentan diferencia significativa (Duncan 5%).

**Figura 7**

*Área folia de la hoja principal (cm<sup>2</sup>), según fuente de fertilización orgánica.*



*Nota.* La figura muestra el Área folia de la hoja principal (cm<sup>2</sup>), según fuente de fertilización orgánica.



La prueba de Duncan, al considerar el factor de dosis, identificó diferencias estadísticamente significativas en los promedios, dividiéndolos en dos subgrupos distintos. El primer subgrupo está compuesto por las dosis de 3.0 y 2.0 toneladas por hectárea de materia orgánica con una área foliar de 651.34 y 644.44 cm<sup>2</sup> respectivamente, superando estadísticamente a la dosis de 1.0 t/ha que alcanzó 626.09 cm<sup>2</sup> de área foliar, lo cual es explicado por la mayor cantidad de nutrientes a disposición de las plantas con las mayores dosis (Tabla 22, figura 8).

**Tabla 22**

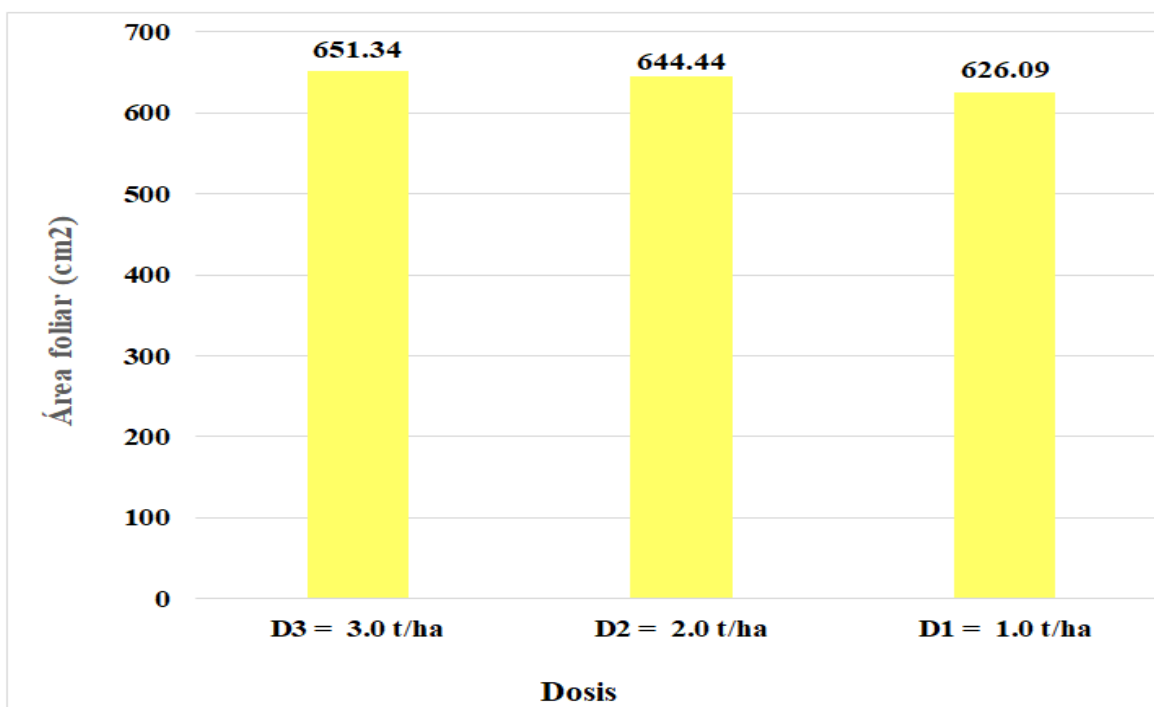
*Área folia de la hoja principal (cm<sup>2</sup>), según dosis*

Dosis (t/ha)	Área foliar (cm <sup>2</sup> )	Sign.
3.0	651.34	A
2.0	644.44	A
1.0	626.09	B
Promedio	640.62	

Tratamientos con diferentes letras (vertical) presentan diferencia significativa (Duncan 5%).

**Figura 8**

*Área folia de la hoja principal (cm<sup>2</sup>), según dosis*



*Nota* La figura muestra el área folia de la hoja principal (cm<sup>2</sup>), según dosis.

Al analizar en forma independiente, cada dosis estudiada, dentro de cada fertilizante orgánico, se aprecia que para cada una de las dosis (1.0, 2.0 y 3.0 t/ha) el uso de guano de isla alcanzó la mejor área foliar, seguido de la mezcla guano de isla más humus, la cual a su vez ha superado al uso exclusivo de humus (Tabla 23, figura 9).

**Tabla 23**

*Área folia de la hoja principal (cm<sup>2</sup>), según fuente de fertilización orgánica por dosis*

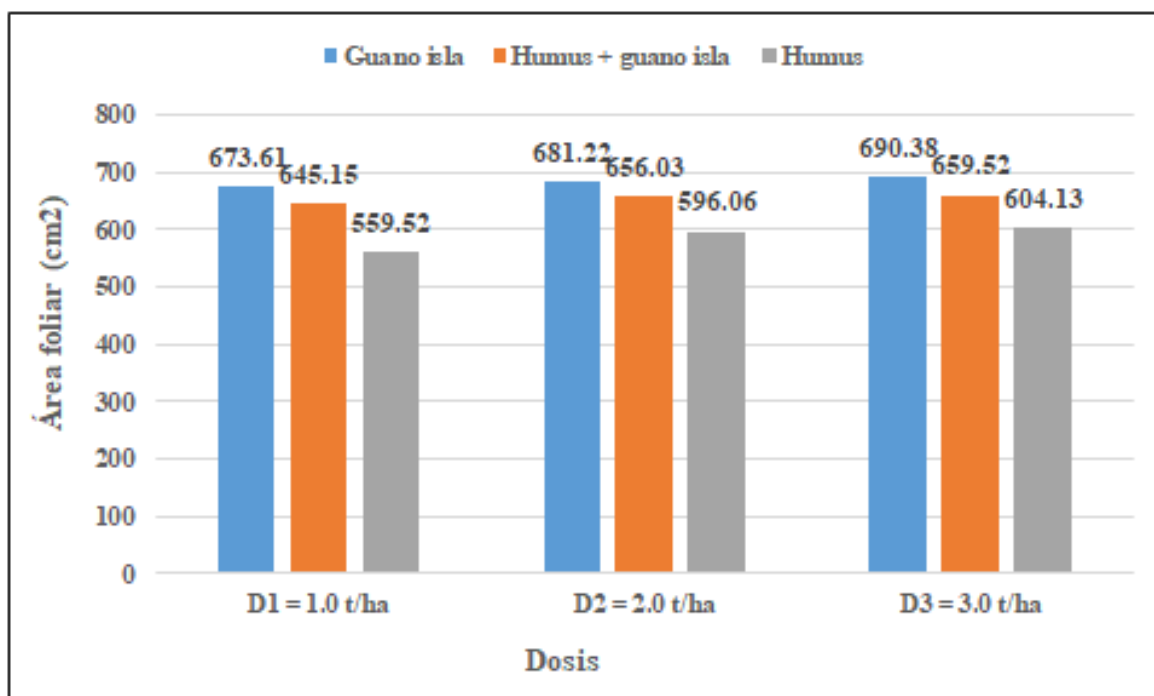
Fuente	D <sub>1</sub> = 1.0 t/ha		D <sub>2</sub> = 2.0 t/ha		D <sub>3</sub> = 3.0 t/ha	
Orgánica	Área (cm <sup>2</sup> )	Sig.	Área (cm <sup>2</sup> )	Sig.	Área (cm <sup>2</sup> )	Sig.
Guano isla	673.61	A	681.22	A	690.38	A
Humus + guano isla	645.15	B	656.03	A	659.52	B

Humus	559.52	C	596.06	B	604.13	C
Promedio	626.09		644.44		651.34	

Tratamientos con diferentes letras (vertical) presentan diferencia significativa (Duncan 5%).

**Figura 9**

*Área folia de la hoja principal (cm<sup>2</sup>), según fuente de fertilización orgánica por dosis.*



*Nota.* La figura muestra el área folia de la hoja principal (cm<sup>2</sup>), según fuente de fertilización orgánica por dosis.

De igual forma, al realizar la comparación de las tres dosis dentro de cada uno de los fertilizantes ha mostrado similitud estadística en el área foliar obtenido con dosis de 1.0, 2.0 y 3.0 t/ha, es decir el uso de 1.0 a 3.0 t/ha resultó el área foliar semejante, con ligera diferencia de la fuente humus con dosis de 1.0 t/ha (Tabla 24)

**Tabla 24**

*Área folia de la hoja principal (cm<sup>2</sup>), según dosis por fuente de fertilización orgánica.*

Dosis (t/ha)	Guano de isla		Humus + guano de isla		Humus	
	Área (cm <sup>2</sup> )	Sig.	Área (cm <sup>2</sup> )	Sig.	Área (cm <sup>2</sup> )	Sig.
D <sub>3</sub> = 3.0	690.38	A	659.52	A	604.13	A
D <sub>2</sub> = 2.0	681.22	A	656.03	A	596.06	A
D <sub>1</sub> = 1.0	673.61	A	659.52	A	559.52	B
Promedio	681.74		658.36		586.57	

Tratamientos con diferentes letras (vertical) presentan diferencia significativa (Duncan 5%).

El área foliar promedio de la hoja principal de la fertilización orgánica en sus diferentes dosis fue de 640.62 cm<sup>2</sup>, mostrando diferencia estadística significativa con el testigo del agricultor (46 kg N) que alcanzó 614.85 cm<sup>2</sup> y el testigo absoluto (sin fertilización) con 519.08 cm<sup>2</sup> de área foliar. Esto induce a aceptar la hipótesis que es positivo el empleo de fuentes orgánicas a diferentes dosis para aumentar el área foliar de la hoja principal del maíz morado en el distrito de Cutervo - Cajamarca (Tabla 25, figura 10).

**Tabla 25**

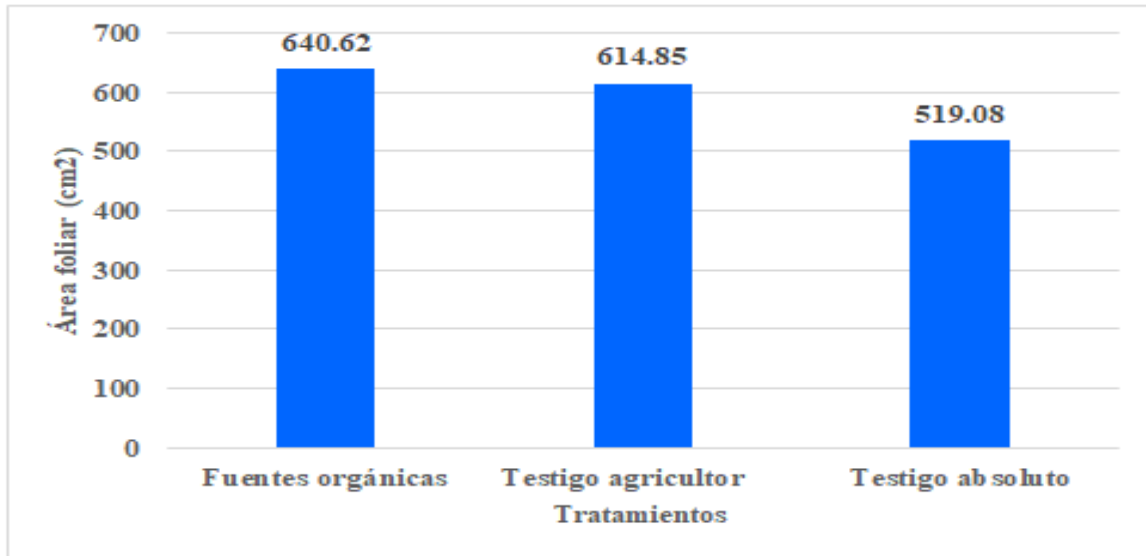
*Área folia de la hoja principal (cm<sup>2</sup>), según fuentes orgánicas versus testigo del agricultor y testigo absoluto.*

Tratamiento	Área (cm <sup>2</sup> )	Sig	Tratamiento	Área (cm <sup>2</sup> )	Sig
Fuentes orgánicas	640.62	A	Fuentes orgánicas	640.62	A
Testigo del agricultor	614.85	B	Testigo absoluto	519.08	B
Promedio	627.74		Promedio	579.86	

Tratamientos con diferentes letras (vertical) presentan diferencia significativa (Duncan 5%).

**Figura 10**

*Área folia de la hoja principal (cm<sup>2</sup>), según fuentes orgánicas versus testigo del agricultor y testigo absoluto.*



*Nota.* La figura muestra el área folia de la hoja principal (cm<sup>2</sup>), según fuentes orgánicas versus testigo del agricultor y testigo absoluto.

#### **4.1.3. Longitud de mazorca (cm)**

El análisis de varianza muestra que existió alta significación estadística para la fuente de variación tratamientos. El desdoblamiento factorial de la fuente de variación resultó alta significación estadística para la fuente orgánica versus el testigo absoluto (tb), fuente orgánica y fuente orgánica en dosis 1.0 y 3.0 t/ha, significación estadística para la fuente orgánica en dosis 2.0 t/ha, por lo que se analizaron también los niveles de cada factor (Fuente de fertilización y dosis). La fuente de fertilización orgánica versus el testigo del agricultor (ta) no fue significativo; al igual que la dosis y fuente por dosis; así como, dosis en humus, guano de isla y la mezcla humus + grano de isla también no fueron significativos. Esto

permite aceptar la hipótesis alternativa, por encontrarse una respuesta heterogénea en la longitud de mazorca, debido al diferente efecto de los tratamientos (Tabla 26).

**Tabla 26**

*Análisis de varianza para longitud de mazorca (cm)*

F.V.	S. C.	G. L.	C. M.	F. C.	F:T 5%	F:T 1%	Sign.
Bloques	5.2712	3	1.7571	3.512	2.92	4.51	*
Tratamiento	33.9950	10	3.3995	6.795	2.16	2.98	**
Error	15.0087	30	0.5003				
Total	54.2750	43					
<b>C. V. = 5.00%</b>							
F. orgánicas vs ta	0.0389	1	0.0389	0.078	4.17	7.56	N.S.
F. orgánicas vs tb	10.7606	1	10.7606	21.509	4.17	7.56	**
Fuente orgánica	19.0652	2	9.5326	19.054	3.32	5.39	**
Dosis	3.1254	2	1.5627	3.124	3.32	5.39	N.S.
Fuente * dosis	1.0265	4	0.2566	0.513	2.69	4.02	N.S.
F. orgánica en D <sub>1</sub>	7.1254	2	3.5627	7.121	3.32	5.39	**
F. orgánica en D <sub>2</sub>	5.2850	2	2.6425	5.282	3.32	5.39	*
F. orgánica en D <sub>3</sub>	7.6813	2	3.8406	7.677	3.32	5.39	**
Dosis en humus	1.8317	2	0.9158	1.831	3.32	5.39	N.S.
Dosis en G. isla	2.2440	2	1.1220	2.243	3.32	5.39	N.S.
Dosis en H + G. I.	0.0762	2	0.0381	0.076	3.32	5.39	N.S.

El coeficiente de variabilidad fue del 5.0%, lo que indica una ejecución satisfactoria del experimento y una recolección de datos precisa. Por lo tanto, el experimento ofrece una precisión muy buena (Martínez, 1995), y los datos son altamente homogéneos (Toma y Rubio, 2008) (Tabla 26).

El promedio general de longitud en todo el experimento fue de 14.38 centímetros (Tabla 27), un valor que se encuentra por debajo de la longitud de la mazorca de la variedad INIA 601, que es de 17.5 centímetros (INIA, 2004). La prueba de Duncan para el factor fuentes de fertilización orgánica, mostró diferencias estadísticas significativas entre promedios, sobresaliendo guano de isla con 15.27 cm, seguido por la mezcla humus + guano de isla con 14.39 cm, que también superó a humus con 13.48 cm de longitud de mazorca. La mayor longitud de mazorca se atribuye a que el guano de isla es un fertilizante natural y completo porque contiene todos los macro nutrientes y micro elementos (Fe, Zn, Cu, Mn, B y Mo) que influyen en la longitud de mazorca (Agrorural, 2021), (Tabla 27, figura 11).

**Tabla 27**

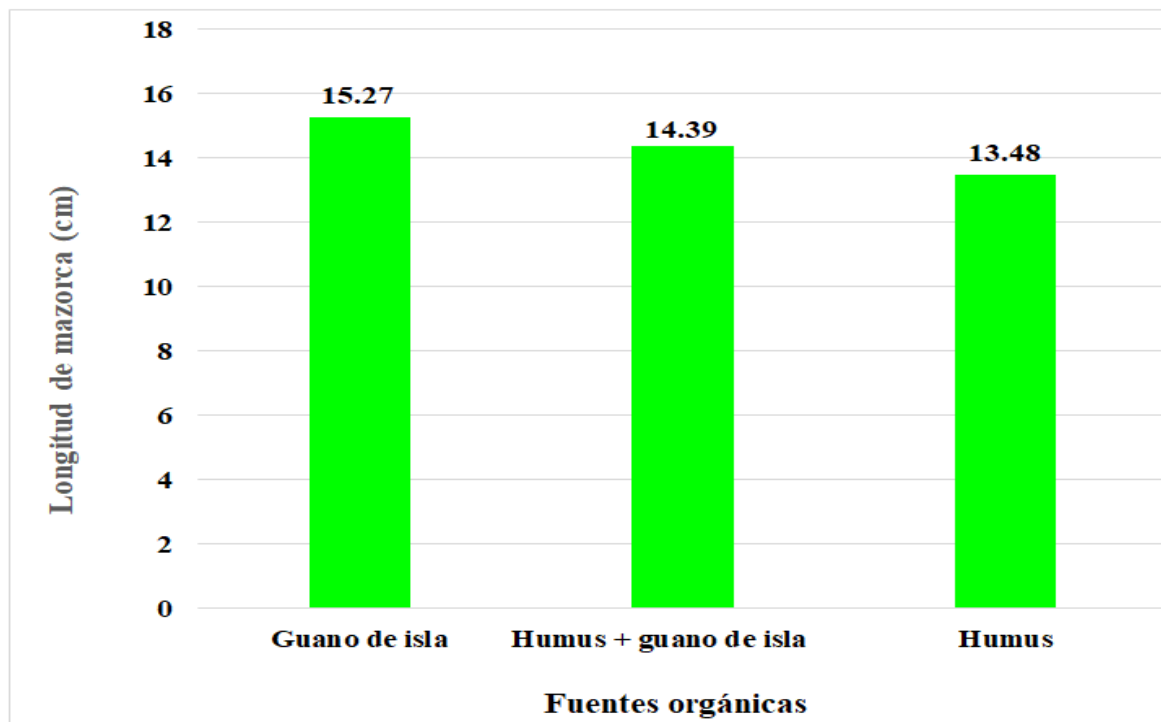
*Longitud de mazorca (cm), según fuente de fertilización orgánica*

Fuente fertilización orgánica	Longitud mazorca (cm)	Sign.
Guano de isla	15.27	A
Humus + guano de isla	14.39	B
Humus	13.48	C
Promedio	14.38	

Tratamientos con diferentes letras (vertical) presentan diferencia significativa (Duncan 5%).

**Figura 11**

*Longitud de mazorca (cm), según fuente de fertilización orgánica*



*Nota.* La figura muestra la longitud de mazorca (cm), según fuente de fertilización orgánica.

El análisis de Duncan para el factor de dosis reveló diferencias estadísticamente significativas en los promedios, dividiendo los datos en dos subgrupos distintos. El primer subgrupo está compuesto por las dosis de 3.0 y 2.0 toneladas por hectárea de materia orgánica con 14.75 y 14.35 cm de longitud respectivamente, superándolo significativamente a la dosis de 1.0 t/ha, que registró una longitud de mazorca de 14.03 cm. Esto se atribuye a la mayor disponibilidad de nutrientes para las plantas con las dosis más altas. (Tabla 28, figura 12).



**Tabla 28**

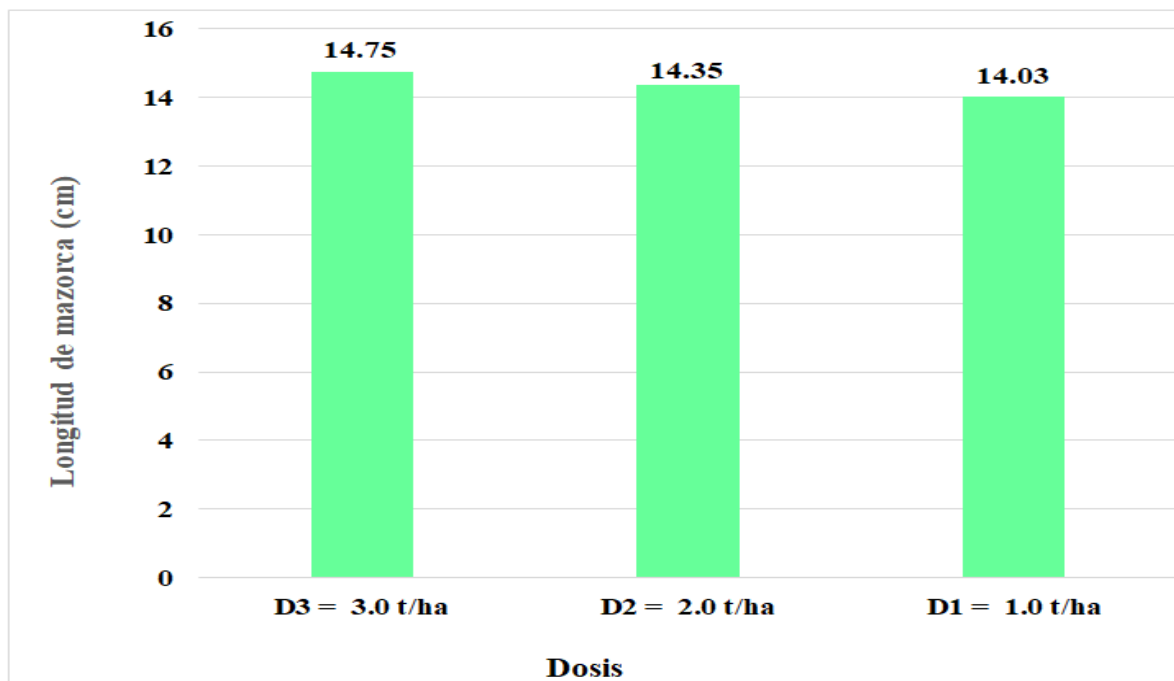
*Longitud de mazorca (cm), según dosis*

Dosis (t/ha)	Longitud mazorca (cm)	Sign.
3.0	14.75	A
2.0	14.35	AB
1.0	14.03	B
Promedio	14.38	

Tratamientos con diferentes letras (vertical) presentan diferencia significativa (Duncan 5%).

**Figura 12**

*Longitud de mazorca (cm), según dosis.*



*Nota.* La figura muestra la longitud de mazorca (cm), según dosis.

