

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA**

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



**Densidad de plantas y niveles de guano de isla en el
rendimiento de maíz amiláceo (*Zea mays* L.),
Huayaupuquio 3040 msnm - Ayacucho**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AGRÓNOMO**

**PRESENTADO POR:
Alex Ronald Rodríguez Mendoza**

Ayacucho - Perú

2018

A Dios por darme salud, sabiduría y el entendimiento para culminar mis estudios. Gracias, por ser el guiador de mi camino.

*A mis hermanos: **Marilú, Rosalbina, Dana** y **Wilber**, que con su esfuerzo y abnegada labor hicieron posible la culminación de mis estudios superiores.*

*A mi padre **Francisco R. Rodríguez** y a mi madre **Antonia S. Mendoza** por darme la vida, quienes con mucho cariño, amor y ejemplo han hecho de mí una persona con valores para poder desenvolverme como Profesional.*

*A mis sobrinos: **Lina, Luz Karol, Emerson, Anahí, Deysi, Josué** y **Marián**; familiares y amigos, que me apoyaron de manera directa e indirectamente en la materialización del presente trabajo.*

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, *alma máter*, fuente de sabiduría y enseñanza, por brindarme la oportunidad de asimilar en sus aulas los conocimientos para lograr mis objetivos.

A la Escuela Profesional de Agronomía, a su plana de docentes por haber impartido sus conocimientos y por haberme formado profesionalmente.

Al Dr. Rolando Bautista Gómez por la valiosa orientación y asesoramiento para la concretización del presente trabajo de investigación.

A la Oficina General de Investigación e Innovación (OGII) de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga por la subvención económica, para la realización de la presente investigación.

A la Comunidad de Sacsamarca especialmente al Barrio de Huayaupuquio, mi pueblo querido por abrirme sus puertas para realizar este hermoso trabajo de investigación y lograr mis objetivos.

A mis amigos, compañeros y demás personas que me brindaron su apoyo incondicional durante la ejecución del trabajo.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
Dedicatoria	i
Agradecimiento	ii
Índice general	iii
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras.....	vii
Índice de anexos.....	viii
Resumen.....	1
Introducción	3
CAPÍTULO I MARCO TEÓRICO	
1.1. El maíz.....	5
1.2. Abonos orgánicos	32
1.3. Densidad de plantas en el cultivo de maíz.....	37
CAPÍTULO II METODOLOGÍA	
2.1. Ubicación.....	41
2.2. Periodo de ejecución del experimento.....	41
2.3. Antecedentes del terreno.....	41
2.4. Análisis físico y químico del suelo.....	41
2.5. Análisis químico de guano de isla	42
2.6. Características climáticas.....	43
2.7. Material genético	46
2.8. Factores en estudio y tratamientos.....	46
2.9. Diseño experimental	47
2.10. Características del campo experimental	48
2.11. Croquis del campo experimental	50
2.12. Instalación y conducción del experimento	52
2.13. Variables evaluadas	54

CAPÍTULO III RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Variables de precocidad	57
3.2. Variables de rendimiento	59
3.3. Mérito económico	80
Conclusiones	83
Recomendaciones.....	84
Referencia bibliográfica	85
Anexo	90

ÍNDICE DE TABLAS

		Pág.
Tabla 1.1.	Número de accesiones de maíz en algunos países americanos.....	9
Tabla 1.2.	Contenido nutricional en 100 gramos de maíz blanco.....	13
Tabla 1.3.	Composición química proximal de los partes principales de los granos de maíz.....	13
Tabla 1.4.	Ranking de los departamentos productores de maíz amiláceo, según rendimiento 2016.....	31
Tabla 1.5.	Composición química del guano de isla.....	35
Tabla 2.1.	Características físicas y químicas del suelo (Huayaupuquio, 3040 msnm).....	42
Tabla 2.2.	Análisis químico de guano de isla.....	42
Tabla 2.3.	Temperatura máxima, mínima, media, precipitación y balance hídrico correspondiente a la campaña agrícola 2016 - 2017 de la Estación Meteorológica INIA – Ayacucho.....	44
Tabla 2.4.	Descripción de los tratamientos.....	47
Tabla 3.1.	Rangos de días para las variables de precocidad del cultivo de maíz amiláceo. Huayaupuquio a 3040 msnm, Ayacucho.....	57
Tabla 3.2.	Análisis de variancia de la altura de planta de maíz amiláceo en densidades y niveles de guano de isla. Huayaupuquio 3040 msnm, Ayacucho.....	59
Tabla 3.3.	Análisis de variancia de número de mazorcas de maíz amiláceo en densidades y niveles de guano de isla. Huayaupuquio 3040 msnm, Ayacucho.....	61
Tabla 3.4.	Análisis de variancia del peso de mazorca de maíz amiláceo en densidades y niveles de guano de isla. Huayaupuquio 3040 msnm, Ayacucho.....	63
Tabla 3.5.	Prueba de Tukey del peso mazorca de maíz amiláceo en densidades y niveles de guano de isla. Huayaupuquio 3040 msnm, Ayacucho.....	64
Tabla 3.6.	Análisis de variancia de la longitud de mazorca de maíz amiláceo en densidades y niveles de guano de isla. Huayaupuquio 3040 msnm, Ayacucho.....	66

Tabla 3.7.	Prueba de Tukey de la longitud de mazorca de maíz amiláceo en densidades y niveles de guano de isla. Huayaupiquio 3040 msnm, Ayacucho.....	67
Tabla 3.8.	Análisis de variancia del diámetro de mazorca de maíz amiláceo en densidades y niveles de guano de isla. Huayaupiquio 3040 msnm, Ayacucho.....	70
Tabla 3.9.	Prueba de Tukey del diámetro de mazorca de maíz amiláceo en densidades de plantas. Huayaupiquio msnm, Ayacucho.....	70
Tabla 3.10.	Análisis de variancia del rendimiento total de maíz amiláceo en densidades y niveles de guano de isla. Huayaupiquio 3040 msnm, Ayacucho.....	72
Tabla 3.11.	Prueba de Tukey del rendimiento total de maíz amiláceo en densidades y niveles de guano de isla. Huayaupiquio 3040 msnm, Ayacucho.....	73
Tabla 3.12.	Análisis de variancia del rendimiento de maíz amiláceo categoría primera en densidades y niveles de guano de isla. Huayaupiquio 3040 msnm, Ayacucho.....	76
Tabla 3.13.	Prueba de Tukey del rendimiento de maíz amiláceo categoría primera en densidades de plantas. Huayaupiquio 3040 msnm, Ayacucho.....	76
Tabla 3.14.	Análisis de variancia del rendimiento de maíz amiláceo categoría primera en densidades y niveles de guano de isla. Huayaupiquio 3040 msnm, Ayacucho.....	78
Tabla 3.15.	Prueba de Tukey del rendimiento de maíz amiláceo categoría segunda en densidades de plantas. Huayaupiquio 3040 msnm, Ayacucho.....	79
Tabla 3.16.	Rentabilidad económico del cultivo de maíz amiláceo en diferentes densidades de plantas y niveles de guano de isla.....	82

ÍNDICE DE FIGURAS

		Pág.
Figura 2.1.	Diagrama de temperatura máxima, media, mínima y balance hídrica correspondiente a la campaña agrícola 2016-2017, registrado en la estación meteorológica INIA-Ayacucho.....	45
Figura 3.1.	Prueba de Tukey de la altura de la planta de maíz amiláceo en niveles de guano de isla. Huayaupuquio 3040 msnm, Ayacucho..	60
Figura 3.2.	Prueba de Tukey de número de mazorcas de maíz amiláceo en niveles de guano de isla. Huayaupuquio 3040 msnm, Ayacucho..	62
Figura 3.3.	Regresión del peso de mazorca en cuatro densidades de plantas de maíz amiláceo sobre niveles de guano de isla. Huayaupuquio 3040 msnm, Ayacucho.....	65
Figura 3.4.	Regresión de la longitud de mazorca en cuatro densidades de plantas de maíz amiláceo sobre niveles de guano de isla. Huayaupuquio 3040 msnm, Ayacucho.....	68
Figura 3.5.	Prueba de Tukey del diámetro de mazorca de maíz amiláceo en niveles de guano de isla. Huayaupuquio 3040 msnm, Ayacucho..	71
Figura 3.6.	Regresión del rendimiento total en cuatro densidades de plantas de maíz amiláceo sobre niveles de guano de isla Huayaupuquio 3040 msnm, Ayacucho.....	74
Figura 3.7.	Prueba de Tukey del rendimiento de maíz amiláceo categoría primera en niveles de guano de isla. Huayaupuquio 3040 msnm, Ayacucho.....	77
Figura 3.8.	Prueba de Tukey del rendimiento de maíz amiláceo categoría segunda en niveles de guano de isla. Huayaupuquio 3040 msnm, Ayacucho.....	79

ÍNDICE DE ANEXOS

		Pág.
Anexo 1.	Costo de producción de maíz amiláceo con 2.0 t ha-1 de guano de isla.....	91
Anexo 2.	Costo de producción de maíz amiláceo con 1.0 t ha-1 de guano de isla.....	92
Anexo 3.	Costo de producción de maíz amiláceo con 0.0 t ha-1 de guano de isla.....	93
Anexo 4.	Promedios generales de los factores de rendimiento del cultivo de maíz amiláceo, con diferentes densidades de plantas y niveles de guano de isla. msnm, Ayacucho.....	94
Anexo 5.	Rendimiento de mazorca en diferentes categorías en densidades de plantas y niveles de guano de isla. Huayapuquio 3040 msnm, Ayacucho.....	95
Anexo 6.	Rentabilidad económica de los diferentes tratamientos.....	96
Anexo 7.	Análisis físico-químico de guano de isla.....	97
Anexo 8.	Análisis de caracterización de suelos de la comunidad de Huayapuquio 3040 msnm-Ayacucho.....	98
Anexo 9.	Panel fotográfico.....	99

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en la Comunidad de Sacsamarca, Barrio Huayaupuquio del distrito de Ayacucho, provincia de Huamanga y departamento de Ayacucho, a una altitud de 3040 msnm, con el objetivo de determinar una densidad óptima de plantas y nivel adecuado de guano de isla que reporte el mayor rendimiento en grano seco de maíz amiláceo, además estudiar el mérito económico de los tratamientos.

Se estudió cuatro densidades de plantas: 93 750, 75 000, 83 333 y 66 667 plantas ha⁻¹ con tres niveles de guano de isla: 0.0, 1.0, 2.0 t ha⁻¹. Se utilizó el Diseño experimental de Bloque Completo Randomizado y para la distribución de las unidades experimentales se utilizó el diseño el Diseño de Parcelas Divididas con 12 tratamientos con tres repeticiones, se evaluaron la fenología del cultivo y los caracteres de productividad.

De los resultados obtenidos se tiene las siguientes conclusiones: el cultivo de maíz amiláceo es precoz alcanzando la madurez fisiológica entre los 139 y 159 días después de la siembra. Para los caracteres altura de planta, número de mazorcas, peso de mazorca, longitud de mazorca y diámetro de mazorca existe un incremento de los valores conforme se incrementa los niveles de guano de isla, mientras a una mayor densidad de plantas se muestra una tendencia decreciente.

El mayor rendimiento de grano seco de maíz amiláceo se reportó manejando 66 667 plantas ha⁻¹ y un nivel de 2.0 t ha⁻¹ de guano de isla, con 3 517,7 kg ha⁻¹ (T₁₂) y el mayor índice de rentabilidad se obtuvo con el tratamiento T₁₁ (66 667 plantas ha⁻¹ con 1.0 t ha⁻¹ de guano de isla), con 0,56.

INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays* L.) es un cereal originario de América, que se cultiva mayoritariamente en la sierra de América del Sur. En el Perú se siembra maíz amiláceo desde el nivel del mar hasta los 3,800 m de altitud. La mayor parte de la producción de maíz amiláceo se lleva a cabo por campesinos que habitan en las sierras andinas. En nuestro país, se cultivan dos tipos de maíz con mayor predominancia: el blanco amiláceo, casi en su totalidad en la sierra, y el amarillo duro, en la costa, valles interandinos y selva. La sierra por sus condiciones agroecológicas permite una biodiversidad de variedades de maíz, como son el chulpe o chulpi, paccho y morado, los cuales tienen aceptación en el mercado (MINAG-DGCA, 2012).

En los países industrializados el maíz se consume como harina para la elaboración de bocaditos por su alta calidad y riqueza nutritiva, siendo los principales países importadores de este producto tenemos a Estados Unidos, Alemania, España y Japón. El maíz amiláceo es uno de los principales alimentos de los habitantes de la sierra del Perú y uno de los cultivos de mayor importancia económica después de la papa; su producción se consume como en choclo, y como grano seco bajo las formas de cancha, mote, harina precocida y para la elaboración de bebidas, entre otras formas de uso. Asimismo, la producción de maíz para consumo en forma de choclo y cancha, son las más importantes fuentes de ingresos para los productores de este tipo de maíz en la sierra del país (MINAG-DGCA, 2012).

El grano de maíz es un fruto rico en nutrientes digestibles totales, considerado como un alimento eminentemente energético al igual que el arroz, centeno y la cebada, superando en su valor nutricional (almidón 70%) a muchos cereales, exepcto en su contenido de proteínas (7 %). (MINAG-DGCA, 2012).

En el Perú, en la campaña 2015-2016 se sembraron una superficie de 231,900 hectáreas con un rendimiento promedio que asciende a $1,8 \text{ t ha}^{-1}$, mientras en la región de Ayacucho se instalaron 20,900 hectáreas, con un rendimiento de $1,3 \text{ t ha}^{-1}$. En el departamento de Cusco se obtuvo el rendimiento más alto de $6,7 \text{ t ha}^{-1}$ y en el menor rendimiento Cajamarca con $0,9 \text{ t ha}^{-1}$. (MINAGRI-SIEA, 2016).

Uno de los factores que ocasiona los bajos rendimientos del maíz amiláceo en nuestra región, es la población de plantas por hectárea y la pobreza nutritiva de sus suelos. Este problema se puede superar estableciendo una adecuada densidad de plantas y bajo un programa planificado de fertilización que involucra el uso de abonos orgánicos. Una alternativa es la utilización de abonos orgánicos; entre ellos, el guano de isla, cuya composición muestra una gran riqueza y diversidad de macro y micro elementos esenciales que aseguran una nutrición equilibrada y completa del cultivo, además de mejorar la parte física del suelo, favorece la actividad microbiana.

Las consideraciones expuestas permitieron plantear el trabajo con los siguientes objetivos:

1. Determinar la densidad de plantas de maíz amiláceo que reporte el mayor rendimiento de grano seco.
2. Determinar el nivel de guano de isla que reporte el mayor rendimiento en grano seco de maíz amiláceo.
3. Estudiar el mérito económico de los tratamientos.

CAPITULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. EL MAÍZ

1.1.1. Centro de origen y distribución

Serratos (2012) menciona que el maíz es el cereal de los pueblos y culturas del continente americano. Las más antiguas civilizaciones de América desde los olmecas y teotihuacanos en Mesoamérica, hasta los incas y quechuas en la región andina de Sudamérica.

Arbaiza (2002) indica que el maíz es originario de algún lugar de América Central, pues en México se han encontrado tipos silvestres de mazorcas muy pequeñas y cuya antigüedad se estima de unos 5000 años.

Bonavia (1991) hace mención de dos posiciones antagónicas sobre el origen del maíz, una primera habla del origen México–Centro América donde se hallaron granos de maíz y fragmentos de mazorcas, un origen más remoto aún es el que se atribuye a los granos, restos de polen fósil encontrados en México con una antigüedad de 30 000 años y que ha sido identificado como maíz silvestre. En segundo lugar indica que el origen es el Perú, Ecuador, y Bolivia, coincidiendo con Grobman quien postula también tal posición. En efecto, en los estratos arqueológicos mexicanos se había encontrado primero maíz silvestre y luego maíz domesticado y con una antigüedad considerablemente mayor que la de los hallazgos andinos.

Llanos (1984) indica tres teorías sobre el centro de expansión del natural del maíz, una primera teoría:

Habla del origen asiático del maíz, la gran variedad de formas nativas de maíz encontradas en Perú, Ecuador y Bolivia, y la hipótesis histórica de que algunas poblaciones de estas áreas geográficas llegarían a América a través del Océano Pacífico, son fundamentos de tales teorías.

Basados en el hecho de haberse encontrado polen fósil de maíz en el valle de México, establecieron la posibilidad de que esta planta fuera originaria de América Central, pero, también el origen podría encontrarse en Sudamérica por los siguientes hechos:

- Por la existencia de una gran variedad de maíces en los altiplanos peruanos.
- Toda la gama de colores de pericarpio del maíz que se conocen en todo el mundo, puede hallarse en el departamento de Ancash.
- Presencia frecuente de formas de maíz tunicado en los valles orientales de los andes, así como de algunas otras razas primitivas de maíz. Tales hechos evidencian que el centro principal de dispersión del maíz radica en algún lugar del altiplano del Perú, Ecuador y Bolivia, la evidencia de los hallazgos arqueológicos de polen, mazorca y granos de maíz en México, hacen pensar a muchos de que el maíz se originó en el valle central de México, todo ello ocurrió a lo largo de miles de años.

Poehlman (1983) sostiene que el maíz es una planta de las plantas cultivadas más antigua, ya que no sobrevive en forma silvestre y solo se produce bajo cultivo. Se ha mencionado dos lugares como el posible origen del maíz:

- Los valles interandinos del Perú, Ecuador, Bolivia.
- La región sur de México y América Central.

Manrique (1997) menciona que la localización geográfica del origen del maíz no ha sido plenamente definido, el origen de esta especie se pierde en la antigüedad y muchos investigadores han tratado de determinar, habiendo emitido una serie de teorías al respecto, basadas en estudios botánicos, citogenéticas, observaciones

geológicas, arqueológicas y en las referencias de los cronistas, afirman que puede ser centro de origen México, Centro América, América del sur (alto andinas de Perú, Ecuador y Bolivia) debido a la gran diversidad de formas indígenas encontradas y de igual forma su domesticación ocurrió en más de una de estas regiones de América.

El teocintle es considerado el ancestro directo del maíz actual, y según las últimas evidencias arqueológicas, el origen del maíz data de 8 700 años antes de nuestra era, en la región de Iguala en el estado de Guerrero, en la localidad de Tlaxmalac (Ranere *et al.*, 2009, Piperno *et al.*, 2009).

1.1.2. Clasificación taxonómica

Manrique (1997) menciona que el maíz (*Zea mays* L.), es una gramínea, siendo su taxonomía como sigue.

Reino	: Vegetal
División	: Fanerógamas
Subdivisión	: Angiosperma
Clase	: Monocotiledóneas
Orden	: Graminales
Familia	: Gramineae
Tribu	: Maydeas
Género	: <i>Zea</i>
Especie	: <i>Zea mays</i> L.
Nombre común	: Maíz
Nº Somático	: (Diploide) $2n = 20$ cromosomas

1.1.3. Clasificación racial del maíz

Acosta (2009) menciona que la primera clasificación hizo Stuart de manera artificial, de acuerdo con la variación dentro del grano; basado en la textura o estructura del endospermo se consideró siete grupos:

A. Maíz *tunicado*: *Zea mays tunicata* St., se considera uno de los tipos más primitivos de los maíces cultivados. Se caracteriza por presentar cada grano envuelto en su propia bráctea. No tiene valor comercial.

B. Maíz reventón: *Zea mays everta* St. Se caracteriza por presentar granos pequeños con endospermo cristalino, constituido preferentemente por almidón córneo. Es capaz de explotar cuando es sometido al calor, dando lugar a las llamadas cotufas o palomitas.

C. Maíz cristalino: *Zea mays indurata* St. Se caracteriza por presentar granos con endospermo vítreo, duro, cristalino y translúcido, con almidón en su mayoría córneo.

D. Maíz amiláceo: *Zea mays amilácea* St. Se caracteriza por presentar granos con endospermo blando, suave amiláceo. En este grupo el maíz “Blanco Gigante del Cuzco” o “Blanco Imperial” es legado del imperio incaico, que causa la admiración por el gran tamaño de su grano y alto rendimiento.

E. Maíz dentado: *Zea mays identata* St. Se caracteriza por presentar granos con endospermo formado con almidón córneo cristalino, tanto en su exterior como interior. Están coronados en la parte superior con almidón blando suave, que a la madurez origina una depresión central superior, debido a una mayor hidratación, dándole al grano la forma característica de diente.

F. Maíz dulce: *Zea mays saccharata* St. Se caracteriza por presentar maíces dulces y un grano completamente arrugado cuando están maduros. Posee un gen recesivo en el cromosoma 4, el cual impide la conversión de algunos azúcares solubles en almidón.

G. Maíz ceroso: *Zea mays ceratina* Kul. Se caracteriza por presentar aspecto ceroso en el endospermo. En el maíz normal o corriente, la molécula de almidón está compuesta por 75 % de amilopectina y 25 % de amilosa. En cambio, en el maíz ceroso (*waxy*), el almidón está constituido por 100 % de amilopectina, lo que origina un almidón de característica gomosa parecido al de yuca.

1.1.4. Diversidad y razas de maíz en el Perú

Salhuana (2003) define que la preservación de la diversidad genética de las variedades de maíz ha sido reconocida de gran importancia en la investigación y como consecuencia su utilización en el mejoramiento de este cultivo. Para el estudio de la diversidad fenotípica en la formación de los grupos o razas de maíz se utilizaron las características de hábitat (altitud y latitud), planta, panoja, mazorca, grano, complementada con las características citológicas y arqueológicas.

La adquisición y mantenimiento de las variedades de maíz de los agricultores son el producto del esfuerzo cooperativo de investigadores de diferentes países. En el siguiente cuadro se encuentra el número de accesiones de variedades nativas de maíz conservadas en los diferentes bancos de germoplasma de América y en los almacenes a largo plazo (CIMMYT, AMES, NSSL).

Tabla 1.1. Número de accesiones de maíz en algunos países americanos

País	Número de accesiones			
	En cada País	%	CIMMYT	AMES-NSSL
Argentina	2,073	6	869	1,629
Bolivia	1,448	4	975	1,353
Brasil	3,886	12	3,036	2,123
Chile	831	3	376	588
Colombia	2,635	8	595	2,090
Ecuador	1,140	4	1,140	909
Guatemala	937	3	937	480
México	9,317	29	8,690	4,867
Paraguay	654	2	654	654
Perú	3,931	12	1,762	2,024
Uruguay	975	3	975	591
Venezuela	776	2	776	258
Cuba	302	1	302	209
América Central	963	3	963	650
USA	1,926	6	1,926	1,926
Otros del Caribe	651	2	651	411
Total	32,445	100	24,627	20,586

Kuleshow (1929) determinó que la mayor diversidad y especialización de maíz del grupo amiláceo (endospermo blando) tenía lugar en el Perú. Más aún, estableció que el grupo más subdividido y rico en rasgos morfológicos y biológicos era el amiláceo. Con la colaboración del Dr. Paul Mangelsdorf se pudo agrupar la gran diversidad genética existente en las accesiones peruanas en 52 razas que están descritas en el libro *Races of Maize in Perú* (Grobman *et al.*, 1961; Vega 1972).

1.1.5. Descripción de las razas peruanas

Mayr (1942) define una raza como una población teniendo rasgos morfológicos y fisiológicos comunes y por lo consiguiente genes comunes que determinan estas características.

Para la clasificación racial en Perú se tomaron datos biométricos en las colecciones de maíz en los caracteres de planta, panoja, externos e internos de mazorca, de grano y también características citológicas. La clasificación racial se estableció en base al análisis de esta información. Además, se estableció la distribución geográfica de cada una de ellas y se postuló su origen, así como su relación con razas de otros países. Se hizo estudios de los maíces prehistóricos que ayudaron a establecer postulados de la evolución del maíz en el Perú y por lo tanto fueron de utilidad para establecer la clasificación racial.

Según Grobman *et al.*, (1961) de acuerdo al proceso evolutivo del maíz en el Perú se ha podido establecer cinco grupos de razas:

Razas primitivas

- Confite Morocho
- Confite Puntigudo
- Kulli
- Confite Puneño
- Enano

Razas derivadas de las primitivas

- Rabo de zorro
- Chaparriño
- Chullpi
- Huayleño
- Paro
- Morocho
- Huancavelicano
- Ancashino
- Shajatu
- Pisccorunto
- Cuzco cristalino amarillo
- Cuzco
- Granada
- Uchuquilla
- Sabanero
- Piricinco
- Mochero
- Pagaladroga
- Alazán

Razas de reciente derivación

- Huachano
- Chancayano
- Perla
- Rienda
- San Gerónimo Huancavelicano
- Cuzco Gigante

Sub razas de Cuzco Gigante

- A. Sacca

B. Cuzco Gigante Amarillo

C. Cuzco Morado

D. Huayra Cuzco

- Arequipeño
- Chimlos
- Marañón

Razas introducidas

- Pardo
- Arizona
- Alemán
- Cubano Dentado Amarillo
- Chuncho

Razas incipientes

- Jora
- Coruca
- Morocho Cajabambino.
- Morado Canteño
- Sarco

Razas imperfectamente definidas

- Ajaleado
- San Gerónimo
- Perlilla
- Tumbesino
- Colorado
- Chancayano Amarillo
- Amarillo Huancabamba
- Huarmaca
- Blanco Ayabaca

Serratos (2012) menciona que una característica importante en Perú es que el cultivo del maíz en la cultura incaica se da en condiciones consideradas de agricultura avanzada, lo cual produce una gran variación de grano y mazorca, definiendo 66 razas tomados de varias fuentes.

