

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE AGRONOMÍA Y ZOOTECNIA

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMIA



TESIS

**EVALUACION DE TRES MOMENTOS DE APLICACIÓN DE
FERTILIZANTES QUIMICOS NPK EN COMPUESTO RACIAL DE MAIZ
AMARILLO K'AYRA (*Zea mays* L.) EN EL CENTRO AGRONOMICO
K'AYRA - SAN JERONIMO - CUSCO.**

PRESENTADO POR:

Br. MARIO CHOQUEPUMA CHURATA

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

ASESOR:

M. Sc. CARLOS ALBERTO FARFÁN QUINTANA

CUSCO – PERÚ

2026



Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco

INFORME DE SIMILITUD

(Aprobado por Resolución Nro.CU-321-2025-UNSAAC)

El que suscribe, el Asesor CARLOS ALBERTO FARFÁN
QUINTANA, quien aplica el software de detección de similitud al
trabajo de investigación/tesis titulada: EVALUACION DE TRES MOMENTOS DE
APLICACIÓN DE FERTILIZANTES QUIMICOS NPIC EN
COMPUESTO RACIAL DE MAIZ AMARILLO K'AYRA
(Zea mays L.) EN EL CENTRO AGRONÓMICO K'AYRA - SAN JERÓNIMO - CUSCO

Presentado por: MARIO CHOQUEPUMA CHURTA DNI N° 74437802;
presentado por: DNI N°:
Para optar el título Profesional/Grado Académico de INGENIERO AGRÓNOMO

Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por 4 veces, mediante el
Software de Similitud, conforme al Art. 6° del **Reglamento para Uso del Sistema Detección de**
Similitud en la UNSAAC y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de 9 %.

Evaluación y acciones del reporte de coincidencia para trabajos de investigación conducentes a grado académico o título profesional, tesis

Porcentaje	Evaluación y Acciones	Marque con una (X)
Del 1 al 10%	No sobrepasa el porcentaje aceptado de similitud.	<u>X</u>
Del 11 al 30 %	Devolver al usuario para las subsanaciones.	
Mayor a 31%	El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, conforme al reglamento, quien a su vez eleva el informe al Vicerrectorado de Investigación para que tome las acciones correspondientes; Sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a Ley.	

Por tanto, en mi condición de Asesor, firmo el presente informe en señal de conformidad y adjunto
las primeras páginas del reporte del Sistema de Detección de Similitud.

Cusco, 18 de AGOSTO de 2026

Carlos Alberto Farfán Quintana
Firma

Post firma Carlos Alberto Farfán Quintana

Nro. de DNI 23865684

ORCID del Asesor 0000-0002-8263-1900

Se adjunta:

- Reporte generado por el Sistema Antiplagio.
- Enlace del Reporte Generado por el Sistema de Detección de Similitud: oid: 27259:614950438

EVALUACION DE TRES MOMENTOS DE APLICACIÓN DE FERTILIZANTES QUIMICOS NPK EN COMPUESTO RACIAL DE ...

 Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::27259:614950438

Fecha de entrega

17 ago 2026, 11:18 a.m. GMT-5

Fecha de descarga

17 ago 2026, 11:23 a.m. GMT-5

Nombre del archivo

EVALUACION DE TRES MOMENTOS DE APLICACIÓN DE FERTILIZANTES QUIMICOS NPK EN COMPU....pdf

Tamaño del archivo

4.4 MB

116 páginas

24.213 palabras

119.749 caracteres

9% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Texto citado
- Texto mencionado
- Coincidencias menores (menos de 40 palabras)

Fuentes principales

- 9%  Fuentes de Internet
- 1%  Publicaciones
- 6%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

DEDICATORIA

*A Dios, por darme las fuerzas y
motivos necesarios para conseguir mis
metas y mantener a mi familia unida.*

*A mis padres, ante toda situación,
Claudio Choquepuma Quispe y
Sebastiana Churata Mamani, por ser las
personas que siempre confiaron en mí, por
ser mi gran ejemplo de perseverancia,
esfuerzo y superación a seguir en todo
lugar y momento, pero ante todo por su
entrega y compromiso total a la familia.*

*A mis hermanos: “Rosa, Noemi
Elizabeth, Claudio, Rebeca y Angel”,
por estar presentes siempre, con su apoyo,
sus consejos, decirles que soy dichoso y
agradecido con Dios por
haberme dado a los mejores hermanos.*

AGRADECIMIENTO

Mi sincero agradecimiento a la **UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO**, por contribuir en mi formación profesional para el bienestar de la región y mi país.