Al analizar en forma independiente, cada dosis estudiada, dentro de cada fuente de fertilizante orgánico, se aprecia que para cada una de las dosis (1.0, 2.0 y 3.0 t/ha) el uso de guano de isla alcanzó la mayor longitud de mazorca, seguido de la mezcla guano de isla más humus, la cual a su vez ha superado al uso exclusivo de humus (Tabla 29, figura 13).

**Tabla 29**

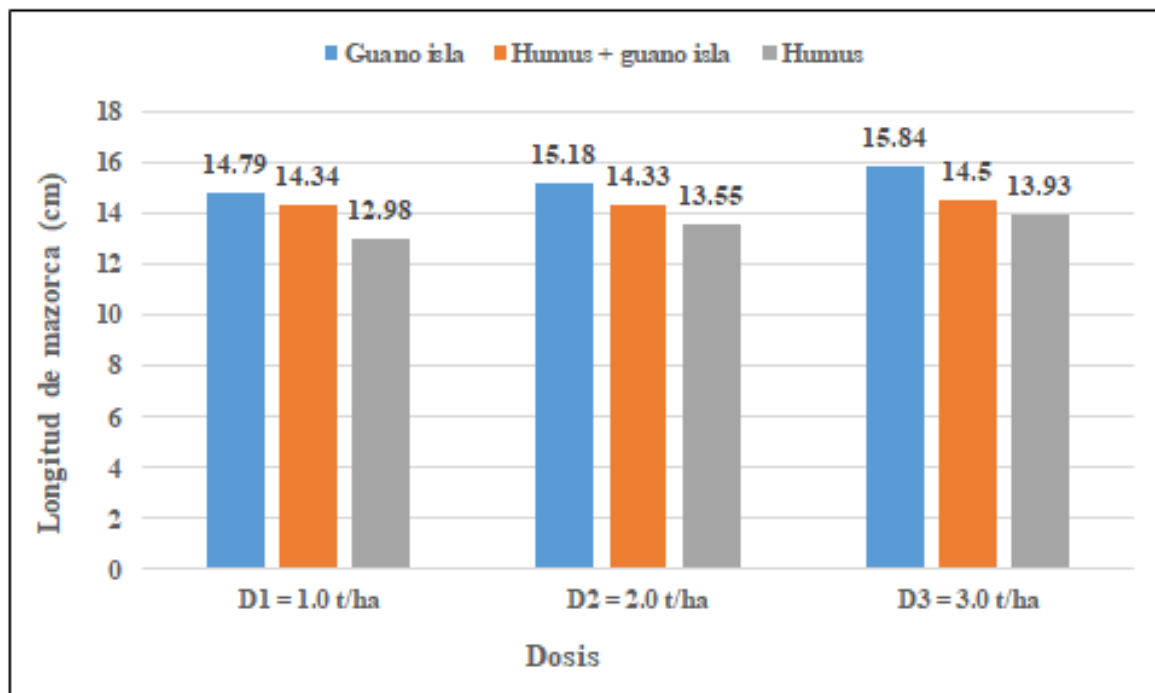
*Longitud de mazorca (cm), según fuente de fertilización orgánica por dosis.*

Fuente	D <sub>1</sub> = 1.0 t/ha		D <sub>2</sub> = 2.0 t/ha		D <sub>3</sub> = 3.0 t/ha	
Orgánica	Longitud	Sig.	Longitud	Sig.	Longitud	Sig.
	mazorca (cm)		mazorca (cm)		mazorca (cm)	
Guano isla	14.79	A	15.18	A	15.84	A
Humus + guano isla	14.34	A	14.33	AB	14.50	B
Humus	12.98	B	13.55	B	13.93	B
Promedio	14.04		14.35		14.76	

Tratamientos con diferentes letras (vertical) presentan diferencia significativa (Duncan 5%).

**Figura 13**

*Longitud de mazorca (cm), según fuente de fertilización orgánica por dosis.*



*Nota.* Longitud de mazorca (cm), según fuente de fertilización orgánica por dosis.

Del mismo modo, al realizar la comparación de las tres dosis dentro de cada uno de los fertilizantes ha mostrado similitud estadística en longitud de mazorca obtenido con 1.0, 2.0 y 3.0 t/ha, es decir el uso de 1.0 a 3.0 t/ha resultó la longitud semejante con ligeras diferencias entre la dosis 2.0 y 1.0 t/ha con la fuente orgánica guano de isla. Por lo que resulta de mayor interés la elección de la fuente de fertilizante, esto se explicaría por las diferencias cualitativas y cuantitativas de cada uno de los componentes nutricionales esenciales para el cultivo en estudio (Tabla 30)

**Tabla 30**

*Longitud de mazorca (cm), según dosis por fuente de fertilización orgánica.*

Dosis	Guano de isla		Humus + guano de isla		Humus	
(t/ha)	Longitud mazorca	Sig.	Longitud	Sig.	Longitud	Sig.

	(cm)		mazorca (cm)		mazorca (cm)	
D <sub>3</sub> = 3.0	15.84	A	14.50	A	13.93	A
D <sub>2</sub> = 2.0	15.18	AB	14.33	A	13.55	A
D <sub>1</sub> = 1.0	14.79	B	14.34	A	12.98	A
Promedio	15.27		14.39		13.49	

Tratamientos con diferentes letras (vertical) presentan diferencia significativa (Duncan 5%).

La longitud promedio de mazorca con a fertilización orgánica en sus diferentes dosis fue de 14.38 cm, no ha mostrado diferencia significativa la fertilización orgánica con el testigo del agricultor (46 kg N) que alcanzó 14.28 cm, mientras que la fertilización orgánica con el testigo absoluto (sin fertilización) si hubo diferencias estadísticas significativas obteniendo 12.65 cm de longitud de mazorca. Esto induce a aceptar la hipótesis que es positivo el empleo de fuentes orgánicas a diferentes dosis para aumentar la longitud de mazorca del maíz morado en el distrito de Cutervo - Cajamarca (Tabla 31, figura 14).

**Tabla 31**

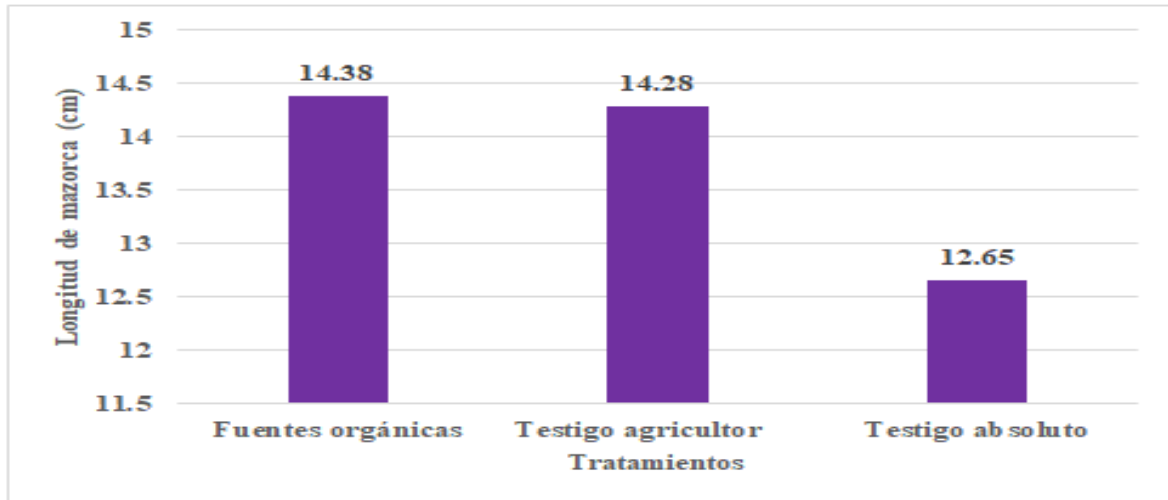
*Longitud de mazorca (cm), según fuentes orgánicas versus testigo del agricultor y testigo absoluto.*

Tratamiento	Longitud	Sig	Tratamiento	Longitud	Sig
	mazorca (cm)			mazorca (cm)	
Fuentes orgánicas	14.38	A	Fuentes orgánicas	14.38	A
Testigo del agricultor	14.28	A	Testigo absoluto	12.65	B
Promedio	14.33		Promedio	12.52	

Tratamientos con diferentes letras (vertical) presentan diferencia significativa (Duncan 5%).

**Figura 14**

*Longitud de mazorca (cm), según fuentes orgánicas versus testigo del agricultor y testigo absoluto*



*Nota. La figura muestra la longitud de mazorca (cm), según fuentes orgánicas versus testigo del agricultor y testigo absoluto.*

#### **4.1.4. Diámetro de mazorca (cm)**

El análisis de varianza indica una alta significancia estadística para la fuente de variación de los tratamientos. El desglose factorial de esta fuente de variación reveló una alta significancia estadística al comparar la fuente orgánica con el testigo absoluto (tb) y para la fuente de fertilización orgánica; así como, para la fuente orgánica en dosis 2.0 y 3.0 t/ha. Asimismo, presentó significación estadística para dosis y la fuente orgánica en dosis 1.0 t/ha, por lo que se analizaron también los niveles de cada factor (Fuente de fertilización y dosis). La fuente de fertilización orgánica versus el testigo del agricultor (ta) no fue significativo; al igual que la fuente por dosis; así como, dosis en humus, guano de isla y la mezcla humus + grano de isla también no fueron significativos. Esto permite aceptar la hipótesis alternativa,

por encontrarse una respuesta heterogénea en el diámetro de mazorca, en función al efecto de los tratamientos (Tabla 32).

**Tabla 32**

*Análisis de varianza para diámetro de mazorca (cm)*

F.V.	S. C.	G. L.	C. M.	F. C.	F:T 5%	F:T 1%	Sign.
Bloques	3.2554	3	1.0851	43.598	2.92	4.51	**
Tratamiento	1.5151	10	0.1515	6.088	2.16	2.98	**
Error	0.7467	30	0.0249				
Total	5.5172	43					
<b>C. V. = 3.60%</b>							
F. orgánicas vs ta	0.0040	1	0.0040	0.161	4.17	7.56	N.S.
F. orgánicas vs tb	0.4531	1	0.4531	18.204	4.17	7.56	**
Fuente orgánica	0.8380	2	0.4190	16.834	3.32	5.39	**
Dosis	0.1780	2	0.0890	3.575	3.32	5.39	*
Fuente * dosis	0.0461	4	0.0115	0.463	2.69	4.02	N.S.
F. orgánica en D <sub>1</sub>	0.2491	2	0.1246	5.004	3.32	5.39	*
F. orgánica en D <sub>2</sub>	0.3503	2	0.1752	7.038	3.32	5.39	**
F. orgánica en D <sub>3</sub>	0.2846	2	0.1423	5.718	3.32	5.39	**
Dosis en humus	0.0894	2	0.0447	1.796	3.32	5.39	N.S.
Dosis en G. isla	0.0967	2	0.0484	1.943	3.32	5.39	N.S.
Dosis en H + G. I.	0.0380	2	0.01898	0.763	3.32	5.39	N.S.

El coeficiente de variabilidad del experimento fue del 3,6 %, lo que indica una buena conducción del experimento y la toma de datos correspondiente. Por lo tanto, el experimento proporciona una gran precisión (Martínez, 1995) y los datos son muy homogéneos (Toma y Rubio, 2008). (Tabla 32).

El diámetro de la mazorca promedio de todo el experimento fue de 4.38 cm (Tabla 33), que es similar al diámetro de la mazorca de la variedad INIA 601, que tiene 4.60 cm. (INIA, 2004).

La prueba de Duncan para el factor fuentes de fertilización orgánica, mostró diferencia estadística significativas entre promedios, sobresaliendo guano de isla con 4.56 cm, seguido por la mezcla humus + guano de isla con 4.41 cm, que también superó a humus con 4.19 cm de diámetro de mazorca. El mayor diámetro de mazorca se atribuye a que el guano contiene todos los macro nutrientes y micro elementos (Fe, Zn, Cu, Mn, B y Mo) que favorecen el desarrollo del diámetro de mazorca (Agrorural, 2021), (Tabla 33, figura 15).

**Tabla 33**

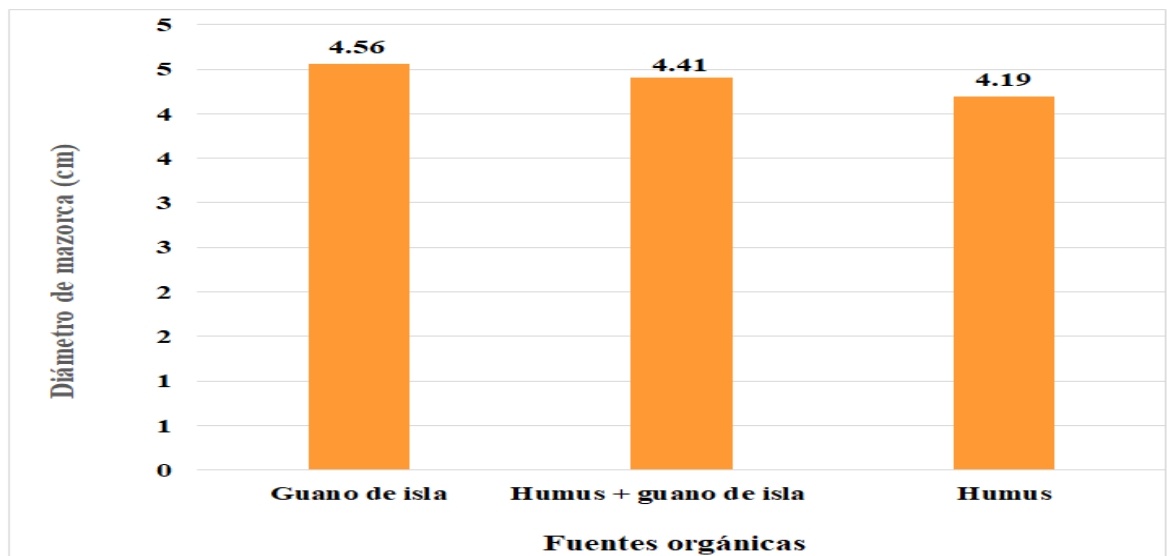
*Diámetro de mazorca (cm), según fuente de fertilización orgánica*

Fuente fertilización orgánica	Diámetro mazorca (cm)	Sign.
Guano de isla	4.56	A
Humus + guano de isla	4.41	B
Humus	4.19	C
Promedio	4.38	

Tratamientos con diferentes letras (vertical) presentan diferencia significativa (Duncan 5%).

**Figura 15**

*Diámetro de mazorca (cm), según fuente de fertilización orgánica*



*Nota.* La figura muestra el diámetro de mazorca (cm), según fuente de fertilización orgánica.

La prueba de Duncan, al considerar el factor de dosis, identificó diferencias estadísticamente significativas en los promedios, dividiéndolos en dos subgrupos distintos. El primer subgrupo está compuesto por las dosis de 3.0 y 2.0 toneladas por hectárea de materia orgánica, con diámetros de mazorca de 4.47 y 4.37 cm respectivamente, superando significativamente a la dosis de 1.0 tonelada por hectárea, que registró un diámetro de mazorca de 4.30 cm. Esto se atribuye a la mayor disponibilidad de nutrientes para las plantas con las dosis más altas (Tabla 34, figura 16).



**Tabla 34**

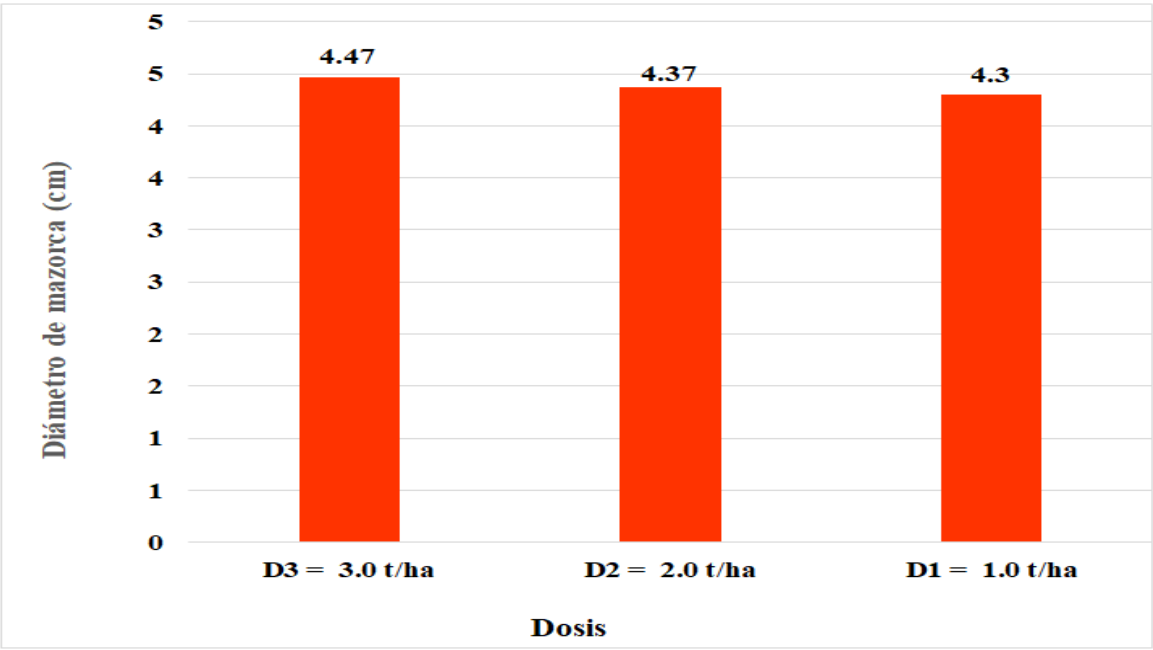
*Diámetro de mazorca (cm), según dosis*

Dosis (t/ha)	Diámetro mazorca (cm)	Sign.
3.0	4.47	A
2.0	4.37	AB
1.0	4.30	B
Promedio	4.38	

Tratamientos con diferentes letras (vertical) presentan diferencia significativa (Duncan 5%).

**Figura 16**

*Diámetro de mazorca (cm), según dosis*



*Nota.* La figura muestra el diámetro de mazorca (cm), según dosis.

Al analizar en forma independiente, cada dosis estudiada, dentro de cada fertilizante orgánico, se aprecia que para cada una de las dosis (1.0, 2.0 y 3.0 t/ha) el uso de guano de isla alcanzó el mayor diámetro de mazorca, seguido de la mezcla guano de isla más humus, la cual a su vez ha superado al uso exclusivo de humus (Tabla 35, figura 17).

**Tabla 35**

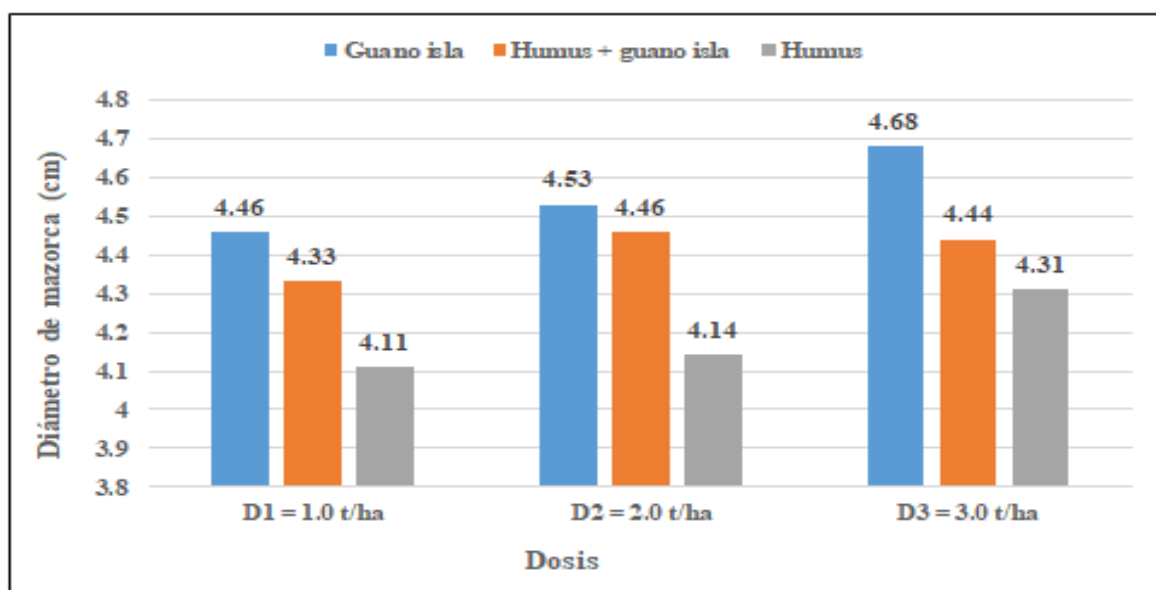
*Diámetro de mazorca (cm), según fuente de fertilización orgánica por dosis.*

Fuente	D <sub>1</sub> = 1.0 t/ha		D <sub>2</sub> = 2.0 t/ha		D <sub>3</sub> = 3.0 t/ha	
Orgánica	Diámetro	Sig.	Damero	Sig.	Diámetro	Sig.
	mazorca (cm)		mazorca (cm)		mazorca (cm)	
Guano isla	4.46	A	4.53	A	4.68	A
Humus + guano isla	4.33	AB	4.46	A	4.44	B
Humus	4.11	B	4.14	B	4.31	B
Promedio	4.30		4.38		4.48	

Tratamientos con diferentes letras (vertical) presentan diferencia significativa (Duncan 5%).

**Figura 17**

*Diámetro de mazorca (cm), según fuente de fertilización orgánica por dosis*



*Nota.* La figura muestra el diámetro de mazorca (cm), según fuente de fertilización orgánica por dosis.

Asimismo, al realizar la comparación de las tres dosis dentro de cada uno de los fertilizantes orgánicos, ha mostrado similitud estadística en diámetro de mazorca obtenido con 1.0, 2.0 y 3.0 t/ha, es decir el uso de 1.0 a 3.0 t/ha resultó el diámetro semejante. Por lo que resulta de mayor interés la elección de la fuente de fertilizante orgánico, esto se explicaría por las diferencias cualitativas y cuantitativas de cada uno de los componentes nutricionales esenciales para el cultivo en estudio (Tabla 36).

**Tabla 36**

*Longitud de mazorca (cm), según dosis por fuente de fertilización orgánica.*

Dosis	Guano de isla		Humus + guano de isla		Humus	
(t/ha)	Diámetro	Sig.	Diámetro	Sig.	Diámetro	Sig.
	mazorca (cm)		mazorca (cm)		mazorca (cm)	

D <sub>3</sub> = 3.0	4.68	A	4.44	A	4.31	A
D <sub>2</sub> = 2.0	4.53	A	4.46	A	4.14	A
D <sub>1</sub> = 1.0	4.46	A	4.33	A	4.11	A
Promedio	4.56		4.41		4.19	

Tratamientos con diferentes letras (vertical) presentan diferencia significativa (Duncan 5%).