1.1.6. Valor nutricional

Tabla 1.2. Contenido nutricional en 100 gramos de maíz blanco

Contenido en 100 gramos de maíz blanco		
Elemento	Unidad	Valor
Calorías	cal	353
Agua	g	14,1
Proteínas	g	5,6
Grasas	g	4,6
Carbohidratos	g	74,3
Fibra	g	1,9
Ceniza	g	1,4
Calcio	mg	5
Fósforo	mg	249
Hierro	mg	3
Retinol	mcg	–
Vit. B ₁ (Tiamina)	mcg	0,2
Vit. B ₂ (Riboflabina)	mcg	0,16
Vit. B ₅ (Niacina)	mcg	3
Ácido Ascórbico reduc.	mcg	2,6

Fuente: Collazos et al, 1975

Tabla 1.3 Composición química proximal de las partes principales de los granos de maíz (%)

Componente químico	Pericarpio	Endospermo	Germen
Proteínas	3,7	8,0	18,4
Extracto etéreo	1,0	0,8	33,2
Fibra cruda	86,7	2,7	8,8
Cenizas	0,8	0,3	10,5
Almidón	7,3	87,6	8,3
Azúcar	0,34	0,62	10,8

Fuente: Watson, 1987.

1.1.7. Importancia y usos

El maíz amiláceo es uno de los principales alimentos de los habitantes de la sierra del Perú; la producción es principalmente destinada al autoconsumo en forma de choclo, cancha, mote, harina precocida y bebidas entre otras formas de uso; siendo por lo tanto, importante para una población de aproximadamente ocho millones de personas que lo consumen. Asimismo la producción de maíz para consumo en forma de choclo y cancha, son las más importantes fuentes de ingresos para los productores de este tipo de maíz en la sierra del país (Robles, 2011).

El maíz en las comunidades alto-andinas no sólo ofrece seguridad alimentaria y nutricional, ya que proporciona el 29% de calorías y proteínas, a las familias campesinas (Shiferaw *et al.*, 2011).

El maíz es el cereal de los pueblos y culturas del continente americano... En los países industrializados, el maíz se utiliza principalmente como forraje, materia prima para la producción de alimentos procesados y, recientemente, para la producción de etanol (Serratos, 2012).

1.1.8. Características morfológicas

El maíz es una planta anual, herbácea, monoica, sus células poseen $2n$ cromosomas; presenta gran desarrollo vegetativo, que puede alcanzar hasta 5 m de altura (lo normal son 2 a 2,5 metros), su tallo es nudoso y macizo y lleva de 15 a 30 hojas alargadas y abrazadoras, con 4 a 10 cm de anchas y 35 a 50 de longitud (Llanos, 1984).

1.1.8.1. Raíz

Manrique (1997) indica que la raíz se origina en la radícula del embrión, a partir del punto de crecimiento del hipocotilo, luego de la salida del coleóptilo por alargamiento del mesocotilo a los ocho días, en las coronas y los nudos superpuestos de la base del tallo se inicia el desarrollo de los primordios radiculares adventicias que formarán el sistema radicular fibroso definitivo, eliminando el sistema radicular seminal inicial.

Parsons (1986) menciona que el maíz posee un sistema radicular representado por tres tipos de raíces fasciculados y muy extensos:

- Las raíces seminales o principales emitidas por el embrión, suministran nutrientes a las semillas en las primeras dos semanas.
- Las raíces de sostén o soporte, se originan en los nudos, cerca de la superficie del suelo, favorecen una mayor estabilidad y disminuyen el problema de acame.
- Las raíces aéreas o adventicias que nacen en el último lugar que darán mayor estabilidad a la planta, también son favorables por aumentar la eficiencia del aprovechamiento del agua y nutrientes del suelo.

1.1.8.2. Tallo

Llanos (1984) indica que el tallo es nudoso y macizo, formado por catorce entrenudos separados por nudos distantes, los entrenudos cerca del suelo son cortos de la cual nacen las raíces aéreas.

El grosor de los entrenudos inferiores es de mayor diámetro que de los superiores, su sección es circular, pero desde que nace el pedúnculo que sostiene la mazorca, se va haciendo más delgada y circular hasta llegar a la panícula de la inflorescencia masculina.

Ospina (2015) indica que además de cumplir la función de soporte de hojas, flores, frutos y semillas, transporta sales minerales y agua desde la raíz hasta la parte aérea de la planta, así como alimentos elaborados; está compuesto por una epidermis exterior protectora, impermeable y transparente, una pared de haces vasculares por donde circulan las sustancias alimenticias y una médula de tejido esponjoso y blanco donde almacena reservas alimenticias, en especial azúcares.

Bajo condiciones especiales, como la pérdida de follaje por daños físicos, el tallo puede funcionar como órgano de almacenamiento de nutrientes, especialmente sacarosa, la cual ayuda al llenado del grano. El tallo alcanza su máximo desarrollo cuando la panoja ha emergido completamente y se ha iniciado la producción del polen.

Parsons (1986) define que el tallo es leñoso y cilíndrico. El número de nudos varía de 8 a 25, con un promedio de 16.

1.1.8.3. Hoja

Llanos (1984) menciona que el maíz lleva en promedio de 15 a 30 hojas alargadas y abrazadoras (4 a 5 cm de ancho por 30 a 50 cm de longitud), de borde áspero, finalmente ciliado y algo ondulado.

Corpas (1996) describe que las hojas son anchas y abrazadoras, de disposición alterna y dística, dotadas de una vaina amplexicaule, con lígula bien desarrollada, la lámina foliar es alargada y acuminadas, con nervios paralelos y finos a cada lado del nervio central semirrígido.

Parsons (1986) define que la vaina de la hoja forma un cilindro alrededor del entrenudo, pero con los extremos desunidos. Su color usual es verde pero se pueden encontrar hojas rayadas de blanco y verde o verde púrpura. El número de hojas por planta varía 8 y 25.

1.1.8.4. Inflorescencia

Llanos (1984) menciona que el maíz es una planta monoica, por presentar tanto las flores masculinas y femeninas en la misma planta, las flores masculinas tienen 6 – 8 mm de longitud estas salen por parejas a lo largo de muchas ramas de aspecto plumoso, situadas al extremo superior del tallo de cada flor masculina, tiene 3 estambres largamente filamentosos. Las espículas (espiguillas) femeninas se agrupan en una ramificación lateral gruesa de forma cilíndrica y están cubiertas por brácteas foliadas, sus estilos sobresalen de las brácteas alcanzando una longitud de 12 a 20 cm, formando un conjunto de una cabellera característica que sale por el extremo de la mazorca que se le conoce como cabello de elote o barba.

Parsons (1986) indica que el maíz es monoico, es decir, tiene flores masculinas y femeninas en la misma planta. Las flores son estaminadas o pistiladas. Las flores estaminadas o masculinas están representadas por la espiga y las pistiladas o femeninas son las mazorcas.

1.1.8.5. Fruto

Reyes (1990) menciona que los botánicos llaman cariósipide, los agricultores semilla y comúnmente se conoce como grano de maíz. Biológicamente el fruto es el ovario desarrollado y la semilla es el óvulo fecundado, desarrollado y maduro, en el maíz el ovario se desarrolla al igual que el óvulo hasta tener una sola estructura. El fruto se encuentra insertado en el raquis constituyendo hileras de granos cuyo conjunto forman la mazorca, producto floral del desarrollo de la yema floral o carrera axilar de la hoja que nace en el nudo. El número de hileras es par y varía de 8 a 30 hileras o carrera.

Llanos (1984) manifiesta que cada a flor femenina si es fecundada en su momento, dará lugar al fruto cariósipide (fruto seco indehisciente) que representa formas y composiciones diversas, el endosperma, es la reserva energética del grano y ocupa hasta el 80% del peso del grano. Contiene aproximadamente el 90% del almidón y el 9% de proteínas y pequeñas cantidades de aceite, mineral y elementos traza., los frutos se encuentran agrupados formando hileras alrededor de un eje grueso o coronta.

1.1.9. Etapas de desarrollo

1.1.9.1. Germinación y emergencia

Se entiende por germinación a la serie de procesos que incluyen desde la imbibición o absorción de agua por parte de la semilla, hasta emergencia de la radícula; y por emergencia, a la etapa desde que emerge la radícula hasta la aparición del coleóptilo sobre el suelo (Bewley & Black, 1994).

La semilla de maíz está recubierta por una capa externa que se llama pericarpio. La función de esta capa es proteger a la semilla, limitando o impidiendo la entrada de hongos o bacterias. Si el pericarpio resulta dañado, probablemente la germinación se torne más lenta, pues los patógenos pueden utilizar reservas de las semillas (Rojas & Casas, 1987).

1.1.9.2. Desarrollo vegetativo

Robles (2011) define que la radícula sale en tres o cuatro días, luego la plúmula y comienza la formación de hojas en el coleóptilo, cuyo contacto con la luz inicia el crecimiento de unas seis y siete hojas en 16 a 20 días. Todas las hojas de la planta se forman durante los primeros 30 a 37 días de edad y normalmente se produce entre 25 y 30, según el cultivar y las condiciones ambientales. Entre los 25 y 35 de edad la planta inicia la formación de espiga embrionaria, este periodo depende de las diferencias entre cultivares y factores ambientales tales como la temperatura; el crecimiento es acelerado al igual que las raíces, por lo tanto, exige mayor cantidad de agua y nutrimentos, siendo esta una de las etapas críticas. A pesar de los daños que pueda sufrir durante el desarrollo vegetativo, la planta de maíz tiene la capacidad de recuperarse si las condiciones posteriores le favorecen.

1.1.9.3. Floración

Robles (2011) define que la planta de maíz posee estructuras florales monoicas; las flores estaminadas se forman en la “espiga” (panoja) y las pistiladas en un brote a la mitad del tallo. Explicando de la siguiente manera:

a. Floración masculina

Tallo principal de la planta de maíz termina en una panoja (“espiga”) que posee espigillas estaminadas conformadas por dos flores, cada una de las cuales tiene tres anteras. Conforme las flores de la panoja se abren, unos filamentos que se alargan llevan al exterior de la flor a las anteras, que liberan granos de polen. Una sola panoja de una planta normal puede producir 25 millones de granos de polen, o un promedio de 25 000 por cada grano de una mazorca de maíz. La liberación del polen comienza por lo general de uno a tres días antes de que los estigmas emerjan de los brotes de la misma planta y continúa durante tres a cuatro días después de que los estigmas se hacen receptivos al polen.

b. Floración femenina

Las inflorescencias femeninas o mazorcas jóvenes nacen como ramas a partir de nudos localizados aproximadamente a la mitad del tallo. Cada brote consta de una extremidad de la cual nacen las brácteas foliáceas y termina en el elote, en el que se

disponen las flores pistiladas. Las espiguillas aparecen en pares y cada uno posee normalmente un óvulo fértil y otro estéril, lo cual da como resultado un igual número de hileras de granos en la mazorca.

La floración femenina de la planta de maíz se presenta a los 55 días en clima cálido, 69 días en medio, 110 días en frío moderado y 130 días en clima frío. La madurez fisiológica del grano o máxima acumulación de materia seca, se obtiene a los 90 días en clima cálido, 140 en clima medio, 182 en el frío moderado y 139 días en clima frío (Ospina, 2012).

En clima cálido, las espigas del maíz liberan polen durante seis días consecutivos y durante todas las horas del día, independientemente de la fecha de siembra. La máxima liberación de polen sucede a los tres días de la dehiscencia; siendo las espiguillas del tercio medio y las últimas del tercio superior, las primeras en soltarlo. Los estigmas presentan máximo crecimiento a las 72 horas de iniciada la antesis. El crecimiento de los estigmas no se afecta con la temperatura y la humedad relativa, pero si se afecta la cantidad de polen liberado, que necesita entre 27 y 30°C de temperatura y de 52 a 86% de humedad relativa (Díaz, 1993).

1.1.9.4. Polinización

Robles (2011) define que la polinización se lleva a cabo al transferirse polen viable o fértil de las flores estaminadas de la panoja a los larguísimos estigmas, los órganos receptores de polen de las flores pestiladas. El viento es el principal agente polinizador en la polinización libre o no controlada de la planta de maíz. Normalmente, casi el 95% de los óvulos de un brote son fecundados mediante polinización cruzada y el 5% restante por autofecundación. La mayor parte del polen que poliniza a una mazorca de maíz proviene de plantas más próximas, si bien el polen puede ser transportado por el viento a grandes distancias.

1.1.9.5. Formación de grano

Robles (2011) señala que después de la polinización, los estilos (barbas) se marchitan a la semana y se observa en la tusa bolsas acuosas que son granos en formación. A los 20 días después de la polinización, los granos tienen el tamaño

definitivo, se dice que está en estado lechoso con gran cantidad de azúcares. 25 a 30 días después los azúcares se han transformado en almidones y ya se observa la corona del grano. El tamaño del grano está muy influenciado por las condiciones imperantes durante la fase de formación. De allí la importancia del suministro del agua durante este periodo. Entre los 50 y 56 días de ocurrida la polinización, el grano alcanza la madurez fisiológica y tiene su peso máximo con un 24 a 35 % de humedad.

1.1.10. Ecología del cultivo de maíz

1.1.10.1. Clima

- **Temperatura**

Manrique (1997) menciona que el maíz requiere una temperatura de 25 a 30 °C, requiere bastante incidencia de luz solar y en aquellos climas húmedos su rendimiento es más bajo. Para que se produzca la germinación de la semilla la temperatura debe situarse entre los 15 a 20 °C. el maíz llega a soportar temperaturas mínimas de 8°C y a partir de los 30 °C pueden aparecer problemas serios debido a la mala absorción de nutrientes minerales y agua, para la fructificación se requieren temperaturas de 20 a 30 °C.

Reyes (1990) señala que de acuerdo a la literatura revisada la mejor producción se logra en climas en donde las temperaturas medias en los meses calurosos varían entre 21 y 27°C, con un período libre de heladas en el ciclo agrícola variable de 120 a 180 días.

- **Precipitación**

Reyes (1990) define que se cultiva desde el ecuador hasta altas latitudes en los dos hemisferios, se siembra en regiones de precipitación pluvial desde menos de 400 mm hasta los 3 000 mm, en suelos y climas muy variables.

- **Fotoperiodo y luminosidad**

Ospina (2012) menciona que el maíz es sensible al fotoperiodo cuando los días pasan de nueve horas de luz; por esta razón, si la semilla proviene de latitudes altas con días largos, el cultivo no prospera en nuestra zona tropical de días cortos. La

luminosidad ideal para maíz está comprendida entre seis y siete horas luz día. Este cultivo se comporta mejor en climas moderadamente cálidos, con alta luminosidad y adecuada distribución de lluvias durante el ciclo de la planta. La luz ejerce su principal papel en la fotosíntesis, pero también afecta la morfología de la planta por medio de reacciones de fotoperiodo y elongación; a mayor intensidad de luz en épocas de llenado de grano, mayor acumulación de materia seca, por lo tanto, habrá mayores rendimientos; sin embargo, a intensidades altas de luz, se puede afectar la temperatura de la planta. La cantidad de radiación interceptada por el cultivo durante los diez días siguientes a la antesis está relacionada en forma lineal con el número final de granos por planta.

1.1.10.2. Altitud

El maíz se siembra en una gran variedad de regiones agroecológicas que van de altitudes de 0 m hasta cerca de los 4000 msnm (Roberts *et al.*, 1957).

Aunque en el Perú se siembra la *sara mama* desde la costa hasta los 3800 msnm, como es el caso del Lago Titicaca (Manrique, 1997).

El maíz se desarrolla desde 0 a 4000 msnm, pero a alturas mayores de 2000 msnm se incrementa significativamente el ciclo o periodo vegetativo (Ospina, 2012).

1.1.10.3. Suelo

Alvarado (1980) menciona que la planta de maíz se adecua a distintos tipos de suelos, pero prospera en condiciones de suelos franco arcilloso, con buen drenaje, aireado y profundo. La profundidad media del suelo destinado al cultivo debe ser de 0,6 a 1,0 m para obtener los mejores rendimientos, con un pH de 5,5 a 8,0, ricos en materia orgánica y bien previstos de elementos nutritivos mayores y menores; tolerando medianamente la salinidad.

Ospina (2012) señala que el cultivo de maíz necesita suelos profundos, fértiles, permeables, de textura franca, estructura granular, de buena capacidad de retención de agua, libre de inundaciones y encharcamientos, de alto contenido de materia orgánica y un pH entre 5,5 y 6,5.

Y finalmente (Reyes, 1990) menciona que el maíz se adapta muy bien a todo tipo de suelo.

1.1.11. Labores culturales

1.1.11.1. Selección del terreno

Vasquez (2000) indica que los terrenos para el cultivo de maíz deben ser fértiles con alto contenido de materia orgánica (2,5 a 4 %), pH alrededor de 7, de buen drenaje y suficiente aireación.

MINAGRI (1992) reporta los suelos de textura franca son buenos para el maíz esto permite en buen desarrollo del sistema radicular, con buena absorción de nutrientes y agua del suelo. Además, se evitan problemas de encame o caída de plantas. Se deben elegir terrenos sueltos, buen drenaje y con una rotación de cultivos.

1.1.11.2. Preparación del terreno

Vásquez (2000) manifiesta que la preparación de los suelos es muy importante, y debe iniciarse al finalizar el invierno (de agosto a octubre), primeramente con una limpieza del terreno, desterronando bien los primeros 20 cm del suelo, con la humedad de las primeras lluvias que se presentan en estos meses e incorporando la vegetación natural en el suelo.

Parsons (1986) indica que un suelo para el cultivo de maíz debe reunir las siguientes características:

- Suelo bien nivelado y favorecer la penetración uniforme del agua de lluvia o de riego.
- Suelo libre de vegetación natural.
- Un suelo permeable.
- Suelo suelto por lo menos 20 a 25 cm de profundidad.
- Se debe tener una buena cama de siembra con una profundidad de 8 a 10 cm compuesta por partículas más finas sin piedras y suelos de fácil drenaje. El maíz debe tener condiciones de libre crecimiento. Es por eso, que en las labores de preparación se debe considerar la aradura de una profundidad de 20 a 25 cm con

un ancho de corte de 28 a 30 cm procurando que el terreno sea volteado uniformemente, esta labor se debe realizar con anticipación.

1.1.11.3. Elección y selección de semilla

Vásquez (2000) menciona que en el mercado existe una gran variedad de semillas mejoradas y certificadas. La semilla certificada garantiza al comprador la variedad a que pertenece, la semilla que se utiliza debe tener de 96 a 100 % de pureza varietal y presentar de 95 a 100 % de poder germinativo, debiendo además estar libre de plagas y enfermedades.

1.1.11.4. Siembra

Vásquez (2000) manifiesta que la época de siembra varía de acuerdo con la localidad, temperatura, disponibilidad de agua y variedad a sembrarse, en climas templados la siembra se efectúa después de las heladas. En zonas frías y secas comprendidas entre los 2800 a 3300 msnm la siembra se centra en los meses de setiembre y octubre.

Valdez (1977) indica que el sistema de siembra empleado en la sierra es la denominada cola de buey, en la costa y la sierra se emplea el sistema por golpe y el sistema mecanizado para grandes extensiones.

Arone (2012) menciona que la siembra del maíz en la región quechua marca el ciclo agrícola y se inicia con la presencia de las primeras lluvias de finales del mes de setiembre o inicios de octubre. Para la siembra se espera que la humedad del suelo permita su laboreo, lo que se lleva a cabo con tracción animal (yunta) en las partes planas y utilizando la chakitaqlla (arado andino) en los terrenos de difícil acceso como las laderas y los terrenos pedregosos.

1.1.11.5. Fertilización

Llanos (1984) menciona que las tierras de textura media y con grado de fertilidad natural, durante la labor preparatoria para la siembra se puede aplicar los abonos nitrogenados de acción lenta (N nitrógeno amoniacal), en una cantidad media, unos 100 kg ha⁻¹ de P₂O₅ y los potásicos en cantidades de 100 kg ha⁻¹ de K₂O. En tierras

arcillosas requiere 75 kg ha^{-1} de K_2O y en tierras arenosas se eleva esta dosis de potasio a 125 kg ha^{-1} . En cobertura se aplicarán otros 150 kg ha^{-1} de nitrógeno de acción rápida (úrea) en una sola vez (a un mes ó 45 días después de la siembra) o bien en dos partes iguales: la primera un mes después de la siembra y la segunda unos 25 días después de la floración.

INIA (2006) recomienda que el abonamiento dependa de la fertilidad natural del suelo y del análisis del suelo para establecer una fórmula de NPK; sin embargo, se recomienda para condiciones de sierra una fórmula de 120-80-40 NPK, para condiciones de selva y costa una fórmula de 180-80-60 de NPK.

Marcelo (2004) menciona que los nutrientes disponibles en el suelo generalmente limitan la producción de maíz, siendo necesario conocer los requerimientos del cultivo y la oferta del suelo para determinar las necesidades de la fertilización. Una buena planificación para el manejo adecuado de la fertilidad del cultivo debe iniciarse con un análisis químico del suelo, finalmente con los resultados se hace una estimación de la disponibilidad de nutrientes para la planta durante su ciclo de desarrollo.

1.1.11.6. Riego

Parsons (1986) señala que el cultivo de maíz requiere agua abundante. La cantidad de agua que se debe suministrar mediante riego, depende de los requerimientos del cultivo, del tipo de suelo, de la precipitación pluvial. La mayor exigencia de agua es durante la etapa de germinación y en la etapa de formación de inflorescencia, fecundación y formación de granos.

Ospina (2012) define que los mayores requerimientos de agua se presentan durante la germinación, la floración y el llenado de granos, con valores medios que van de 4,8 a 5,4 mm/día. El mayor consumo de agua de la planta de maíz se presenta en la etapa de la floración, en donde el déficit por uno a dos días puede reducir los rendimientos en un 22%, mientras que, si la sequía se presenta por seis a ocho días durante este periodo, la reducción del rendimiento es del 50%. Lo ideal es contar con agua durante dos a tres semanas antes y después de la antesis.

En general el costo por uso de agua en el Perú es relativamente barato, lo que desincentiva el uso racional y eficiente de este recurso. Sin embargo, según la ENAHO (2010) citado por (Huamanchumo, 2013), el 70% de la superficie agrícola del Perú es producida bajo secano, es decir, en función a la disponibilidad estacional del agua proveniente de las lluvias; el 26,9% bajo riego por gravedad, el 2% bajo riego tecnificado y el 0,7% a través de aguas subterráneas o pozos. Esta situación no ha cambiado desde la década de los 90. Es así que de acuerdo con información del ex INRENA la eficiencia en el riego en el 2008 fue de solo el 35% (MINAG, 2012). Gran parte de las extensiones cultivadas de maíz se conducen bajo un sistema de riego por secano, el cual predomina en la Selva (96.1%) y la Sierra (85.1%). En cambio, la Costa es la región mejor dotada con grandes obras de infraestructura hidráulica. Siendo este uno de los principales factores que explica las diferencias significativas de los rendimientos del maíz en cada zona.

1.1.11.7. Aporque

Vásquez (2000) manifiesta que el aporque es una labor que tiene por objeto dar mayor sostenibilidad a las plantas, a través de la formación de raíces adventicias. Se efectúa cuando las plantas de maíz han alcanzado una altura de 50 cm aproximadamente, las ventajas del aporque son:

- Elimina malezas.
- Facilita el riego en surcos.
- Evita que el hipocotilo se dañe.
- Contrarresta el efecto de los vientos.
- Las raíces aéreas alcanzan a fijarse al suelo.

Arone (2012) señala que a la semana de su siembra, el maíz comienza a emerger y cuando tiene entre 10-15 cm de altura se realiza la *qatma* (primer aporque) para controlar las plantas arvenses. Entre finales de diciembre y todo el mes de enero, cuando la precipitación es más acentuada, se realiza la *hallma*, esto es, remover el sudo para eliminar las malezas al tiempo que se acumula alrededor del cuello de las plantas para darles soporte.

Parsons (1986) menciona el aporque se realiza en el momento en que la planta de maíz se establece, es decir de 20 a 30 días después de la emergencia.

1.1.11.8. Raleo

Ospina (2012) menciona que el exceso de plantas se debe raleo cuando el maíz este en V6 (seis hojas desarrolladas), lo que coincide con la segunda fertilización nitrogenada del cultivo.

MINAGRI (1992) señala que el raleo se realiza cuando existe una población mayor de tres plantas por golpe y se eliminarán las más débiles. El raleo debe realizarse en suelo húmedo el cual facilita la tarea y reduce el daño a las raíces de las plantas que quedan.

1.1.11.9. Control de malezas

Parsons (1986) menciona que durante las primeras etapas de crecimiento del maíz, el daño por malezas puede ser grande, estas compiten ventajosamente con las plántulas por luz y nutrientes. Para eliminar las malezas se puede efectuar un control químico o mecánico durante el periodo crítico, es decir cuando el maíz sufre la mayor competencia de malezas. Esto ocurre durante los primeros tres o cinco semanas después de que haya emergido.