Agradecimiento de corazón a los docentes de la **FACULTAD DE AGRONOMÍA Y ZOOTECNIA** y en especial de la **ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA** quienes me inculcaron académicamente en mi formación profesional.

Un especial agradecimiento al M. Sc. Carlos Alberto Farfán Quintana, por su confianza, apoyo total como asesor de la tesis y además por las enseñanzas y la motivación que me brindo para la realización de la tesis.

A mi familia, por su apoyo incondicional en estos años de estudios. Estudiar en la universidad era uno de mis más grandes sueños y pude hacerlo realidad gracias a ustedes. Sus consejos me ayudaron a superar los momentos más difíciles en mi vida de estudiante y nunca darme por vencido, y el trabajo que hicieron para que nunca me falte nada es digno de reconocimiento.

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO	ii
ÍNDICE.....	iii
RESUMEN.....	vii
INTRODUCCIÓN.....	1
I. PROBLEMA OBJETO DE INVESTIGACIÓN	3
1.1. Identificación del problema objeto de investigación.....	3
1.2. Planteamiento del problema	5
1.2.1. Problema general	5
1.2.2. Problemas específicos.....	5
II. OBJETIVOS Y JUSTIFICACION	6
2.1. Objetivos.....	6
2.1.1. Objetivo general.....	6
2.1.2. Objetivos específicos	6
2.2. Justificación	6
III. HIPOTESIS	8
3.1. Hipótesis general.....	8
3.2. Hipótesis específicas	8
IV. MARCO TEORICO	9
4.1. Antecedentes a la investigación	9
4.2. Bases teóricas	10

4.2.1. Origen y distribución	10
4.2.2. Taxonomía	10
4.2.3. Descripción botánica	11
4.2.4. Fenología del cultivo	12
4.2.5. Requerimientos del cultivo	14
4.2.6. Composición nutricional del maíz	15
4.2.7. Producción de maíz en el Perú	15
4.2.8. Problemas climáticos en el cultivo de maíz	16
4.2.8.1. Heladas	16
4.2.8.2. Granizo	17
4.2.9. Compuesto Racial de maíz Amarillo K'ayra	18
4.2.10. Fertilización en el cultivo de maíz	18
4.2.11. Momentos de aplicación de los fertilizantes	19
4.2.11.1. Momentos de aplicación de fertilizantes en el cultivo de maíz ..	20
4.2.12. Descripción de los fertilizantes químicos	23
4.2.13. Descripción de los fertilizantes químicos utilizados en la investigación.....	24
4.2.14. Manejo del cultivo de maíz	26
4.2.15. Plagas y enfermedades.....	28
4.2.15.1. Plagas.....	28
4.2.15.2. Enfermedades.....	30
4.3. Marco conceptual.....	31

V. DISEÑO DE LA INVESTIGACION	35
5.1. Tipo de investigación: Descriptivo - experimental	35
5.2. Ubicación espacial	35
5.2.1. Ubicación política.....	35
5.2.2. Ubicación geográfica	36
5.2.3. Ubicación hidrográfica	36
5.2.4. Ubicación ecológica	36
5.3. Ubicación temporal	36
5.4. Materiales y métodos.....	36
5.4.1. Material genético	36
5.4.2. Fertilizantes.....	37
5.5. Metodología	37
5.5.1. Diseño de la investigación	37
5.5.2. Tratamientos	38
5.6. Características de la parcela experimental	38
5.7. Cálculo de los fertilizantes.....	42
5.7.1. Resultados de análisis de suelo.....	42
5.7.2. Interpretación del análisis de suelo	42
5.7.3. Cálculo de la demanda de fertilizantes.....	44
5.8. Conducción del experimento.....	48
5.8.1. Preparación del material genético.....	48
5.8.2. Manejo del cultivo.....	48