El diámetro promedio de mazorca con la fertilización orgánica en sus diferentes dosis fue de 4.38 cm, no ha mostrado diferencia significativa la fertilización orgánica con el testigo del agricultor (46 kg N) que alcanzó 4.35 cm, mientras que la fertilización orgánica con el testigo absoluto (sin fertilización) si hubo diferencias estadísticas significativas obteniendo 4.03 cm de diámetro de mazorca. Esto induce a aceptar la hipótesis que es positivo el empleo de fuentes orgánicas a diferentes dosis para aumentar el diámetro de mazorca del maíz morado en el distrito de Cutervo - Cajamarca (Tabla 37, figura 18).

**Tabla 37**

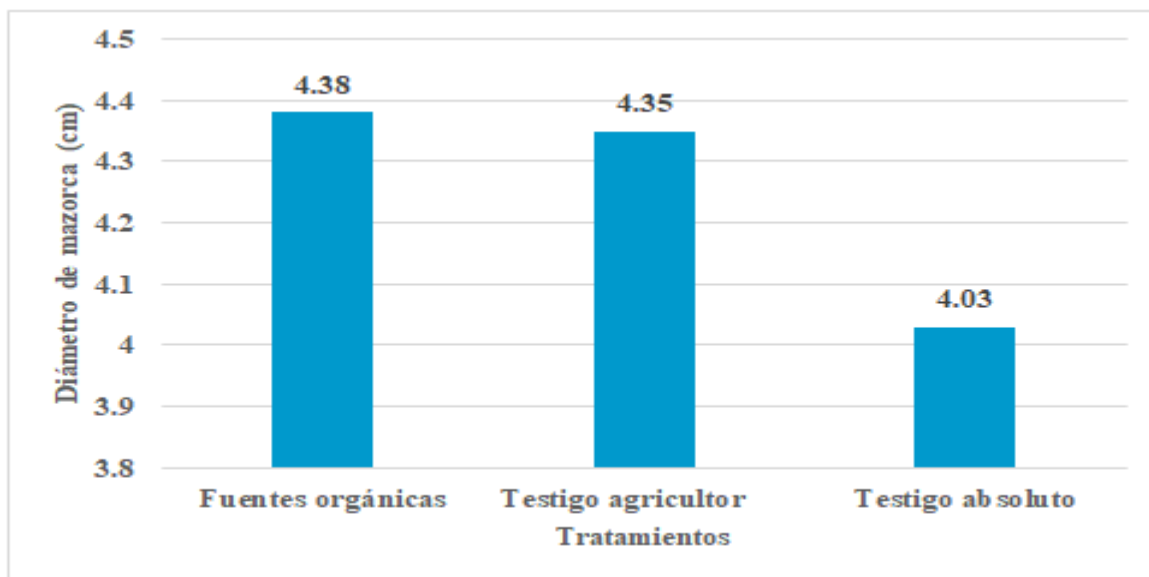
*Diámetro de mazorca (cm), según fuentes orgánicas versus testigo del agricultor y testigo absoluto.*

Tratamiento	Diámetro mazorca (cm)	Sig	Tratamiento	Diámetro mazorca (cm)	Sig
Fuentes orgánicas	4.38	A	Fuentes orgánicas	4.38	A
Testigo del agricultor	4.35	A	Testigo absoluto	4.03	B
Promedio	4.37		Promedio	4.21	

Tratamientos con diferentes letras (vertical) presentan diferencia significativa (Duncan 5%).

**Figura 18.**

*Diámetro de mazorca (cm), según fuentes orgánicas versus testigo del agricultor*



*Nota.* La figura muestra el diámetro de mazorca (cm), según fuentes orgánicas versus testigo del agricultor y testigo absoluto.

#### **4.1.5. Número de hileras por mazorca**

El análisis de varianza muestra que existió alta significación estadística para la fuente de variación tratamientos. El desdoblamiento factorial de la fuente de variación resultó alta significación estadística para la fuente orgánica versus el testigo absoluto (tb), así como, para la fuente orgánica en dosis 1.0, 2.0 y 3.0 t/ha; y significación para la fuente orgánica; por lo que se analizaron también los niveles de cada factor (Fuente de fertilización y dosis). La fuente de fertilización orgánica versus el testigo del agricultor (ta) no fue significativo; al igual que la fuente de variación dosis, fuente por dosis y dosis en humus, guano de isla y la mezcla humus + grano de isla también no fueron significativos. Esto permite aceptar la hipótesis alternativa, por encontrarse una respuesta heterogénea en el número de hileras por mazorca, debido al diferente efecto de los tratamientos (Tabla 38).

**Tabla 38***Análisis de varianza para número de hileras por mazorca*

F.V.	S. C.	G. L.	C. M.	F. C.	F:T 5%	F:T 1%	Sign.
Bloques	6.9298	3	2.3099	15.848	2.92	4.51	**
Tratamiento	12.9455	10	1.2945	8.881	2.16	2.98	**
Error	4.3727	30	0.1458				
Total	24.2480	43					
<b>C. V. = 3.40%</b>							
F. orgánicas vs ta	0.0694	1	0.0694	0.476	4.17	7.56	N.S.
F. orgánicas vs tb	3.0067	1	3.0067	20.628	4.17	7.56	**
Fuente orgánica	8.8472	2	4.4236	30.349	3.32	5.39	*
Dosis	0.7222	2	0.3611	2.477	3.32	5.39	N.S.
Fuente * dosis	0.3611	4	0.0903	0.619	2.69	4.02	N.S.
F. orgánica en D <sub>1</sub>	1.8650	2	0.9325	6.398	3.32	5.39	**
F. orgánica en D <sub>2</sub>	4.5817	2	2.2908	15.717	3.32	5.39	**
F. orgánica en D <sub>3</sub>	2.7617	2	1.3808	9.473	3.32	5.39	**
Dosis en humus	0.4550	2	0.2275	1.561	3.32	5.39	N.S.
Dosis en G. isla	0.5267	2	0.2633	1.807	3.32	5.39	N.S.
Dosis en H + G. I.	0.1017	2	0.0508	0.349	3.32	5.39	N.S.

El coeficiente de variabilidad fue del 3.40%, indicando una ejecución eficiente del experimento y una recopilación de datos precisa. Por consiguiente, el experimento ofrece

una precisión muy alta (Martínez, 1995) y los datos son altamente uniformes (Toma y Rubio, 2008) (Tabla 38).

El promedio general de todo el experimento fue de 11.34 hileras por mazorca (Tabla 39), encontrándose en el rango de número de hileras por mazorca de la variedad INIA 601 que presenta de 10 a 12 hileras (INIA, 2004).

La prueba de Duncan para el factor fuentes de fertilización orgánica, mostró diferencia estadística significativas entre promedios, sobresaliendo guano de isla con 11.91 hileras, seguido por la mezcla humus + guano de isla con 11.41 hileras, que también superó a humus con 10.70 hileras por mazorca. El mayor número de hileras por mazorca se atribuye a que el guano de isla contiene todos los macro nutrimentos y micro elementos (Fe, Zn, Cu, Mn, B y Mo) que favorecen el mayor número hileras por mazorca (Agrorural, 2021) (Tabla 39, figura 19).

**Tabla 39**

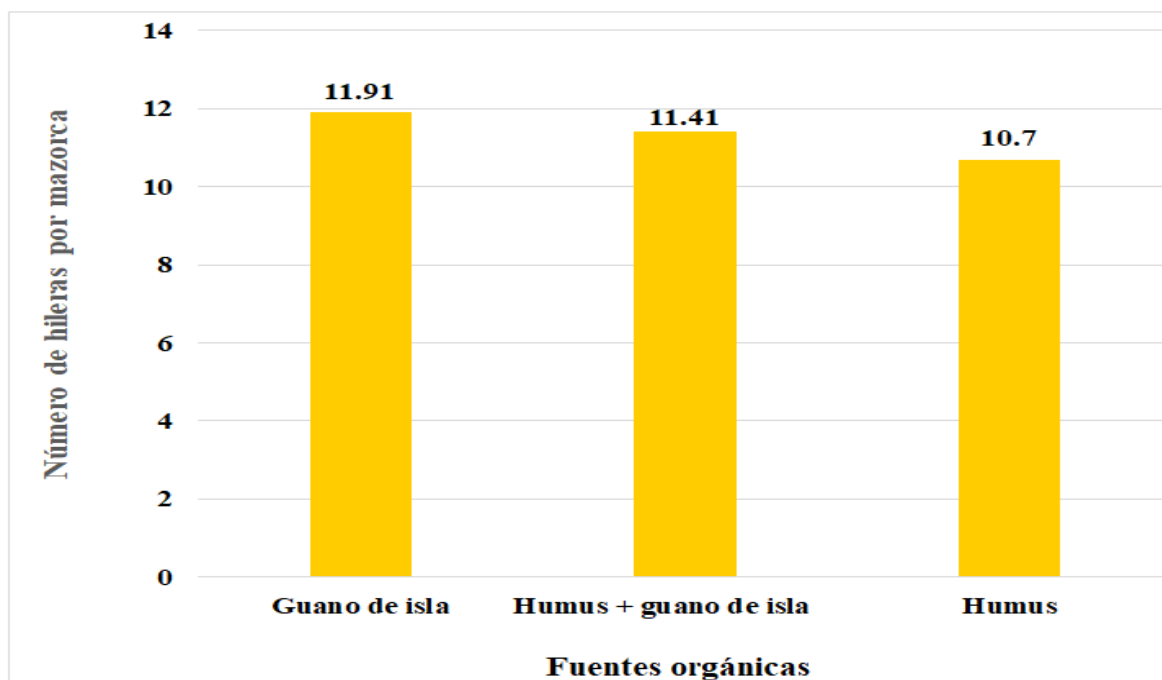
*Número de hileras por mazorca, según fuente de fertilización orgánica*

Fuente fertilización orgánica	Nº hileras por mazorca	Sign.
Guano de isla	11.91	A
Humus + guano de isla	11.41	B
Humus	10.70	C
Promedio	11.34	

Tratamientos con diferentes letras (vertical) presentan diferencia significativa (Duncan 5%).

**Figura 19**

*Número de hileras por mazorca, según fuente de fertilización orgánica*



*Nota.* La figura muestra el número de hileras por mazorca, según fuente de fertilización orgánica.

La prueba de Duncan para el factor dosis, no detectó diferencias estadísticas entre promedios, sin embargo, el mayor número de hileras por mazorca se obtuvo con la dosis 3.0 t/ha de materia orgánica con 11.53 hileras, mientras que en último lugar de la tabla se ubica la dosis de 1.0 t/ha con 11.20 hileras por mazorca (Tabla 40, figura 20).



**Tabla 40**

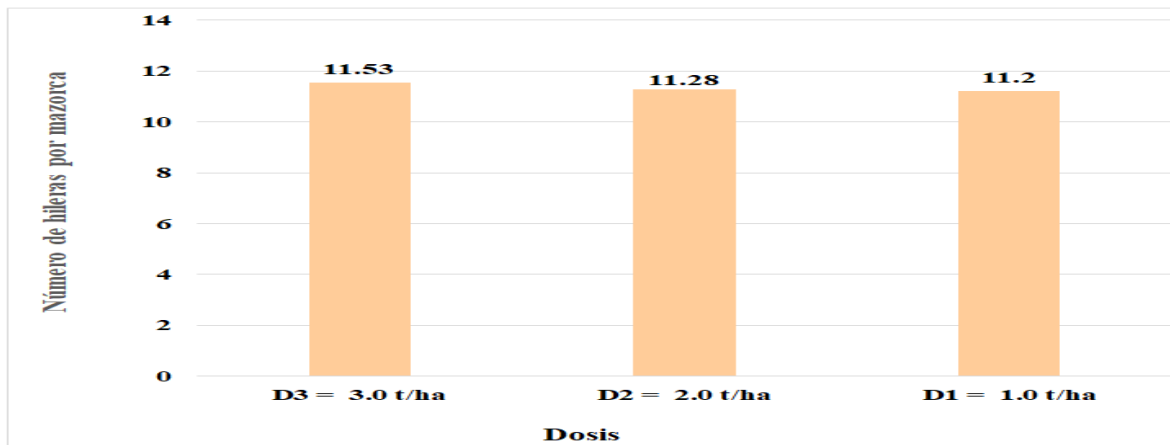
*Número de hileras por mazorca, según dosis*

Dosis (t/ha)	Nº hileras por mazorca	Sign.
3.0	11.53	A
2.0	11.28	A
1.0	11.20	A
Promedio	11.34	

Tratamientos con diferentes letras (vertical) presentan diferencia significativa (Duncan 5%).

**Figura 20**

*Número de hileras por mazorca, según dosis*



*Nota.* La figura muestra el número de hileras por mazorca, según dosis.

Al analizar en forma independiente, cada dosis estudiada, dentro de cada fertilizante orgánico, se aprecia que para cada una de las dosis (1.0, 2.0 y 3.0 t/ha) el uso de guano de isla alcanzó el mayor número de hileras por mazorca, seguido de la mezcla guano de isla más humus, la cual a su vez ha superado al uso exclusivo de humus (Tabla 41, figura 21).

**Tabla 41**

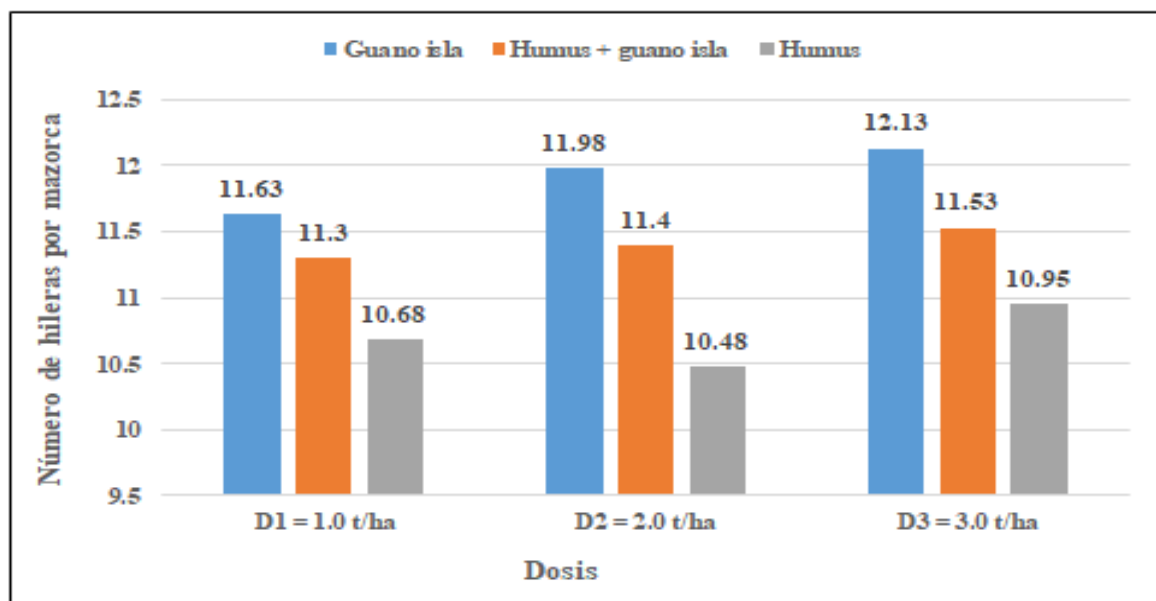
*Número de hileras por mazorca, según fuente de fertilización orgánica por dosis.*

Fuente	D <sub>1</sub> = 1.0 t/ha		D <sub>2</sub> = 2.0 t/ha		D <sub>3</sub> = 3.0 t/ha	
Orgánica	Nº hileras/ mazorca	Sig.	Nº hileras/ mazorca	Sig.	Nº hileras/ mazorca	Sig.
Guano isla	11.63	A	11.98	A	12.13	A
Humus + guano isla	11.30	A	11.40	A	11.53	B
Humus	10.68	B	10.48	A	10.95	C
Promedio	11.20		11.29		11.54	

Tratamientos con diferentes letras (vertical) presentan diferencia significativa (Duncan 5%).

**Figura 21**

*Número de hileras por mazorca, según fuente de fertilización orgánica por dosis*



*Nota. La figura muestra el número de hileras por mazorca, según fuente de fertilización orgánica por dosis.*

Asimismo, al realizar la comparación de las tres dosis dentro de cada uno de los fertilizantes orgánicos, ha mostrado similitud estadística en número de hileras por mazorca obtenido con 1.0, 2.0 y 3.0 t/ha, es decir el uso de 1.0 a 3.0 t/ha resultó el número de hileras semejante. Por lo que resulta de mayor interés la elección de la fuente de fertilizante orgánico, esto se explicaría por las diferencias cualitativas y cuantitativas de cada uno de los componentes nutricionales esenciales para el cultivo en estudio (Tabla 42)

**Tabla 42**

*Número de hileras por mazorca, según dosis por fuente de fertilización orgánica.*

Dosis (t/ha)	Guano de isla		Humus + guano de isla		Humus	
	Nº hileras/	Sig.	Nº hileras/	Sig.	Nº hileras/	Sig.
	mazorca		mazorca		mazorca	
D <sub>3</sub> = 3.0	12.13	A	11.53	A	10.95	A
D <sub>2</sub> = 2.0	11.98	A	11.40	A	10.48	A
D <sub>1</sub> = 1.0	11.63	A	11.30	A	10.68	A
Promedio	11.91		11.41		10.70	

Tratamientos con diferentes letras (vertical) presentan diferencia significativa (Duncan 5%).

El número de hileras promedio por mazorca con la fertilización orgánica en sus diferentes dosis fue de 11.34 hileras, no ha mostrado diferencia significativa la fertilización orgánica con el testigo del agricultor (46 kg N) que alcanzó 11.20 hileras, mientras que la fertilización orgánica con el testigo absoluto (sin fertilización) si hubo diferencias estadísticas significativas obteniendo 10.43 hileras por mazorca. Esto induce a aceptar la

hipótesis que es positivo el empleo de fuentes orgánicas a diferentes dosis para aumentar el número de hileras por mazorca de maíz morado variedad INIA (Tabla 43, figura 22).

**Tabla 43**

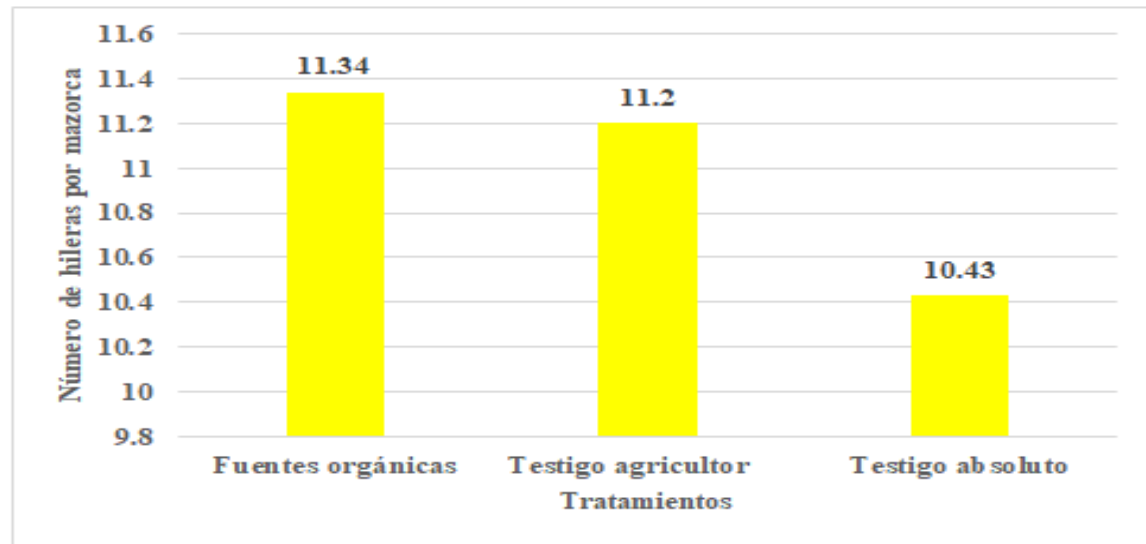
*Número de hileras por mazorca, según fuentes orgánicas versus testigo del agricultor y testigo absoluto.*

Tratamiento	N° hileras/ mazorca	Sig	Tratamiento	N° hileras/ mazorca	Sig
Fuentes orgánicas	11.34	A	Fuentes orgánicas	11.34	A
Testigo del agricultor	11.20	A	Testigo absoluto	10.43	B
Promedio	11.27		Promedio	10.89	

Tratamientos con diferentes letras (vertical) presentan diferencia significativa (Duncan 5%).

**Figura 22**

*Número de hileras por mazorca, según fuentes orgánicas versus testigo del agricultor y testigo absoluto*



*Nota. La figura muestra el número de hileras por mazorca, según fuentes orgánicas versus testigo del agricultor y testigo absoluto.*

#### 4.1.6. Número de granos por hilera

El análisis de varianza revela una alta significancia estadística para la fuente de variación de los tratamientos. El desglose factorial de esta fuente de variación muestra una alta significancia estadística al comparar la fuente orgánica con el testigo absoluto (tb), fuente orgánica y fuente orgánica en dosis 1.0, 2.0 y 3.0 t/ha, por lo que se analizaron también los niveles de cada factor (Fuente de fertilización y dosis). La fuente de fertilización orgánica versus el testigo del agricultor (ta) no fue significativo; al igual que la fuente de variación dosis, fuente por dosis y dosis en humus, guano de isla y la mezcla humus + grano de isla también no fueron significativos. Esto permite aceptar la hipótesis alternativa, por encontrarse una respuesta heterogénea en el número de granos por hilera, en función al efecto de los tratamientos (Tabla 44).

**Tabla 44**

*Análisis de varianza para número de granos por hilera*

F.V.	S. C.	G. L.	C. M.	F. C.	F:T 5%	F:T 1%	Sign.
Bloques	20.9827	3	6.9942	3.525	2.92	4.51	*
Tratamiento	142.6673	10	14.2667	7.190	2.16	2.98	**
Error	59.5273	30	1.9842				
Total	223.1773	43					
<b>C. V. = 6.90%</b>							
F. orgánicas vs ta	0.0147	1	0.0147	0.007	4.17	7.56	N.S.
F. orgánicas vs tb	44.3804	1	44.3804	22.366	4.17	7.56	**
Fuente orgánica	85.9672	2	42.9836	21.662	3.32	5.39	**

Dosis	7.4539	2	3.7269	1.878	3.32	5.39	N.S.
Fuente * dosis	4.2394	4	1.0599	0.534	2.69	4.02	N.S.
F. orgánica en D <sub>1</sub>	38.0150	2	19.0075	9.579	3.32	5.39	**
F. orgánica en D <sub>2</sub>	27.8467	2	13.9233	7.017	3.32	5.39	**
F. orgánica en D <sub>3</sub>	24.3450	2	12.1725	6.135	3.32	5.39	**
Dosis en humus	7.7600	2	3.8800	1.955	3.32	5.39	N.S.
Dosis en G. isla	3.9317	2	1.9658	0.991	3.32	5.39	N.S.
Dosis en H + G. I.	0.0017	2	0.0008	0.000	3.32	5.39	N.S.

El coeficiente de variabilidad fue del 6.9%, indicando una ejecución satisfactoria del experimento y una recolección precisa de datos. Por lo tanto, el experimento ofrece una precisión muy alta (Martínez, 1995), y los datos son altamente uniformes (Toma y Rubio, 2008) (Tabla 44).