1.1.11.10. Control de plagas y enfermedades

Vásquez (2000) manifiesta que el productor de maíz debe inspeccionar su cultivo por lo menos una vez por semana, para buscar señales de plagas (huevos y larvas de insectos), enfermedades (hongos, virus, bacterias) o animales depredadores que puedan estar causando daño al maíz afectando la fisiología de la planta.

A. Plagas

- **Gusano de tierra o cortadores** (*Copitarsia turbata*)

Requíz (2005) señala que la práctica cultural de riego de machacado, permite el ahogamiento de las larvas antes de la preparación del suelo; la rotación de cultivos es práctica que permite disminuir la población de estos insectos. La aplicación de cebos

envenenados al pie de la planta preparados con afrechillo, melaza y Sevín controla el ataque de los gusanos.

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

Requiza (2005) manifiesta que las larvas causan daños foliares, las larvas de los primeros estadios produciendo raspado de hojas y cuando alcanzan mayor tamaño estos producen perforaciones y pueden causar muerte de plantas cuando dañan el punto de crecimiento, se controla mediante la aplicación de Dipterex 23.5 G a razón de 10 kg ha⁻¹, aplicación de Cipermetrinas a razón de 150 a 200 ml por cilindro de 200 litros de agua. Cuando las larvas están raspando las hojas mediante un estudio preliminar se ha observado que la aplicación de extracto de tarwi produce mortalidad de larvas de primeros estadios.

Ospina (2012) menciona que el cogollero hace raspaduras en las partes tiernas de las hojas, que posteriormente aparecen con pequeñas áreas translúcidas, se alimenta del follaje comenzando por el cogollo, el cual al desplegarse muestra hileras de perforaciones a través de la lámina o bien áreas alargadas agujereadas. En esta fase es característico observar los excrementos de la larva en forma de aserrín. Recomienda algunos métodos de control de *Spodoptera frugiperda* como control físico, cultural, biológico y en casos extremos control químico selectivo.

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

Vilca (2014) manifiesta que la plaga más importante en la zona andina, principalmente en lugares donde se siembra maíz amiláceo, en la costa tiene importancia solo en verano. Las hembras tienen actividad nocturna, ovopositan en el pistilo de manera aislada o individual, la larva inicialmente se alimenta del pistilo fresco, posteriormente del grano fresco, luego de completar su desarrollo bajan a empupar en el suelo. El ciclo de desarrollo dura más o menos entre 43 a 73 días, dependiendo de las condiciones climáticas, a altas temperaturas el ciclo se acorta. Los daños se notan cuando las larvas al consumir los granos de choclo reducen el número de granos, desmejoran la calidad del choclo, si la época es lluviosa la humedad ingresa a la mazorca y puede descomponerlo completamente por el desarrollo de microorganismos.

Requiza (2005) manifiesta la manera de controlar es con la aplicación de 3 gotas de aceite de consumo en la parte de la mazorca cuando se observa posturas o larvas del primer estadio en el 10 % de las plantas. La cantidad necesaria de aceite es de 6 litros ha^{-1} aplicados 2 litros en el tercio de floración. 2 litros en el segundo tercio de floración y 2 litros en el último tercio de floración.

B. Enfermedades

• Carbón de maíz

Bartolini (1993) manifiesta que esta enfermedad es causada por el hongo *Ustilago maydis*, puede atacar a todas las partes de las plantas, tallo, inflorescencia masculina, mazorcas, vainas y hojas e incluso se puede encontrar debajo del suelo, en la plúmula. Las agallas de color blancuzco, al desarrollarse la infección aumentan de volumen y se van haciendo cada vez más oscuras. Al madurar se rompe la membrana exterior y se diseminan las esporas que propagan la infección. El carbón se desarrolla con tiempo cálido y seco, con temperaturas comprendidas entre 26 y 34 °C. La penetración de las esporas pueden producirse a través de las raicillas; a partir de ahí se difunden por vía vascular, instalándose en cualquier parte de la planta, preferentemente se instalan en la mazorca que es donde hay una mayor concentración de sustancias nutritivas.

Requiza (2005) manifiesta que la mejor práctica para disminuir su incidencia es sacar las mazorcas con agallas en estado verde para enterrarlos para compost. También la rotación de cultivos es una práctica que permite disminuir la incidencia de esta enfermedad.

• Achaparramiento

Tavares (1997) señala que esta enfermedad es diseminada por la cigarrita (*Dalbulus maidis*). Los síntomas típicos, es la formación de numerosos puntos cloróticos a lo largo de las nervaduras de las hojas, presentando un aspecto de rayas y pueden ser observadas cuando las hojas son colocadas contra la luz, los primeros síntomas aparecen a los 8 a 16 días de la infección.

Requiz (2005) manifiesta que se puede controlar mediante el uso de variedades tolerantes y la siembra temprana son las mejores alternativas para garantizar mejor producción de mazorcas. En los valles interandinos de la sierra a partir del mes de noviembre se eleva la temperatura ambiental que condiciona un rápido incremento de la población de insectos.

Manrique (1997) menciona que las enfermedades del maíz, al igual que las plagas reducen el rendimiento y la calidad de los granos cosechados, si es que el control no se hace a tiempo, también indica que las enfermedades del maíz se relacionan con las condiciones del clima y del suelo entre las principales que define son:

- Cercosporiosis. (*Elminthosporion turcicum*)
- Roya de maíz (*Puccinia sorghi*)
- Carbón de maíz (*Ustilago maydis*)
- Pudrición de tallo y raíces (*Bibberella zae*)
- Pudrición de la mazorca (*Diplodia maydis*)

1.1.11.11. Cosecha

Ospina (2015) señala que el grano de maíz no recibe más sustancias nutritivas tan pronto llega su madurez fisiológica (formación de capa negra). En este estado la humedad del grano está entre 30 y 35%, la cual es muy alta para iniciar su recolección, presentándose el riesgo de deterioro por sobrecalentamiento e infestación de microorganismos; en este sentido, es preferible esperar un tiempo (dos a cuatro semanas) para realizar la cosecha.

Cuando existe infraestructura de secamiento, la humedad óptima para recolección es de 20%; bajo el sistema de cosecha manual se debe esperar hasta que el grano alcance el 18% de humedad.

Manrique (1997) manifiesta que después de la floración, aproximadamente 40 días, se presenta la madurez fisiológica, es decir la conversión de los azúcares en almidones, por tanto los granos pasan del estado lechoso a pastoso y finalmente a duro. Un grano duro indica que está formado morfológicamente y fisiológicamente, por tanto las mazorcas están listas para ser cosechadas cuando los granos presentan un aproximado de 30 % de humedad.

Arone (2012) menciona que para la cosecha, las plantas de maíz se cortan a una altura de 15-20 cm sobre el nivel del suelo, se amontonan para que se sequen y luego se despanca, o sea se quitan las brácteas para obtener la mazorca.

1.1.12. Rendimiento

El rendimiento promedio nacional fue de 1,8 t ha⁻¹ (MINAGRI-SIEA, 2016). El rendimiento del maíz amiláceo en las chacras maiceras de la región quechua es heterogéneo, dependiendo de una serie de factores como la ubicación de la chacra en el piso ecológico, la fertilidad del suelo, manejo del cultivo, riego, presencia oportuna de lluvias, etc. así, se han descrito valores que oscilaron entre 1,623 t ha⁻¹ y 12,021 t ha⁻¹ en cinco explotaciones campesinas en Laraos (Lima), a 3563 msnm (Brunschwig, 1986). En el valle de Yucay (Cuzco), a 2853 msnm, la variedad Cuzco gigante produjo 10 t ha⁻¹ de maíz grano (Grobman *et al.* 1961). En las chacras maiceras de los Ayllus de Oyolo (Ayacucho), a 3350 msnm, el rendimiento del maíz amiláceo varió de 3,5 a 7,5 t ha⁻¹ de grano seco (Huauya *et al.*, 2001). En las chacras maiceras de la comunidad de Allpas (Huancavelica), localizadas a 3537 msnm, en condiciones de secano, el rendimiento osciló de 1,25 a 6,5 t ha⁻¹ de grano seco (Arone *et al.*, 2012). De otro lado, el rendimiento promedio del maíz amiláceo en la sierra es de 1,0 t ha⁻¹ (Robles, 2011).

Tabla 1.4. Ranking de los departamentos productores de maíz amiláceo, según rendimiento. 2016

Maíz amiláceo (grano seco)	
Departamento	Rendimiento (t ha⁻¹)
Cuzco	6,7
Arequipa	3,7
Lambayeque	2,4
Ica	2,3
Junín	2,0
Moquegua	2,0
Tacna	1,8
Apurímac	1,7
Huancavelica	1,5
La Libertad	1,5
Ayacucho	1,3
Ancash	1,3
Amazonas	1,0
Cajamarca	0,9
Promedio nacional	1,8

Fuente: MINAGRI-SIEA, 2016

1.1.13. Estados fenológicos del maíz

Estado vegetativo V

V ₀	Emergencia
V ₁	1° hoja desarrollada
V ₂	2° hoja desarrollada
V ₃	3° hoja desarrollada
V ₄	4° hoja desarrollada
V ₅	5° hoja desarrollada
V ₆	6° hoja desarrollada
V ₇	7° hoja desarrollada
V ₈	8° hoja desarrollada
V ₉	9° hoja desarrollada

V ₁₀	10° hoja desarrollada...
V _n	Enésima hoja
V _P	Panojamiento

Estado reproductivo R

R ₁	Emergencia de estigma
R ₂	Cuaje (ampolla)
R ₃	Grano lechoso
R ₄	Grano pastoso
R ₅	Grano dentado rayado
R ₆	Madurez fisiológica

1.2. ABONOS ORGÁNICOS

FONAG (2010) señala que los abonos orgánicos son todos aquellos residuos de origen animal y vegetal de los que las plantas pueden importantes cantidades de nutrimentos; que se utilizan en suelos agrícolas con el propósito de activar e incrementar la actividad microbiana de la tierra, el abono es rico en materia orgánica, energía y microorganismos, pero bajo en elementos inorgánicos.

El uso de abonos orgánicos, en cualquier tipo de cultivo, es cada vez más frecuente en nuestro medio por dos razones: el abono que se produce es de mayor calidad y costo es bajo, con relación a los fertilizantes químicos que se consiguen en el mercado.

1.2.1. Guano de isla

Pro abonos (2007) señala que el guano de isla es el mejor fertilizante natural y el más barato del mundo. Su calidad es reconocida en el país y en el extranjero, donde a raíz del cese a su exportación se le recuerda todavía como “Guano del Perú”, procede de las islas, islotes, y puntas del litoral peruano, también se encuentra en la costa chilena. El guano de las islas es la acumulación de las deyecciones de las aves marinas: guanay, piquero y alcatraz (pelícano), como también sus restos de estas aves ya mencionadas. La alimentación de las aves marinas es principalmente la anchoveta, pejerrey, lorna, jurel, liza, machete, sardina, etc. El color de guano de las

islas es muy variado y abarca toda una gama de color naranja en sus múltiples tonalidades con un olor amoniacal bastante pronunciado.

Biológicamente el guano de isla juega un rol esencial en el metabolismo básico del desarrollo de las raíces, tallos y hojas de las plantas. Tiene un buen contenido de nitrógeno, fósforo y potasio; además contiene otros elementos como: azufre, cloro, sodio, magnesio, silicio, hierro, manganeso, flúor y otros elementos, de allí el nombre de abono más completo del mundo, y finalmente menciona las siguientes propiedades del guano de isla:

- **Es un fertilizante natural y completo.** Contiene todos los nutrimentos que la planta requiere para su normal crecimiento y desarrollo.
- **Es un producto ecológico.** No contamina el medio ambiente.
- **Es biodegradable.** El Guano de las Islas completa su proceso de mineralización en el suelo, transformándose parte en humus y otra se mineraliza, liberando nutrientes a través de un proceso microbiológico.
- **Mejora las condiciones físico-químicas y microbiológicas del suelo.** En suelos sueltos se forman agregados y en suelos compactos se logra la soltura. Incrementa la capacidad de intercambio catiónico (C.I.C.), favorece la absorción y retención del agua. Aporta flora microbiana y materia orgánica mejorando la actividad microbiológica del suelo.
- **Es soluble en agua.** De fácil asimilación por las plantas (fracción mineralizada).
- **Tiene propiedades de sinergismo.** En experimentos realizados en cultivos de papa, en cinco lugares del Perú, considerando un testigo sin tratamiento, se aplicó el guano de las islas, estiércol y una mezcla de ambos. En los cinco lugares experimentados, la producción se incrementó significativamente con el tratamiento guano de las islas + estiércol.

1.2.1.1. Características del guano de isla

Pro abonos (2007) señala las siguientes características:

A. Características físicas

- Producto natural orgánico ofrecido en forma de polvo.
- Granulación uniforme
- Color gris, amarillento, verdoso
- Olores a vapores amoniacales de condición estable
- Soluble en agua
- De fácil asimilación por las plantas
- Biodegradable
- No deteriora los suelos ni los convierte en tierras salitrosas
- Mejorador ideal de los suelos altoandinas y de la selva alta, 100% ecológico.

B. Características químicas

El guano de isla es un abono orgánico natural completo, ideal para el buen desarrollo, crecimiento y producción de cosechas rentables. Está siendo utilizado en la producción orgánica de diferentes cultivos con buenos resultados.

Contenido de nutrientes:

- Macronutrientes: nitrógeno, fósforo y potasio.
- Elementos secundarios: calcio, magnesio y azufre.
- Micronutrientes: hierro, zinc, cobre, manganeso y boro.

Tabla 1.5. Composición química de guano de isla

Macroelementos			
Nitrógeno	N	10-14	%
Fósforo	P ₂ O ₅	10-12	%
Potasio	K ₂ O	2-3	%
Elementos secundarios			
Calcio	CaO	8	%
Magnesio	MgO	0,50	%
Azufre	S	1,50	%
Microelementos			
Hierro	Fe	0,032	%
Zinc	Zn	0,0002	%
Cobre	Cu	0,024	%
Manganeso	Mn	0,020	%
Boro	B	0,016	%
También contiene			
Flora microbiana	hongos y bacterias benéficas		

Fuente: Pro abonos, 2007

C. Características biológicas

El guano de isla es portador de una rica flora microbiana (hongos y bacterias) conformando millones de laboratorios biológicos que por acción de sus jugos gástricos y enzimas realizan la transformación de sustancias complejas a formas más simples.

El guano de isla aporta nutrientes y materia orgánica, los cuales son utilizados por las plantas y los microorganismos, el cual se suma a la existente en forma natural mejorando su actividad microbiológica.

1.2.1.2. Tipos de guano de isla

Bertrán (1992) menciona que existen tres tipos de guano de islas según su composición:

a. Guano de isla rico

Se encuentra en las capas medias o recientes y se presenta como un material amarillento y grisáceo, cuando es molido presenta una coloración amarillo pálido o marrón claro. El guano rico no se caracteriza por sus olores de vapores amoniacales, se forma mediante el proceso de fermentación lenta, lo cual permite mantener sus componentes al estado de sales, especialmente los nitrogenados tales como los uratos, carbonatos, sulfatos y otras combinaciones menos abundantes. Este abono es el tipo compuesto porque aporta N, P, K, Ca, Mg, S y aun elementos menores. Su composición viene a ser la siguiente:

- Nitrógeno (N), de 9 a 15 % (promedio 12 %), existe bajo tres formas posibles en proporciones variables. Orgánica (8 a 10 %) especialmente el ácido úrico, amoniacal (4 a 4,5 %) cloruro y bicarbonato de amoniacal,
- Ácido fosfórico (P_2O_5 8 %) del cual el 90 % es rápidamente asimilable dependiendo de las condiciones del medio (suelo y clima).
- Potasio (K_2O 1 a 2%) soluble en su totalidad.
- Otros compuestos: CaO (7 a 8 %), MgO (0,4 – 0,5%), azufre (1,5 – 1,6%) y mayoría de oligoelementos.

b. Guano de isla pobre

De formación antigua, llamada también fosfato y de explotación limitada, su contenido de elementos es la siguiente:

- Nitrógeno 1 a 2 %
- Ácido fosfórico 16 a 20 %
- Potasa 1 a 2 %
- CaO 16 a 19 %

Existen dos clases de guano de isla pobre:

- Guano pobre tipo A: molido
- Guano pobre tipo B: bruto

c. Guano de isla balanceado

De formación antigua, llamada también fosfato y de explotación limitada, su contenido de elementos es la siguiente:

- Nitrógeno 12 %
- Ácido fosfórico 16 a 20 %
- Potasa 2 %

1.2.1.3. Factores que afectan la calidad de guano de isla

Tineo (2014) menciona que los factores que afectan la calidad del guano de isla son:

- Clase de ave, el guanay es el ave que aporta mayor porcentaje de nitrógeno a diferencia que el piquero y el alcatraz.
- El tiempo que ha transcurrido desde el momento en que el ave ha defecado hasta el recojo.
- El clima que predomina en la isla, cuanto más húmeda es más pobre.
- El sistema de explotación; así de acuerdo a la profundidad de donde se extrae, se ha comprobado que la parte superficial es más pobre debido a la acción de las lloviznas continuas que lavan y disuelven los nutrientes que se infiltran a capas más profundas.

1.3. DENSIDAD DE PLANTAS EN EL CULTIVO DE MAÍZ

Yuste (1998) indica que para el cálculo de densidades de siembra, existen en la agricultura una norma importante a tener en cuenta. Si se siembra el cultivo demasiado denso, la producción con menores a los esperados (competencia entre plantas), por otro lado, si la densidad de siembra es baja, la productividad por planta es elevada, pero la productividad total por parcela no es compensada, debido a la falta de plantas. La densidad de siembra es una cuestión varietal, así existen variedades que toleran altas densidades.

Ospina (2012) indica que los maíces criollos y variedades mejoradas aceptan poblaciones hasta de 55 000 plantas por hectárea, debido a que son muy altos (3 a 4 m). Los híbridos por su baja estatura se pueden sembrar entre 60 y 75 mil plantas por

hectárea. Las distancias entre surcos varían entre 70 y 90 cm, dependiendo de la pendiente del terreno o de los implementos agrícolas disponibles. La distancia entre plantas depende de la distancia entre surcos; generalmente se debe sembrar un mayor número de plantas por hectárea, con el propósito de tener suficiente población para corregir pérdidas por baja germinación, arranque por pájaros o animales, y daño por insectos y enfermedades.

Valdez (1977) menciona que la densidad de plantas de maíz es de 55 000 a 65 000 plantas por hectárea en variedades tardías es un distanciamiento de 0,90 m entre surco y de 0,50 a 0,65 m entre golpe, en variedades de precocidad media es de 65 000 a 75 000 plantas por hectárea a un distanciamiento de 0,80 a 0,90 m entre surcos, 0,50 m por golpe; y en variedades precoces de 75 a 90 mil plantas por hectárea distanciamiento de 0,75 a 0,80 m entre surcos y de 0,45 a 0,50 m entre golpes.

Arone (2012) define que por cada golpe de azada se depositan de dos a tres granos de maíz y se dejan unos 10 cm entre golpes.

1.3.1. Importancia de la densidad óptima de siembra en maíz

En condiciones no limitantes de agua y nutrientes, la mayor captura de radiación permitirá un mayor rendimiento potencial. Una de las formas para aumentar la captura de radiación es por medio del aumento en la densidad de plantas por hectárea, pero ese incremento no es indefinido y va a estar condicionado principalmente por los recursos ambientales disponibles.

El rendimiento del maíz presenta una óptima respuesta a la densidad: crece hasta un máximo (80 000-100 000 plantas/ha), densidad óptima, y disminuye con mayores densidades (>110 000 plantas/ha).

La densidad óptima es la menor densidad que posibilita maximizar el rendimiento en grano y dependerá del ambiente donde el cultivo se desarrolle, por lo tanto es muy importante tener en cuenta el potencial de cada parcela y el comportamiento de la variedad en el momento de elegir una correcta densidad de siembra.

En ambientes o situaciones de baja productividad, así como cuando se retrasa la fecha de siembra, deberemos ser cautos a la hora de decidir la población de plantas, dado que un exceso de las mismas puede provocar pérdidas de rendimiento por aborto de granos y/o mazorcas. Y finalmente ocurre cuando aumentamos la densidad:

- Aumenta la altura de la planta y la inserción de la mazorca.
- Aumenta el número de plantas estériles (sin mazorca).
- Disminuye el tamaño de la mazorca: menor número de filas y de granos por fila.
- Peor llenado de la mazorca.
- Se reduce el peso de los granos.
- Se reduce el grosor de los tallos, aumentando la sensibilidad al encamado y a la fusariosis.
- Se acelera la senescencia foliar (se inicia antes la muerte de las hojas). Citado en (<http://www.lgseeds.es/media/AT-02-La-densidad-%C3%B3ptima.pdf>)

CAPITULO II

METODOLOGÍA

2.1. UBICACIÓN

El presente trabajo de investigación se realizó en la comunidad de Sacsamarca-barrio Huayaupuquio, distrito de Ayacucho, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho a 8 km de capital de Ayacucho, geográficamente se ubica a $74^{\circ} 15'683''$ Longitud oeste y a $13^{\circ} 09'404''$ Latitud sur; a una altitud de 3040 msnm.

2.2. PERIODO DE EJECUCIÓN DEL EXPERIMENTO

El experimento se realizó desde el 20 de noviembre del 2016 iniciándose con la preparación del terreno hasta el 17 de junio del 2017, terminando con la cosecha de la mazorca y finalmente se hizo secar las mazorcas hasta el día 08 de julio del 2017, para su obtención de los datos de la investigación.

2.3. ANTECEDENTES DEL TERRENO

En la campaña anterior se sembró maíz blanco, no se aplicó fertilización química, pues en esta comunidad la mayoría de los campesinos sólo aplican abonos orgánicos como el estiércol en la preparación del terreno.

2.4. ANÁLISIS FÍSICO Y QUÍMICO DEL SUELO

Para el análisis físico y químico del suelo se tomó una muestra representativa de 1,0 kg de suelo del campo experimental de acuerdo al método convencional, teniendo en cuenta solo la capa arable (0,25 m); la muestra se llevó al laboratorio de Suelos y Análisis Foliar del Programa de Investigación en Pastos y Ganadería de la UNSCH, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 2.1. Características físicas y químicas del suelo (Huayaupuquio, 3040 msnm)

Determinantes	Unidad	Valor	Método	Interpretación
Arena	%	60,7	Hidrómetro	
Arcilla	%	22,7	Hidrómetro	Fr-Ar-Ao
Limo	%	16,6	Hidrómetro	
pH	H ₂ O	7,72	Complexometría	Ligeramente alcalino
C. E.	dS/m.	0,713	(es)	Muy ligeramente salino
CaCO₃	%	1,5	Volumétrico	Bajo
C.I.C.	Cmol(+)/Kg	11,6	Acetato de amonio	Medio
M.O	%	0,72	Walkley y Black	Bajo
N-Total	%	0,03	micro-Kjeldahl	Pobre
P-Disp.	ppm	33,3	Bray Kurtz	Alto
K-Disp.	ppm	224	Acetato de amonio	Medio

Fuente: Programa de Investigación en Pastos y Ganadería de la UNSCH. 2017.

2.5. ANÁLISIS QUÍMICO DE GUANO DE ISLA

La determinación de la composición química del guano de isla se realizó en el laboratorio de Suelos y Análisis Foliar del Programa de Investigación en Pastos y Ganadería de la UNSCH, se tomó varias muestras para luego mezclar en forma homogénea y finalmente llevados al laboratorio sólo 1 kg de guano de isla, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 2.2. Composición química del guano de isla

Componentes	Unidad	Valor
pH		8,52
M. Orgánica	%	3,57
N-Total	%	0,81
P ₂ O ₅	%	2,4
K ₂ O	%	0,59
CaO	%	10,19
MgO	%	3,6
SO ₄ ⁼	%	2,11
C.E.(1:1)	mS/cm	71,5
Humedad	%	18,7

Fuente: Programa de Investigación en Pastos y Ganadería de la UNSCH. 2017.

De acuerdo al análisis químico realizado del guano de isla, el contenido de materia orgánica (3,57), nitrógeno total (0,81), ácido fosfórico (2,40) y potasa (0,59) son de un nivel pobre; por lo tanto de acuerdo a la clasificación según Bertrán (1992) se trata de un guano de isla pobre.

Esta pobreza en sus nutrientes principales también se debe a la profundidad de donde se extrae, se ha observado que la parte superficial es más pobre debido de la acción de las lloviznas continuas que lavan o disuelven los nutrientes que se infiltran a capas más profundas, así como también por ser un guano recién acumulada o fresco.

2.6. CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS

Para la Comunidad de Sacsamarca, barrio Huayaupuquio se tomaron datos meteorológicos de la estación de INIA de Gerencia Regional de Infraestructura Red Hidrometeorológica; el cual se detalla en la siguiente tabla 2.3, con los datos se procedió a calcular el balance hídrico siguiendo la metodología de Hargreaves recomendada por la ONERN (1976), tal como se observa en la figura 2.1 registrándose la temperatura promedio máxima mensual de 28 C° y la media de 17,28C°, siendo los meses cálidos noviembre, setiembre y octubre del 2016 y Agosto del 2017. Los meses más lluviosos febrero, enero y marzo del 2017. Finalmente los meses más fríos fueron los meses julio, junio y agosto del año 2017.