5.9. Evaluación de variables	58
5.9.1. Rendimiento	58
5.9.2. Comportamiento agronómico	60
VI. RESULTADOS Y DISCUSION	63
6.1. Rendimiento.....	63
6.2. Comportamiento agronómico	71
VII. CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS.....	81
7.1. Conclusiones	81
7.2. Sugerencias	84
VIII. BIBLIOGRAFIA	85
ANEXOS.....	91
ANEXO 01. RESULTADOS DE ANÁLISIS DE SUELO.....	92
.....	92
ANEXO 02. CÁLCULOS DE FERTILIZANTES	94
ANEXO 03. DATOS DE EVALUACIÓN DEL CAMPO EXPERIMENTAL	95
ANEXO 04. CÁLCULO DE RENDIMIENTO DE GRANO POR HECTAREA (t/ha).....	103
ANEXO 05. DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE HUMEDAD DE GRANO	104
ANEXO 06. FICHAS TECNICAS DE LOS FERTILIZANTES UTILIZADOS EN LA INVESTIGACION	107

RESUMEN

El presente trabajo de investigación, titulado “Evaluación de tres momentos de aplicación de fertilizantes químicos NPK en compuesto racial de maíz amarillo K’ayra (*Zea mays* L.) en el Centro Agronómico K’ayra - San Jerónimo - Cusco”, tuvo como objetivo determinar el efecto de tres momentos de aplicación de fertilización química NPK sobre el rendimiento y comportamiento agronómico del cultivo de maíz.

La investigación se desarrolló durante siete meses, del 17 de noviembre de 2022 al 20 de junio de 2023, en el terreno K’ayra Relleno 02, perteneciente a la UNSAAC, distrito de San Jerónimo, Cusco. Se empleó un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), con cuatro tratamientos, cuatro repeticiones y 16 unidades experimentales. Los tratamientos fueron: T1 (siembra + 1.er aporque + 2.º aporque), T2 (15 días después de la siembra + 1.er aporque + 2.º aporque), T3 (30 días después de la siembra + 1.er aporque + 2.º aporque) y T4 (testigo sin fertilizante), utilizando una dosis de 150-150-150.

Los resultados demostraron que el T1 obtuvo los mejores resultados. Alcanzó 117,16 g de granos por mazorca, 51,70 g de peso de 100 granos y un rendimiento de 4,013 t/ha. Asimismo, presentó 26,45 granos por hilera, 14,05 cm de longitud de mazorca, 5,03 cm de diámetro y 195,33 cm de altura de planta a los 120 días. Se concluye que la aplicación del fertilizante desde la siembra favoreció el aprovechamiento de nutrientes y permitió obtener un mayor rendimiento y mejor comportamiento agronómico del cultivo.

Palabras clave: Maíz, Fertilizante, Momentos, Rendimiento.

INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays* L.) es un cereal importante a nivel mundial, nacional y local, debido a que desempeña un papel fundamental en la seguridad alimentaria de la población por su contenido de nutrientes como la vitamina C, E, hierro y fibra.

Minagri, (2020), Indica que en el Perú se tiene mayor diversidad genética, se considera importante por su extensión cultivada con un promedio de 219,658 ha sembradas al año, 87,902 ha corresponde a maíz amarillo duro con rendimiento promedio de 4.7 ton/ha, 109,853 ha maíz amiláceo con rendimiento de 1,6 ton/ha y 21, 903 ha maíz choclo con rendimiento de 9.3 ton/ha, los cuales fueron producidos en 18 regiones del Perú,

Minagri (2020), Señala que en la región Cusco, el área sembrada de maíz en promedio es de 30,781 ha, de los cuales corresponden 26,664 ha de maíz amiláceo, 2,315 ha de maíz amarillo duro y 1,802 de maíz choclo,

La fertilización química con nutrientes es una práctica agrícola utilizada para mejorar el rendimiento de los cultivos. Entre los nutrientes más importantes para el crecimiento y desarrollo del maíz se encuentran el nitrógeno (N), el fósforo (P) y el potasio (K). Estos macronutrientes realizan funciones vitales en los procesos de fotosíntesis, síntesis de proteínas, desarrollo de raíces y producción de granos. La eficiencia de la fertilización química con NPK puede variar dependiendo de diversos factores, como las condiciones climáticas, el tipo de suelo y la etapa de crecimiento del cultivo. Por lo tanto, es fundamental evaluar el momento adecuado de aplicación de estos fertilizantes para maximizar su efecto en el rendimiento del maíz. Para lo cual se planteó el nivel de fertilización 150-150-150 para todos los tratamientos en estudio.