El promedio general de todo el experimento fue de 20.74 granos por hilera (Tabla 45), un valor que se encuentra por debajo del número de granos de la variedad INIA 601, que es de 26 granos por hilera (INIA, 2004).

La prueba de Duncan para el factor fuentes de fertilización orgánica, mostró diferencia estadística significativas entre promedios, sobresaliendo guano de isla con 22.44 granos, seguido por la mezcla humus + guano de isla con 21.07 granos, que también superó a humus con 18.70 granos por hilera. (Tabla 45, figura 23).

**Tabla 45**

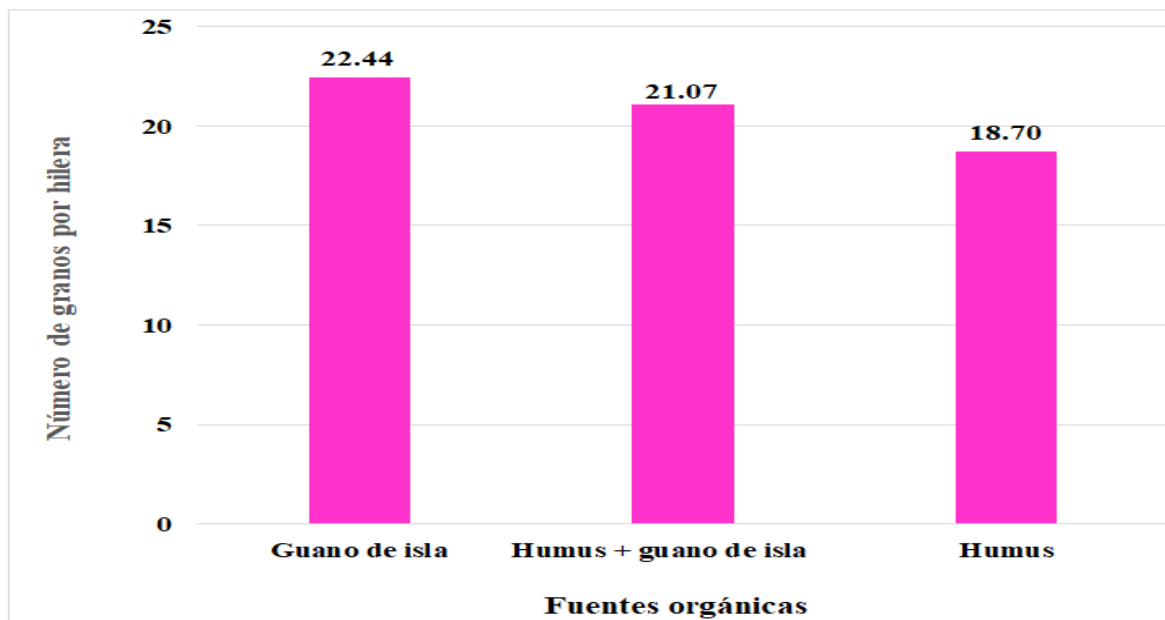
*Número de granos por hilera, según fuente de fertilización orgánica*

Fuente fertilización orgánica	Nº granos por hilera	Sign.
Guano de isla	22.44	A
Humus + guano de isla	21.07	B
Humus	18.70	C
Promedio	20.74	

Tratamientos con diferentes letras (vertical) presentan diferencia significativa (Duncan 5%).

**Figura 23**

*Número de granos por hilera, según fuente de fertilización orgánica*



*Nota.* La figura muestra el número de granos por hilera, según fuente de fertilización orgánica.

La prueba de Duncan para el factor dosis, no detectó diferencias estadísticas entre promedios, sin embargo, el mayor número de granos por hilera se obtuvo con la dosis 3.0 t/ha de materia orgánica con 21.38 granos, ubicándose en último lugar la dosis de 1.0 t/ha con 20.35 granos por hilera (Tabla 46, figura 24).

**Tabla 46**

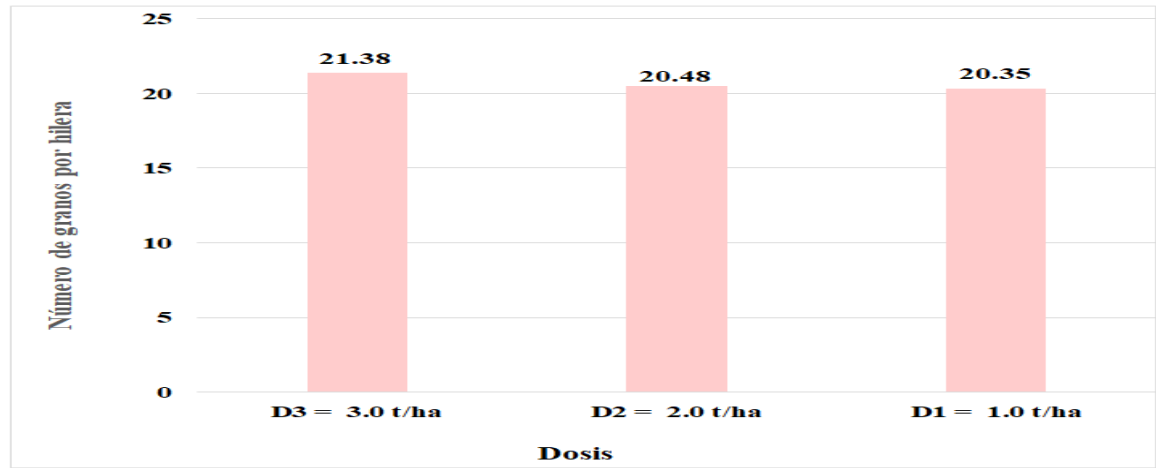
*Número de granos por hilera, según dosis*

Dosis (t/ha)	N° granos por hilera	Sign.
3.0	21.38	A
2.0	20.48	A
1.0	20.35	A
Promedio	20.74	

Tratamientos con diferentes letras (vertical) presentan diferencia significativa (Duncan 5%).

**Figura 24**

*Número de granos por hilera, según dosis*



*Nota.* La figura muestra el número de granos por hilera, según dosis.



Al analizar en forma independiente, cada dosis estudiada, dentro de cada fertilizante orgánico, se aprecia que para cada una de las dosis (1.0, 2.0 y 3.0 t/ha) el uso de guano de isla alcanzó el mayor número de granos por hilera, seguido de la mezcla guano de isla más humus, la cual a su vez ha superado al uso exclusivo de humus (Tabla 47, figura 25).

**Tabla 47**

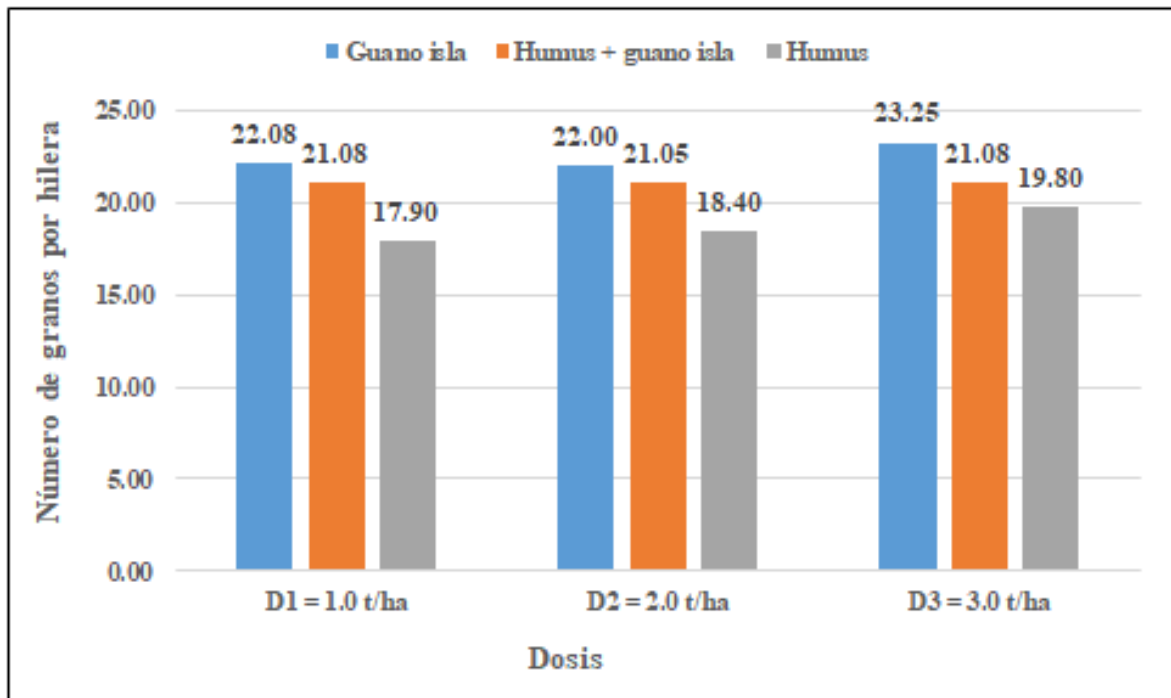
*Número de granos por hilera, según fuente de fertilización orgánica por dosis.*

Fuente	D <sub>1</sub> = 1.0 t/ha		D <sub>2</sub> = 2.0 t/ha		D <sub>3</sub> = 3.0 t/ha	
Orgánica	N° granos/ hilera	Sig.	N° granos/ hilera	Sig.	N° Granos/ hilera	Sig.
Guano isla	22.08	A	22.00	A	23.25	A
Humus + guano isla	21.08	A	21.05	A	21.08	B
Humus	17.90	B	18.40	B	19.80	B
Promedio	20.35		20.48		21.38	

Tratamientos con diferentes letras (vertical) presentan diferencia significativa (Duncan 5%).

**Figura 25**

*Número de granos por hilera, según fuente de fertilización orgánica por dosis.*



*Nota.* La figura muestra el número de granos por hilera, según fuente de fertilización orgánica por dosis.

Del mismo modo, al realizar la comparación de las tres dosis dentro de cada uno de los fertilizantes orgánicos, ha mostrado similitud estadística en número de granos por obtenido con 1.0, 2.0 y 3.0 t/ha, es decir el uso de 1.0 a 3.0 t/ha resultó el número de granos por hilera semejante. Por lo que resulta de mayor interés la elección de la fuente de fertilizante orgánico, esto se explicaría por las diferencias cualitativas y cuantitativas de cada uno de los componentes nutricionales esenciales para el cultivo en estudio (Tabla 48)

**Tabla 48**

*Número de granos por hilera, según dosis por fuente de fertilización orgánica.*

Dosis (t/ha)	Guano de isla		Humus + guano de isla		Humus	
	N° granos/	Sig.	N° granos/	Sig.	N° granos/	Sig.
	hilera		hilera		hilera	
D <sub>3</sub> = 3.0	23.25	A	21.08	A	19.80	A
D <sub>2</sub> = 2.0	22.00	A	21.05	A	18.40	A
D <sub>1</sub> = 1.0	22.08	A	21.08	A	17.90	A
Promedio	22.44		21.07		18.70	

Tratamientos con diferentes letras (vertical) presentan diferencia significativa (Duncan 5%).

El número de granos promedio/hilera con la fertilización orgánica en sus diferentes dosis fue de 20.74 granos, no ha mostrado diferencia significativa la fertilización orgánica con el testigo del agricultor (46 kg N) que alcanzó 20.80 granos, mientras que la fertilización orgánica con el testigo absoluto (sin fertilización) si hubo diferencias estadísticas significativas obteniendo 17.28 granos por hilera. Esto induce a aceptar la hipótesis que es positivo el empleo de fuentes orgánicas a diferentes dosis (Tabla 49, figura 26).

**Tabla 49**

*Número de granos por hilera, según fuentes orgánicas versus testigo del agricultor y testigo absoluto.*

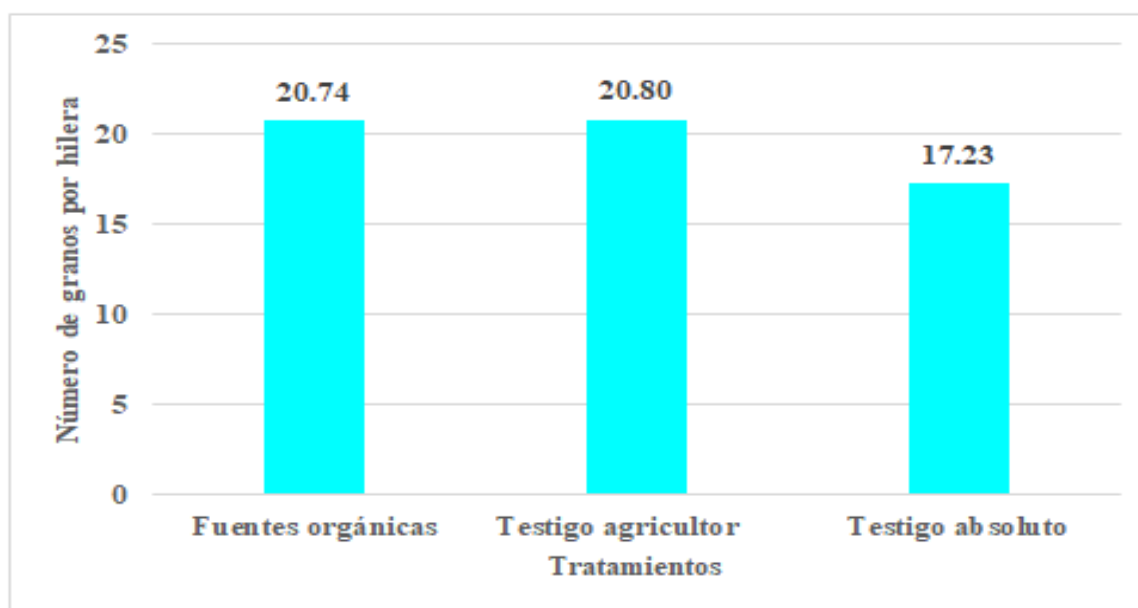
Tratamiento	N° granos/	Sig	Tratamiento	N° granos/	Sig
	hilera			hilera	
Fuentes orgánicas	20.74	A	Fuentes orgánicas	20.74	A

Testigo del agricultor	20.80	A	Testigo absoluto	17.23	B
Promedio	20.77		Promedio	18.99	

Tratamientos con diferentes letras (vertical) presentan diferencia significativa (Duncan 5%).

**Figura 26**

*Número de granos por hilera, según fuentes orgánicas versus testigo del agricultor y testigo absoluto.*



*Nota.* La figura muestra el número de granos por hilera, según fuentes orgánicas versus testigo del agricultor y testigo absoluto.

#### **4.1.7. Porcentaje de pudrición (%)**

El análisis de varianza muestra que existió alta significación estadística para la fuente de variación tratamientos. El desdoblamiento factorial de la fuente de variación resultó alta significación estadística para la fuente orgánica versus el testigo absoluto (tb), fuente orgánica y fuente orgánica en dosis 1.0, 2.0 y 3.0 t/ha y significación para fuente de variación

dosis y dosis en humus, por lo que se analizaron también los niveles de cada factor (Fuente de fertilización y dosis). La fuente de fertilización orgánica versus el testigo del agricultor (ta) no fue significativo; al igual que la fuente por dosis y dosis en guano de isla y la mezcla humus + grano de isla también no fueron significativos. Esto permite aceptar la hipótesis alternativa, por encontrarse una respuesta heterogénea en el porcentaje de pudrición de mazorcas, debido al diferente efecto de los tratamientos (Tabla 50).

**Tabla 50**

*Análisis de varianza para pudrición de mazorca (%)*

F.V.	S. C.	G. L.	C. M.	F. C.	F:T 5%	F:T 1%	Sign.
Bloques	262.3718	3	87.4573	11.84	2.92	4.51	**
Tratamiento	1071.6579	10	107.1658	14.51	2.16	2.98	**
Error	221.5942	30	7.3865				
Total	1555.6238	43					
<b>C. V. = 21.80%</b>							
F. orgánicas vs ta	14.3125	1	14.3125	1.94	4.17	7.56	N.S.
F. orgánicas vs tb	367.0355	1	367.0355	49.69	4.17	7.56	**
Fuente orgánica	624.1079	2	312.0540	42.25	3.32	5.39	**
Dosis	67.1008	2	33.5504	4.54	3.32	5.39	*
Fuente * dosis	9.8913	4	2.4728	0.33	2.69	4.02	N.S.
F. orgánica en D <sub>1</sub>	268.1787	2	134.0893	18.15	3.32	5.39	**
F. orgánica en D <sub>2</sub>	180.0984	2	90.0492	12.19	3.32	5.39	**
F. orgánica en D <sub>3</sub>	185.7222	2	92.8611	12.57	3.32	5.39	**

Dosis en humus	50.0262	2	25.0131	3.39	3.32	5.39	*
Dosis en G. isla	18.6208	2	9.3104	1.26	3.32	5.39	N.S.
Dosis en H + G. I.	8.3451	2	4.1726	0.56	3.32	5.39	N.S.

El coeficiente de variabilidad fue 21.8%, valor que muestra la buena conducción del experimento y la correspondiente toma de datos, por lo que el experimento proporciona una regular precisión (Martínez, 1995) y los datos son variables (Toma y Rubio, 2008) (Tabla 50).

El promedio general de todo el experimento fue de 11.34% de pudrición de mazorcas (Tabla 51)

La prueba de Duncan para el factor fuentes de fertilización orgánica, mostró diferencia estadística significativas entre promedios, obteniendo con guano de isla el menor porcentaje de pudrición de mazorca con 6.47%, le sigue en forma ascendente la mezcla humus + guano de isla con 10.91% y la fuente humus con 16.64% alcanzó el mayor porcentaje de pudrición de mazorcas (Tabla 51, figura 27).

**Tabla 51**

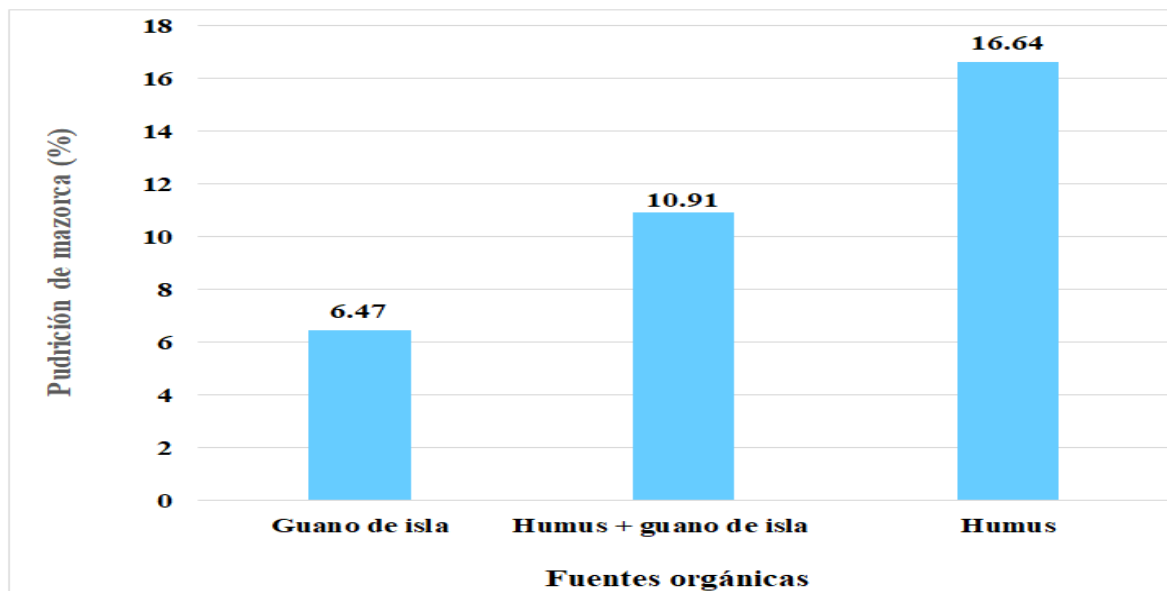
*Pudrición de mazorca (%), según fuente de fertilización orgánica*

Fuente fertilización orgánica	Pudrición mazorcas (%)	Sign.
Guano de isla	6.47	A
Humus + guano de isla	10.91	B
Humus	16.64	C
Promedio	11.34	

Tratamientos con diferentes letras (vertical) presentan diferencia significativa (Duncan 5%).

**Figura 27**

*Pudrición de mazorca (%), según fuente de fertilización orgánica*



*Nota.* La figura muestra la pudrición de mazorca (%), según fuente de fertilización orgánica.

La prueba de Duncan para el factor dosis, detectó diferencias estadísticas significativas entre promedios, el menor porcentaje de pudrición de mazorca se obtuvo con las dosis 3.0 y 2.0 t/ha que presentaron valores de 9.86 y 11.01%; y el mayor porcentaje de pudrición fue con la dosis de 1.0 t/ha que alcanzó un valor de 13.15% de pudrición de mazorcas (Tabla 52, figura 28).

**Tabla 52**

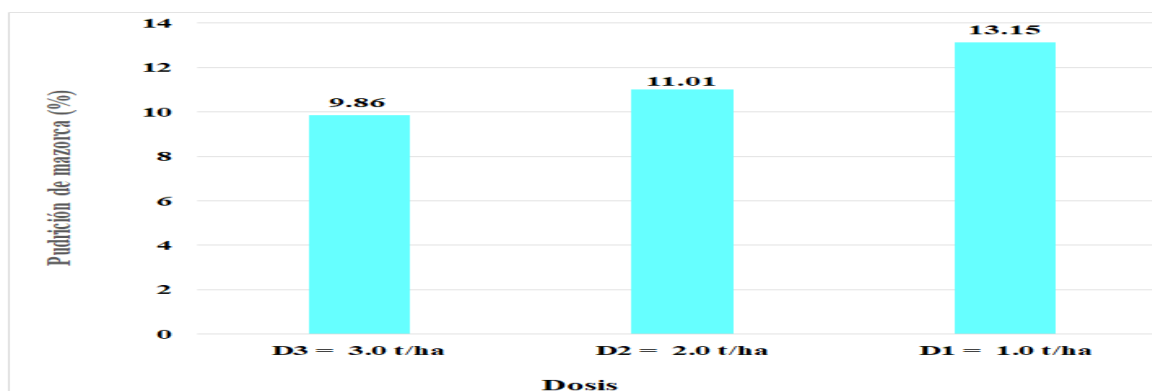
*Pudrición de mazorca (%), según dosis*

Dosis (t/ha)	Pudrición mazorcas (%)	Sign.
3.0	9.86	A
2.0	11.01	AB
1.0	13.15	B
Promedio	11.34	

Tratamientos con diferentes letras (vertical) presentan diferencia significativa (Duncan 5%).

**Figura 28**

*Pudrición de mazorca (%), según dosis*



*Nota.* La figura muestra la pudrición de mazorca (%), según dosis

Al analizar en forma independiente, cada dosis estudiada, dentro de cada fertilizante orgánico, se aprecia que para cada una de las dosis (1.0, 2.0 y 3.0 t/ha) el uso de guano de isla alcanzó el menor porcentaje de pudrición de mazorca, le sigue en orden ascendente la mezcla humus + guano de isla y humus con el mayor porcentaje de pudrición de mazorca (Tabla 53, figura 29).