En términos generales el clima es favorable para el desarrollo de la agricultura, pero las precipitaciones no son suficientes en los últimos años en la zona para satisfacer la demanda de requerimiento del cultivo, donde la precipitación registrado 2016 a 2017 en la estación meteorológica de INIA, suma un total de 541,30 mm/año.

Tabla 2.3. Temperatura máxima, media, mínima, precipitación y balance hídrico correspondiente a la campaña agrícola 2016-2017, de la Estación Meteorológica INIA – Ayacucho.

Estación: INIA	Latitud	: 13° 10' 00.06" S					Departamento	: AYACUCHO						
	Longitud	: 74° 12' 22.92" W					Provincia	: HUAMANGA						
	Altitud	: 2756 msnm					Distrito	: AYACUCHO						
Año	2016					2017							Total	Media
Meses	Set	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago		
T° Máxima media mensual (°C)	26.4	26.3	28	26	23.3	23.5	22.8	24.1	23.9	24.5	23.9	25.9		24.88
T° Mínima media mensual (°C)	9.7	10.2	9.7	10.7	11.1	10.5	11.5	10.1	9.5	8.3	6.5	8.3		9.68
T° Media mensual (°C)	18.05	18.25	18.85	18.35	17.2	17	17.15	17.1	16.7	16.4	15.2	17.1		17.28
Factor	4.8	4.96	4.8	4.96	4.96	4.64	4.96	4.8	4.96	4.8	4.96	4.96		
ETP (mm)	86.64	90.52	90.48	91.02	85.31	78.88	85.06	82.08	82.83	78.72	75.39	84.82	1011.75	0.54
Precipitación (mm)	8.4	34.7	26.6	51.4	109.4	125.5	103.7	44.2	15.8	0	11.8	9.8	541.3	
ETP Ajustado (mm)	46.35	48.43	48.41	48.69	45.64	42.2	45.51	43.91	44.32	42.12	40.34	45.38		
Humedad de suelo (mm)	-37.95	-13.73	-21.81	2.71	63.76	83.3	58.19	0.29	-28.52	-42.12	-28.54	-35.58		
Exceso (mm)				2.71	63.76	83.3	58.19	0.29						
Déficit (mm)	37.95	13.73	21.81						28.52	42.12	28.54	35.58		

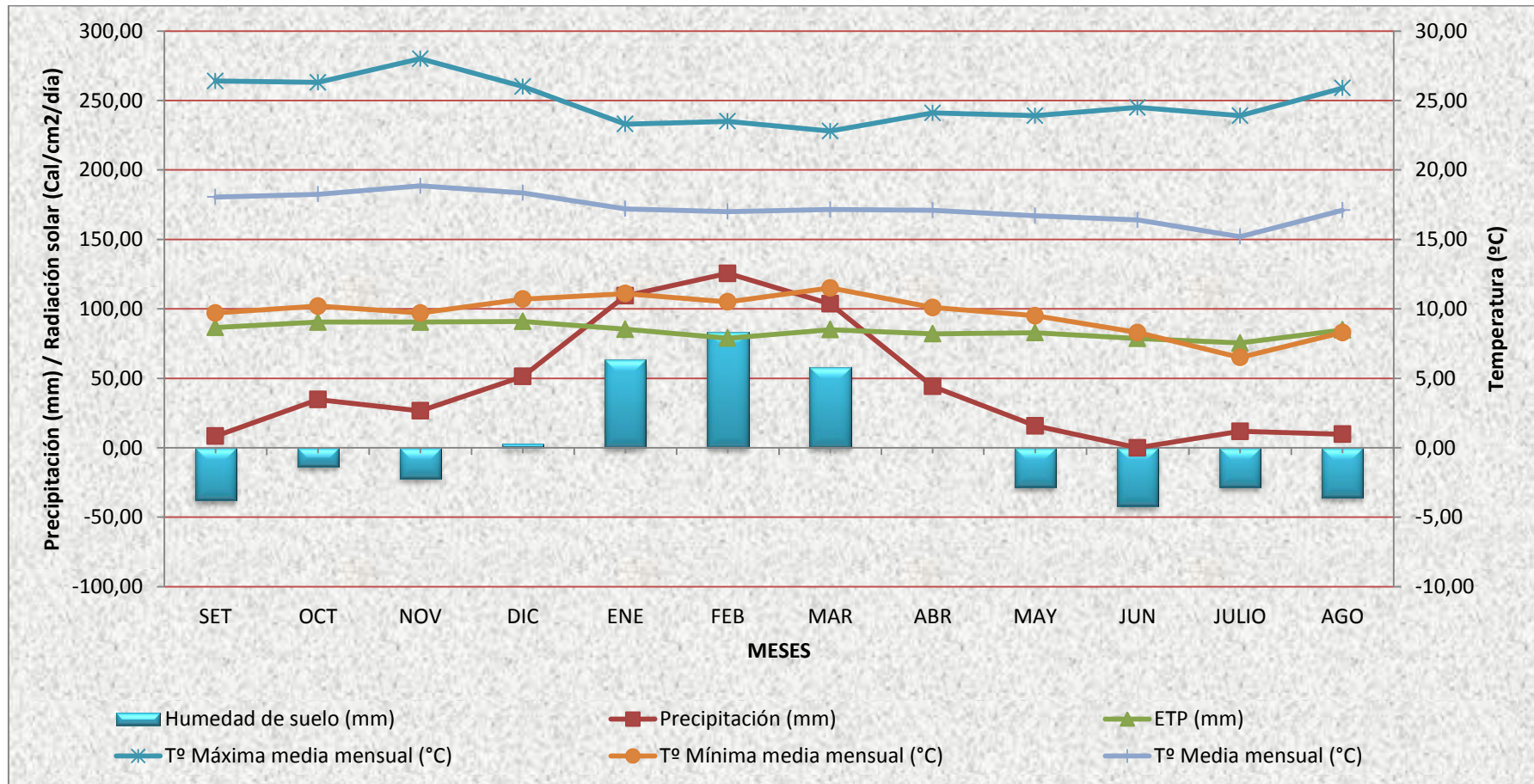


Figura 2.1. Diagrama de temperatura máxima, media, mínima y balance hídrico correspondiente a la campaña agrícola 2016-2017, registrado en la Estación Meteorológica INIA – Ayacucho.

2.7. MATERIAL GENÉTICO

Variedad maíz amiláceo (*Zea mays* L.), proviene de la misma zona, se describe como maíz amiláceo precoz, el cual se encuentra alrededor de los 3000 msnm, especialmente en la comunidad de Huayaupuquio, este tipo de maíz está adaptada a las condiciones de la lluvia de Ayacucho soportando las sequías en la región, contribuyendo un alimento primordial para el campesino de la zona. Presenta las siguientes características:

- Altura de planta: 1,60 a 1,80 m.
- Tamaño de grano: mediano
- Color de grano: blanco en el exterior y harinoso en el interior.
- Resistente a plagas y enfermedades.
- Resistente a las sequías y sólo se siembra bajo seco.
- Peso de 1 000 semillas: 620 a 650 g.
- Número de hileras: 10-12
- Periodo de siembra promedio: 5 meses
- Rendimiento promedio: 2.0 t ha⁻¹.

2.8. FACTORES EN ESTUDIO Y TRATAMIENTOS

2.8.1. Factores

a) Densidad de plantas (D)

d₁: 93 750 plantas ha⁻¹ (0,80 m entre surcos y 0,40 m entre golpes, 3 plantas/golpe)

d₂: 75 000 plantas ha⁻¹ (0,80 m entre surcos y 0,50 m entre golpes, 3 plantas/golpe)

d₃: 83 333 plantas ha⁻¹ (0,90 m entre surcos y 0,40 m entre golpes, 3 plantas/golpe)

d₄: 66 667 plantas ha⁻¹ (0,90 m entre surcos y 0,50 m entre golpes, 3 plantas/golpe)

b) Niveles de guano de isla (N)

n₁: 0,0 t ha⁻¹

n₂: 1,0 t ha⁻¹

n₃: 2,0 t ha⁻¹

2.8.2. Tratamientos

Tabla 2.4. Descripción de los tratamientos.

Tratamientos	Código	Descripción
T ₁	d ₁ * n ₁ .	93 750 plantas ha ⁻¹ con 0,0 t ha ⁻¹ de guano de isla
T ₂	d ₁ * n ₂	93 750 plantas ha ⁻¹ con 1,0 t ha ⁻¹ de guano de isla
T ₃	d ₁ * n ₃	93 750 plantas ha ⁻¹ con 2,0 t ha ⁻¹ de guano de isla
T ₄	d ₂ * n ₁	75 000 plantas ha ⁻¹ con 0,0 t ha ⁻¹ de guano de isla
T ₅	d ₂ * n ₂	75 000 plantas ha ⁻¹ con 1,0 t ha ⁻¹ de guano de isla
T ₆	d ₂ * n ₃	75 000 plantas ha ⁻¹ con 2,0 t ha ⁻¹ de guano de isla
T ₇	d ₃ * n ₁	83 333 plantas ha ⁻¹ con 0,0 t ha ⁻¹ de guano de isla
T ₈	d ₃ * n ₂	83 333 plantas ha ⁻¹ con 1,0 t ha ⁻¹ de guano de isla
T ₉	d ₃ * n ₃	83 333 plantas ha ⁻¹ con 2,0 t ha ⁻¹ de guano de isla
T ₁₀	d ₄ * n ₁	66 667 plantas ha ⁻¹ con 0,0 t ha ⁻¹ de guano de isla
T ₁₁	d ₄ * n ₂	66 667 plantas ha ⁻¹ con 1,0 t ha ⁻¹ de guano de isla
T ₁₂	d ₄ * n ₃	66 667 plantas ha ⁻¹ con 2,0 t ha ⁻¹ de guano de isla

2.9. DISEÑO EXPERIMENTAL

Se utilizó el Diseño experimental de Bloque Completo Randomizado y para la distribución de las unidades experimentales el Diseño de Parcelas Divididas, adjudicándose la densidad de plantas a las parcelas y niveles de guano de isla a las sub parcelas, estableciéndose 03 repeticiones y 12 tratamientos. El modelo aditivo lineal es el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_k + \beta_i + (\alpha\beta)_{ik} + \delta_j + (\beta\delta)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Dónde:

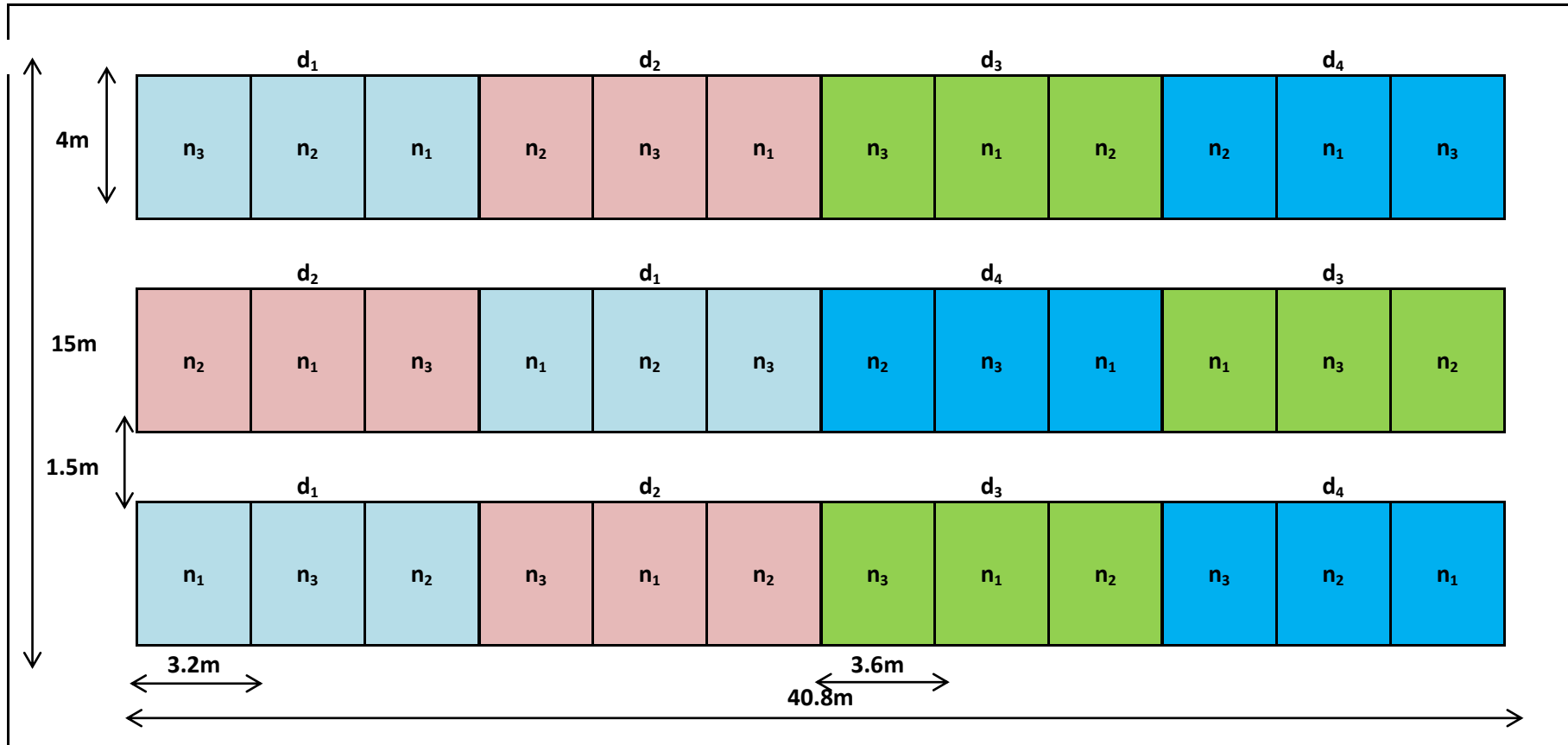
- Y_{ijk} : Variable de respuesta del i-ésimo nivel de a, j-ésimo nivel de b, en el k-ésimo bloque.
- μ : Media general
- α_k : Efecto del -ésimo bloque
- β_i : Efecto del factor “a”

Ancho de las sub parcelas	: 3,2 m (d ₁ y d ₂)
	: 3,6 m (d ₃ y d ₄)
Número de sub parcelas por bloque	: 12
Número de surcos por sub parcelas	: 04
Número de golpes por surco	: 10 (d ₁ y d ₃)
	: 08 (d ₂ y d ₄)
Número de plantas por golpe	: 03
Área total de las Sub parcelas	: 14,4 m ² (d ₃ y d ₄)
	: 12,8 m ² (d ₁ y d ₂)

e. Área total del experimento

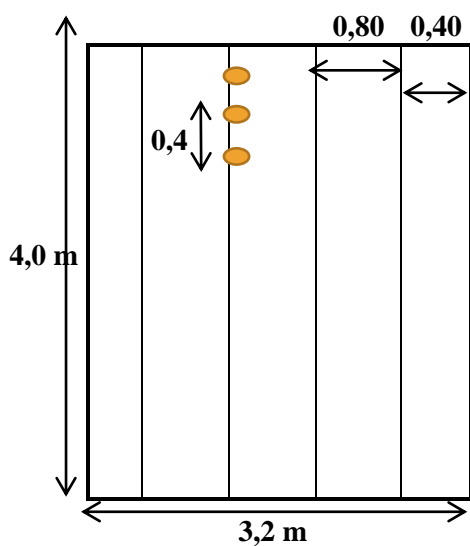
Área total de las calles	: 122,4 m ²
Área total de bloques	: 489,6 m ²
Área total del experimento	: 612 m ²

2.11. CROQUIS DEL CAMPO EXPERIMENTAL

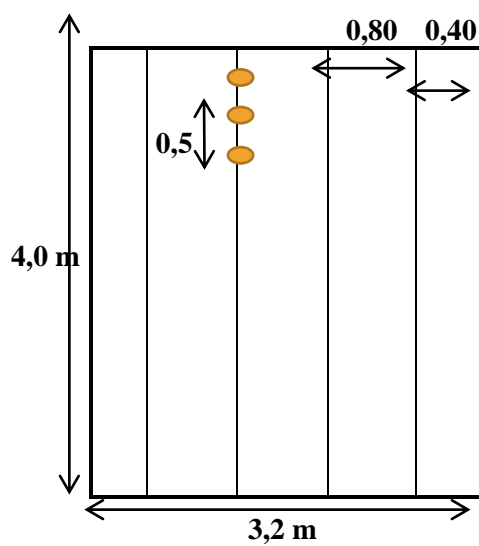


2.11.1. Unidades experimentales

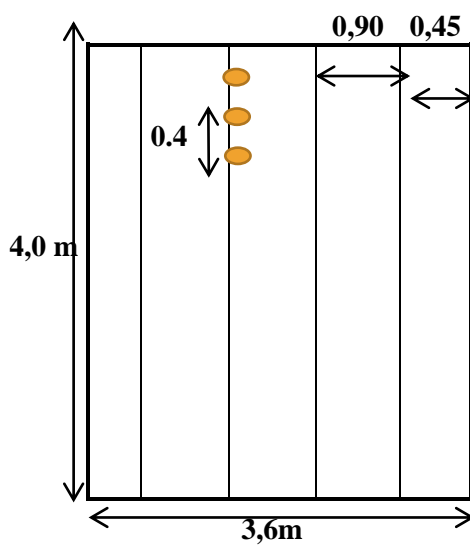
Unidad experimental d_1



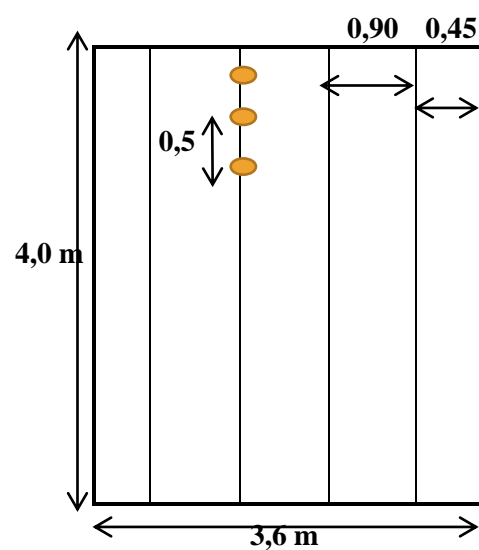
Unidad experimental d_2



Unidad experimental d_3



Unidad experimental d_4



2.12. INSTALACIÓN Y CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO

2.12.1. Preparación del terreno

Esta operación se realizó el 20 de noviembre del año 2016, con la ayuda del tractor agrícola, a una profundidad de 20 a 25 cm; luego se hizo el desterronado, nivelación y limpieza de piedras de la parcela.

2.12.2. Demarcación del terreno

De acuerdo al croquis experimental se procedió a la demarcación y delimitación de bloques, parcelas, subparcelas, calles y surcos. Esta labor se realizó el 14 de diciembre del 2016, con la ayuda de un cordel, wincha, yeso y estacas.

2.12.3. Surcado

Esta labor se realizó el 15 de diciembre del 2016, una vez demarcado y preparado el terreno con la ayuda de una zapa pico y cordel para el alineamiento respectivo. Considerando los distanciamientos entre surcos de 0,80 y 0,90 m y las calles de 1,5 m y de acuerdo al croquis del campo experimental.

2.12.4. Abonamiento

La mitad de la dosis de nitrógeno, todo el fósforo, todo el potasio y guano de isla se aplicó a choro continuo en el momento de la siembra. La otra mitad de nitrógeno se aplicó en el primer aporque; los fertilizantes fueron urea (45% N), fosfato diamónico (46% P_2O_5 y 18% N) y cloruro de potasio (60% K_2O). La fórmula de fertilización utilizada fue de 80-40-40 NPK, el guano de isla se incorporó de acuerdo a los dosis establecidos (0, 1, 2 t ha⁻¹).

2.12.5. Desinfección de la semilla

La semilla de maíz amiláceo utilizada procede de la comunidad de Huayaupiquio, la que se desinfectó con vitavax para evitar la chupadera fungosa.

2.12.6. Siembra

Se llevó a cabo el 16 de diciembre del 2016, depositando la semilla en surcos y golpes de acuerdo a los tratamientos. Se colocó 4 semillas por golpe a un

distanciamiento de 0,90 y 0,80 m, entre surcos y entre golpes a 0,40 y 0,50 m y a una profundidad aproximada de 5 cm.

2.12.7. Riego

El 16 y 17 de diciembre del 2016 se aplicaron riego por el método de aspersión, luego no se aplicó hasta la cosecha.

2.12.8. Deshierbo

Esta labor se realizó el 16 de enero del 2017, a los 31 días después de la siembra en forma oportuna, durante el crecimiento del cultivo con la finalidad de evitar la competencia de malezas con el cultivo por agua, luz y nutrientes, así evitar la reducción en el rendimiento.

2.12.9. Raleo

Esta labor se realizó el 18 de enero del 2017 a los 33 días después de la siembra, extrayendo las plantas menos vigorosas, amarillentas y débiles, dejando tres plantas por golpe.

2.12.10. Primer aporque

Esta labor se realizó a los 34 días después de la siembra (19 de enero del 2017), cuando la planta había alcanzado un promedio de 30 cm de altura, utilizando para ello azadones; con la finalidad de estimular el desarrollo de las raíces adventicias y proporcionar mayor fijación de la planta en el suelo.

2.12.11. Segundo aporque

Se realizó a los 66 días después de la siembra (20 de febrero del 2017), cuando la planta alcanzó un promedio de 72 cm, brindándose mayor estabilidad a las plantas para evitar el tumbado por el viento y dar mejor anclaje de las raíces adventicias.

2.12.12. Control fitosanitario

Durante todo el ciclo vegetativo del cultivo se observó principalmente la presencia del cogollero (*Spodoptera frugiperda*), el cual se controló con insecticida agrícola

Cyperklin 25, tres cucharaditas por mochila aplicándose el 20 de enero y 21 de febrero del 2017.

2.12.13. Cosecha

Esta es una de las etapas de mayor importancia en la conducción del experimento, puesto que es la culminación del experimento y que proporciona los datos sobre las cuales se realizaron los análisis estadísticos. La cosecha se realizó el 17 de junio de 2017, a los 183 días después de la siembra con 25 a 30% de humedad de la mazorca. El procedimiento de cosecha se inició con el despancado de la mazorca en la misma planta en pie sin cortar, luego se procedió con el secado de la mazorca aprovechando el sol hasta que el grano tenga un 14 % de humedad.

2.13. VARIABLES EVALUADAS

2.13.1. Factores de precocidad

2.13.1.1. Días a la emergencia del maíz

Se evaluó en número de días después de la siembra, cuando el 50% de las plantas de cada unidad experimental hayan emergido.

2.13.1.2. Días a la floración masculina

La floración masculina se registró en número de días que transcurrieron desde la siembra hasta que más de 50% de las plantas presenten las panojas (inflorescencia masculina) desprendiendo polen.

2.13.1.3. Días a la floración femenina

La floración femenina se tomó en cuenta el número de días transcurridos de la siembra hasta que las plantas presenten más del 50% de flores femeninas.

2.13.1.4. Días a la madurez fisiológica

Se tomó en cuenta el número de días transcurridos desde la siembra hasta que las brácteas del 50% de las plantas, se tornaron a un color pajizo con una humedad de 40 a 50 % aproximadamente.

2.13.1.5. Días a la cosecha

Se evaluó el número de días transcurridos desde la siembra hasta que el 100 % de las brácteas de las plantas de maíz cambien a un color pajizo con una humedad aproximada de 25 a 30%.

2.13.2. Factores de rendimiento

2.13.2.1. Altura de planta

Se seleccionó 10 plantas al azar de los surcos centrales de cada una de las unidades experimentales (sub parcelas), midiéndose desde el cuello de la planta hasta la base de la panoja, con la ayuda de un flexómetro.

2.13.2.2. Número de mazorcas

Se procedió la evaluación contando todas las mazorcas de los surcos centrales de cada una de las unidades experimentales (subparcelas).

2.13.2.3. Peso de mazorca

Se pesaron 10 mazorcas tomadas al azar de los surcos centrales de cada uno de los tratamientos, expresando el peso de cada mazorca en gramos. Las muestras se pesaron en balanza portátil de 5 kg de capacidad, esto se realizó después de haber secado la mazorca a pleno sol hasta alcanzar una humedad de 14- 15%.

2.13.2.4. Longitud de mazorca

Se procedió a medir la longitud de 10 mazorcas tomadas al azar con la ayuda de una regla graduada de cada uno de los tratamientos de los surcos centrales, expresando el tamaño en centímetros.

2.13.2.5. Diámetro de mazorca

Se procedió a medir con una regla graduada en centímetros la parte media y perpendicular de 10 mazorcas tomadas al azar de los surcos centrales de cada uno de los tratamientos.

2.13.2.6. Rendimiento total de mazorca, categoría primera y segunda

Luego de la cosecha de todos los surcos centrales de cada tratamiento se procedió con el secado de la mazorca hasta un 14-15% de humedad, se pesaron todas las mazorcas cosechadas por unidad experimental, para luego clasificar las mazorcas de categoría primera, segunda y tercera luego de ello se pesó y se proyectó a toneladas.