**Tabla 53**

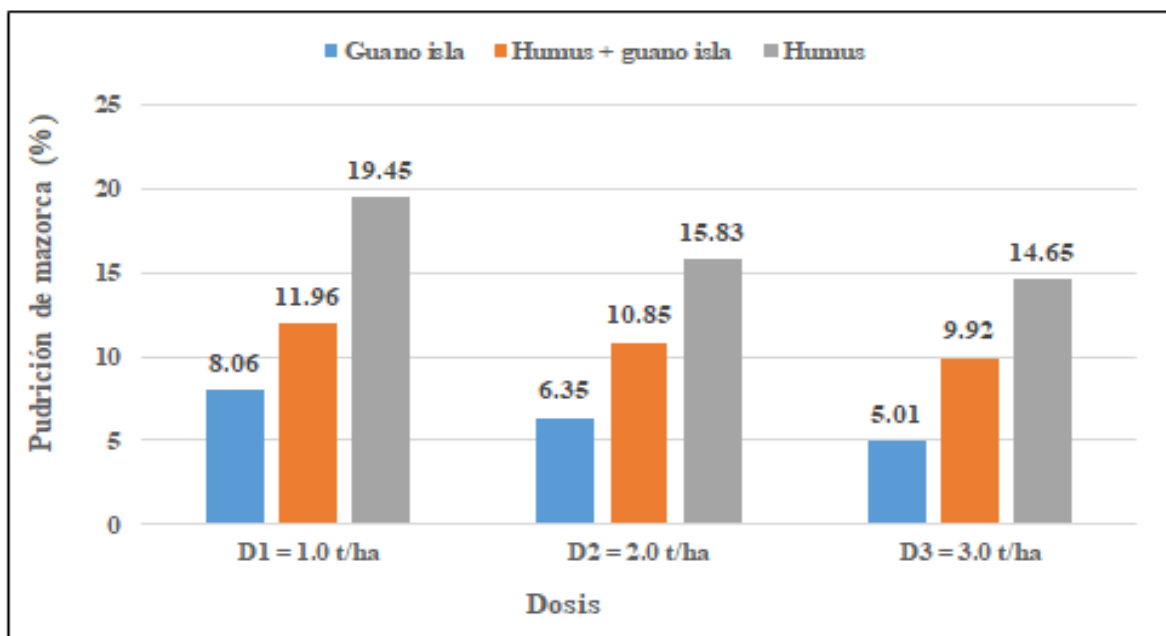
*Pudrición de mazorca (%), según fuente de fertilización orgánica por dosis.*

Fuente	D <sub>1</sub> = 1.0 t/ha		D <sub>2</sub> = 2.0 t/ha		D <sub>3</sub> = 3.0 t/ha	
Orgánica	Pudrición	Sig.	Pudrición	Sig.	Pudrición	Sig.
	mazorcas (%)		mazorcas (%)		mazorcas (%)	
Guano isla	8.06	A	6.35	A	5.01	A
Humus + guano isla	11.96	A	10.85	B	9.92	B
Humus	19.45	B	15.83	C	14.65	C
Promedio	13.16		11.01		9.86	

Tratamientos con diferentes letras (vertical) presentan diferencia significativa (Duncan 5%).

**Figura 29**

*Pudrición de mazorca (%), según fuente de fertilización orgánica por dosis.*



*Nota.* La figura muestra la pudrición de mazorca (%), según fuente de fertilización orgánica por dosis.

Asimismo, al realizar la comparación de las tres dosis dentro de cada uno de los fertilizantes orgánicos, ha mostrado similitud estadística en el porcentaje de pudrición de mazorcas con la fuente guano de isla y la mezcla humus + guano de isla con dosis de 1.0, 2.0 y 3.0 t/ha; es decir, el porcentaje de pudrición de mazorcas fue semejante, mientras que la fuente humus presentó diferencias estadísticas significativas entre promedio, un grupo formado por la dosis 3.0 y 2.0 t/ha que presentó el menor porcentaje de pudrición de mazorcas con 14.65 y 15.83% respectivamente, mientras que la dosis 1.0 t/ha presentó el mayor porcentaje de pudrición de mazorca con 19.45% (Tabla 54

**Tabla 54**

*Pudrición de mazorcas (/%), según dosis por fuente de fertilización orgánica.*

Dosis (t/ha)	Guano de isla		Humus + guano de isla		Humus	
	Pudrición	Sig.	Pudrición	Sig.	Pudrición	Sig.
	mazorcas (%)		mazorcas (%)		mazorcas (%)	
D <sub>3</sub> = 3.0	5.01	A	9.92	A	14.65	A
D <sub>2</sub> = 2.0	6.35	A	10.85	A	15.83	AB
D <sub>1</sub> = 1.0	8.06	A	11.96	A	19.45	B
Promedio	6.47		10.91		16.64	

Tratamientos con diferentes letras (vertical) presentan diferencia significativa (Duncan 5%).

El porcentaje promedio de pudrición de mazorca con la fertilización orgánica en sus diferentes dosis fue de 11.44%, no ha mostrado diferencia significativa la fertilización orgánica con el testigo del agricultor (46 kg N) que alcanzó 13.34%, mientras que la fertilización orgánica con el testigo absoluto (sin fertilización) si hubo diferencias

estadísticas significativas obteniendo 21% de pudrición de mazorcas. Esto induce a aceptar la hipótesis que es positivo el empleo de fuentes orgánicas a diferentes dosis (Tabla 55, figura 30).

**Tabla 55**

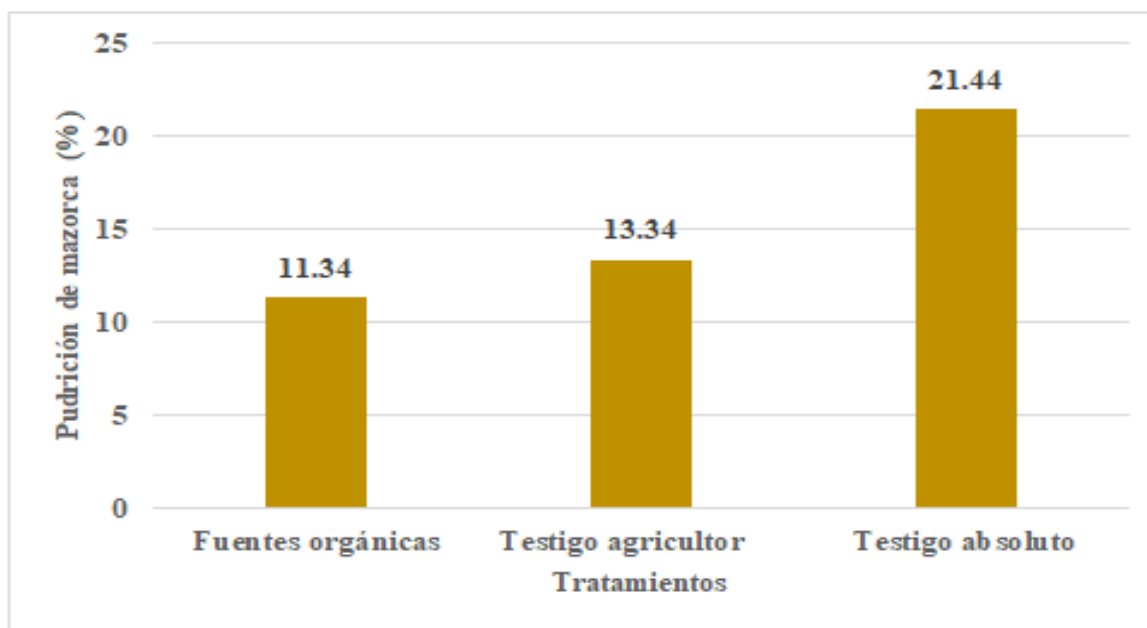
*Pudrición de mazorcas (%), según fuentes orgánicas versus testigo del agricultor y testigo absoluto.*

Tratamiento	Pudrición mazorcas (%)	Sig	Tratamiento	Pudrición mazorcas (%)	Sig
Fuentes orgánicas	11.34	A	Fuentes orgánicas	11.34	A
Testigo del agricultor	13.34	A	Testigo absoluto	21.44	B
Promedio	12.34		Promedio	16.39	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ ).

**Figura 30**

*Pudrición de mazorcas (%), según fuentes orgánicas versus testigo del agricultor y testigo absoluto*



*Nota.* La figura muestra la pudrición de mazorcas (%), según fuentes orgánicas versus testigo del agricultor y testigo absoluto.

#### 4.1.8. Porcentaje de antocianina en tuza (%)

A través del análisis de Duncan, se observaron diferencias significativas entre los promedios para la interacción del factor de fertilización orgánica por dosis, resultando en once subgrupos distintos. Se destacó que el tratamiento que empleó la combinación de humus y guano de isla con una dosis de 3.0 t/ha registró el mayor porcentaje de antocianina, con un 4.04%, superando estadísticamente a los demás tratamientos. En segundo lugar se encontraron los tratamientos que utilizaron la mezcla de humus y guano de isla con dosis de 2.0 y 1.0 t/ha, así como el tratamiento de guano de isla con una dosis de 3.0 t/ha, con porcentajes de antocianina de 3.17%, 3.01% y 3.0% respectivamente. En contraste, el testigo absoluto registró el porcentaje más bajo de antocianina en las espigas, con solo un 2.16%. El promedio general de antocianina para este estudio fue del 2.94%. (Tabla 56).

**Tabla 56***Porcentaje de antocianina en tuza (%)*

Fuente orgánica	Dosis (t/ha)	% antocianina	Sign.
Humus + guano de isla	3.0	4.04	A
Humus + guano de isla	2.0	3.17	B
Humus + guano de isla	1.0	3.01	C
Guano de isla	3.0	3.00	D
Humus	3.0	2.94	E
Guano de isla	2.0	2.88	F
Guano de isla	1.0	2.87	G
Humus	2.0	2.84	H
Humus	1.0	2.80	I
Testigo agricultor	46 kg N	2.66	J
Testigo absoluto	0.0	2.16	K
Promedio		2.94	

Tratamientos con diferentes letras (vertical) presentan diferencia significativa (Duncan 5%).

#### **4.1.9. Características evaluadas que no fueron influenciados por la aplicación de las fuentes orgánicas**

De las características evaluadas, dos tuvieron resultados uniformes, independientemente de si se utilizan fuentes orgánicas o no. Se descubrió que en todos ellos, el análisis de varianza no fue significativo en el análisis factorial. Los promedios obtenidos

en todas las comparaciones realizadas fueron similares, como lo demuestra el resumen de ANAVAS en la tabla 57.

- ✓ La altura de mazorca, no fue afectada bajo la aplicación de fuentes orgánicas, hubo algunas diferencias leves no significativas entre las comparaciones, con el número promedio de 1.19 metros entre los diferentes tratamientos (Tabla 58).
- ✓ Las fuentes orgánicas no afectarán la altura de la planta de maíz; la altura promedio obtenida entre los diferentes tratamientos fue de 2,15 metros. (Tabla 57).

Estas dos características mencionadas son similares entre el testigo del agricultor, el testigo absoluto y las fuentes orgánicas de humus, guano de isla y la mezcla de humus y guano de isla en el cultivo de maíz morado, lo que indica que estos productos no se vieron afectados por las dosis estudiadas.

**Tabla 57**

*Cuadrados medios de los Análisis de Varianza de tres características evaluadas. “Efecto de la fertilización orgánica, en el rendimiento y calidad de maíz morado (Zea mays L.) variedad INIA 601 en la provincia de Cutervo, región Cajamarca, 2020-2021”.*

Fuentes variación	G. L.	F.t. 5 %	F.t. 1%	Cuadrados medios (sig.)	
				Altura mazorca (m)	Altura planta (m)
Repeticiones	3	2.92	4.51	0.0208 n. s.	0.0306
Tratamiento	10	2.16	2.98	0.0173 n. s.	0.0274
Error	30			0.0143	0.0258

F. orgánica vs testigo agricultor	1	4.17	7.56	0.0638 *	0.0815
F. orgánica vs testigo absoluto	1	4.17	7.56	0.0526 n. s.	0.0239
Fuente orgánica	2	3.32	5.39	0.0096 n. s.	0.0143
Dosis	2	3.32	5.39	0.0095 n. s.	0.0138
Fuente orgánica * dosis	4	2.69	4.02	0.0072 n. s.	0.0301
F. orgánica en D <sub>1</sub>	2	3.32	5.39	0.0050 n. s.	0.0033
F. orgánica en D <sub>2</sub>	2	3.32	5.39	0.0008 n. s.	0.0104

F. orgánica en D <sub>3</sub>	2	3.32	5.39	0.0181 n. s.	0.0608
Dosis en humus	2	3.32	5.39	0.0146 n. s.	0.0266
Dosis en guano de isla	2	3.32	5.39	0.0041 n. s.	0.0402
Dosis en humus + guano de isla	2	3.32	5.39	0.0052 n. s.	0.0071
C. V. (%)				10.20	7.60



**Tabla 58**

*Valores promedios de tres características evaluadas. “Efecto de la fertilización orgánica, en el rendimiento y calidad de maíz morado (Zea mays L.) variedad INIA 601 en la provincia de Cutervo, región Cajamarca, 2020-2021”*

Tratamiento		Características evaluadas	
Fuentes fertilización orgánica	Dosis (t/ha)	Altura de mazorca (m)	Altura de planta (m)
Humus	D <sub>1</sub> =1.0	1.24 a	2.18 a
Humus	D <sub>2</sub> =2.0	1.21 a	2.15 a
Humus	D <sub>3</sub> =3.0	1.12 a	2.02 a
Guano isla	D <sub>1</sub> =1.0	1.24 a	2.22 a
Guano isla	D <sub>2</sub> =2.0	1.18 a	2.07 a
Guano isla	D <sub>3</sub> =3.0	1.24 a	2.26 a
Humus + guano isla	D <sub>1</sub> =1.0	1.18 a	2.17 a
Humus + guano isla	D <sub>2</sub> =2.0	1.19 a	2.17 a
Humus + guano isla	D <sub>3</sub> =3.0	1.12 a	2.09 a
Testigo agricultor	N=46 kg	1.06 a	2.00 a
Testigo absoluto	0	1.07 a	2.07 a

Interacción fuentes fertilización orgánica * dosis			
Humus		1.19 a	2.12 a
G Isla		1.22 a	2.18 a
Humus + G Isla		1.16 a	2.14 a
Promedio general		1.19	2.15
	D <sub>1</sub> =1.0	1.22 a	2.19 a
	D <sub>2</sub> =2.0	1.19 a	2.13 a
	D <sub>3</sub> =3.0	1.16 a	2.13 a
Promedio general		1.19	2.15
Fuentes orgánica vs testigo agricultor			
Fuentes orgánicas		1.19 a	2.15 a
Testigo agricultor		1.06 a	2.00 a
Fuentes orgánica vs testigo absoluto			
Fuentes orgánicas		1.19 a	2.15 a
Testigo absoluto		1.07 a	2.07 a

#### **4.1.10. Correlación lineal de Pearsom**

El rendimiento del maíz morado se correlacionó positivamente con los siguientes índices según la clasificación lineal de Pearson: área foliar, longitud, diámetro y número de hileras por mazorca y granos por hilera. Es decir cuanto mayor área foliar de las plantas se obtendrá un mayor rendimiento; asimismo a mayor diámetro y longitud de mazorca hay un mayor rendimiento de grano en t/ha; así también a mayor número de hileras y de granos/mazorca se encontrará un rendimiento mayor. Lo que indica que cualquiera de estas características, evaluadas antes de medir el rendimiento, puede ser un buen indicador del peso de granos que se obtendrá en el cultivo. Esto resulta válido bajo las condiciones en que se realizó el experimento (Tabla 59).

**Tabla 59**

*Coeficiente de correlación lineal entre todas las características evaluadas*

Correlación lineal de Pearson	Altura mazorca (m)	Altura planta (m)	Área foliar (cm <sup>2</sup> )	Longitud mazorca (cm)	Diámetro mazorca (cm)	N° hileras/mazorca	N° granos/hilera	Rdto t/ha	% pudrición	% Antocianina tuza
Altura mazorca (m)	1									
Altura planta (m)	0.872	1								
Área foliar (cm <sup>2</sup> )	0.424	0.385								
Longitud mazorca (cm)	0.343	0.343	0.954	1						
Diámetro mazorca (cm)	0.320	0.333	0.954	0.977	1					
N° hileras/mazorca	0.319	0.328	0.954	0.960	0.974	1				
N° granos/hilera	0.302	0.332	0.954	0.980	0.977	0.965	1			
Rendimiento (t/ha)	0.415	0.393	0.954	0.981	0.960	0.977	0.961	1		
% pudrición	-0.388	-0.362	0.954	-0.984	-0.970	-0.961	-0.974	-0.984	1	
% Antocianina tuza	0.166	0.148	0.585	0.435	0.487	0.448	0.452	0.398	-0.499	1

Prueba de "t" Sig 1 y 5%

## 4.2. Análisis económico

Se llevaron a cabo cálculos de costos por hectárea para el rendimiento de la mazorca con el fin de evaluar la rentabilidad económica de cada tratamiento. Además de observarse diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos en este estudio de investigación, se identificó una interesante posibilidad de obtener beneficios económicos al calcular el retorno de la inversión.

En la tabla 60 se presentan los rendimientos, costos de producción ( $CP = S/6,000$  sin incluir los fertilizantes orgánicos), ingreso total (IT), costos de los fertilizantes orgánicos, costo de aplicación, costo total (S/.), beneficio (IT-CT), y el índice de rentabilidad (IT/CT). Se consideraron los costos del maíz morado según los precios en la ciudad de Cutervo en octubre de 2023, a S/. 3.0 Soles por kilogramo, lo que facilita el cálculo del número de veces que se recupera la inversión.

Se encontró que el tratamiento más beneficioso es el guano de isla a una dosis de 1.0 t/ha, con un beneficio de S/ 3,300.00 nuevos soles y un índice de rentabilidad de 1.44. Este índice indica que por cada sol invertido en la producción de maíz morado en mazorca, se recupera ese sol y se gana 0.44 centavos de sol adicional.

Es importante destacar que todos los tratamientos mostraron una rentabilidad positiva, siendo mayor que 1.0, lo que sugiere que también se obtienen ganancias al aplicar abonos orgánicos en diversas dosis.

**Tabla 60**

*Análisis económico. “Efecto de la fertilización orgánica, en el rendimiento y calidad de maíz morado (Zea mays L.) variedad INIA 601 en la provincia de Cutervo, región Cajamarca, 2020-2021”.*

Tratamientos	Rdto. (t/ha)	Dosis (t/ha)	Costo producto	Costo Produc.	Costo aplicac.	Costo total (S/.)	IT (S/.)	IT - CT (S/.)	IT/CT (%)
Guano de isla	4.07	3.0	3600.00	6000.00	300.00	9900.00	12210.00	2310.00	1.23
Guano de isla	3.87	2.0	2400.00	6000.00	300.00	8700.00	11610.00	2910.00	1.33
Guano de isla	3.60	1.0	1200.00	6000.00	300.00	7500.00	10800.00	3300.00	1.44
Humus + guano de isla	3.23	3.0	2700.00	6000.00	300.00	9000.00	9690.00	690.00	1.08
Humus + guano de isla	3.09	1.0	900.00	6000.00	300.00	7200.00	9270.00	2070.00	1.29
Humus + guano de isla	3.08	2.0	1800.00	6000.00	300.00	8100.00	9240.00	1140.00	1.14
Testigo agricultor (ta)	2.93	46 kg N	220.00	6000.00	300.00	6520.00	8790.00	2270.00	1.35
Humus	2.76	3.0	1800.00	6000.00	300.00	8100.00	8280.00	180.00	1.02
Humus	2.56	2.0	1200.00	6000.00	300.00	7500.00	7680.00	180.00	1.02
Humus	2.38	1.0	600.00	6000.00	300.00	6900.00	7140.00	240.00	1.03
Testigo absoluto (tb)	2.13	0	0.00	6000.00	0.00	6000.00	6390.00	390.00	1.07
							max.	3300.00	

## V. CONCLUSIONES

1. Se determinó que las fuentes de fertilización orgánica, tuvieron efecto sobre el rendimiento de maíz morado, encontrando diferencias estadísticas significativas entre promedios, guano de isla alcanzó el mayor rendimiento con 3.85 t/ha y superó estadísticamente a los tratamientos humus más guano de isla y humus con 3.14 y 2.56 t/ha de mazorca respectivamente. Asimismo, la fertilización a diferentes dosis también hubo efecto en el rendimiento del cultivo, se encontró diferencias estadísticas significativas entre promedios, la dosis 3.0 t/ha alcanzó el mayor rendimiento con 3.35 t/ha superando estadísticamente a la dosis 2.0 y 1.0 tonelada con rendimiento de 3.17 y 3.02 t/ha de mazorca respectivamente.
2. La comparación de las fuentes orgánicas versus el testigo del agricultor (46 kg N) no hubo diferencias estadísticas, mientras que la comparación con el testigo absoluto (sin fertilización) si presentó diferencias estadísticas significativas, obteniendo un rendimiento menor aproximadamente de 33% (2.13 t/ha) que el promedio de los tratamientos con fuentes orgánicas a diferentes dosis, que alcanzó un promedio de 3.18 t/ha.
3. Las características que determinaron el rendimiento del cultivo de maíz morado, fue la longitud y diámetro de mazorca, número hileras por mazorca y número de granos por hilera.
4. Al realizar el análisis de rentabilidad y considerando un precio en el mercado de S/. 3.00 soles por kilo; y al calcular el rendimiento por efecto de la aplicación de las fuentes orgánicas a diferentes dosis, se determinó que el tratamiento más rentable fue guano de isla a una dosis de 1.0 t/ha con un beneficio de S/ 3 300.00 nuevos soles y un índice de rentabilidad de 1.44%, señalando que por cada sol que se invierta en producir mazorcas de maíz morado, se recupera el sol y se gana 0.44 centavos de sol

## **VI. RECOMENDACIONES**

1. Se sugiere llevar a cabo más investigaciones sobre el cultivo de maíz morado empleando diferentes fuentes orgánicas en diversas dosis en varias ubicaciones dentro del distrito de Cutervo. Esto se debe a que en este estudio se logró el mayor rendimiento de 4.07 t/ha de mazorca utilizando guano de isla a una dosis de 3.0 t/ha.
2. Es recomendable promover la formación de asociaciones de productores de maíz y expandir el área cultivable para reducir costos y aumentar la producción del cultivo.
3. Se aconseja sembrar maíz morado entre los meses de octubre y noviembre, ya que esto puede resultar en mayores rendimientos y calidad, con menor incidencia de pudrición de mazorcas y una mayor concentración de antocianinas.



## VII. REFERENCIAS

- Aliaga, R. L. (1992). Manual técnico sobre crianza de lombrices. FUNDEAGRO. Lima-Perú 38 Pág.
- Agro Rural (2021). Guano de las islas. Lima – Perú.
- Báez, J., y Marín, J. (2010). Evaluación de una mezcla de abonos orgánicos versus fertilización sintética sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mayz* L.), el Plantel, Masaya. Trabajo de graduación. Universidad Nacional Agraria. Repositorio institucional UNA. <http://repositorio.una.edu.ni/id/eprint/2139>
- Barreros, E. (2017). Efecto de la relación carbono/nitrógeno en el tiempo de descomposición del abono de cuy (*Cavia porcellus*), enriquecido. Tesis para optar el título de bachiller agropecuario. Universidad nacional de Ambato. Repositorio UTA. <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/25395/1/Tesis157%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-CD%20479.pdf>.
- Bolaños, J. y Edmeades, G. (1992). La Fenología del Maíz. Material de Capacitación del CIMMYT.
- Box G.E, J. Stuart Hunter y William G. Hunter, (2008). Estadística para investigadores. Diseño, innovación y Descubrimiento. Segunda edición. Editorial Reverté, impreso en España, 639 pág.
- Cajamarca, V. D. (2012). Procedimientos para elaboración de abonos orgánicos. Monografía para la obtención del título de ingeniero Agrónomo. Cuenca – Ecuador.
- Catalán, W. (2012). Guía técnica “Manejo integrado en el cultivo de maíz amiláceo” Cusco, Perú. OAEPS-UNALM y Agrobanco.30 p.

- Chávez, G. (2020). Modelo de ANAVA de diseños experimentales. Lambayeque – Perú.
- Chichipe, A., y Oliva, M. (2017). Efecto de abonos orgánicos en el rendimiento de variedades de maíz amiláceo (*Zea maíz. L*) en Quipachacha, Distrito Levanto, Chachapoyas-Amazonas, Perú. *Agroproducción sustentable*, 1(3), 44-52. [https://doi: 10.25127/aps.20173.373](https://doi.org/10.25127/aps.20173.373)
- Chilcón, W. & Quintos, I. (2020). Elaboración de la tabla de los tratamientos, abonos orgánicos y dosis. Proyecto de tesis “Efecto de la fertilización orgánica, en el rendimiento y calidad de maíz morado (*Zea mays L.*) variedad INIA 601 en la provincia de Cutervo, región Cajamarca, 2020-2021”. Cutervo – Cajamarca.
- Cervantes, M. Á. (2004). Los Abonos Orgánicos. Disponible en: [http://www.infoagro.com/abonos/abonos\\_organicos.htm](http://www.infoagro.com/abonos/abonos_organicos.htm)).
- Condori, S. (2006). Evaluación de líneas de maíz morado (*Zea mays L.*) provenientes de la variedad PMV-581. Tesis para optar el título de Ing. Agr. Lima, Perú. 98 p.
- Coronado, Miriam (1995) Agricultura orgánica versus agricultura convencional.
- Dimas, J., Díaz, E., Martínez, R., y Valdez, R. (2001). Abonos orgánicos y su efecto en propiedades físicas y químicas del suelo y rendimiento en maíz. *Terra Latinoamericana*. 19(4), 293-299.
- Dunja, B.M, (2000). Fertilización en el cultivo de maíz, Edit, FONIAIAP, Maracay, Venezuela, 65 p.
- DRAC-OIA. (2019), Información Estadística, Cajamarca.

- Duran, R. (2019). Efecto de abonos orgánicos en el rendimiento del cultivo de maíz morado (*Zea mays* L), en condiciones agroecológicas en el distrito de Panao. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Huánuco - Perú.
- Farfán, H., & Perales, A., (2020). Tesis “Efecto de la fertilización orgánica mineral en la producción de maíz morado (*Zea mayz* L.)”. Comunidad de Rurunmarca, Caja Espíritu – Acobamba. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Huancavelica – Perú.
- Farfán, E. (2014). Influencia de la fertilización orgánica, biológica y mineral en el rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays*, L) en un suelo Pardo sin carbonatos mullido del municipio Tunas.
- Fernández, N. A. (1995). Estudio de la extracción y pre- purificación de antocianinas de maíz morado (*Zea mays* L.).(Tesis de licenciatura). Lima - Perú. UNALM.116 pp.
- Fernández, N. (2003). Fertilización orgánica en maíz dulce, Edit. INTA, Buenos Aires, Argentina.
- Flores, J., y Benites, J. (2015). Efecto del estiércol de cuy, porcino y vacuno en la Biorremediación de suelo contaminado con hidrocarburos de diésel en terrarios. Tesis. Universidad Pedro Ruiz Gallo. Repositorio institucional UNPRG.
- <http://repositorio.unprg.edu.pe/handle/UNPRG/832>
- Fuentes, M. R. (2002). El cultivo de maíz en Guatemala una guía para su manejo agronómico. ICTA.
- García, F. (2002). Manejo de la fertilidad de suelos y fertilización para altos rendimientos en la región pampeana Argentina. 4º Conferencia Fertilizantes Cono Sur. British Sulphur. Porto Alegre Brasil 18-20 noviembre.

- Gómez, J. (2000). Abonos orgánicos, Compostaje, Sustrato, Humus líquido, Lombricompuesto. Laboratorio Nacional Insumos Agrícolas. ICA. Consulta 03 de marzo, 2020. <https://www.ica.gov.co/publicaciones/agricola?page=3>
- INIA (2022). Guía de manejo del cultivo de maíz morado (*Zea mays* L.). Lima – Perú. 158 pág.
- Instituto Nacional de Innovación Agraria - INIA (2020). Manual técnico del cultivo de maíz amarillo duro. Lima - Perú.
- INIA, EEA. Vista Florida (2020). Análisis físico – químico del suelo. Hierba Buena – Cutervo
- INIA (2016). Proyecto “Incremento de los ingresos económicos de los pequeños Productores Agrarios en la región Cajamarca (IEPARC)”. Guía de producción comercial de maíz morado. 32 pág.
- INIA (2013). Tecnología de lombricultura “Techo a dos aguas”. Manual Técnico. Lambayeque – Perú
- INIA. (2007). Manual de siembra de variedades mejoradas de maíz. Estación Experimental Baños del Inca – Cajamarca.
- INIA. (2004). Tríptico de maíz morado variedad INIA 601. Estación Experimental Agraria Baños del Inca – Cajamarca.
- Jaulis, C. (2010). Efecto del momento de aplicación de la fertilización N-P-K en cultivo de maíz (*Zea mays* L.) bajo condiciones de La Molina. (Tesis para optar el título de Ing. Agr). UNALM, Lima - Perú.

- Justiniano, Aysanoa (2010). Fenología e intensidad de color en corontas del maíz morado (*Zea mays* L.) en sus diferentes estados de desarrollo en La Molina (Tesis para optar el título de Mg. Se. EPG) Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima-Perú. 77 p.
- Lang. S. S. (2005). Agricultura orgánica, Edit Ythaca, New Cork, EE.UU. 95 p.
- 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. (2000). El maíz en el Perú. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONCYTEC). Lima, Perú. 362 Págs.
- Manual Agropecuario. (2012) Tecnologías Orgánicas de la Granja Integral Autosuficiente. Limerin S.A. Bogotá, Colombia. Recuperado el 28 de julio del 2013 de, <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/788/2/CAPITULOS.pdf>.
- Martínez O, R. (1995). Coeficientes de variabilidad *Agronomía Tropical*. 20(2): 81-95
- Martínez A. G. (1988). "Diseños experimentales. Métodos y elementos de teoría". Edit. Trillas. México D. F.- México.
- Martínez. Orlando; Aramendis Hermes; Torregroza C. Manuel, (2009). Selección masal divergente por prolificidad en maíz y sus efectos en las características de la espiga. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia.
- Manrique, Ch. (1990). El maíz en el Perú. Banco Agrario del Perú. Edigraf Limusa S.A. 276 pág.

- Medina, H. (2018). Manual del cultivo de maíz en la sierra norte del Perú. EEA. Baños del Inca – INIA. Cajamarca.
- Medina-Hoyos, A.; Narro-León, L.A.; Chávez-Cabrera, A. (2020). Cultivo de maíz morado (*Zea mays* L.) en zona alto andina de Perú: Adaptación e identificación de cultivares de alto rendimiento y contenido de antocianina. *Scientia Agropecuaria* 11(3): 291-299. doi: 10.17268/sci.agropecu.2020.03.01.
- MIDAGRI (2021). El maíz morado peruano. Un producto con alto contenido de antocianina, poderoso antioxidante natural. Lima – Perú. 69 pág.
- Morilla, D., y Solarte, S. (2014). Evaluar el crecimiento y producción de maíz a base de estiércol de cuy en la granja sucre de la institución educativa de desarrollo rural la unión (Nariño). Trabajo de tesis. Institución educativa de desarrollo rural la unión. <https://pres.com/lthmahyh11b/elaboracion-de-abono-a-base-de-estiercol-de-cuy/>
- 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.
- Nieves, D. (2012). Evaluación económica de un proyecto de lombricultura. Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco. División de Ciencias Sociales y Humanidades Departamento de Economía. México.
- NOBS (Junta Nacional de Normas Orgánicas). (2004). Abonos orgánicos. El servicio de comercialización agrícola. Consultado el 15 de noviembre del 2020. <https://www.google.com/search?ei=cBBfXsjtGbDA5OUPwv6quAk&q=national+organic>

[+standards+board&oq=National+Organic+Standars+&gs\\_l=psyab.1.0.0i13j0i22i30i9.132469.148791..166544...0.0..0.426.627.2-1j0j1.....1....2j1..gws-wiz.....33i10.Z90\\_WXGNSAA](#)

Nolasco, Y. (2021). Enmiendas orgánicas en el rendimiento de maíz morado (*Zea mays* L.) en condiciones de Cayhuayna – Pillcomarca – Huanuco, 2019. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Agrónomo.

Núñez, (1992). Citados por Palate., 50 Tecnologías Campesinas de Chile. N° 2. Santiago de Chile 1992 – 2002.

Ochoa, (2003), Beneficio que ofrece el humus de lombriz a los cultivos de Manzana Artículo de internet [wwwela33@hotmail.com](mailto:wwwela33@hotmail.com).

Oficina de Información Agraria - Ministerio de Agricultura, (2007). Diagnóstico del cultivo de maíz amiláceo. Cajamarca – Perú.

Pimentel, D. (2005). Estudio de investigación entre maíz y soya con fuentes de fertilización orgánica. Edit. Universidad de Cornell, Cornell, EE.UU. 85 p.

Pinedo, J y Requejo, R. (2019). “Efecto del momento y dosis de dos reguladores de crecimiento, en el cultivo de maíz amiláceo (*Zea mays var amilácea* L.), variedad INIA 101 en el distrito y provincia de Cutervo, región Cajamarca”. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Agrónomo.

Pozo, M. (2015). Efecto del guano de islas y trébol (*Medicago hispida* g.) en el rendimiento del cultivo de maíz morado (*Zea mays* l.) en condiciones de Azángaro - Huanta – Ayacucho.

- Trabajo de tesis. Universidad Nacional de Huancavelica. Repositorio UNH.  
<http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/212>
- Restrepo, J. (1996). Abonos orgánicos fermentados experiencias de agricultores en centro América y Brasil. Aportes para la educación, San José, Costa Rica.  
<http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/788/2/CAPITULOS.pdf>. Recuperado el 03 de agosto del 2013.
- Revista Scientia Agropecuaria. (2021). Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo – Perú.
- Risco, Mendoza y otros (2007), SOLID-Perú, “Conociendo la cadena del maíz morado en Ayacucho”. Solid Perú. 88 p. Recuperado de:
- Rocha y Espinoza. (2013). Efecto de seis tratamientos nitrogenados bajo riego localizado de 2.8 l de agua/metro lineal/día en la producción de chilote en el cultivo del maíz (*Zea mays* L.), variedad NB-S, a una densidad poblacional de 125,000 ptas ha<sup>-1</sup> . [tesis de Ing. Agric., Universidad Nacional Agraria]. Repositorio. Institucional UNA.  
<https://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnf04r672.pdf>.
- Romero, P.M. (2005). Agricultura Ecológica, edit. Infoagro, Santiago, Chile, 154 p.
- Rubio, J. (2007). Evaluación de cinco líneas y cinco variedades experimentales de maíz amiláceo (*Zea mays* L.) y dos testigos bajo condiciones Cutervo. Tesis Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.
- SENAMHI (2021). Datos climatológicos estación meteorológica 2020 - 2021. Cutervo - Cajamarca – Perú.



Sevilla P, R. (2009). Estrategias para mejorar la oferta de maíz amiláceo STC-CGIAR.

Steel R. y J. H. Torrie,. (1985). "Bioestadística: Principios y Procedimientos", 2º edición. Edit. Mac Graw Hill. Colombia.

Toma y Rubio. (2008). Estadística aplicada. Primera parte. Apuntes de estudio 64. Universidad del Pacífico. Centro de investigación. 342 p.

Villar, L. (1995). Manejo y conducción del cultivo de Maíz, Santa Fe Bogotá – Colombia. ET. Vol. 2.

Velásquez, C. (2016). Ponencia sobre nutrición de cultivos. 28 diapositivas. Cutervo – Cajamarca – Perú.

Villagarcia, Q. (1995). Efecto del número de Plantas por Golpe, Fertilización y momento de cosecha en el rendimiento del maíz Grano, (Zea mays L.). Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Agraria La Molina. Lima, Perú.

Zavaleta, G. A (2002). Manual básico de lombricultura. Preparación y usos. Lima-Perú. 223 p.

## VIII. ANEXOS

### Anexo 1. Análisis estadístico de las características evaluadas

#### Anexo 1.1. Análisis de varianza para rendimiento de mazorca (t/ha)

Análisis de varianza para rendimiento de mazorca (t/ha).							
<i>F.V.</i>	<i>S.C.</i>	<i>G.L.</i>	<i>C.M.</i>	<i>F.C.</i>	<i>F.T. 5%</i>	<i>F.T. 1%</i>	<i>Sig.</i>
Bloques	9.1973	3	3.0658	29.942	2.92	4.51	**
Tratamiento	14.8097	10	1.4810	14.464	2.16	2.98	**
Error	3.0717	30	0.1024				
Total	27.0787	43					
C.V. (%)			<b>10.5</b>				
F. Orgánica vs ta	0.2345	1	0.2345	2.290	4.17	7.56	N.S.
F. Orgánica vs tb	3.9748	1	3.9748	38.820	4.17	7.56	**
Fuente fertilización	9.9558	2	4.9779	48.617	3.32	5.39	*
Dosis	0.6577	2	0.3288	3.212	3.32	5.39	N.S.
Fuentes * Dosis	0.1395	4	0.0349	0.341	2.69	4.02	N.S.
F.F. en D <sub>1</sub>	3.0103	2	1.5051	14.700	3.32	5.39	**
F.F. en D <sub>2</sub>	3.5656	2	1.7828	17.412	3.32	5.39	**
F.F. en D <sub>3</sub>	3.5195	2	1.7598	17.187	3.32	5.39	**
Dosis en humus	0.2911	2	0.1456	1.422	3.32	5.39	N.S.
Dosis en guano isla	0.4495	2	0.2248	2.195	3.32	5.39	N.S.
Dosis en H+G. Isla	0.0565	2	0.0283	0.276	3.32	5.39	N.S.

Trat.	Fuente orgánica	Dosis (t/ha)	Rendimiento (t/ha)	
1	Humus	D <sub>1</sub> =1.0	2.38	Ef
2	Humus	D <sub>2</sub> =2.0	2.55	Def
3	Humus	D <sub>3</sub> =3.0	2.76	Cde
4	Guano isla	D <sub>1</sub> =1.0	3.60	Ab
5	Guano isla	D <sub>2</sub> =2.0	3.87	A
6	Guano isla	D <sub>3</sub> =3.0	4.07	A
7	Humus + guano isla	D <sub>1</sub> =1.0	3.09	C
8	Humus + guano isla	D <sub>2</sub> =2.0	3.08	C
9	Humus + guano isla	D <sub>3</sub> =3.0	3.23	Bc
10	Testigo agricultor	N=46 kg	2.93	Cd
11	Testigo absoluto	0	2.13	F

Fuente orgánica vs. testigo agricultor		Rendimiento (t/ha)	
Fuentes orgánicas	(n=36)	3.18	a
Testigo agricultor	(n=4)	2.93	a
Fuente orgánica vs. testigo absoluto			
Fuentes orgánicas	(n=36)	3.18	a
Testigo absoluto	(n=4)	2.12999	b

Fuentes de fertilización orgánica	Rendimiento (t/ha)
Humus (n=12)	2.56 c
G. Isla (n=12)	3.85 a
Humus + G. Isla (n=12)	3.14 b
Dosis	
D <sub>1</sub> (1.0 t/ha) (n=12)	3.02 b
D <sub>2</sub> (2.0 t/ha) (n=12)	3.17 ab
D <sub>3</sub> (3.0 t/ha) (n=12)	3.35 a

Fuente de fertilización orgánica	Rendimiento (t/ha)					
	D <sub>1</sub> (1.0 t/ha)		D <sub>2</sub> (2.0 t/ha)		D <sub>3</sub> (3.0 t/ha)	
Humus (n=4)	2.38	C	2.55	C	2.76	c
G. Isla (n=4)	3.60	A	3.87	A	4.07	a
H+G. Isla (n=4)	3.09	B	3.08	B	3.23	b

Dosis	Rendimiento (t/ha)					
	Humus		G. Isla		Humus + G Isla	
D <sub>1</sub> (1.0 t/ha) (n=4)	2.38	A	3.60	A	3.09	a
D <sub>2</sub> (2.0 t/ha) (n=4)	2.55	A	3.87	A	3.08	a
D <sub>3</sub> (3.0 t/ha) (n=4)	2.76	A	4.07	A	3.23	a

Anexo 1.2. Análisis de varianza para área foliar de la hoja principal (cm<sup>2</sup>)

Análisis de varianza para área foliar de la hoja principal (cm <sup>2</sup> )							
<i>F.V.</i>	<i>S.C.</i>	<i>G.L.</i>	<i>C.M.</i>	<i>F.C.</i>	<i>F T. 5%</i>	<i>F.T. 1%</i>	<i>Sig.</i>
Bloques	59069.0427	3	19689.6809	53.561	2.92	4.51	**
Tratamiento	116747.6634	10	11674.7663	31.758	2.16	2.98	**
Error	11028.3843	30	367.6128				
Total	186845.0905	43					
C.V. (%)		<b>3.1</b>					
F. Orgánica vs ta	2391.5849	1	2391.5849	6.506	4.17	7.56	*
F. Orgánica vs tb	53187.4844	1	53187.4844	144.683	4.17	7.56	**
Fuente fertilización	57351.0680	2	28675.5340	78.005	3.32	5.39	**
Dosis	4086.8934	2	2043.4467	5.559	3.32	5.39	**
Fuentes * Dosis	1447.6933	4	361.9233	0.985	2.69	4.02	N.S.
F.F. en D <sub>1</sub>	28213.6116	2	14106.8058	38.374	3.32	5.39	**
F.F. en D <sub>2</sub>	15308.9686	2	7654.4843	20.822	3.32	5.39	**
F.F. en D <sub>3</sub>	15276.1812	2	7638.0906	20.778	3.32	5.39	**
Dosis en humus	4521.6347	2	2260.8173	6.150	3.32	5.39	**
Dosis en guano isla	563.5593	2	281.7797	0.767	3.32	5.39	N.S.
Dosis en H+G. Isla	449.3927	2	224.6964	0.611	3.32	5.39	N.S.

Trat.	Fuente orgánica	Dosis (t/ha)	Área foliar hoja principal (cm <sup>2</sup> )	
1	Humus	D <sub>1</sub> =1.0	559.52	e
2	Humus	D <sub>2</sub> =2.0	596.06	d
3	Humus	D <sub>3</sub> =3.0	604.13	d
4	Guano isla	D <sub>1</sub> =1.0	673.61	abc
5	Guano isla	D <sub>2</sub> =2.0	681.22	ab
6	Guano isla	D <sub>3</sub> =3.0	690.38	a
7	Humus + guano isla	D <sub>1</sub> =1.0	645.15	c
8	Humus + guano isla	D <sub>2</sub> =2.0	656.03	bc
9	Humus + guano isla	D <sub>3</sub> =3.0	659.52	bc
10	Testigo agricultor	N=46 kg	614.85	d
11	Testigo absoluto	0	519.08	f

Fuente orgánica vs. testigo agricultor		Área foliar hoja principal (cm <sup>2</sup> )	
Fuentes orgánicas	(n=36)	640.62	a
Testigo agricultor	(n=4)	614.85	b
Fuente orgánica vs. testigo absoluto			
Fuentes orgánicas	(n=36)	640.62	a
Testigo absoluto	(n=4)	519.08	b

Fuentes de fertilización orgánica	Área foliar hoja principal (cm <sup>2</sup> )
Humus (n=12)	586.57 c
G. Isla (n=12)	681.74 a
Humus + G. Isla (n=12)	653.57 b
Dosis	
D <sub>1</sub> (1.0 t/ha) (n=12)	626.09 b
D <sub>2</sub> (2.0 t/ha) (n=12)	644.44 a
D <sub>3</sub> (3.0 t/ha) (n=12)	651.34 a

Fuente de fertilización orgánica	Área foliar hoja principal (cm <sup>2</sup> )					
	D <sub>1</sub> (1.0 /ha)		D <sub>2</sub> (2.0 t/ha)		D <sub>3</sub> (3.0 t/ha)	
Humus (n=4)	559.52	c	596.06	b	604.13	c
G. Isla (n=4)	673.61	a	681.22	a	690.38	a
H+G. Isla (n=4)	645.15	b	656.03	a	659.52	b

Dosis	Área foliar hoja principal (cm <sup>2</sup> )					
	Humus		Guano isla		Humus + G. Isla	
D <sub>1</sub> (1.0 t/ha) (n=4)	559.52	b	673.61	a	645.15	a
D <sub>2</sub> (2.0 t/ha) (n=4)	596.06	a	681.22	a	656.03	a

D <sub>3</sub> (3.0 t/ha) (n=4)	604.13	a	690.38	a	659.52	a
---------------------------------	--------	---	--------	---	--------	---

### Anexo 1.3. Análisis de varianza para longitud de mazorca (cm)

Análisis de varianza para longitud de mazorca (cm)							
<i>F.V.</i>	<i>S.C.</i>	<i>G.L.</i>	<i>C.M.</i>	<i>F.C.</i>	<i>F.T. 5%</i>	<i>F.T. 1%</i>	<i>Sig.</i>
Bloques	5.2712	3	1.7571	3.512	2.92	4.51	*
Tratamiento	33.9950	10	3.3995	6.795	2.16	2.98	**
Error	15.0087	30	0.5003				
Total	54.2750	43					
C.V. (%)			<b>5.0</b>				
F. Orgánica vs ta	0.0389	1	0.0389	0.078	4.17	7.56	N.S.
F. Orgánica vs tb	10.7606	1	10.7606	21.509	4.17	7.56	**
Fuente fertilización	19.0652	2	9.5326	19.054	3.32	5.39	**
Dosis	3.1254	2	1.5627	3.124	3.32	5.39	N.S.
Fuentes * Dosis	1.0265	4	0.2566	0.513	2.69	4.02	N.S.
F.F. en D <sub>1</sub>	7.1254	2	3.5627	7.121	3.32	5.39	**
F.F. en D <sub>2</sub>	5.2850	2	2.6425	5.282	3.32	5.39	*
F.F. en D <sub>3</sub>	7.6813	2	3.8406	7.677	3.32	5.39	**
Dosis en humus	1.8317	2	0.9158	1.831	3.32	5.39	N.S.
Dosis en guano isla	2.2440	2	1.1220	2.243	3.32	5.39	N.S.
Dosis en H+G. Isla	0.0762	2	0.0381	0.076	3.32	5.39	N.S.