2.13.3. Mérito económico

Se realizó en base a la utilidad neta y los costos de producción de cada uno de los tratamientos. El índice de rentabilidad de los tratamientos se calculó con la siguiente fórmula:

$$\mathbf{I.R} = (\text{Utilidad neta} / \text{Costo total})$$

CAPITULO III
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. VARIABLES DE PRECOCIDAD

Tabla 3.1. Rangos de días para las variables de precocidad del cultivo de maíz amiláceo. Huayaupuquio a 3040 msnm, Ayacucho.

TRATAMIENTO		Número de días después de la siembra (NDDS)				
			Floración	Floración	Madurez	Madurez
		Emergencia	masculina	femenina	fisiológica	cosecha
T ₁	d ₁ *n ₁	10-13	79 - 90	86 - 104	139 - 159	183
T ₂	d ₁ *n ₂	10-13	79 - 90	86 - 104	139 - 159	183
T ₃	d ₁ *n ₃	10-13	79 - 90	86 - 104	139 - 159	183
T ₄	d ₂ *n ₁	10-13	79 - 90	86 - 104	139 - 159	183
T ₅	d ₂ *n ₂	10-13	79 - 90	86 - 104	139 - 159	183
T ₆	d ₂ *n ₃	10-13	79 - 90	86 - 104	139 - 159	183
T ₇	d ₃ *n ₁	10-13	79 - 90	86 - 104	139 - 159	183
T ₈	d ₃ *n ₂	10-13	79 - 90	86 - 104	139 - 159	183
T ₉	d ₃ *n ₃	10-13	79 - 90	86 - 104	139 - 159	183
T ₁₀	d ₄ *n ₁	10-13	79 - 90	86 - 104	139 - 159	183
T ₁₁	d ₄ *n ₂	10-13	79 - 90	86 - 104	139 - 159	183
T ₁₂	d ₄ *n ₃	10-13	79 - 90	86 - 104	139 - 159	183

Lo referido a las variables de precocidad se ha evaluado algunos estados fenológicos del cultivo de maíz, por lo que no se ha contado con el análisis de variancia ya que las diferencias observadas se encuentran dentro de un rango establecido por ser una sola variedad de maíz por lo tanto el abonamiento con guano de isla y la densidad no influye en la precocidad. Dentro de estas variables se encuentran los días a la

emergencia, número de días a la floración masculina, número de días a la floración femenina, número de días a la madurez fisiológica y número de días a la cosecha.

En la tabla 3.1, se muestra que los días a la emergencia del maíz amiláceo criollo proveniente de la zona de Huayaupiquio se produjo entre los 10 y 13 días, la floración masculina se inició a los 79 y finalizó a los 90 días, la floración femenina se inició a los 86 y complementando la fase a los 104 días, la madurez fisiológica que nos mide la precocidad inició a los 139 días finalizando a los 159 días y finalmente la madurez de cosecha se produjo a los 183 días después de la siembra, en este momento la mazorca alcanzó una humedad de 25%.

García (2013) reporta en una investigación en maíz amiláceo de diferentes cultivares, en el Centro Experimental Canaán una emergencia de 7 a 10 días en el cultivar almidón Huancavelicano, 7 a 10 días en el cultivar INIA 617-Wari y 7 a 11 días en el cultivar Chullpi; la floración masculina entre 110 a 130 días, la floración femenina entre los 120 a 140 días, madurez fisiológica entre los 170 a 188 días y la madurez de cosecha a los 188 días después de la siembra con una humedad de 35%.

Vega (2012) reportó en Vilcashuamán a 3050 msnm que el maíz amiláceo emerge entre los 8 a 10 días, entra en floración masculina entre los 110 a 130 días, floración femenina entre los 120 a 140 días, madurez fisiológica entre los 170 a 188 días y madurez de cosecha a los 198 días después de la siembra, con una humedad de 25%.

Caballero (2004) en Choquepuquio (Andahuaylas) a 2830 msnm encontró que el maíz amiláceo emerge entre los 15 a 21 días, la floración masculina entre los 111 a 114 días y floración femenina a los 113 a 116 días después de la siembra respectivamente.

Los resultados obtenidos en el presente experimento que se muestran en el cuadro 3.1 nos permite mencionar que el maíz amiláceo procedente de la comunidad de Huayaupiquio es más precoz que lo hallado por García (2013), Vega (2012) y caballero (2004), respectivamente.

Estos resultados se deben a factores genéticos y ambientales, ya que la variedad utilizada está adaptada a las condiciones climáticas de la comunidad de Huayaupuquio, por ende, la priorización de los campesinos de la zona por este cultivo por su precocidad y la producción en condiciones de secano.

3.2. VARIABLES DE RENDIMIENTO

3.2.1. Altura de planta

Tabla 3.2. Análisis de variancia de la altura de planta de maíz amiláceo en densidades y niveles de guano de isla. Huayaupuquio 3040 msnm, Ayacucho.

Fuente	GL	SC	CM	F-Valor	Pr > F
Bloque	2	169,72	84,86	0,29	0,761 ns
Densidad (D)	3	161,10	53,70	0,18	0,906 ns
Error (a)	6	1781,24	296,87		
Guano de I. (N)	2	1889,62	944,81	5,17	0,019 *
GI/lineal	1	1314,24	1314,24	7,20	0,016 *
GI/cuadrática	1	24,04	24,04	0,13	0,721 ns
D*N	6	428,76	71,46	0,39	0,874 ns
Error (b)	16	2922,07	182,63		
Total	35	7352,51			
CV (%)		9,60			

En la tabla 3.2 se muestra el análisis de variancia de la altura de planta de maíz, donde se observa que no existe significación estadística en la fuente de variación densidad de plantas y ni en la interacción densidad de plantas y niveles de guano de isla (D x N). En el efecto principal niveles de guano de isla se tiene significación estadística, siendo este de tipo lineal. El coeficiente de variabilidad fue de 9,60 % que nos indica una homogeneidad entre las unidades de análisis.

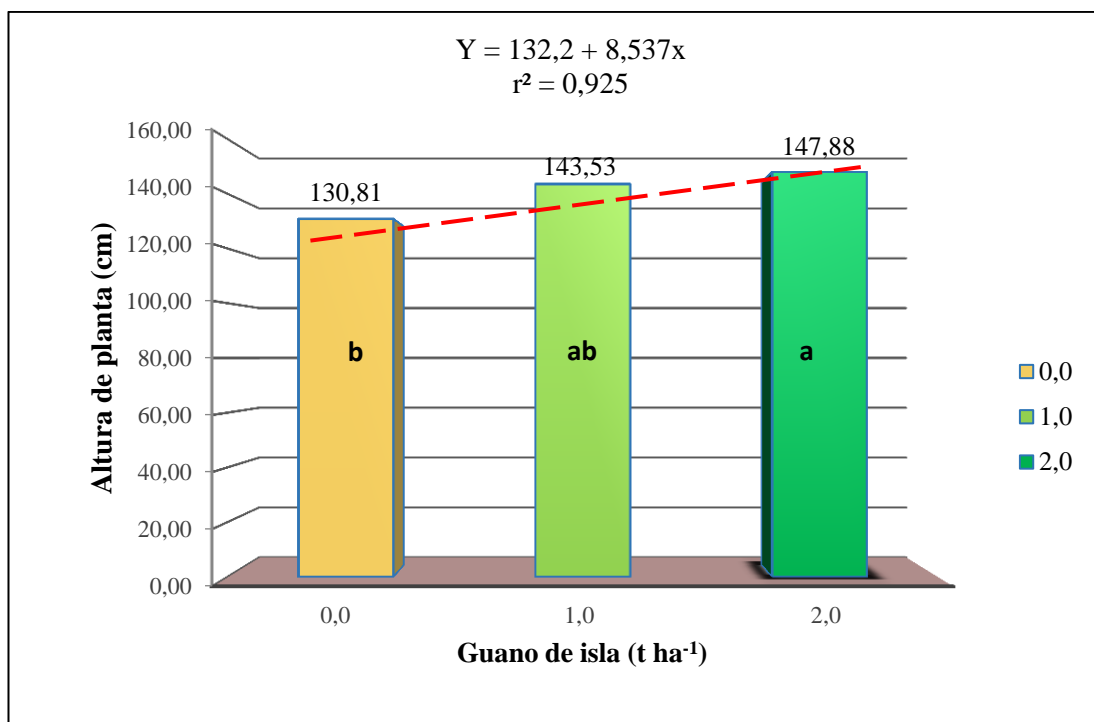


Figura 3.1. Prueba de Tukey de la altura de planta de maíz amiláceo en niveles de guano de isla. Huayaupuquio 3040 msnm, Ayacucho.

En la figura 3.1 se muestra la prueba de Tukey de la altura de planta de maíz amiláceo, donde la aplicación de 2,0 t ha⁻¹ de guano de isla reportó la mayor altura de planta (147,88 cm), seguido de la aplicación de 1,0 t ha⁻¹ de guano de isla (143,53 cm), entre los cuales no existe diferencia estadística significativa. La menor altura de planta (130,81 cm) corresponde al testigo (sin guano de isla). El efecto principal de guano de isla se traduce en el efecto lineal, el modelo de regresión indica que cuando no se aplica guano de isla, se espera una altura de planta promedio 132,2 cm y por la aplicación de una tonelada de guano de isla se espera un incremento de la altura de planta promedio de 8,54 cm.

Vega (2012) señala que la altura de planta es un buen indicador de la formación de la biomasa y el rendimiento, quien encontró que para las condiciones de Vilcashuamán a 3050 msnm, alturas de planta de maíz amiláceo de 2,10 m con aporques a los 42 días y 62 días y 1,84 m sin aporque.

García (2013) en una investigación de épocas de siembra en maíz amiláceo en el Centro Experimental Canaán reportó una altura de planta entre 198,1 y 242,4 cm.

La altura de planta obtenida en el presente trabajo de investigación son inferiores a los reportados por Vega (2012) y García (2013). Esta diferencia se debe a la influencia de las condiciones climáticas y la variedad.

3.2.2. Número de mazorcas

Tabla 3.3. Análisis de variancia del número de mazorcas de maíz amiláceo en densidades y niveles de guano de isla. Huayaupuquio 3040 msnm, Ayacucho.

Fuente	GL	SC	CM	F-Valor	Pr > F
Bloque	2	123,17	61,58	2,90	0,131 ns
Densidad (D)	3	80,22	26,74	1,26	0,368 ns
Error (a)	6	127,28	21,21		
Guano de I. (N)	2	114,67	57,33	3,56	0,052 *
GI/lineal	1	96,00	96,00	5,96	0,026 *
GI/cuadrática	1	2,00	2,00	0,12	0,729 ns
D*N	6	47,11	7,85	0,49	0,808 ns
Error (b)	16	257,56	16,10		
Total	35	750,00			
CV (%)		17,19			

En la tabla 3.3 se muestra el análisis de variancia del número de mazorcas de maíz amiláceo por subparcela, dónde se observa que no existe significación estadística en la fuente de variación densidad de plantas y ni en la interacción densidad de plantas y niveles de guano de isla (D x N) y significación estadística en el efecto principal de niveles de guano de isla, siendo este de tipo lineal. El coeficiente de variabilidad fue de 17,19 % que nos indica una homogeneidad entre las unidades de análisis.

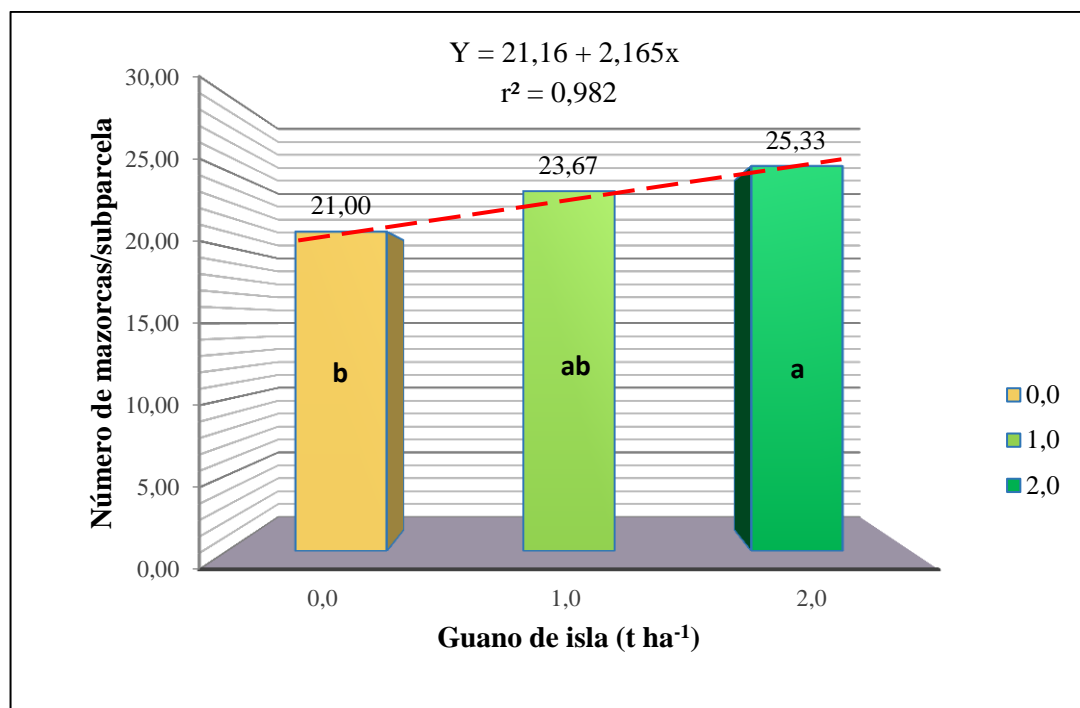


Figura 3.2. Prueba de Tukey del número de mazorcas de maíz amiláceo en niveles de guano de isla. Huayaupuquio 3040 msnm, Ayacucho.

En la figura 3.2 se muestra la prueba de Tukey del número de mazorcas de maíz amiláceo, donde la aplicación de 2,0 t ha⁻¹ de guano de isla se alcanzó el mayor número (25,33 mazorcas), seguido de la aplicación de 1,0 t ha⁻¹ de guano de isla (23,67 mazorcas), entre los cuales no existe diferencia estadística significativa. El menor número de mazorcas (21) corresponde al testigo (sin guano de isla). El efecto principal de guano de isla se traduce en el efecto lineal, el modelo de regresión indica que cuando no se aplica guano de isla, se espera 21,16 mazorcas y por la aplicación de una tonelada de guano de isla se espera un incremento promedio de 2,17 mazorcas.

Esto quiere decir cuando se incrementa más el abonamiento orgánico o sintético aumentará el número de mazorcas por tratamiento ya que se ha visto cantidades de plantas que no poseen mazorcas, además influye en el tamaño de mazorca y por lo tanto el rendimiento depende de la cantidad de mazorcas por tratamiento o por hectárea.

3.2.3. Peso de mazorca (g)

Tabla 3.4. Análisis de variancia del peso de mazorca de maíz amiláceo en densidades y niveles de guano de isla. Huayaupuquio 3040 msnm, Ayacucho.

Fuente	GL	SC	CM	F-Valor	Pr > F
Bloque	2	9,00	4,50	0,55	0,6056 ns
Densidad (D)	3	2517,61	839,20	101,78	<.0001 **
Error (a)	6	49,47	8,25		
Guano de I. (N)	2	2445,61	1222,80	181,74	<.0001 **
D*N	6	138,67	23,11	3,44	0,0225 *
GI en d₁/lineal	1	802,73	802,73	119,31	<.0001 **
GI en d₁/cuadrática	1	52,02	52,02	7,73	0,0134 *
GI en d₂/lineal	1	515,23	515,23	76,58	<.0001 **
GI en d₂/cuadrática	1	18,40	18,40	2,74	0,1177 ns
GI en d₃/lineal	1	435,20	435,20	64,68	<.0001 **
GI en d₃/cuadrática	1	11,36	11,36	1,69	0,2122 ns
GI en d₄/lineal	1	665,71	665,71	98,94	<.0001 **
GI en d₄/cuadrática	1	83,64	83,64	12,43	0,0028 **
Error (b)	16	107,65	6,73		
Total	35	5268,01			
CV (%)		2,61			

En la tabla 3.4 se muestra el análisis de variancia del peso de mazorca de maíz amiláceo, donde se observa una alta significación estadística en la fuente de variación densidad de plantas y niveles de guano de isla y significación estadística en la interacción de éstos (D x N). En las densidades 93 750, 75 000 y 83 333 plantas ha⁻¹ obedecen mejor a un modelo lineal; mientras que la densidad 66 667 plantas ha⁻¹ ajusta mejor a una función cuadrática. El coeficiente de variación fue de 2,61 %, valor que indica una homogeneidad entre las unidades de análisis.

Tabla 3.5. Prueba de Tukey del peso de mazorca de maíz amiláceo en densidades y niveles de guano de isla. Huayaupuquio 3040 msnm, Ayacucho.

Tratamiento	Densidad (plantas ha ⁻¹)	Guano de isla (t ha ⁻¹)	Peso de mazorca (g)	ALS(T) (0,05)
T ₁₂	66 667	2	118,63	a
T ₆	75 000	2	114,63	a
T ₁₁	66 667	1	114,56	a
T ₅	75 000	1	102,33	b
T ₉	83 333	2	102,27	b
T ₃	93 750	2	98,60	b c
T ₁₀	66 667	0	97,54	b c
T ₈	83 333	1	96,13	b c
T ₄	75 000	0	96,08	b c
T ₂	93 750	1	92,11	c d
T ₇	83 333	0	85,21	d
T ₁	93 750	0	75,45	e

En la tabla 3.5 se muestra la prueba de Tukey del peso de mazorca de maíz amiláceo, donde el mayor valor se obtuvo con T₁₂ (66 667 plantas ha⁻¹ y 2,0 t ha⁻¹ de guano de isla) con 118,63 g, seguido por el T₆ (75 000 plantas ha⁻¹ y 2,0 t ha⁻¹ de guano de isla) y T₁₁ (66 667 plantas ha⁻¹ y 1,0 t ha⁻¹ de guano de isla) con 114,63 y 114,56 g, respectivamente, sin que entre ellos exista diferencia estadística significativa.

Los pesos de mazorca que reportaron valores intermedios son los tratamientos T₅ (75 000 plantas ha⁻¹ y 1,0 t ha⁻¹ de guano de isla), T₉ (83 333 plantas ha⁻¹ y 2,0 t ha⁻¹ de guano de isla), T₃ (93 750 plantas ha⁻¹ y 2,0 t ha⁻¹ de guano de isla), T₁₀ (66 667 plantas ha⁻¹ y 0,0 t ha⁻¹ de guano de isla), T₈ (83 333 plantas ha⁻¹ y 1,0 t ha⁻¹ de guano de isla) y T₄ (75 000 plantas ha⁻¹ y 0,0 t ha⁻¹ de guano de isla) con valores de 102,33; 102,27; 98,60; 97,54; 96,13 y 96,08 g, respectivamente, sin que entre ellos exista diferencia estadística significativa. Los menores valores se encontraron con los tratamientos T₂ (93 750 plantas ha⁻¹ y 1,0 t ha⁻¹ de guano de isla), T₇ (83 333 plantas ha⁻¹ y 0,0 t ha⁻¹ de guano de isla) y T₁ (93 750 plantas ha⁻¹ y 0,0 t ha⁻¹ de guano de isla) con 92,11; 85,21 y 75,45 g, respectivamente.

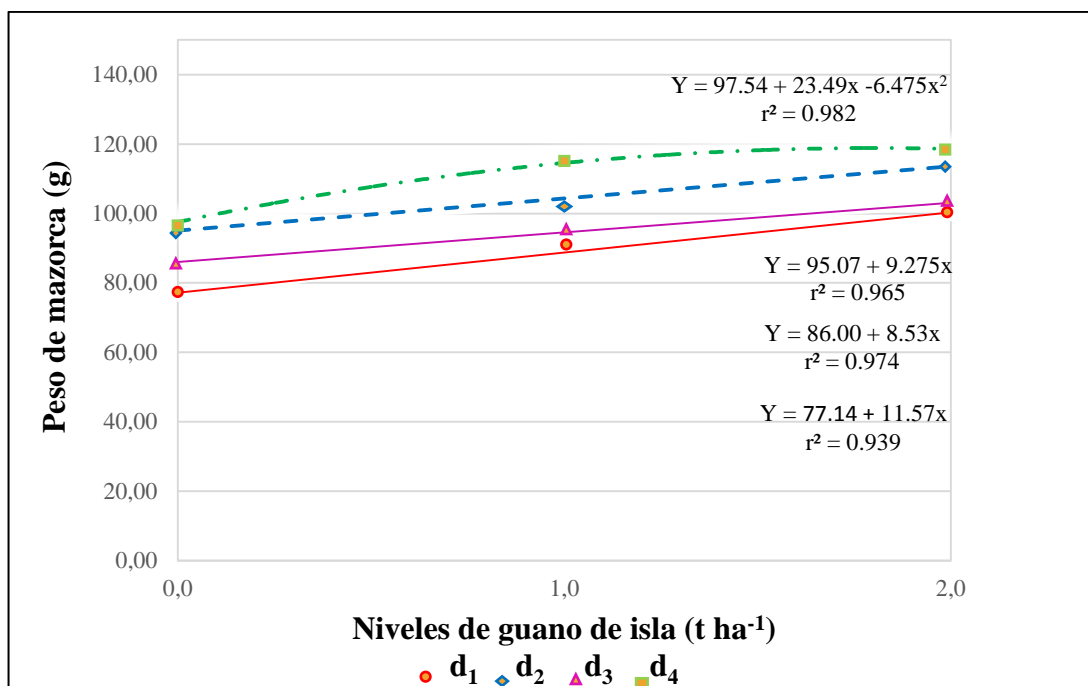


Figura 3.3. Regresión del peso de mazorca de cuatro densidades de plantas de maíz amiláceo sobre niveles de guano de isla. Huayaupuquio 3040 msnm, Ayacucho.

En la figura 3.3 se muestra la regresión del peso de mazorca de maíz amiláceo, donde se observa que las densidades de plantas responden de manera diferente cuando se aplica diferentes niveles de guano de isla, para las densidades d₁ (93 750 plantas ha⁻¹), d₂ (75 000 plantas ha⁻¹) y d₃ (83 333 plantas ha⁻¹) el efecto lineal es significativo, mientras para la densidad d₄ (66 667 plantas ha⁻¹) el efecto cuadrático es significativo. La densidad d₄ tiene mejor respuesta seguido de d₂, d₃ y d₁.

Vega (2012) en Vilcashuamán a 3050 msnm que el maíz blanco amiláceo reportó un peso promedio de mazorca de 170,7 g.

Ochoa (2009) menciona que a la cosecha en el valle del Mantaro la variedad Blanco de Urubamba mostró un peso de mazorca de 154 g, y la variedad San Gerónimo un promedio de 126 g.

Martínez y Pérez (2004) reportaron en una investigación de efecto de densidades y niveles de fertilización en maíz híbrido H-INTA-991, un mayor peso de mazorca con

la densidad menor (35 000 plantas ha⁻¹) con 195,04 g y menor peso con la densidad mayor (62 500 plantas ha⁻¹) con un peso de 175,79 g; mientras para el factor fertilización la dosis de 150 kg ha⁻¹ de urea (45%) fue el de mayor valor con 192,04 g y el de menor valor resultó sin la aplicación de urea con 181,46 g.

Los resultados obtenidos en el presente experimento permite mencionar que el maíz amiláceo procedente de la comunidad de Huayaupuquio, presenta valores inferiores en el peso de mazorca a los reportados por Martínez y Pérez (2004) y Vega (2012), mientras se asemejan a los obtenidos por Ochoa (2002). Estos se deben posiblemente a los factores genéticos, ya que la variedad utilizada en el experimento no es una variedad mejorada, también se puede decir que el peso de mazorca depende de la menor densidad de plantas y una fertilización adecuada.

3.2.4. Longitud de mazorca (cm)

Tabla 3.6. Análisis de variancia de la longitud de mazorca de maíz amiláceo en densidades y niveles de guano de isla. Huayaupuquio 3040 msnm, Ayacucho.

Fuente	GL	SC	CM	F-Valor	Pr > F
Bloque	2	0,45	0,22	2,29	0,182 ns
Densidad (D)	3	7,20	2,40	24,63	0,001 **
Error (a)	6	0,58	0,10		
Guano de I. (N)	2	6,18	3,09	65,44	<.0001 **
D*N	6	1,82	0,30	6,44	0,001 **
GI en d₁/lineal	1	2,67	2,67	56,47	<.0001 **
GI en d₁/cuadrática	1	0,32	0,32	6,78	0,019 *
GI en d₂/lineal	1	1,93	1,93	40,80	<.0001 **
GI en d₂/cuadrática	1	0,50	0,50	10,59	0,005 **
GI en d₃/lineal	1	0,48	0,48	10,20	0,005 **
GI en d₃/cuadrática	1	0,68	0,68	14,41	0,002 **
GI en d₄/lineal	1	1,40	1,40	29,68	<.0001 **
GI en d₄/cuadrática	1	0,03	0,03	0,58	0,459 ns
Error (b)	16	0,76	0,05		
Total	35	16,99			
CV (%)		2,14			

En la tabla 3.6 se muestra el análisis de variancia de la longitud de mazorca de maíz, donde se observa una alta significación estadística en la fuente de variación densidad de plantas, niveles de guano de isla y en la interacción de éstos (D x N). En las densidades 93 750 y 66 667 plantas ha⁻¹ obedecen mejor a un modelo lineal; mientras que en las densidades 75 000 y 83 333 plantas ha⁻¹ ajustan mejor a una función cuadrática. El coeficiente de variación fue de 2,14 %, valor que indica una alta homogeneidad entre las unidades de análisis.

Tabla 3.7. Prueba de Tukey de la longitud de mazorca de maíz amiláceo en densidades de plantas y niveles de guano de isla. Huayaupuquio 3040 msnm, Ayacucho.

Tratamiento	Densidad (plantas ha ⁻¹)	Guano de isla (t ha ⁻¹)	Longitud mazorca (cm)	ALS(T) (0,05)		
T ₁₂	66 667	2	11,20	a		
T ₆	75 000	2	11,06	a b		
T ₁₁	66 667	1	10,80	a	b	c
T ₈	83 333	1	10,37	b	c	d
T ₁₀	66 667	0	10,22		c	d e
T ₉	83 333	2	10,08		c	d e
T ₃	93 750	2	10,06			d e
T ₅	75 000	1	9,99			d e
T ₄	75 000	0	9,94			d e
T ₂	93 750	1	9,78			d e
T ₇	83 333	0	9,52			e
T ₁	93 750	0	8,73			f

En el tabla 3.7 se muestra la prueba de Tukey de la longitud de mazorca (cm) donde los mayores valores se obtuvieron con el T₁₂ (66 667 plantas ha⁻¹ y 2,0 t ha⁻¹ de guano de isla), T₆ (75 000 plantas ha⁻¹ y 2,0 t ha⁻¹ de guano de isla) y T₁₁ (66 667 plantas ha⁻¹ y 1,0 t ha⁻¹ de guano de isla) con 11,20; 11,06 y 10,80 cm, respectivamente, sin que entre ellos exista diferencia estadística significativa.

Los tratamientos que reportaron valores intermedios de la longitud de mazorca son el T₈ (83 333 plantas ha⁻¹ y 1,0 t ha⁻¹ de guano de isla), T₁₀ (66 667 plantas ha⁻¹ y 0,0 t ha⁻¹ de guano de isla), T₉ (83 333 plantas ha⁻¹ y 2,0 t ha⁻¹ de guano de isla), T₃ (93 750 plantas ha⁻¹ y 2,0 t ha⁻¹ de guano de isla), T₅ (75 000 plantas ha⁻¹ y 1,0 t ha⁻¹ de guano de isla), T₄ (75 000 plantas ha⁻¹ y 0,0 t ha⁻¹ de guano de isla) y T₂ (93 750 plantas ha⁻¹ y 1,0 t ha⁻¹ de guano de isla) con valores de 10,37; 10,22; 10,08; 10,06, 9,99; 9,94 y 9,78 cm, respectivamente.

Los menores valores se encontraron con los tratamientos T₇ (83 333 plantas ha⁻¹ y 0,0 t ha⁻¹ de guano de isla) y T₁ (93 750 plantas ha⁻¹ y 0,0 t ha⁻¹ de guano de isla) con 9,52 y 8,73 cm, respectivamente.

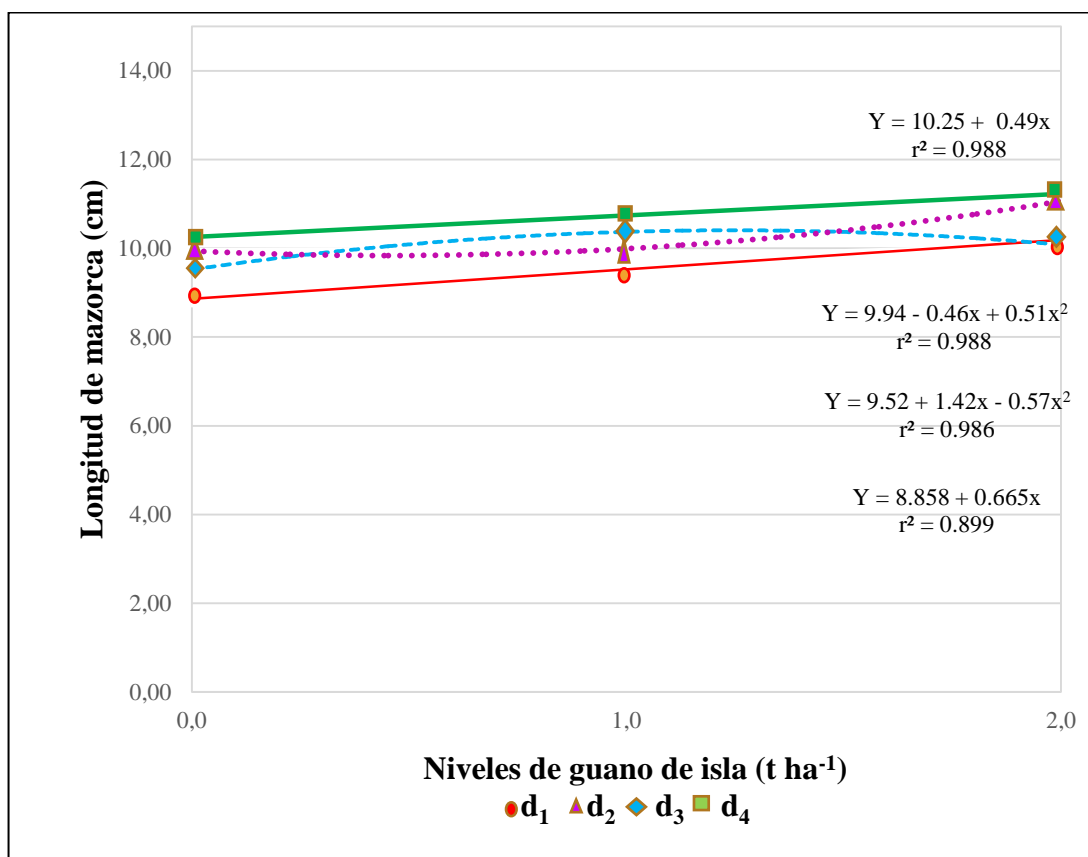


Figura 3.4. Regresión de la longitud de mazorca de cuatro densidades de plantas de maíz amiláceo sobre niveles de guano de isla. Huayaupuquio 3040 msnm, Ayacucho.

En la figura 3.4 se muestra la regresión de la longitud de mazorca de maíz amiláceo, donde se observa que las densidades de plantas responden de manera diferente cuando se aplica guano de isla, para las densidades d_1 (93 750 plantas ha^{-1}) y d_4 (66 667 plantas ha^{-1}) el efecto lineal es significativo, mientras para las densidades d_2 (75 000 plantas ha^{-1}) y d_3 (83 333 plantas ha^{-1}) el efecto cuadrático es significativo. La densidad d_4 tiene mejor respuesta seguido de d_2 , d_3 y d_1 .

Vega (2012) señala que en Vilcashuamán a 3050 msnm el maíz blanco amiláceo mostró una longitud promedio de mazorca de 14,4 cm.

Martínez y Pérez (2004) reportaron en una investigación de efecto de densidades y niveles de fertilización en maíz híbrido H-INTA-991, mayores valores para la longitud de mazorca con las densidades de 50 000 y 62 500 plantas. ha^{-1} con 17,59 y 16,55 cm respectivamente.

Camacho y Bonilla (1999) en una investigación reportaron un incremento de la longitud de la mazorca al disminuir las densidades de plantas de maíz.

Los valores de longitud de mazorca obtenida en el presente experimento son inferiores a los reportados por Vega (2012) y Martínez y Pérez (2004). Esta diferencia se debe posiblemente al efecto del factor genético, pues en el presente experimento se utilizó una sola variedad.

3.2.5. Diámetro de mazorca (cm)

Tabla 3.8. Análisis de variancia del diámetro de mazorca de maíz amiláceo en densidades y niveles de guano de isla. Huayaupuquio 3040 msnm, Ayacucho.

Fuente	GL	SC	CM	F-Valor	Pr > F
Bloque	2	0,2639	0,1319	3,42	0,102 ns
Densidad (D)	3	0,5475	0,1825	4,73	0,050 *
Error (a)	6	0,2317	0,0386		
Guano de I. (N)	2	0,3406	0,1703	4,94	0,021 *
GI/lineal	1	0,2016	0,2016	5,85	0,028 *
GI/cuadrática	1	0,0272	0,0272	0,79	0,387 ns
D*N	6	0,1083	0,0181	0,52	0,781 ns
Error (b)	16	0,5511	0,0344		
Total	35	2,0431			
CV (%)		3,82			

En la tabla 3.8 se muestra el análisis de variancia del diámetro de mazorca de maíz amiláceo, donde se observa que existe una significación estadística en la fuente de variación densidades de plantas y niveles de guano de islas; mientras no existe diferencia estadística significativa en la fuente de variación de la interacción densidad de plantas y niveles de guano de isla (D x N) y ni en el bloque. El coeficiente de variabilidad es de 3,82 % que indica una alta homogeneidad entre las unidades de análisis.

Tabla 3.9. Prueba de Tukey del diámetro de mazorca de maíz amiláceo en densidades de plantas. Huayaupuquio 3040 msnm, Ayacucho.

Densidad (plantas ha ⁻¹)	Diámetro de mazorca (cm)	ALS(T) (0,05)
d ₄	66 667	5,02
d ₂	75 000	4,92
d ₃	83 333	4,82
d ₁	93 750	4,69

En la figura 3.9 se muestra la prueba de Tukey (0,05) del diámetro de mazorca de maíz amiláceo, donde el mayor valor se obtuvo con la densidad d_4 (66 667 plantas ha^{-1}) con 5,02 cm, seguido por la d_2 (75 000 plantas ha^{-1}) y d_3 (83 333 plantas ha^{-1}) con 4,92 y 4,82 cm respectivamente, entre los cuales no existe diferencia estadística significativa. El menor diámetro de mazorca se obtuvo con la densidad d_1 (93 750 plantas ha^{-1}) con 4,69 cm.

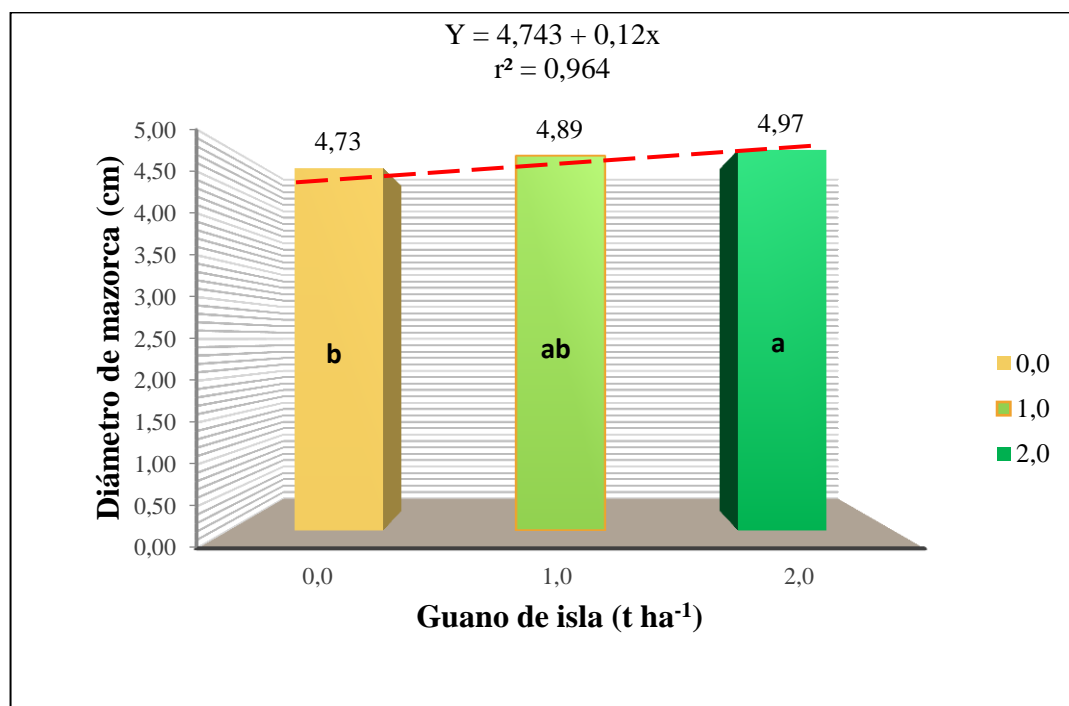


Figura 3.5. Prueba de Tukey del diámetro de mazorca de maíz amiláceo en niveles de guano de isla. Huayaupuquio 3040 msnm, Ayacucho.

En la figura 3.5 se muestra la prueba de Tukey (0,05) del diámetro de mazorca de maíz amiláceo, donde el mayor valor se obtuvo con la aplicación de $2,0\ t\ ha^{-1}$ de guano de isla (4,97 cm), seguido de la aplicación de $1,0\ t\ ha^{-1}$ de guano de isla (4,89 cm), entre los cuales no existe diferencia estadística significativa. El menor diámetro de mazorca (4,73 cm) corresponde al tetigo (sin guano de isla). El efecto principal de guano de isla se traduce en el efecto lineal, el modelo de regresión indica que cuando no se aplica guano de isla, se espera un diámetro de mazorca promedio 4,743 cm y por la aplicación de una tonelada de guano de isla se espera un incremento del diámetro de mazorca promedio de 0,12 cm.

Caballero (2013) señala que se muestra una tendencia del incremento del diámetro de mazorca del maíz morado cuando los niveles de guano de isla se incrementan, reportando valores de 4,5 y 4,6 cm aplicando 3,0 y 4,0 t ha⁻¹ de guano de isla en densidades de 93 750 y 66 667 plantas ha⁻¹.

Vega (2012) y García (2013) reportaron un valor de 4,5 cm para el diámetro de mazorca de maíz amiláceo.

Los valores del diámetro de mazorca obtenida en el presente experimento se asemejan a los reportados por Vega (2012) y García (2013), como también es semejante a los valores reportados por Caballero (2013) en el maíz morado.

3.2.6. Rendimiento total de mazorca (kg ha⁻¹)

Tabla 3.10. Análisis de variancia del rendimiento total de maíz amiláceo en densidades y niveles de guano de isla. Huayaupuquio 3040 msnm, Ayacucho.

Fuente	GL	SC	CM	F-Valor	Pr > F
Bloque	2	23624,4	11812,2	0,70	0,5326 ns
Densidad (D)	3	2560459,2	853486,4	50,65	0,0001 **
Error (a)	6	101112,9	16852,2		
Guano de I. (N)	2	16642158,3	8321079,2	525,77	<.0001 **
D*N	6	661212,2	110202,0	6,96	0,0009 **
GI en d₁/lineal	1	5248716,5	5248716,5	331,64	<.0001 **
GI en d₁/cuadrática	1	581113,9	581113,9	36,72	<.0001 **
GI en d₂/lineal	1	4280601,7	4280601,7	270,47	<.0001 **
GI en d₂/cuadrática	1	273134,4	273134,4	17,26	0,0007 **
GI en d₃/lineal	1	4019489,8	4019489,8	253,97	<.0001 **
GI en d₃/cuadrática	1	828999,8	828999,8	52,38	<.0001 **
GI en d₄/lineal	1	2002308,2	2002308,2	126,52	<.0001 **
GI en d₄/cuadrática	1	69006,1	69006,1	4,36	0,0531 *
Error (b)	16	253223,4	15826,5		
Total	35	20241790,5			
CV (%)		4,77			

En la tabla 3.10 se muestra el análisis de variancia del rendimiento total de maíz, donde se observa una alta significación estadística en la fuente de variación densidad de plantas, niveles de guano de isla y en la interacción de éstos (D x N). La densidad 66 667 plantas ha⁻¹ obedece mejor a un modelo lineal; mientras que las densidades 93 750, 75 000 y 83 333 plantas ha⁻¹ obedecen mejor a una función cuadrática. El coeficiente de variación fue de 4,77 %, valor que indica una homogeneidad entre las unidades de análisis.

Tabla 3.11. Prueba de Tukey del rendimiento total de maíz amiláceo en densidades y niveles de guano de isla. Huayaupuquio 3040 msnm, Ayacucho.

Tratamiento	Densidad (plantas ha ⁻¹)	Guano de isla (t ha ⁻¹)	Rendimiento total (kg ha ⁻¹)	ALS(T) (0,05)
T ₁₂	66 667	2	3517,7	a
T ₆	75 000	2	3474,6	a b
T ₁₁	66 667	1	3125,8	b c
T ₉	83 333	2	3094,1	c
T ₃	93 750	2	3051,6	c
T ₅	75 000	1	2999,5	c d
T ₈	83 333	1	2919,4	c d
T ₂	93 750	1	2655,4	d e
T ₁₀	66 667	0	2362,4	e
T ₄	75 000	0	1785,3	f
T ₇	83 333	0	1457,1	f g
T ₁	93 750	0	1181,0	g

En la figura 3.11 se muestra la prueba de Tukey (0,05) del rendimiento total de maíz amiláceo, donde el mayor valor se obtuvo con T₁₂ (66 667 plantas ha⁻¹ y 2,0 t ha⁻¹ de guano de isla) con 3 517,7 kg ha⁻¹, seguido por el T₆ (75 000 plantas ha⁻¹ y 2,0 t ha⁻¹ de guano de isla) con un valor de 3 474,6 kg ha⁻¹, sin que entre ellos exista diferencia estadística significativa.

Los tratamientos que reportaron valores intermedios de rendimiento total de maíz amiláceo son el T₁₁ (66 667 plantas ha⁻¹ y 1,0 t ha⁻¹ de guano de isla), T₉ (83 333 plantas ha⁻¹ y 2,0 t ha⁻¹ de guano de isla), T₃ (93 750 plantas ha⁻¹ y 2,0 t ha⁻¹ de guano de isla), T₅ (75 000 plantas ha⁻¹ y 1,0 t ha⁻¹ de guano de isla), T₈ (83 333 plantas ha⁻¹ y 1,0 t ha⁻¹ de guano de isla), T₂ (93 750 plantas ha⁻¹ y 1,0 t ha⁻¹ de guano de isla) y T₁₀ (66 667 plantas ha⁻¹ y 0,0 t ha⁻¹ de guano de isla) con valores de 3 125,8; 3 094,1; 3 051,6; 2 999,5; 2 919,4; 2 655,4 y 2 362,4 kg ha⁻¹, respectivamente.

Los menores valores se encontraron con los tratamientos T₄ (75 000 plantas ha⁻¹ y 0,0 t ha⁻¹ de guano de isla), T₇ (83 333 plantas ha⁻¹ y 0,0 t ha⁻¹ de guano de isla) y T₁ (93 750 plantas ha⁻¹ y 0,0 t ha⁻¹ de guano de isla) con 1 785,3; 1 457,1 y 1 181,0 kg ha⁻¹, respectivamente. Por lo tanto, se concluye que a menor densidad de plantas por hectárea y aplicando cantidades moderadas de guano de isla el rendimiento de maíz amiláceo es mayor.

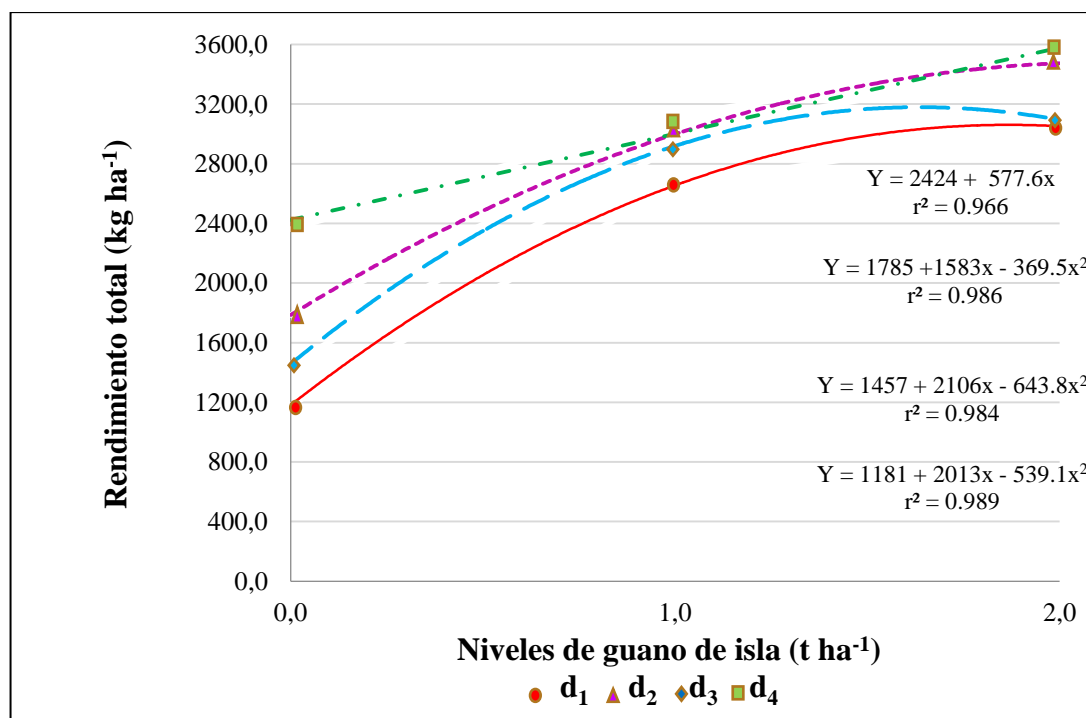


Figura 3.6. Regresión del rendimiento total de cuatro densidades de plantas de maíz amiláceo sobre niveles de guano de isla. Huayaupuquio 3040 msnm, Ayacucho.

En la figura 3.6 se muestra la regresión del rendimiento total de maíz amiláceo, donde se observa que las densidades de maíz amiláceo responden de manera diferente cuando se aplica guano de isla, para las densidades d_1 (93 750 plantas ha^{-1}), d_2 (75 000 plantas ha^{-1}) y d_3 (83 333 plantas ha^{-1}) el efecto cuadrático es significativo, mientras para la densidad d_4 (66 667 plantas ha^{-1}) el efecto lineal es significativo. La densidad d_4 tiene mejor respuesta seguido de d_2 , d_3 y d_1 .

García (2013) reportó el rendimiento de tres cultivares de maíz amiláceo cultivados en Centro Experimental Canaán a 2735 msnm obteniendo 3 215,3; 2 882,3 y 1 741,7 $kg\ ha^{-1}$ para los cultivares Choclero INIA 617-Wari, Chullpi y Almidón Huancavelicano raza Astilla, respectivamente, sembradas en diferentes épocas.

Chunhuay (2017) señala que en Allpas, comprensión de la provincia de Acobamba, departamento de Huancavelica, en el cultivo de maíz amiláceo asociado con trébol y con la aplicación de guano de isla se obtuvo un rendimiento promedio de 6 883,34 $kg\ ha^{-1}$, mientras el testigo (sin guano de isla y sin trébol) reportó un rendimiento de 4 371,76 $kg\ ha^{-1}$.

Los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación se asemejan a los reportados por García (2013) y son inferiores a los obtenidos por Vega (2012) y Chunhuay (2017), esto se debe posiblemente a los factores genéticos de la variedad empleada, a las condiciones climáticas y a la zona de producción.

3.2.6.1. Categoría primera

Tabla 3.12. Análisis de variancia del rendimiento de maíz amiláceo categoría primera en densidades y niveles de guano de isla. Huayaupuquio 3040 msnm, Ayacucho.

Fuente	GL	SC	CM	F-Valor	Pr > F
Bloque	2	255041,9	127520,9	1,98	0,2189 ns
Densidad (D)	3	1151803,0	383934,3	5,95	0,0313 *
Error (a)	6	386848,4	64474,7		
Guano de I. (N)	2	1637339,6	818669,8	11,62	0,0008 **
GI/lineal	1	430515,3	430515,3	5,42	0,0334 *
GI/cuadrática	1	35006,6	35006,6	0,44	0,5164 ns
D*N	6	122152,5	20358,7	0,29	0,9336 ns
Error (b)	16	1127111,3	70444,5		
Total	35	4680296,8			
CV (%)		20,47			

En la tabla 3.12 se muestra el análisis de variancia del rendimiento de maíz amiláceo categoría primera, donde se observa que no existe una significación estadística en la fuente de variación bloque y en la interacción densidades de plantas y niveles de guano de islas (D x N); mientras existe diferencia estadística significativa en la fuente de variación densidad de plantas y alta diferencia estadística significativa en la fuente de variación niveles de guano de isla. El coeficiente de variabilidad fue de 20,47 %, valor que indica una homogeneidad entre las unidades de análisis.

Tabla 3.13. Prueba de Tukey del rendimiento de maíz amiláceo categoría primera en densidades de plantas. Huayaupuquio 3040 msnm, Ayacucho.