Trat.	Fuente orgánica	Dosis (t/ha)	Longitud de mazorca (cm)	
1	Humus	D <sub>1</sub> =1.0	12.98	ef
2	Humus	D <sub>2</sub> =2.0	13.55	def
3	Humus	D <sub>3</sub> =3.0	13.93	cde
4	Guano isla	D <sub>1</sub> =1.0	14.79	abc
5	Guano isla	D <sub>2</sub> =2.0	15.18	ab
6	Guano isla	D <sub>3</sub> =3.0	15.84	a
7	Humus + guano isla	D <sub>1</sub> =1.0	14.34	bcd
8	Humus + guano isla	D <sub>2</sub> =2.0	14.33	bcd
9	Humus + guano isla	D <sub>3</sub> =3.0	14.50	bcd
10	Testigo agricultor	N=46 kg	14.28	Bcd
11	Testigo absoluto	0	12.65	F

Fuente orgánica vs. testigo agricultor		Longitud de mazorca (cm)	
Fuentes orgánicas	(n=36)	14.38	a
Testigo agricultor	(n=4)	14.28	a
Fuente orgánica vs. testigo absoluto			
Fuentes orgánicas	(n=36)	14.38	a

Testigo absoluto	(n=4)	12.65	b
------------------	-------	-------	---

Fuentes de fertilización orgánica		Longitud de mazorca (cm)	
Humus	(n=12)	13.48	c
G Isla	(n=12)	15.27	a
Humus + G. Isla	(n=12)	14.39	b
Dosis			
D <sub>1</sub> (1.0 t/ha)	(n=12)	14.03	b
D <sub>2</sub> (2.0 t/ha)	(n=12)	14.35	ab
D <sub>3</sub> (3.0 t/ha)	(n=12)	14.75	a

Fuente de fertilización orgánica	Longitud de mazorca (cm)					
	D <sub>1</sub> (1.0 /ha)		D <sub>2</sub> (2.0 t/ha)		D <sub>3</sub> (3.0 t/ha)	
Humus (n=4)	12.98	b	13.55	b	13.93	b
G. Isla (n=4)	14.79	a	15.18	a	15.84	a
H+G. Isla (n=4)	14.34	a	14.33	ab	14.50	b

Dosis	Longitud de mazorca (cm)					
	Humus		G. Isla		Humus + G Isla	
D <sub>1</sub> (1.0 t/ha) (n=4)	12.98	a	14.79	b	14.34	a

D <sub>2</sub> (2.0 t/ha) (n=4)	13.55	a	15.18	ab	14.33	a
D <sub>3</sub> (3.0 t/ha) (n=4)	13.93	a	15.84	a	14.50	a

Anexo 1.4. Análisis de varianza para diámetro de mazorca (cm)

Análisis de varianza para diámetro de mazorca (cm)							
<i>F.V.</i>	<i>S.C.</i>	<i>G.L.</i>	<i>C.M.</i>	<i>F.C.</i>	<i>F.T. 5%</i>	<i>F.T. 1%</i>	<i>Sig.</i>
Bloques	3.2554	3	1.0851	43.598	2.92	4.51	**
Tratamiento	1.5151	10	0.1515	6.088	2.16	2.98	**
Error	0.7467	30	0.0249				
Total	5.5172	43					
C.V. (%)			<b>3.6</b>				
F. Orgánica vs ta	0.0040	1	0.0040	0.161	4.17	7.56	N.S.
F. Orgánica vs tb	0.4531	1	0.4531	18.204	4.17	7.56	**
Fuente fertilización	0.8380	2	0.4190	16.834	3.32	5.39	**
Dosis	0.1780	2	0.0890	3.575	3.32	5.39	*
Fuentes * Dosis	0.0461	4	0.0115	0.463	2.69	4.02	N.S.
F.F. en D <sub>1</sub>	0.2491	2	0.1246	5.004	3.32	5.39	*
F.F. en D <sub>2</sub>	0.3503	2	0.1752	7.038	3.32	5.39	**
F.F. en D <sub>3</sub>	0.2846	2	0.1423	5.718	3.32	5.39	**
Dosis en humus	0.0894	2	0.0447	1.796	3.32	5.39	N.S.
Dosis en guano isla	0.0967	2	0.0484	1.943	3.32	5.39	N.S.
Dosis en H+G. Isla	0.0380	2	0.01898	0.763	3.32	5.39	N.S.

Trat.	Fuente orgánica	Dosis (t/ha)	Diámetro de mazorca (cm)	
1	Humus	D <sub>1</sub> =1.0	4.11	cd
2	Humus	D <sub>2</sub> =2.0	4.14	cd
3	Humus	D <sub>3</sub> =3.0	4.31	bc
4	Guano isla	D <sub>1</sub> =1.0	4.46	ab
5	Guano isla	D <sub>2</sub> =2.0	4.53	ab
6	Guano isla	D <sub>3</sub> =3.0	4.68	a
7	Humus + guano isla	D <sub>1</sub> =1.0	4.33	bc
8	Humus + guano isla	D <sub>2</sub> =2.0	4.46	ab
9	Humus + guano isla	D <sub>3</sub> =3.0	4.44	ab
10	Testigo agricultor	N=46 kg	4.35	bc
11	Testigo absoluto	0	4.03	d

Fuente orgánica vs. testigo agricultor		Diámetro de mazorca (cm)	
Fuentes orgánicas	(n=36)	4.38	A
Testigo agricultor	(n=4)	4.35	A
Fuente orgánica vs. testigo absoluto			
Fuentes orgánicas	(n=36)	4.38	A

Testigo absoluto	(n=4)	4.03	B
------------------	-------	------	---

Fuentes de fertilización orgánica		Diámetro de mazorca (cm)	
Humus	(n=12)	4.19	c
G Isla	(n=12)	4.56	a
Humus + G Isla	(n=12)	4.41	b
Dosis			
D <sub>1</sub> (1.0 t/ha)	(n=12)	4.30	b
D <sub>2</sub> (2.0 t/ha)	(n=12)	4.37	ab
D <sub>3</sub> (3.0 t/ha)	(n=12)	4.47	a

Fuente de fertilización orgánica	Diámetro de mazorca (cm)					
	D <sub>1</sub> (1.0 /ha)		D <sub>2</sub> (2.0 t/ha)		D <sub>3</sub> (3.0 t/ha)	
Humus (n=4)	4.11	b	4.14	B	4.31	b
G. Isla (n=4)	4.46	a	4.53	A	4.68	a
H+G. Isla (n=4)	4.33	ab	4.46	A	4.44	b

Dosis	Diámetro de mazorca (cm)					
	Humus		G. Isla		Humus + G Isla	
D <sub>1</sub> (1.0 t/ha) (n=4)	4.11	a	4.46	A	4.33	a

D <sub>2</sub> (2.0 t/ha) (n=4)	4.14	a	4.53	A	4.46	a
D <sub>3</sub> (3.0 t/ha) (n=4)	4.31	a	4.68	A	4.44	a

Anexo 1.5. Análisis de varianza para número de hileras por mazorca

Análisis de varianza para número de hileras/mazorca							
<i>F.V.</i>	<i>S.C.</i>	<i>G.L.</i>	<i>C.M.</i>	<i>F.C.</i>	<i>F T. 5%</i>	<i>F.T. 1%</i>	<i>Sig.</i>
Bloques	6.9298	3	2.3099	15.848	2.92	4.51	**
Tratamiento	12.9455	10	1.2945	8.881	2.16	2.98	**
Error	4.3727	30	0.1458				
Total	24.2480	43					
C.V. (%)			<b>3.4</b>				
F. Orgánica vs ta	0.0694	1	0.0694	0.476	4.17	7.56	N.S.
F. Orgánica vs tb	3.0067	1	3.0067	20.628	4.17	7.56	**
Fuente fertilización	8.8472	2	4.4236	30.349	3.32	5.39	*
Dosis	0.7222	2	0.3611	2.477	3.32	5.39	N.S.
Fuentes * Dosis	0.3611	4	0.0903	0.619	2.69	4.02	N.S.
F.F. en D <sub>1</sub>	1.8650	2	0.9325	6.398	3.32	5.39	**
F.F. en D <sub>2</sub>	4.5817	2	2.2908	15.717	3.32	5.39	**
F.F. en D <sub>3</sub>	2.7617	2	1.3808	9.473	3.32	5.39	**
Dosis en humus	0.4550	2	0.2275	1.561	3.32	5.39	N.S.
Dosis en guano isla	0.5267	2	0.2633	1.807	3.32	5.39	N.S.
Dosis en H+G. Isla	0.1017	2	0.0508	0.349	3.32	5.39	N.S.

Trat.	Fuente orgánica	Dosis (t/ha)	N° hileras/mazorca
1	Humus	D <sub>1</sub> =1.0	10.68 ef
2	Humus	D <sub>2</sub> =2.0	10.48 f
3	Humus	D <sub>3</sub> =3.0	10.95 def
4	Guano isla	D <sub>1</sub> =1.0	11.63 abc
5	Guano isla	D <sub>2</sub> =2.0	11.98 ab
6	Guano isla	D <sub>3</sub> =3.0	12.13 a
7	Humus + guano isla	D <sub>1</sub> =1.0	11.30 cd
8	Humus + guano isla	D <sub>2</sub> =2.0	11.40 bcd
9	Humus + guano isla	D <sub>3</sub> =3.0	11.53 abcd
10	Testigo agricultor	N=46 kg	11.20 cde
11	Testigo absoluto	0	10.43 f

Fuente orgánica vs. testigo agricultor		N° hileras/mazorca	
Fuentes orgánicas	(n=36)	11.34	a
Testigo agricultor	(n=4)	11.2	a
Fuente orgánica vs. testigo absoluto			
Fuentes orgánicas	(n=36)	11.34	a

Testigo absoluto	(n=4)	10.43	b
------------------	-------	-------	---

Fuentes de fertilización orgánica		N° hileras/mazorca	
Humus	(n=12)	10.70	c
G. Isla	(n=12)	11.91	a
Humus + G. Isla	(n=12)	11.41	b
Dosis			
D <sub>1</sub> (1.0 t/ha)	(n=12)	11.20	a
D <sub>2</sub> (2.0 t/ha)	(n=12)	11.28	a
D <sub>3</sub> (3.0 t/ha)	(n=12)	11.53	a

Fuente de fertilización orgánica	N° hileras/mazorca					
	D <sub>1</sub> (1.0 /ha)		D <sub>2</sub> (2.0 t/ha)		D <sub>3</sub> (3.0 t/ha)	
Humus (n=4)	10.68	b	10.48	a	10.95	c
G. Isla (n=4)	11.63	a	11.98	a	12.13	a
H+G. Isla (n=4)	11.30	a	11.40	a	11.53	b

Dosis	N° hileras/mazorca					
	Humus		G. Isla		Humus + G Isla	
D <sub>1</sub> (1.0 t/ha) (n=4)	10.68	a	11.63	a	11.30	a



D <sub>2</sub> (2.0 t/ha) (n=4)	10.48	a	11.98	a	11.40	a
D <sub>3</sub> (3.0 t/ha) (n=4)	10.95	a	12.13	a	11.53	a

Anexo 1.6. Análisis de varianza para número de granos por hilera

Análisis de varianza para número de granos/hilera							
<i>F.V.</i>	<i>S.C.</i>	<i>G.L.</i>	<i>C.M.</i>	<i>F.C.</i>	<i>F.T. 5%</i>	<i>F.T. 1%</i>	<i>Sig.</i>
Bloques	20.9827	3	6.9942	3.525	2.92	4.51	*
Tratamiento	142.6673	10	14.2667	7.190	2.16	2.98	**
Error	59.5273	30	1.9842				
Total	223.1773	43					
C.V. (%)			<b>6.9</b>				
F. Orgánica vs ta	0.0147	1	0.0147	0.007	4.17	7.56	N.S.
F. Orgánica vs tb	44.3804	1	44.3804	22.366	4.17	7.56	**
Fuente fertilización	85.9672	2	42.9836	21.662	3.32	5.39	**
Dosis	7.4539	2	3.7269	1.878	3.32	5.39	N.S.
Fuentes * Dosis	4.2394	4	1.0599	0.534	2.69	4.02	N.S.
F.F. en D <sub>1</sub>	38.0150	2	19.0075	9.579	3.32	5.39	**
F.F. en D <sub>2</sub>	27.8467	2	13.9233	7.017	3.32	5.39	**
F.F. en D <sub>3</sub>	24.3450	2	12.1725	6.135	3.32	5.39	**
Dosis en humus	7.7600	2	3.8800	1.955	3.32	5.39	N.S.
Dosis en guano isla	3.9317	2	1.9658	0.991	3.32	5.39	N.S.
Dosis en H+G. Isla	0.0017	2	0.0008	0.000	3.32	5.39	N.S.

Trat.	Fuente orgánica	Dosis (t/ha)	N° granos/hilera	
1	Humus	D <sub>1</sub> =1.0	17.90	cd
2	Humus	D <sub>2</sub> =2.0	18.40	cd
3	Humus	D <sub>3</sub> =3.0	19.80	bc
4	Guano isla	D <sub>1</sub> =1.0	22.08	ab
5	Guano isla	D <sub>2</sub> =2.0	22.00	ab
6	Guano isla	D <sub>3</sub> =3.0	23.25	a
7	Humus + guano isla	D <sub>1</sub> =1.0	21.08	ab
8	Humus + guano isla	D <sub>2</sub> =2.0	21.05	ab
9	Humus + guano isla	D <sub>3</sub> =3.0	21.08	ab
10	Testigo agricultor	N=46 kg	20.80	b
11	Testigo absoluto	0	17.23	d

Fuente orgánica vs. testigo agricultor		N° granos/hilera	
Fuentes orgánicas	(n=36)	20.74	a
Testigo agricultor	(n=4)	20.80	a
Fuente orgánica vs. testigo absoluto			
Fuentes orgánicas	(n=36)	20.74	a
Testigo absoluto	(n=4)	17.23	b

Fuentes de fertilización orgánica		N° granos/hilera	
Humus	(n=12)	18.70	c
G Isla	(n=12)	22.44	a
Humus + G. Isla	(n=12)	21.07	b
Dosis			
D <sub>1</sub> (1.0 t/ha)	(n=12)	20.35	a
D <sub>2</sub> (2.0 t/ha)	(n=12)	20.48	a
D <sub>3</sub> (3.0 t/ha)	(n=12)	21.38	a

Fuente de fertilización orgánica	N° granos/hilera					
	D <sub>1</sub> (1.0 /ha)		D <sub>2</sub> (2.0 t/ha)		D <sub>3</sub> (3.0 t/ha)	
Humus (n=4)	17.90	b	18.40	b	19.80	b
G. Isla (n=4)	22.08	a	22.00	a	23.25	a
H+G. Isla (n=4)	21.08	a	21.05	a	21.08	b

Dosis	N° granos/hilera					
	Humus		G. Isla		Humus + G Isla	
D <sub>1</sub> (1.0 t/ha) (n=4)	17.90	a	22.08	a	21.08	a
D <sub>2</sub> (2.0 t/ha) (n=4)	18.40	a	22.00	a	21.05	a

D <sub>3</sub> (3.0 t/ha) (n=4)	19.80 a	23.25 a	21.08 a
---------------------------------	---------	---------	---------

Anexo 1.7. Análisis de varianza para porcentaje de pudrición de mazorca (%)

Análisis de varianza para porcentaje de pudrición de mazorca							
<i>F.V.</i>	<i>S.C.</i>	<i>G.L.</i>	<i>C.M.</i>	<i>F.C.</i>	<i>F.T. 5%</i>	<i>F.T. 1%</i>	<i>Sig.</i>
Bloques	262.3718	3	87.4573	11.84	2.92	4.51	**
Tratamiento	1071.6579	10	107.1658	14.51	2.16	2.98	**
Error	221.5942	30	7.3865				
Total	1555.6238	43					
C.V. (%)		<b>21.8</b>					
F. Orgánica vs ta	14.3125	1	14.3125	1.94	4.17	7.56	N.S.
F. Orgánica vs tb	367.0355	1	367.0355	49.69	4.17	7.56	**
Fuente fertilización	624.1079	2	312.0540	42.25	3.32	5.39	**
Dosis	67.1008	2	33.5504	4.54	3.32	5.39	*
Fuentes * Dosis	9.8913	4	2.4728	0.33	2.69	4.02	N.S.
F.F. en D <sub>1</sub>	268.1787	2	134.0893	18.15	3.32	5.39	**
F.F. en D <sub>2</sub>	180.0984	2	90.0492	12.19	3.32	5.39	**
F.F. en D <sub>3</sub>	185.7222	2	92.8611	12.57	3.32	5.39	**
Dosis en humus	50.0262	2	25.0131	3.39	3.32	5.39	*
Dosis en guano isla	18.6208	2	9.3104	1.26	3.32	5.39	N.S.
Dosis en H+G. Isla	8.3451	2	4.1726	0.56	3.32	5.39	N.S.

Trat.	Fuente orgánica	Dosis (t/ha)	% pudrición	
1	Humus	D <sub>1</sub> =1.0	19.45	ab
2	Humus	D <sub>2</sub> =2.0	15.83	bc
3	Humus	D <sub>3</sub> =3.0	14.65	cd
4	Guano isla	D <sub>1</sub> =1.0	8.06	fgh
5	Guano isla	D <sub>2</sub> =2.0	6.35	gh
6	Guano isla	D <sub>3</sub> =3.0	5.01	h
7	Humus + guano isla	D <sub>1</sub> =1.0	11.96	cdef
8	Humus + guano isla	D <sub>2</sub> =2.0	10.85	def
9	Humus + guano isla	D <sub>3</sub> =3.0	9.92	efg
10	Testigo agricultor	N=46 kg	13.34	cde
11	Testigo absoluto	0	21.44	a

Fuente orgánica vs. testigo agricultor		% pudrición	
Fuentes orgánicas	(n=36)	11.34	a
Testigo agricultor	(n=4)	13.34	a
Fuente orgánica vs. testigo absoluto			
Fuentes orgánicas	(n=36)	11.34	a
Testigo absoluto	(n=4)	21.44	b

Fuentes de fertilización orgánica		% pudrición	
Humus	(n=12)	16.64	c
G. Isla	(n=12)	6.47	a
Humus + G. Isla	(n=12)	10.91	b
Dosis			
D <sub>1</sub> (1.0 t/ha)	(n=12)	13.15	b
D <sub>2</sub> (2.0 t/ha)	(n=12)	11.01	ab
D <sub>3</sub> (3.0 t/ha)	(n=12)	9.86	a

Fuente de fertilización orgánica	% pudrición					
	D <sub>1</sub> (1.0 /ha)		D <sub>2</sub> (2.0 t/ha)		D <sub>3</sub> (3.0 t/ha)	
Humus (n=4)	19.45	b	15.83	c	14.65	c
G. Isla (n=4)	8.06	a	6.35	a	5.01	a
H+G. Isla (n=4)	11.96	a	10.85	b	9.92	b

Dosis	% pudrición					
	Humus		G. Isla		Humus + G Isla	
D <sub>1</sub> (1.0 t/ha) (n=4)	19.45	b	8.06	a	11.96	a
D <sub>2</sub> (2.0 t/ha) (n=4)	15.83	ab	6.35	a	10.85	a
D <sub>3</sub> (3.0 t/ha) (n=4)	14.65	a	5.01	a	9.92	a

Anexo 1.8. Análisis de varianza para porcentaje de antocianina de tuza (%)

Trat.	Fuente orgánica	Dosis (t/ha)	% Antocianina tuza
1	Humus	D <sub>1</sub> =1.0	2.80
2	Humus	D <sub>2</sub> =2.0	2.84
3	Humus	D <sub>3</sub> =3.0	2.94
4	Guano isla	D <sub>1</sub> =1.0	2.87
5	Guano isla	D <sub>2</sub> =2.0	2.88
6	Guano isla	D <sub>3</sub> =3.0	3.00
7	Humus + guano isla	D <sub>1</sub> =1.0	3.01
8	Humus + guano isla	D <sub>2</sub> =2.0	3.17
9	Humus + guano isla	D <sub>3</sub> =3.0	4.04
10	Testigo agricultor	N=46 kg	2.66
11	Testigo absoluto	0	2.16
Fuente orgánica vs. testigo agricultor			% Antocianina tuza
Fuentes orgánicas (n=36)			3.06
Testigo agricultor (n=4)			2.66
Fuente orgánica vs. testigo absoluto			
Fuentes orgánicas (n=36)			3.06
Testigo absoluto (n=4)			2.16

Fuentes de fertilización orgánica		% Antocianina tuza
Humus	(n=12)	2.86
G. Isla	(n=12)	2.92
Humus + G. Isla	(n=12)	3.41
Dosis		
D <sub>1</sub> (1.0 t/ha)	(n=12)	2.89
D <sub>2</sub> (2.0 t/ha)	(n=12)	2.96
D <sub>3</sub> (3.0 t/ha)	(n=12)	3.33

Fuente de fertilización orgánica	% Antocianina tuza		
	D <sub>1</sub> (1.0 /ha)	D <sub>2</sub> (2.0 t/ha)	D <sub>3</sub> (3.0 t/ha)
Humus (n=4)	2.80	2.84	2.94
G. Isla (n=4)	2.87	2.88	3.00
H+G. Isla (n=4)	3.01	3.17	4.04

Dosis	% Antocianina tuza		
	Humus	G. Isla	Humus + G Isla
D <sub>1</sub> (1.0 t/ha) (n=4)	2.80	2.87	3.01
D <sub>2</sub> (2.0 t/ha) (n=4)	2.84	2.88	3.17
D <sub>3</sub> (3.0 t/ha) (n=4)	2.94	3.00	4.04



Anexo 1.9. Análisis de varianza para número de hojas por planta

Análisis de varianza para número de hojas/planta							
<i>F.V.</i>	<i>S.C.</i>	<i>G.L.</i>	<i>C.M.</i>	<i>F.C.</i>	<i>F T. 5%</i>	<i>F.T. 1%</i>	<i>Sig.</i>
Bloques	0.30771	3	0.1026	0.33	2.92	4.51	N.S.
Tratamiento	3.09645	10	0.3096	0.99	2.16	2.98	N.S.
Error	9.39009	30	0.3130				
Total	12.79425	43					
C.V. (%)			<b>4.8</b>				
F. Orgánica vs ta	0.45653	1	0.4565	1.459	4.17	7.56	N.S.
F. Orgánica vs tb	0.07453	1	0.0745	0.238	4.17	7.56	N.S.
Fuente fertilización	0.77236	2	0.3862	1.234	3.32	5.39	N.S.
Dosis	1.01502	2	0.5075	1.621	3.32	5.39	N.S.
Fuentes * Dosis	0.73538	4	0.1838	0.587	2.69	4.02	N.S.
F.F. en D <sub>1</sub>	0.09500	2	0.0475	0.152	3.32	5.39	N.S.
F.F. en D <sub>2</sub>	0.16107	2	0.0805	0.257	3.32	5.39	N.S.
F.F. en D <sub>3</sub>	1.25167	2	0.6258	1.999	3.32	5.39	N.S.
Dosis en humus	0.04667	2	0.0233	0.075	3.32	5.39	N.S.
Dosis en guano isla	0.83167	2	0.4158	1.329	3.32	5.39	N.S.
Dosis en H+G. Isla	0.87207	2	0.4360	1.393	3.32	5.39	N.S.