Densidad (plantas ha ⁻¹)	Peso (kg ha ⁻¹)	ALS(T) (0,05)
d ₄	66 667	949,13 a
d ₂	75 000	702,16 a b
d ₃	83 333	616,12 a b
d ₁	93 750	514,00 b

En la tabla 3.13 se muestra la prueba de Tukey de rendimiento de maíz amiláceo categoría primera, donde el mayor valor se obtuvo con la densidad d_4 (66 667 plantas ha^{-1}) con 949,13 $kg\ ha^{-1}$, seguido por la d_2 (75 000 plantas ha^{-1}) y d_3 (83 333 plantas ha^{-1}) con 702,16 y 616,12 $kg\ ha^{-1}$ respectivamente, entre los cuales no existe diferencia estadística significativa. El menor rendimiento de maíz amiláceo categoría primera se obtuvo con la densidad d_1 (93 750 plantas ha^{-1}) con 514,66 $kg\ ha^{-1}$.

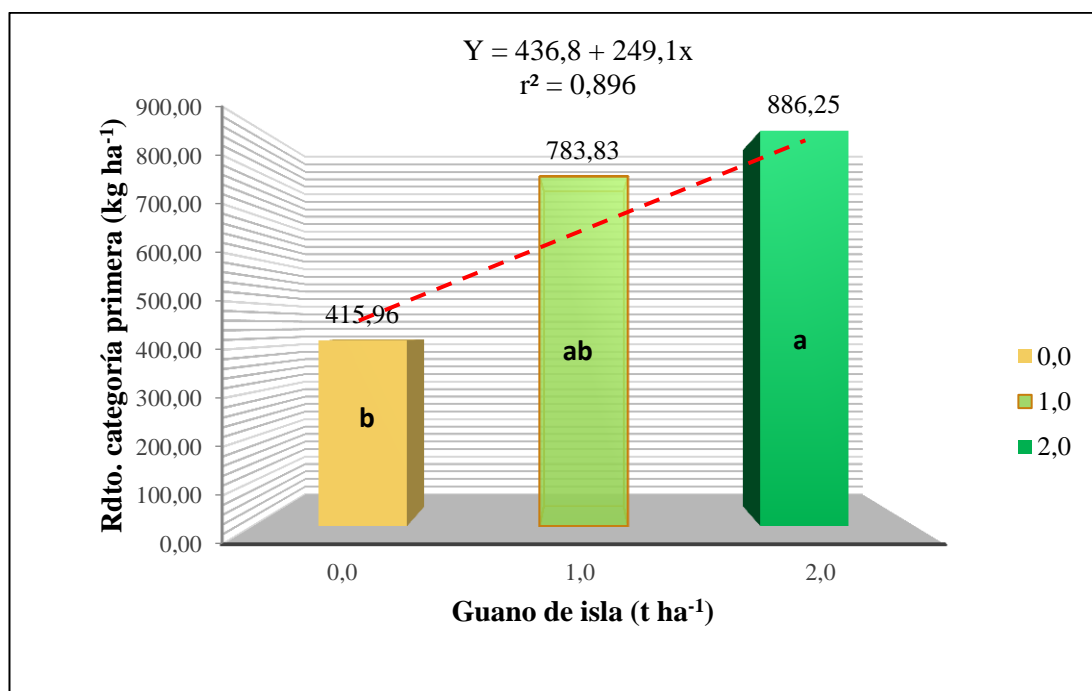


Figura 3.7. Prueba de Tukey del rendimiento de maíz amiláceo categoría primera en niveles de guano de isla. Huayaupuquio 3040 msnm, Ayacucho.

En la figura 3.7 se muestra la prueba de Tukey del rendimiento de maíz amiláceo categoría primera, donde el mayor valor se obtuvo con la aplicación de 2,0 $t\ ha^{-1}$ de guano de isla (886,25 $kg\ ha^{-1}$), seguido de la aplicación de 1,0 $t\ ha^{-1}$ de guano de isla (783,83 $kg\ ha^{-1}$), entre los cuales no existe diferencia estadística significativa. El menor rendimiento de maíz amiláceo categoría primera (415,96 $kg\ ha^{-1}$) corresponde al testigo (sin guano de isla). El efecto principal de guano de isla se traduce en el efecto lineal, el modelo de regresión indica que cuando no se aplica guano de isla, se espera un rendimiento promedio de maíz amiláceo categoría primera de 436,8 $kg\ ha^{-1}$ y por la aplicación de una tonelada de guano de isla se espera un incremento en el rendimiento un promedio de 249,1 $kg\ ha^{-1}$.

Caballero (2013) reporta que el maíz morado con 30% de humedad en Chihua-Huanta, presenta un rendimiento de la categoría primera de 5,902 t ha⁻¹ con una densidad de 93 750 plantas ha⁻¹ y 2,0 t ha⁻¹ de guano de isla. Mientras con densidad de 66 667 plantas ha⁻¹ y 2,0 t ha⁻¹ de guano de isla se obtuvo 5,016 t ha⁻¹.

Los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación son inferiores a los resultados obtenidos por Caballero (2013), esto se debe posiblemente a los factores genéticos de la variedad y el factor climático.

3.2.6.2. Categoría segunda

Tabla 3.14. Análisis de variancia del rendimiento de maíz amiláceo categoría segunda en densidades y niveles de guano de isla. Huayaupuquio 3040 msnm, Ayacucho.

Fuente	GL	SC	CM	F-Valor	Pr > F
Bloque	2	85084,9	42542,4	0,48	0,6402 ns
Densidad (D)	3	2341813,9	780604,6	8,82	0,0128 *
Error (a)	6	530851,9	88475,3		
Guano de I. (N)	2	2113079,1	1056539,5	19,26	<.0001 **
GI/lineal	1	685193,6	685193,6	12,07	0,0031 **
GI/cuadrática	1	45743,0	45743,0	0,81	0,3827 ns
D*N	6	136207,2	22701,2	0,41	0,8592 ns
Error (b)	16	877826,9	54864,2		
Total	35	6084863,9			
CV (%)		18,95			

En la tabla 3.14 se muestra el análisis de variancia del rendimiento de maíz amiláceo categoría segunda, donde se observa que existe significación estadística en la fuente de variación densidad de plantas y una alta significación estadística en la fuente de variación niveles de guano de isla; mientras no existe diferencia estadística significativa en la interacción densidad de plantas y niveles de guano de isla (D x N) y ni en el bloque. El coeficiente de variabilidad fue de 18,95 %, valor que indica una homogeneidad entre las unidades de análisis.

Tabla 3.15. Prueba de Tukey del rendimiento de maíz amiláceo categoría segunda en densidades de plantas. Huayaupuquio 3040 msnm, Ayacucho 2017.

Densidad (plantas ha ⁻¹)	Peso (kg ha ⁻¹)	ALS(T) (0,05)
d ₄	66 667	1401,02
d ₂	75 000	1101,14
d ₃	83 333	825,18
d ₁	93 750	783,38

En la tabla 3.15 se muestra la prueba de Tukey del rendimiento de maíz amiláceo categoría segunda, donde el mayor valor se obtuvo con la densidad d₄ (66 667 plantas ha⁻¹) con 1 401,02 kg ha⁻¹, seguido por la d₂ (75 000 plantas ha⁻¹) con 1 101,14 kg ha⁻¹, entre los cuales no existe diferencia estadística significativa. Los menores rendimientos de maíz amiláceo categoría segunda se obtuvieron con las densidades d₃ (83 333 plantas ha⁻¹) y d₁ (93 750 plantas ha⁻¹) con 825,18 y 783,38 kg ha⁻¹ respectivamente.

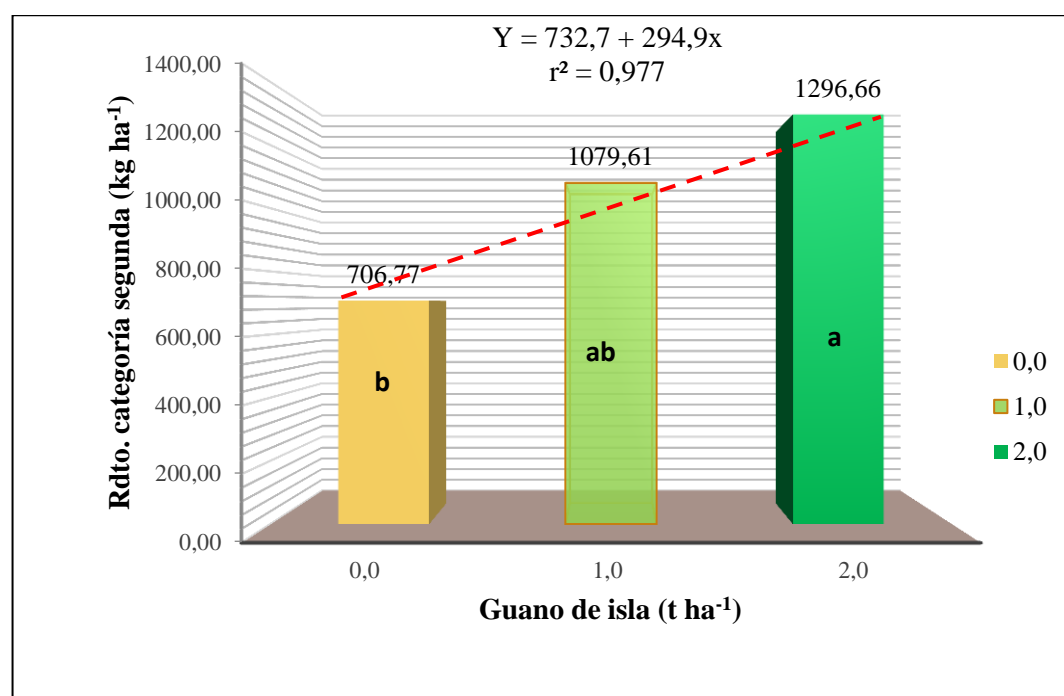


Figura 3.8. Prueba de Tukey del rendimiento de maíz amiláceo categoría segunda en niveles de guano de isla. Huayaupuquio 3040 msnm, Ayacucho.

En la figura 3.8 se muestra la prueba de Tukey del rendimiento de maíz amiláceo categoría segunda, donde el mayor valor se obtuvo con la aplicación de 2,0 t ha⁻¹ de guano de isla (1 296,66 kg ha⁻¹), seguido de la aplicación de 1,0 t ha⁻¹ de guano de isla (1 079,71 kg ha⁻¹), entre los cuales no existe diferencia estadística significativa. El menor rendimiento de maíz amiláceo categoría segunda (706,77 kg ha⁻¹) corresponde al testigo (sin guano de isla). El efecto principal de guano de isla se traduce en el efecto lineal, el modelo de regresión indica que cuando no se aplica guano de isla, se espera un rendimiento de categoría segunda promedio 732,7 kg ha⁻¹ y por la aplicación de una tonelada de guano de isla se espera un incremento en el rendimiento un promedio de 294,9 kg ha⁻¹.

Caballero (2013) reporta que el maíz morado con 30 % de humedad en Chihua-Huanta, presenta el rendimiento de 1000 kg ha⁻¹ en la categoría segunda, con la aplicación de la densidad 93 750 plantas ha⁻¹ y 2,0 t ha⁻¹ de guano de isla; mientras con la densidad 66 667 plantas ha⁻¹ y 2,0 t ha⁻¹ de guano de isla se obtuvo 800 kg ha⁻¹.

Los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación son inferiores a los resultados obtenidos por Caballero (2013), esto se debe a los factores genéticos de la variedad y el factor climático.

3.3. MÉRITO ECONÓMICO

En la tabla 3.16, se muestra el mérito económico de la rentabilidad de los tratamientos en estudio de maíz amiláceo con cuatro densidades de plantas y tres niveles de abonamiento con guano de isla.

El análisis económico del rendimiento en grano al 14 % de humedad de los doce tratamientos en estudio se presenta en la tabla 3.16, donde el mayor índice de rentabilidad se obtuvo con el T₁₁ (66 667 plantas ha⁻¹ y 1,0 t ha⁻¹ de guano de isla) con un valor de 0.56 y una utilidad de 2 445,69 nuevo soles, seguido del T₁₂ (66 667 plantas ha⁻¹ y 2,0 t ha⁻¹ de guano de isla) con 0.50 y una utilidad de 2695,85 nuevo soles. Los menores valores de índice de rentabilidad reportaron los T₇ (83 333 plantas ha⁻¹ y 0,0 t ha⁻¹ de guano de isla) y el T₁ (93 750 plantas ha⁻¹ y 0,0 t ha⁻¹ de

guano de isla) con valores de 0 para cada uno de ellos que significa que no genera ganancias con dichos tratamientos. Como se sabe el objetivo principal de la rentabilidad económica de un cultivo es que justifique la adaptación de un tratamiento con la utilidad y el costo de producción.

Tabla 3.16. Rentabilidad económica del cultivo de maíz amiláceo en diferentes densidades de plantas y niveles de guano de isla.

Trat.	Descripción	Costo producción	Rendimiento (kg ha ⁻¹)			Costo (S./kg)			Venta total	Utilidad (S./)	I.R
			Primera	Segunda	Tercera	Primera	Segunda	Tercera			
T ₁₁	66667 plantas ha ⁻¹ con 1,0 t ha ⁻¹ de G.I.	4383,00	1037,33	1356,83	731,67	3.00	2.20	1.00	6828,69	2445,69	0,56
T ₁₂	66667 plantas ha ⁻¹ con 2,0 t ha ⁻¹ de G.I.	5383,00	1172,90	1752,10	705,53	3.00	2.20	1.00	8078,85	2695,85	0,50
T ₁₀	66667 plantas ha ⁻¹ con 0,0 t ha ⁻¹ de G.I.	3383,00	637,17	1094,13	697,77	3.00	2.20	1.00	5016,37	1633,37	0,48
T ₈	83333 plantas ha ⁻¹ con 1,0 t ha ⁻¹ de G.I.	4383,00	780,30	876,83	1628,97	3.00	2.20	1.00	5898,90	1515,90	0,35
T ₅	75000 plantas ha ⁻¹ con 1,0 t ha ⁻¹ de G.I.	4383,00	693,40	1201,97	1104,10	3.00	2.20	1.00	5828,63	1445,63	0,33
T ₆	75000 plantas ha ⁻¹ con 2,0 t ha ⁻¹ de G.I.	5383,00	935,37	1388,67	1270,57	3.00	2.20	1.00	7131,75	1748,75	0,32
T ₂	93750 plantas ha ⁻¹ con 1,0 t ha ⁻¹ de G.I.	4383,00	624,24	882,80	1148,33	3.00	2.20	1.00	4963,21	580,21	0,13
T ₉	83333 plantas ha ⁻¹ con 2,0 t ha ⁻¹ de G.I.	5383,00	825,07	928,23	1340,80	3.00	2.20	1.00	5858,12	475,12	0,09
T ₄	75000 plantas ha ⁻¹ con 0,0 t ha ⁻¹ de G.I.	3383,00	477,70	712,80	594,77	3.00	2.20	1.00	3596,03	213,03	0,06
T ₃	93750 plantas ha ⁻¹ con 2,0 t ha ⁻¹ de G.I.	5383,00	611,67	1117,63	1322,40	3.00	2.20	1.00	5616,20	233,20	0,04
T ₇	83333 plantas ha ⁻¹ con 0,0 t ha ⁻¹ de G.I.	3383,00	242,97	545,07	735,77	3.00	2.20	1.00	2663,83	-719,17	0,00
T ₁	93750 plantas ha ⁻¹ con 0,0 t ha ⁻¹ de G.I.	3383,00	194,03	475,10	581,40	3.00	2.20	1.00	2208,71	-1174,29	0,00

CONCLUSIONES

1. La densidad de plantas y nivel de guano de isla que reportó el mayor rendimiento de grano seco de maíz amiláceo fue el de 66 667 plantas ha⁻¹ (0,90 m entre surcos y 0,50 m entre golpes, 3 plantas/golpe) y 2,0 t ha⁻¹ de guano de isla con 3 517,7 kg ha⁻¹.
2. Los mejores rendimientos de maíz amiláceo categoría primera se reportaron con 66 667 plantas ha⁻¹ y 2,0 t ha⁻¹ de guano de isla, con valores de 949,1 y 886,3 kg ha⁻¹, respectivamente.
3. Los mejores rendimientos de maíz amiláceo categoría segunda se reportaron con 66 667 plantas ha⁻¹ y 2,0 t ha⁻¹ de guano de isla, con valores de 1 401,02 y 1 296,66 kg ha⁻¹, respectivamente.
4. El mayor índice de rentabilidad en el cultivo de maíz amiláceo se obtuvo con el tratamiento T₁₁ (66 667 plantas ha⁻¹ con 1,0 t ha⁻¹ de guano de isla), con un valor de 0,56 y una utilidad de 2 445,69 nuevo soles.

RECOMENDACIONES

1. Manejar 66 667 plantas ha⁻¹ de maíz amiláceo (0,90 m entre surcos y 0,50 m entre golpes con 3 plantas por golpe), por haber reportado el mayor rendimiento de grano seco.
2. Aplicar de 1,0 a 2,0 t ha⁻¹ de guano de isla por haber reportado el mayor rendimiento de grano seco y mayor rentabilidad.
3. Continuar con el experimento, utilizando otro tipo de abono orgánico y sintético para reportar resultados más consistentes.
4. Utilizar el guano de islas por las bondades que ofrece, especialmente por su efecto residual para otros cultivos y hacer sostenible la agricultura.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACOSTA, R. (2009).** El Cultivo de Maíz, su Origen y Clasificación. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. La Habana, Cuba.
- ALVARADO, G. (1980).** Manejo Integral de Cuencas y Transferencias de Tecnología Agropecuaria. Huaraz, Perú.
- ARBAIZA, A. (2002).** Guía práctica y manejo de plagas en 26 cultivos. Ed. del Castillo. Chiclayo, Perú.
- ARONE, G. (2012).** Biodiversidad microbiana en chacras maiceras de Allpas (Acobamba, Huancavelica, Perú), cultivados bajo el sistema tradicional andino. Universidad de Granada, España.
- ARONE, G., CALDERÓN, C., MORENO, S., & and BEDMAR, E. J. (2012).** Identification of insifer strains isolated from root nodules of *Medicago hispida* grown in association with *Zea mays* in the Quechua region of the Peruvian Andes. and role of bur clover in the soil fertility. *Biol fert Soils*.
- BARTOLINI, R. (1993).** El maíz. Ed. Mundi Prensa (Primera ed.). Madrid, España.
- BERTRAN, C. (1992).** Nutrición de las Plantas y Fertilización en el Perú. Misión de los Andes S.C.P.A.V.D.K. Ed. Antares Tercer Mundo S.A (Primera ed.), Perú.
- BEWLEY, J. D., & BLACK, M. (1994).** Seeds: Germination, structure and composition in seeds: Physiology of development and germination (Segunda ed.), New York.
- BONAVIA, D. (1991).** Perú hombre e historia de los orígenes al siglo XV (Primera ed.). Lima, Perú.
- BRUNSCHWIG, G. (1986).** Sistemas de producción de laderas de altura. Boletín del Instituto Francés de Estudios Andinos.
- CABALLERO, M. (2013).** Niveles de guano de isla y densidad de plantas en el rendimiento de maíz morado (*Zea mays* L.) Chihua a 2360 msnm. Huanta, Ayacucho. Tesis de Ingeniero Agrónomo. UNSCH. Ayacucho, Perú.
- CAMACHO, J. & R. BONILLA (2004).** Efecto de tres niveles de nitrógeno y tres densidades poblacionales sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento

en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) Var NB-6. Tesis de Ingeniero Agrónomo. UNA, Managua, Nicaragua.

- CHUNHUAY, Y. (2017).** "Evaluación del rendimiento del maíz amiláceo mediante la aplicación del guano de islas y trébol asociado al maíz en Allpas-Acobamba". Tesis de Ingeniero Agrónomo. UNAH, Huancavelica, Perú.
- COLLAZOS, C.P.L. WHITE, H. S. WHITE (1975).** "La composición de los alimentos peruanos". Instituto de Nutrición-Ministerio de Salud. Lima, Perú.
- CORPAS, A. (1996).** Biblioteca Práctica Agrícola y Ganadera (Vol. II). Ed. Edagricole, Barcelona, España.
- DIAZ, A. (1993).** Morfología y fisiología de maíz en Colombia. IICA Prociandino. Experiencia en el cultivo de maíz en el área Andina (Vol. II). Ed. Prociandino Quito, Ecuador.
- FONAG. (2010).** Manual técnico para elaborar y aplicar abonos y plaguicidas orgánicas. Ed. USAID, Estados Unidos.
- GARCÍA, E. (2013).** Productividad de tres cultivares de maíz amiláceo en tres épocas de siembra Canaán 2735 msnm-INIA Ayacucho. Tesis de Ingeniero Agrónomo. UNSCH, Ayacucho, Perú.
- GROBMAN, A. S. (1961).** Races of maize in Perú. Their origins, evolution and classification. National Academy of Sciences-National Research Council. Washintong, D.C.
- HUAMANCHUMO, C. (2013).** "La cadena de valor de maíz en el Perú". Diagnóstico del estado actual, tendencias y perspectivas. IICA. Lima, Perú.
- HUAYHUA, J. C. (2001).** Evaluación de diazotrofos asociados al cultivo de maíz (*Zea mays* L.) en condiciones de agricultura natural. Anales Científicos-UNALM 48:215-230.
- INIA. (2006).** Boletín informativo del Instituto Nacional de Investigación y Extensión Agraria en "Producción de maíz morado en valles interandinos".
- INIA. (2013).** Instituto Nacional de Innovación Agraria.

- KULESHOW, N. (1929).** The geographical distribution of the varietal diversity of maize in the world Bull. Appl. Genet. Plant Breeding 20: 506-510.
- LLANOS, C. (1984).** El maíz su cultivo y su aprovechamiento. Madrid, España: Mundi-Prensa.
- MANRIQUE, A. (1997).** "El maíz en el Perú". Consejo Nacional de Ciencia Tecnología e Innovación Tecnológica (Segunda ed.). Lima.
- MARCELO, A. (2004).** "Dispersión de polen en el cultivo de maíz". Universidad Nacional de Entre Ríos - Concepción de Uruguay. Argentina.
- MARTÍNEZ, M. & PÉREZ, M. (2004).** Efecto de tres densidades de siembra y cuatro niveles de fertilización nitrogenada sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento de maíz (*Zea mays* L.) híbrido H-INTA-991, Masatepe. UNA, Managua, Nicaragua.
- MAYR, E. (1942).** Systematics and the origin of species. Culumbia University Press. New York, EE.UU.
- MINAG. (2012).** "Plan Estratégico Sectorial Multianual del Ministerio de Agricultura 2012-2016". Oficina de Planeamiento y Presupuesto Unidad de Política Sectorial. Lima.
- MINAG-DGCA (2012).** "Cadena agroproductiva de maíz amiláceo". (Primera ed.). Lima.
- MINAGRI-SIEA. (2016).** "Boletín estadístico de producción agrícola, pecuaria y avícola". Lima.
- MINAGRI. (1992).** "Anuario Estadístico". Dirección de Información Agraria y Estudios Económicos.
- OCHOA, A. (2009).** Influencia de la temperatura y precipitación en el cultivo de maíz amiláceo (*Zea mays* L.) en las variedades San Jerónimo y Blanco de Urubamba en el Valle del Mantaro. Sub proyecto "Pronóstico estacional de lluvias y Temperaturas en la cuenca del río Mantaro para su aplicación en la agricultura".
- OSPINA, J. D. (2012).** Evaluación de la producción de biomasa de maíz en condiciones del trópico colombiano. Colombia.
- OSPINA, J. G. (2015).** Manual técnico del cultivo de maíz bajo buenas prácticas agrícolas. Medellín, Colombia.

- PARSONS. (1986).** "El maíz". Manual para educación agropecuaria. Ed. Trillas (Primera ed.), México.
- PIPERNO D., R. A. (2009).** Starch grain and phytolith evidence for early ninth millennium B. P. maize from the Central Balsas River Valley, México. USA.
- POEHLMAN, J. (1983).** Mejoramiento genético de las cosechas. Ed. Limusa, México.
- PROABONOS. (2007).** "Guano de las Islas Peruanas". Ministerio de Agricultura. Lima, Perú.
- RANERE A., P. D. (2009).** The cultural and chronological context of early holocene maize and squash domestication in the Central Balsas River Valley, México. USA.
- REQUIZ, F. (2005).** Ficha técnica de maíz morado. INIA. Perú.
- REYES, P. (1990).** El maíz y su cultivo. Ed. A.G.T. S.A, México.
- ROBLES, E. (2011).** Manual de Cereales y Leguminosas. UNSCH. Ayacucho, Perú.
- ROJAS, A. L., & CASAS, G. A. (1987).** Desarrollo de la planta y ciclo del cultivo en Argentina. Comisión de maíz. AACREA - Cargill. Cuaderno de Actualización Técnica n°42.
- SALHUANA, W. (2003).** Estado actual de las accesiones y plan de regeneración. Proceeding of the regeneration project PI meeting. CIMMYT.
- SERRATOS, J. A. (2012).** El origen y la diversidad del maíz en el continente americano. Universidad Autónoma de México (Segunda ed.). México.
- SHIFERAW, B., PRASANNA, B., HELLIN, J., & BANZIGER, M. (2011).** Crops that feed the world 6. Past successes and future challenges to the role played by maize in global food security.
- TAVARES, B. (1997).** Maíz. Ed. ,Marban. Madrid, España.
- TINEO, A. (2014).** Guía de estudios para la asignatura de fertilidad de suelos. UNSCH. Ayacucho, Perú.
- VALDEZ, M. A. (1977).** Densidad de siembra. Cursos sobre maíz amiláceo. Fascículo 7.3 Ministerio de Alimentación, UNA. Lima, Perú.
- VASQUEZ, A. (2000).** Manejo de Cuencas Alto Andinas. Lima, Perú.