Trat.	Fuente orgánica	Dosis (t/ha)	N° hojas/planta	
1	Humus	D <sub>1</sub> =1.0	11.45	B
2	Humus	D <sub>2</sub> =2.0	11.35	B
3	Humus	D <sub>3</sub> =3.0	11.3	B
4	Guano isla	D <sub>1</sub> =1.0	11.63	B
5	Guano isla	D <sub>2</sub> =2.0	11.45	B
6	Guano isla	D <sub>3</sub> =3.0	12.08	a
7	Humus + guano isla	D <sub>1</sub> =1.0	11.425	b
8	Humus + guano isla	D <sub>2</sub> =2.0	11.17	b
9	Humus + guano isla	D <sub>3</sub> =3.0	11.83	b
10	Testigo agricultor	N=46 kg	11.88	b
11	Testigo absoluto	0	11.38	b

Fuente orgánica vs. testigo agricultor		N° hojas/planta	
Fuentes orgánicas	(n=36)	11.52	a
Testigo agricultor	(n=4)	11.88	a
Fuente orgánica vs. testigo absoluto			
Fuentes orgánicas	(n=36)	11.52	a
Testigo absoluto	(n=4)	11.38	a

Fuentes de fertilización orgánica		N° hojas/planta	
Humus	(n=12)	11.37	a
G. Isla	(n=12)	11.72	a
Humus + G. Isla	(n=12)	11.47	a
Dosis			
D <sub>1</sub> (1.0 t/ha)	(n=12)	11.5	a
D <sub>2</sub> (2.0 t/ha)	(n=12)	11.32	a
D <sub>3</sub> (3.0 t/ha)	(n=12)	11.73	a

Fuente de fertilización orgánica	N° hojas/planta					
	D <sub>1</sub> (1.0 /ha)		D <sub>2</sub> (2.0 t/ha)		D <sub>3</sub> (3.0 t/ha)	
Humus (n=4)	11.45	a	11.35	a	11.30	a
G. Isla (n=4)	11.63	a	11.45	a	12.08	a
H+G. Isla (n=4)	11.43	a	11.17	a	11.83	a

Dosis	N° hojas/planta					
	Humus		G. Isla		Humus + G Isla	
D <sub>1</sub> (1.0 t/ha) (n=4)	11.45	a	11.63	a	11.43	a
D <sub>2</sub> (2.0 t/ha) (n=4)	11.35	a	11.45	a	11.17	a
D <sub>3</sub> (3.0 t/ha) (n=4)	11.30	a	12.08	a	11.83	a

Anexo 1.10. Análisis de varianza para altura de mazorca (m)

Análisis de varianza para altura de mazorca (m)							
<i>F.V.</i>	<i>S.C.</i>	<i>G.L.</i>	<i>C.M.</i>	<i>F.C.</i>	<i>F T. 5%</i>	<i>F.T. 1%</i>	<i>Sig.</i>
Bloques	0.06238	3	0.0208	1.456	2.92	4.51	N.S.
Tratamiento	0.17274	10	0.0173	1.209	2.16	2.98	N.S.
Error	0.42853	30	0.0143				
Total	0.66366	43					
C.V. (%)		<b>10.2</b>					
F. Orgánica vs ta	0.06384	1	0.0638	4.469	4.17	7.56	*
F. Orgánica vs tb	0.05264	1	0.0526	3.685	4.17	7.56	N.S.
Fuente fertilización	0.01910	2	0.0096	0.669	3.32	5.39	N.S.
Dosis	0.01900	2	0.0095	0.665	3.32	5.39	N.S.
Fuentes * Dosis	0.02870	4	0.0072	0.502	2.69	4.02	N.S.
F.F. en D <sub>1</sub>	0.01002	2	0.0050	0.351	3.32	5.39	N.S.
F.F. en D <sub>2</sub>	0.00158	2	0.0008	0.055	3.32	5.39	N.S.
F.F. en D <sub>3</sub>	0.03621	2	0.0181	1.267	3.32	5.39	N.S.
Dosis en humus	0.02927	2	0.0146	1.024	3.32	5.39	N.S.
Dosis en guano isla	0.00810	2	0.0041	0.284	3.32	5.39	N.S.
Dosis en H+G. Isla	0.01033	2	0.0052	0.362	3.32	5.39	N.S.

Trat.	Fuente orgánica	Dosis (t/ha)	Altura de mazorca (m)	
1	Humus	D <sub>1</sub> =1.0	1.24	a
2	Humus	D <sub>2</sub> =2.0	1.21	a
3	Humus	D <sub>3</sub> =3.0	1.12	a
4	Guano isla	D <sub>1</sub> =1.0	1.24	a
5	Guano isla	D <sub>2</sub> =2.0	1.18	a
6	Guano isla	D <sub>3</sub> =3.0	1.24	a
7	Humus + guano isla	D <sub>1</sub> =1.0	1.18	a
8	Humus + guano isla	D <sub>2</sub> =2.0	1.19	a
9	Humus + guano isla	D <sub>3</sub> =3.0	1.12	a
10	Testigo agricultor	N=46 kg	1.06	a
11	Testigo absoluto	0	1.07	a

Fuente orgánica vs. testigo agricultor		Altura de mazorca (m)	
Fuentes orgánicas	(n=36)	1.19	a
Testigo agricultor	(n=4)	1.06	b
Fuente orgánica vs. testigo absoluto			
Fuentes orgánicas	(n=36)	1.19	a
Testigo absoluto	(n=4)	1.07	a

fuentes de fertilización orgánica		Altura mazorca (m)	
Humus	(n=12)	1.19	a
G. Isla	(n=12)	1.22	a
Humus + G. Isla	(n=12)	1.16	a
Dosis			
D <sub>1</sub> (1.0 t/ha)	(n=12)	1.22	a
D <sub>2</sub> (2.0 t/ha)	(n=12)	1.19	a
D <sub>3</sub> (3.0 t/ha)	(n=12)	1.16	a

Fuente de fertilización orgánica	Altura de mazorca (m)					
	D <sub>1</sub> (1.0 /ha)		D <sub>2</sub> (2.0 t/ha)		D <sub>3</sub> (3.0 t/ha)	
Humus (n=4)	1.24	a	1.21	a	1.12	a
G. Isla (n=4)	1.24	a	1.18	a	1.24	a
H+G. Isla (n=4)	1.18	a	1.19	a	1.12	a

Dosis	Altura de mazorca (m)					
	Humus		G. Isla		Humus + G Isla	
D <sub>1</sub> (1.0 t/ha) (n=4)	1.24	a	1.24	a	1.18	a
D <sub>2</sub> (2.0 t/ha) (n=4)	1.21	a	1.18	a	1.19	a
D <sub>3</sub> (3.0 t/ha) (n=4)	1.12	a	1.24	a	1.12	a

Anexo 1.11. Análisis de varianza para altura de planta (m)

Análisis de varianza para altura de planta (m)							
<i>F.V.</i>	<i>S.C.</i>	<i>G.L.</i>	<i>C.M.</i>	<i>F.C.</i>	<i>F T. 5%</i>	<i>F.T. 1%</i>	<i>Sig.</i>
Bloques	0.09170	3	0.0306	1.184	2.92	4.51	N.S.
Tratamiento	0.27400	10	0.0274	1.061	2.16	2.98	N.S.
Error	0.77455	30	0.0258				
Total	1.14025	43					
C.V. (%)			<b>7.6</b>				
F. Orgánica vs ta	0.08148	1	0.0815	3.156	4.17	7.56	N.S.
F. Orgánica vs tb	0.02388	1	0.0239	0.925	4.17	7.56	N.S.
Fuente fertilización	0.02864	2	0.0143	0.555	3.32	5.39	N.S.
Dosis	0.02752	2	0.0138	0.533	3.32	5.39	N.S.
Fuentes * Dosis	0.12034	4	0.0301	1.165	2.69	4.02	N.S.
F. F. en D <sub>1</sub>	0.00658	2	0.0033	0.127	3.32	5.39	N.S.
F.F. en D <sub>2</sub>	0.02087	2	0.0104	0.404	3.32	5.39	N.S.
F.F. en D <sub>3</sub>	0.12153	2	0.0608	2.354	3.32	5.39	N.S.
Dosis en humus	0.05330	2	0.0266	1.032	3.32	5.39	N.S.
Dosis en guano isla	0.08033	2	0.0402	1.556	3.32	5.39	N.S.
Dosis en H+G. Isla	0.01423	2	0.0071	0.276	3.32	5.39	N.S.

Trat.	Fuente orgánica	Dosis (t/ha)	Altura de planta (m)	
1	Humus	D <sub>1</sub> =1.0	2.18	a
2	Humus	D <sub>2</sub> =2.0	2.15	a
3	Humus	D <sub>3</sub> =3.0	2.02	a
4	Guano isla	D <sub>1</sub> =1.0	2.22	a
5	Guano isla	D <sub>2</sub> =2.0	2.07	a
6	Guano isla	D <sub>3</sub> =3.0	2.26	a
7	Humus + guano isla	D <sub>1</sub> =1.0	2.17	a
8	Humus + guano isla	D <sub>2</sub> =2.0	2.17	a
9	Humus + guano isla	D <sub>3</sub> =3.0	2.09	a
10	Testigo agricultor	N=46 kg	2.00	a
11	Testigo absoluto	0	2.07	a

Fuente orgánica vs. testigo agricultor		Altura de planta (m)	
Fuentes orgánicas	(n=36)	2.15	a
Testigo agricultor	(n=4)	2.00	a
Fuente orgánica vs. testigo absoluto			
Fuentes orgánicas	(n=36)	2.15	a
Testigo absoluto	(n=4)	2.07	a



Fuentes de fertilización orgánica		Altura de planta (m)	
Humus	(n=12)	2.12	A
G. Isla	(n=12)	2.18	A
Humus + G. Isla	(n=12)	2.14	A
Dosis			
D <sub>1</sub> (1.0 t/ha)	(n=12)	2.19	a
D <sub>2</sub> (2.0 t/ha)	(n=12)	2.13	a
D <sub>3</sub> (3.0 t/ha)	(n=12)	2.13	a

Fuente de fertilización orgánica	Altura de planta (m)					
	D <sub>1</sub> (1.0 /ha)		D <sub>2</sub> (2.0 t/ha)		D <sub>3</sub> (3.0 t/ha)	
Humus (n=4)	2.18	a	2.15	a	2.02	a
G. Isla (n=4)	2.22	a	2.07	a	2.26	a
H+G. Isla (n=4)	2.17	a	2.17	a	2.09	a

Dosis	Altura de planta (m)					
	Humus		G. Isla		Humus + G Isla	
D <sub>1</sub> (1.0 t/ha) (n=4)	2.18	a	2.22	a	2.17	a
D <sub>2</sub> (2.0 t/ha) (n=4)	2.15	a	2.07	a	2.17	a
D <sub>3</sub> (3.0 t/ha) (n=4)	2.02	a	2.26	a	2.09	a

## Anexo 2. Tríptico del cultivo de maíz morado variedad INIA 601



### MAÍZ INIA 601

#### INTRODUCCION

En la sierra peruana existe una amplia variabilidad de maíces con potencial de utilización industrial y de exportación; uno de ellos es el maíz morado que contiene pigmento morado a negro tanto en el grano como en la tusa, y se le conoce como Kulli, Cusco Morado, Morado Canteño, Morado de Caráz, Negro de Parubamba, entre otros.

La intensidad del color depende de la acción conjunta de varios genes por lo que es muy difícil la introducción de esta característica en variedades de alto rendimiento y amplia adaptación. Sin embargo, el ex - Programa Nacional de Investigación en Maíz y Arroz (PNIMA) del INIA, pone a disposición de los maiceros de la sierra norte del país una variedad de polinización abierta que conjuga bien estas tres características: color, rendimiento y adaptación.

Con un poco de inversión y buena atención al cultivo, el agricultor de la Sierra Norte puede obtener ganancias adicionales con la siembra de la variedad INIA 601, por cuanto los maíces morados tienen una demanda nacional e internacional insatisfecha.

#### ORIGEN

INIA 601 (INIA NEGRO) se originó en 1990 en la Sub Estación Experimental de Cajabamba.

La población "NEGRO" se formó con 256 progenies, 108 de la variedad Morado de Caráz y 148 progenies de la variedad local Negro de Parubamba.

Walter Abanto, Alicia Medina, Pedro Injante  
Ingenieros Agrónomos, Investigadores del Programa Nacional de Investigación en Maíz y Arroz • EE Baños del Inca • Cajamarca.

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

En total se realizaron 6 ciclos de selección con una ganancia promedio de 0,20 t/ha/ciclo.

#### CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS Y AGRONÓMICAS DE LA VARIEDAD

Altura de planta	: 2,16 m
Altura de mazorca	: 1,24 m
Días a floración femenina	: 98
Días a maduración	: 170
Unidades calor a la floración	: 875,7 ± 8,1° Cd
Hojas normales	: lanceoladas
Número de hojas por planta	: 12
Número de mazorcas por planta	: 1 a 2
Forma de la mazorca	: ligeramente cónica
Color de la mazorca	: morado intenso
Color de tusa	: morado
Longitud de mazorca	: 17,5 cm
Diámetro de mazorca	: 4,6 cm
Número de hileras	: 10 a 12
Número de granos por hilera	: 26
Consistencia del grano	: harinosa
Longitud del grano	: 13 mm
Ancho del grano	: 11 mm
Espesor	: 5 mm
Porcentaje de desgrane	: 78
Peso de 1000 semillas	: 456,2 g
Potencial de rendimiento	: 6,0 t/ha
Rendimiento en campo de agricultor	: 3,0 t/ha

## RECOMENDACIONES PARA EL MANEJO DEL CULTIVO

INIA 601 es una variedad de polinización abierta que se adapta muy bien a la sierra norte del Perú (departamentos de Cajamarca, La Libertad y Piura). Debe sembrarse entre 2 600 y 2 900 msnm.

### Siembra

Debe efectuarse en los meses de octubre y noviembre con el inicio de las lluvias; para tener 50 000 plantas/ha emplear 35 kg de semilla de buena calidad; distanciar los surcos a 0,80 m y sembrar 3 semillas/golpe cada 0,50 m y al desahije dejar 2 plantas/golpe.

Para asegurar una buena germinación y emergencia, utilizar semilla de buena calidad y antes de la siembra tratar los 35 kg de semilla con 150 g de Orthene PS.

### Control de malezas

Elimine oportunamente las malezas haciendo un deshierbo oportuno. Si es posible utilizar herbicida a base de atrazina en la dosis comercial recomendada, aplique en terreno con humedad antes de la emergencia del maíz. Mantenga limpio su cultivo hasta la floración.

### Fertilización

Fertilice teniendo en cuenta el análisis de suelo. Se recomienda aplicar la fórmula 90-45-00 kg de NPK/ha, dividiendo el N: 1/3 en el primer deshierbo y 2/3 antes de la floración.

### Control de plagas

Cuando el clima es seco, se presenta ataque de cogollero (*Spodoptera frugiperda*), para evitar los daños se debe aplicar el insecticida granulado Diptrex p.e. en la dosis comercial recomendada.

Para evitar el ataque de los gusanos mazorqueros *Heliothis zea* y *Euxesta* spp, al momento de la floración femenina, aplicar 3 gotas de aceite comestible a los pistilos con ayuda de un gotero o de un mechón de lana, en 3 oportunidades (con una semana de intervalo). La dosis es de 3 litros de aceite/ha/aplicación.

### Cosecha

Considerando que la comercialización de este maíz se hace en mazorca con una humedad de grano mayor a 15%, es necesario cosecharlo en plena madurez fisiológica.

El tiempo que demore la cosecha del maíz, a partir de este punto, coadyuvará a la pérdida de calidad del producto.

Antes de la comercialización eliminar las mazorcas que presenten signos de pudrición o presencia del hongo *Penicillium* spp (se presenta como polvo de color azul-verdoso, muy notorio entre los granos o sobre la superficie de la tusa).

No almacene maíz húmedo en lugares cerrados o poco ventilados, puede ser atacado por hongos que producen sustancias tóxicas, peligrosas tanto para el consumo humano, como para la alimentación de animales.

### Calidad Culinaria

Con la variedad INIA 601 se puede preparar la sabrosa "chicha morada", la riquísima "mazamorra morada" y la no menos famosa "aloja o aloha". Al preparar la chicha morada, luego de sacarle el colorante, las mazorcas hervidas sirven para alimentar aves y porcinos principalmente.

## Amigo Agricultor

- Si quieres obtener mayor ganancia en tus cosechas, siembra la nueva variedad de maíz INIA 601 (INIA NEGRO).
- Para asegurar buena germinación y uniforme emergencia de plántulas, utiliza siempre semilla de buena calidad.
- Si tienes problemas en tus cultivos consulta a los especialistas de la Estación Experimental Baños del Inca del INIA.

Estación Experimental Agraria Baños del Inca - Cajamarca  
Jr. Wiracocha s/n Baños del Inca.  
Apartado 169, Cajamarca - Perú.  
Telefax: (076) 838386 E-mail: bincad@inia.gob.pe

Anexo Cajabamba. Pampa Grande (Cungunday)  
km. 4,5 de la Carretera Cajabamba a Cajamarca.



DIRECCIÓN GENERAL DE PROTECCIÓN Y  
SERVICIOS AGRARIOS  
UNIDAD DE MEDIOS Y COMUNICACIÓN TÉCNICA

Av. La Molina N° 1981, Lima 12 - Casilla N° 2791 - Lima 1  
Telefax: 349-6631 / 349-5625  
http://www.inia.gob.pe E-mail: public@inia.gob.pe

Anexo 3. Análisis físico – químico del suelo. Sector Hierba Buena – Cutervo, 2020.



Instituto Nacional de Innovación Agraria  
Estación Experimental Vista Florida - Chiclayo

LABORATORIO DE ANALISIS :AGUAS Y SUELOS

Tipo de Análisis	Fertilidad	Muestras	Suelo -1
Nombre	SR. WILBER CHILCON MONTENEGRO	Fecha Muestreo	13/11/2020
Procedencia	SECTOR HIERBA BUENA	Fecha Emisión	24/11/2020
Distrito / Provincia	CUTERVO	Region	CAJAMARCA

Muestras	Extracto saturado		M.O %	P ppm	K ppm	Calcar. %	Texturas (%)			Tipo suelo
	pH	C. elec mhos/cm					Ao.	Lo	Ar	
M-1	6.40	2.35	1.84	6.80	273	0.52	47	30	23	Franca

Resultado :reacción moderadamente acida y nivel Bajo de salinidad , cuyos valores estan dentro de los rangos técnicos establecidos para el Maiz Morado, el cual requiere Suelos profundos ,bajos en sales,con buen drenaje x ser sensibles a l exceso de humedad,pero en su caso suelo Franco moderar los riegos.

La fertilidad natural baja, con deficiencias nitrógeno, fósforo, potasio, y calcio que los Requiere en mayores cantidades .El tenor demateria orgánica es bajo ---- para ser suelos de la Region Cajamarca,funciona bien con 2.5 % de M.orgánica .De acuerdo a las exigencias del cultivo y del análisis de Suelos para un buen Rendimiento se Sugiere la sgte Fertilización : ( 138- 160 N ) ( 90- 100 P2O ) ( 100 - 125 K2O ) + E.M . Con buen manejo agronómico se puede obtener un rendimiento potencial de 3-4 tons/ha de maiz morado

  
ING. DANTE BOLIVIA DIAZ  
Jefe Laboratorio de Química y Suelos  
Jefe Lab. de Química y Suelos



Anexo 4. Láminas fotográficas.



Foto 1. Aradura del campo experimental



Foto 2. Cruza del campo experimental con yunta



Foto 3. Trazado del campo experimental



Foto 4. Surcado del campo experimental





Foto 5. Fuentes orgánicas para la fertilización del maíz morado



Foto 6. Fertilización del campo experimental





Foto 7. Abonamiento del cultivo de maíz



Foto 8. Experimento de maíz fertilizado





Foto 9. Crecimiento y desarrollo del maíz morado – campo experimental



Foto 10. Evaluación del área foliar de la hoja principal





Foto 11. Evaluación de altura de mazorca y altura de planta



Foto 12. Cosecha de maíz morado del campo experimental



Foto 13. Mazorcas de maíz morado del campo experimental

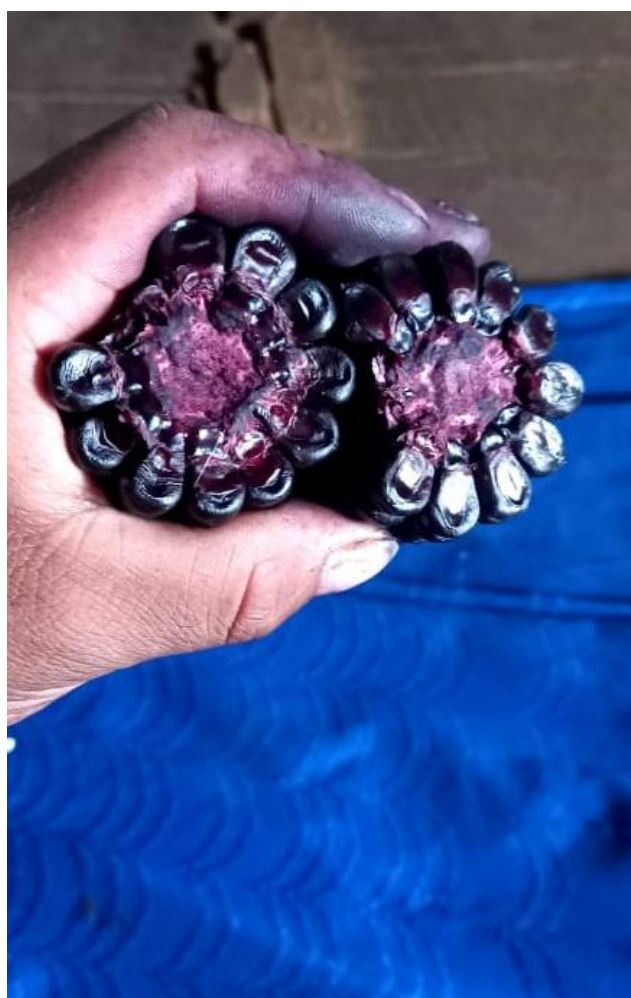


Foto 14. Corontas de maíz morado para ser enviados al laboratorio