- VEGA, E. (2012).** Número de aporques en el rendimiento y calidad de maíz amiláceo (*Zea mays* L. Subsp. Mays amilacea Var. amilacea st), Vilcashuamán 3050 msnm-Ayacucho. Tesis de Ingeniero Agrónomo. UNSCH. Ayacucho, Perú.
- VEGA, M. A. (1972).** Análisis discriminante para la diferenciación de razas de maíz. Tesis Ingeniero Estadístico UNA, La Molina. Lima, Perú.
- VILCA, J. (2014).** Guía Práctico y Teórico de Entomología Agrícola, Facultad de Ciencias Agrarias - UNSCH. Ayacucho, Perú.
- WATSON, S. (1987).** Composición química de las partes del grano de maíz. EE.UU. 53 p.
- YUSTE, P. (1998).** Biblioteca de la Agricultura. Ed. IDEA BOOKS S. A (Segunda ed.). Barcelona, España.

REFERENCIAS ELECTRÓNICOS

1. <http://www.lgseeds.es/media/AT-02-La-densidad-%C3%B3ptima.pdf>
2. <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/49000/651/8/T-UTB-FACIAG-AGROP000028.02.pdf>

ANEXOS

Anexo 01. Costo de producción de maíz amiláceo con 2.0 t ha⁻¹ de guano de isla.

Costo de producción de cultivo de maíz con 2.0 toneladas de guano de isla				
Variedad :	Blanco criollo			
Semilla :	Propio de la zona			
Fecha :	nov. 2017			
Actividad	Unidad	Cantidad	Costo unitario(s/.)	Costo total (s/.)
I. Costos directos				4825.00
1. Mano de obra :				
1.1 Preparación de terreno				105.00
Limpieza del terreno	jornal	1	35.00	35.00
Riego	jornal	2	35.00	70.00
1.2 Siembra				385.00
Distribución de semilla	jornal	3	35.00	105.00
Aplicación de abonos	jornal	3	35.00	105.00
Tapado de semilla	jornal	5	35.00	175.00
1.3 Labores culturales				840.00
Deshierbo	jornal	2	35.00	70.00
Raleo	jornal	2	35.00	70.00
Primer aporque	jornal	10	35.00	350.00
Segundo aporque	jornal	10	35.00	350.00
1.4 Control fitosanitario				70.00
Aplicación de pesticidas	jornal	2	35.00	70.00
1.5 Cosecha				525.00
Recolección	jornal	10	35.00	350.00
Selección y encostalado	jornal	2	35.00	70.00
Carguío	jornal	3	35.00	105.00
2. Maquinaria Agrícola :				390.00
Aradura	H/M	4	50.00	200.00
Rastra	H/M	2	60.00	120.00
Surcado	H/M	1	70.00	70.00
3. Insumos				2395.00
Semilla	Kg.	60	5.00	300.00
Guano de Isla	saco	40	50.00	2000.00
Insecticida	Lt.	1	45.00	45.00
Fungicida	Lt.	2	25.00	50.00
4. materiales				115.00
Costales	unidad	50	1.50	75.00
Toldera	mt.	20	2.00	40.00
II. Costos indirectos				557.75
Análisis de suelo				70.00
Análisis de guano de isla				150.00
Gastos administrativos (5% C.D)				241.25
Imprevistos (2% C.D)				96.50
III. Costo total de producción				5,382.75

Anexo 02. Costo de producción de maíz amiláceo con 1.0 t ha⁻¹ de guano de isla.

Costo de producción de cultivo de maíz con 1.0 tonelada de guano de isla				
Variedad :	Blanco criollo			
Semilla :	Propio de la zona			
Fecha :	nov. 2017			
Actividad	Unidad	Cantidad	Costo unitario (s/.)	Costo total (s/.)
I. Costos directos				3825.00
1. Mano de obra :				
1.1 Preparación de terreno				105.00
Limpieza del terreno	jornal	1	35.00	35.00
Riego	jornal	2	35.00	70.00
1.2 Siembra				385.00
Distribución de semilla	jornal	3	35.00	105.00
Aplicación de abonos	jornal	3	35.00	105.00
Tapado de semilla	jornal	5	35.00	175.00
1.3 Labores culturales				840.00
Deshierbo	jornal	2	35.00	70.00
Raleo	jornal	2	35.00	70.00
Primer aporque	jornal	10	35.00	350.00
Segundo aporque	jornal	10	35.00	350.00
1.4 Control fitosanitario				70.00
Aplicación de pesticidas	jornal	2	35.00	70.00
1.5 Cosecha				525.00
Recolección	jornal	10	35.00	350.00
Selección y encostalado	jornal	2	35.00	70.00
Carguío	jornal	3	35.00	105.00
2. Maquinaria Agrícola :				390.00
Aradura	H/M	4	50.00	200.00
Rastra	H/M	2	60.00	120.00
Surcado	H/M	1	70.00	70.00
3. Insumos				1395.00
Semilla	Kg.	60	5.00	300.00
Guano de Isla	saco	20	50.00	1000.00
Insecticida	Lt.	1	45.00	45.00
Fungicida	Lt.	2	25.00	50.00
4. materiales				115.00
Costales	unidad	50	1.50	75.00
Toldera	mt.	20	2.00	40.00
II. Costos indirectos				557.75
Análisis de suelo				70.00
Análisis de guano de isla				150.00
Gastos administrativos (5% C.D)				241.25
Imprevistos (2% C.D)				96.50
III. Costo total de producción				4,382.75

Anexo 03. Costo de producción de maíz amiláceo sin aplicar guano de isla.

Costo de producción cultivo de maíz sin aplicar guano de isla				
Variedad :	Blanco criollo			
Semilla :	Propio de la zona			
Fecha :	nov. 2017			
Actividad	Unidad	Cantidad	Costo unitario (s/.)	Costo total (s/.)
I. Costos directos				2825.00
1. Mano de obra :				
1.1 Preparación de terreno				105.00
Limpieza del terreno	jornal	1	35.00	35.00
Riego	jornal	2	35.00	70.00
1.2 Siembra				385.00
Distribución de semilla	jornal	3	35.00	105.00
Aplicación de abonos	jornal	3	35.00	105.00
Tapado de semilla	jornal	5	35.00	175.00
1.3 Labores culturales				840.00
Deshierbo	jornal	2	35.00	70.00
Raleo	jornal	2	35.00	70.00
Primer aporque	jornal	10	35.00	350.00
Segundo aporque	jornal	10	35.00	350.00
1.4 Control fitosanitario				70.00
Aplicación de pesticidas	jornal	2	35.00	70.00
1.5 Cosecha				525.00
Recolección	jornal	10	35.00	350.00
Selección y encostalado	jornal	2	35.00	70.00
Carguío	jornal	3	35.00	105.00
2. Maquinaria Agrícola :				390.00
Aradura	H/M	4	50.00	200.00
Rastra	H/M	2	60.00	120.00
Surcado	H/M	1	70.00	70.00
3. Insumos				395.00
Semilla	Kg.	60	5.00	300.00
Insecticida	Lt.	1	45.00	45.00
Fungicida	Lt.	2	25.00	50.00
4. materiales				115.00
Costales	unidad	50	1.50	75.00
Toldera	mt.	20	2.00	40.00
II. Costos indirectos				557.75
Análisis de suelo				70.00
Análisis de guano de isla				150.00
Gastos administrativos (5% C.D)				241.25
Imprevistos (2% C.D)				96.50
III. Costo total de producción				3,382.75

Anexo 04. Promedios generales de los factores de rendimiento del cultivo de maíz amiláceo, con diferentes densidades de plantas y niveles de guano de isla. Huayaupuquio 3040 msnm-Ayacucho.

Variables	Bloque	Variables de rendimiento											
		d ₁			d ₂			d ₃			d ₄		
		n ₁	n ₂	n ₃	n ₁	n ₂	n ₃	n ₁	n ₂	n ₃	n ₁	n ₂	n ₃
		T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈	T ₉	T ₁₀	T ₁₁	T ₁₂
Altura de planta (cm)	Bloque I	143.5	149.7	151.2	136.9	143.7	154.3	113.4	114.5	144.1	127.5	123	151.6
N ^a mazorcas/subparcela		24	25	29	21	25	23	19	22	24	22	21	32
Peso de mazorca (g)		74.3	92.5	97.9	96.3	100.2	114.5	84.5	93.8	104.5	95.7	112.5	118.5
Long. de mazorca (cm)		8.9	9.8	10.2	9.8	10	11.1	9.3	10	10.1	10.3	11	11
Diámetro de mazorca (cm)		4.7	5	4.7	4.9	5	5	4.4	4.8	4.9	4.7	4.9	5.2
Rdto total de mazorca (kg ha ⁻¹)		1253.5	2585.3	3051.5	1815	3063.6	3624.2	1348.7	2895.5	3087.2	2611.5	3195	3324.8
Altura de planta (cm)	Bloque II	132.3	154.9	149.5	136.3	130.4	141.8	113.1	161	163.8	114	155.1	145.9
N ^a mazorcas/subparcela		28	28	27	23	19	22	20	34	29	18	26	29
Peso de mazorca (g)		78	90.7	98.1	97.5	104.6	115.5	83.5	97.8	106.5	97.9	111.6	116.7
Long. de mazorca (cm)		8.5	9.9	10	10.2	10.3	11	9.7	10.8	10.1	10.4	10.9	11.9
Diámetro de mazorca (cm)		4.4	4.5	4.7	4.8	4.8	5	4.5	4.8	4.8	4.8	5	5.1
Rdto total de mazorca (kg ha ⁻¹)		1185	2753.5	3090.9	1765	3021.2	3210.5	1564.1	2925.4	3095	2328.2	3187	3700.4
Altura de planta (cm)	Bloque III	125.7	136.5	153.4	124.6	141.4	134.7	147.4	153.2	154.8	155	159	129.5
N ^a mazorcas/subparcela		11	21	23	16	20	18	29	20	24	21	23	24
Peso de mazorca (g)		74.1	93.2	99.8	94.5	102.2	113.9	87.7	96.8	95.8	99.1	119.6	120.7
Long. de mazorca (cm)		8.8	9.7	10	9.8	9.7	11.1	9.6	10.4	10.1	10	10.6	10.7
Diámetro de mazorca (cm)		4.5	4.8	4.9	4.8	4.8	5.2	5.4	4.9	4.9	4.9	5.4	5.2
Rdto total de mazorca (kg ha ⁻¹)		1104.6	2627.3	3012.5	1775.8	2913.6	3589	1458.5	2937.3	3100	2147.4	2995.4	3528

Anexo 05. Rendimiento de mazorca en diferentes categorías con diferentes densidades de plantas y niveles de guano de isla. Huayaupuquio 3040 msnm-Ayacucho.

Categorías	Bloque	Rendimiento de mazorca por categorías (kg ha ⁻¹)											
		d ₁			d ₂			d ₃			d ₄		
		n ₁	n ₂	n ₃	n ₁	n ₂	n ₃	n ₁	n ₂	n ₃	n ₁	n ₂	n ₃
		T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈	T ₉	T ₁₀	T ₁₁	T ₁₂
Categoría primera	Bloque I	250.7	258.5	305.2	726.0	612.7	1087.3	134.9	289.6	926.2	783.5	639.0	997.4
Categoría segunda		501.4	1034.1	1220.6	544.5	919.1	1087.3	269.7	579.1	926.2	1044.6	1597.5	1994.9
Categoría tercera		501.4	1292.7	1525.8	544.5	1531.8	1449.7	944.1	2026.9	1234.9	783.5	958.5	670.9
Categoría primera	Bloque II	335.9	826.1	927.3	529.5	302.1	642.1	156.4	1170.2	619.0	698.5	1274.8	1110.1
Categoría segunda		592.5	826.1	927.3	706.0	1812.7	1284.2	782.1	1170.2	928.5	1164.1	1274.8	1850.2
Categoría tercera		592.5	1101.4	1236.4	529.5	906.4	1284.2	625.6	1585.1	1547.5	665.6	637.4	740.1
Categoría primera	Bloque III	331.4	788.2	602.5	177.6	1165.4	1076.7	437.6	881.2	930.0	429.5	1198.2	1411.2
Categoría segunda		331.4	788.2	1205.0	887.9	874.1	1794.5	583.4	881.2	930.0	1073.7	1198.2	1411.2
Categoría tercera		650.3	1050.9	1205.0	710.3	874.1	1077.8	637.6	1274.9	1240.0	644.2	599.1	705.6

Anexo 06. Rentabilidad económica de los diferentes tratamientos.

Trat.	Descripción	Costo producción	Rendimiento kg ha ⁻¹			Costos./kg			Venta total	Utilidad S./kg	I.R
			Primera	Segunda	Tercera	Primera	Segunda	Tercera			
T ₁₁	66667 plantas ha ⁻¹ con 1.0 t ha ⁻¹ de G.I.	4383.00	1037.33	1356.83	731.67	3.00	2.20	1.00	6828.69	2445.69	0.56
T ₁₂	66667 plantas ha ⁻¹ con 2.0 t ha ⁻¹ de G.I.	5383.00	1172.9	1752.1	705.53	3.00	2.20	1.00	8078.85	2695.85	0.50
T ₁₀	66667 plantas ha ⁻¹ con 0.0 t ha ⁻¹ de G.I.	3383.00	637.17	1094.13	697.77	3.00	2.20	1.00	5016.37	1633.37	0.48
T ₈	83333 plantas ha ⁻¹ con 1.0 t ha ⁻¹ de G.I.	4383.00	780.3	876.83	1628.97	3.00	2.20	1.00	5898.90	1515.90	0.35
T ₅	75000 plantas ha ⁻¹ con 1.0 t ha ⁻¹ de G.I.	4383.00	693.4	1201.97	1104.1	3.00	2.20	1.00	5828.63	1445.63	0.33
T ₆	75000 plantas ha ⁻¹ con 2.0 t ha ⁻¹ de G.I.	5383.00	935.37	1388.67	1270.57	3.00	2.20	1.00	7131.75	1748.75	0.32
T ₂	93750 plantas ha ⁻¹ con 1.0 t ha ⁻¹ de G.I.	4383.00	624.24	882.8	1148.33	3.00	2.20	1.00	4963.21	580.21	0.13
T ₉	83333 plantas ha ⁻¹ con 2.0 t ha ⁻¹ de G.I.	5383.00	825.07	928.23	1340.8	3.00	2.20	1.00	5858.12	475.12	0.09
T ₄	75000 plantas ha ⁻¹ con 0.0 t ha ⁻¹ de G.I.	3383.00	477.7	712.8	594.77	3.00	2.20	1.00	3596.03	213.03	0.06
T ₃	93750 plantas ha ⁻¹ con 2.0 t ha ⁻¹ de G.I.	5383.00	611.67	1117.63	1322.4	3.00	2.20	1.00	5616.20	233.20	0.04
T ₇	83333 plantas ha ⁻¹ con 0.0 t ha ⁻¹ de G.I.	3383.00	242.97	545.07	735.77	3.00	2.20	1.00	2663.83	-719.17	0.00
T ₁	93750 plantas ha ⁻¹ con 0.0 t ha ⁻¹ de G.I.	3383.00	194.03	475.1	581.4	3.00	2.20	1.00	2208.71	-1174.29	0.00

Anexo 07. Análisis físico-químico de guano de isla.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA
 FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
 PROGRAMA DE INVESTIGACION EN PASTOS Y GANADERIA
LABORATORIO DE SUELOS Y ANALISIS FOLIAR
 Jr. Abraham Valdelomar N° 249 – Telf. 315936 RPM # 966942996
 Ayacucho – Perú
 “Año de la Consolidación del Mar de Grau”

Región : Ayacucho
 Provincia : Huamanga
 Distrito : Ayacucho
 Comunidad : Sacsamarca - Huayaupuquio
 Proyecto : “Tesis”
 Solicitante : Sr. Alex Ronald Rodríguez Mendoza
 Muestra : Guano de Isla
 Procedencia : No indica

ANALISIS FISICO - QUIMICO

Muestra	Humedad (%)	pH	C.E.(1:1) mS/cm	% M.O. total	% M.O.	%N-Total	% P ₂ O ₅	%K ₂ O	%CaO	%MgO	%SO ₄ ⁻
01	18.7	8.52	71.5	20.9	3.57	0.81	2.40	0.59	10.19	3.60	2.11

Ayacucho, 16 de Diciembre del 2016.

LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS
 PLANTA, AGUAS Y FERTILIZANTES
 RESPONSABLE

 Juan B. Girón Molina
 C.I.P. 77120

Anexo 08. Análisis de caracterización de suelos de la Comunidad de Huayaupuquio a 3040 msnm-Ayacucho.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA
 FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
 PROGRAMA DE INVESTIGACION EN PASTOS Y GANADERIA
LABORATORIO DE SUELOS Y ANALISIS FOLIAR
 Jr. Abraham Valdelomar N° 249 – Telf. 315936 RPM # 966942996
 Ayacucho – Perú
 "Año de la Consolidación del Mar de Grau"

Región : Ayacucho
 Provincia : Huamanga
 Distrito : Ayacucho
 Comunidad : Sacsamarca - Huayaupuquio
 Proyecto : "Tesis"
 Solicitante : Sr. Alex Ronald Rodríguez Mendoza

ANALISIS DE CARACTERIZACION

Muestra	Análisis mecánico (%)			Clase Textural	pH (H ₂ O) 1:2.5	C. E. (dS/m.) 1:1	CaCO ₃ (%)	M.O. (%)	Nt (%)	Elementos Disp. (ppm)		Cationes cambiabiles (Cmol(+)/Kg)						C. I. C. (Cmol(+)/Kg)
	Arena	Limo	Arcilla							P	K	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ⁺³	H ⁺	
01	60.7	16.6	22.7	Fr-Ar-Ao	7.72	0.713	1.5	0.72	0.03	33.3	224.0	9.8	0.1	0.94	-,-	0.0	0.0	11.6

Ayacucho, 16 de Diciembre del 2016.

LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS:
 PLANTA, AGUAS Y FERTILIZANTES
 RESPONSABLE

Juan B. Girón Molina
 C.I.P. 77120

Ao: Arenoso; AoFr: Arena franca; FrAo: Franco arenosos; Fr: Franco; FrL: Franco limoso; L: Limoso; FrArAo: Franco arcillo arenoso; FrAr: Franco arcilloso;
 FrAr: Franco arcillosos; FrArL: Franco arcillo limoso; ArAo: Arcillo arenoso; ArL: Arcillo limoso; Ar: Arcilloso

Anexo 09. Panel fotográfico



Foto 1. Comunidad de Sacsamarca - Barrio Huayaupuquio a 3040 msnm.



Foto 2. Preparación de terreno con la ayuda de maquinaria agrícola.



Foto 3. Parcela después del surcado con maquinaria agrícola.



Foto 4. Abonamiento de fondo con guano de isla antes de la siembra.



Foto 5. Campo de cultivo con plantas de maíz en pleno crecimiento.



Foto 6. Deshierbo de malezas de las parcelas de maíz amiláceo.



Foto 7. Raleo de plantas de maíz dejando tres plantas por golpe.



Foto 8. Abonamiento químico de cultivo de maíz amiláceo.



Foto 9. Primer aporque del cultivo de maíz amiláceo.



Foto 10. Parcela afectado por el factor climático (huayco) a consecuencia de lluvias.



Foto 11. Segundo aporque del cultivo de maíz amiláceo.



Foto 12. Cultivo de maíz en previa recuperación del huayco después de segundo aporque.



Foto 13. Cultivo de maíz amiláceo en plena floración masculina.

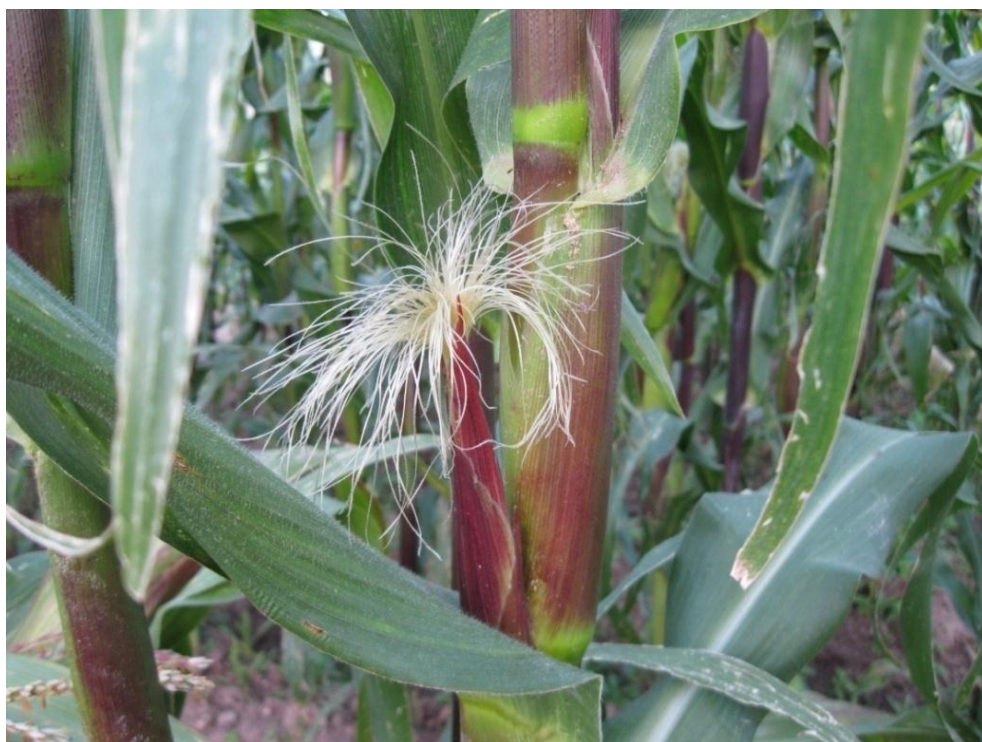


Foto 14. Inicio de floración femenina en el cultivo de maíz amiláceo.



Foto 15. Cultivo de maíz en plena madurez hortícola (choclo).



Foto 16. Medición de la altura de la planta de maíz.



Foto 17. Choclo afectado por el mazorquero (*Heliothis zea*).

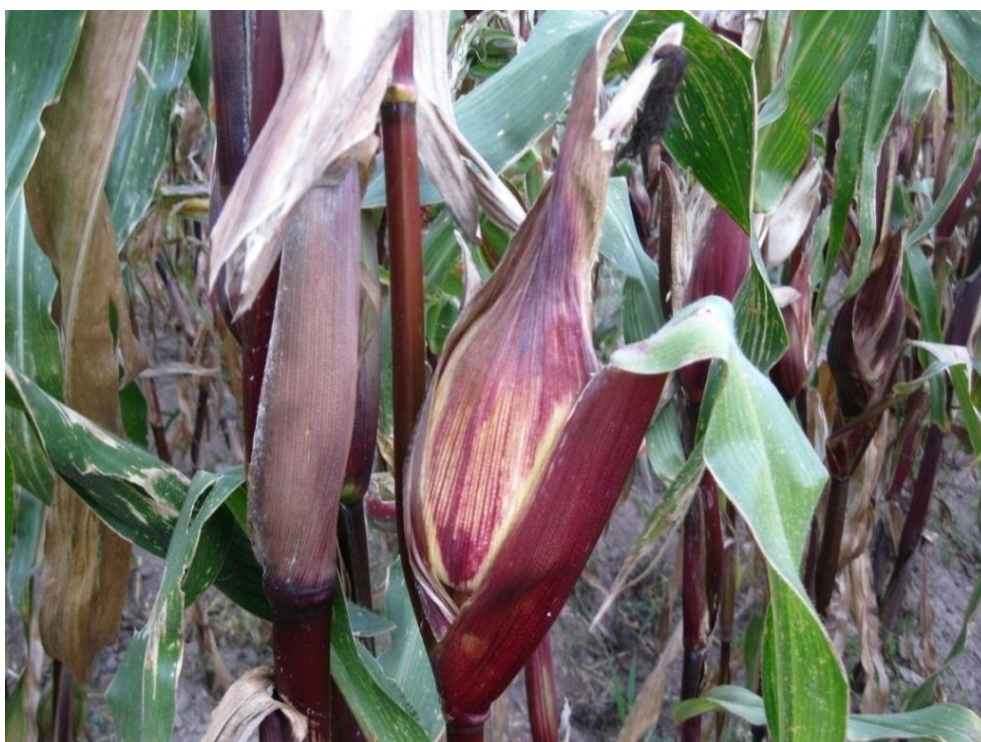


Foto 18. Cultivo de maíz en plena madurez fisiológica.



Foto 19. Campos de cultivo en plena madurez de cosecha.



Foto 20. Cosecha de maíz amiláceo.



Foto 21. Obtención de una buena cosecha de maíz amiláceo de la propia zona.



Foto 22. Secado de maíz aprovechando la luz solar.



Foto 23. Pesado de rendimiento total por parcela en kg.



Foto 24. Categorización de mazorcas de maíz en primera, segunda y tercera.



Foto 25. Evaluación de datos proyectados en la investigación.