El presente estudio evaluó tres momentos de aplicación de fertilizantes químicos con NPK en Compuesto Racial de maíz Amarillo K'ayra en el Centro Agronómico K'ayra - San

Jerónimo - Cusco, el cual logro determinar qué el momento de fertilización (Siembra + 1er Aporque + 2do Aporque) maximizo el rendimiento del cultivo de maíz tanto en la etapa de crecimiento y producción.

La importancia del presente trabajo de investigación radica en emplear tecnologías apropiadas para mejorar las prácticas de fertilización y que permitan incrementar el rendimiento del cultivo de maíz, buscando maximizar los nutrientes para el cultivo y garantizando la disponibilidad de estos elementos en los momentos oportunos para la planta.

El autor

I. PROBLEMA OBJETO DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación del problema objeto de investigación

El cultivo de maíz (*Zea mays L.*) constituye uno de los cultivos de mayor importancia económica, cultural y alimentaria para el poblador andino en la región de Cusco, el Compuesto Racial de maíz Amarillo K'ayra destaca por su adaptación agroecológica en la zona andina y por su demanda en el mercado regional.

Sin embargo, el rendimiento y comportamiento agronómico de este cultivo dependen significativamente del manejo técnico, específicamente de la fertilización, actualmente los productores de la región cusco aplican fertilización química con NPK siguiendo criterios tradicionales, sin tener una evidencia real experimental que determine el momento óptimo de aplicación, toda esta información ocasiona incertidumbre sobre la dosis y el momento adecuado de aplicación, la eficiencia de uso de nutrientes y su efecto en el rendimiento de grano y a su vez en el comportamiento agronómico del compuesto Racial de maíz Amarillo K'ayra.

Desconocer el efecto real de los diferentes momentos de aplicación de NPK nos limita la posibilidad de recomendar un manejo eficiente que incremente la productividad del Compuesto Racial de maíz Amarillo K'ayra, lo ideal es optimizar el uso de fertilizantes y reducir el costo de producción

Por lo tanto, se requiere determinar de forma experimental el efecto de tres momentos de aplicación de fertilización química NPK en el rendimiento de grano y comportamiento agronómico del Compuesto Racial de maíz Amarillo K'ayra (*Zea mays L.*) en condiciones del centro Agronómico K'ayra – San Jerónimo – Cusco.

También es crucial mencionar el poco conocimiento que tienen los agricultores en optimizar las prácticas de fertilización en el cultivo de maíz, muchas veces fertilizan sin un

criterio técnico el cual ocasionan pérdidas de lixiviación y volatilización del fertilizante generando deficiencias que afectan negativamente al rendimiento del cultivo así mismo el bajo rendimiento está relacionado con la baja calidad de semillas, presencia incontrolable de plagas y enfermedades, tierras degradadas. Por ello, al determinar los momentos adecuados de aplicación de los fertilizantes químicos NPK (Siembra + 1er Aporque + 2do Aporque), (15 días después de la siembra + 1er Aporque + 2do Aporque) y (30 días después de la siembra + 1er Aporque + 2do Aporque), se espera mejorar la eficiencia en el uso de los nutrientes y reducir los posibles problemas ya mencionados.

1.2. Planteamiento del problema

1.2.1. Problema general

¿Cuál es el efecto de los tres momentos de aplicación de fertilización química NPK en Compuesto Racial de maíz Amarillo K'ayra (***Zea mays L.***) en el Centro Agronómico K'ayra - San Jerónimo - Cusco?

1.2.2. Problemas específicos

1. ¿Cuál es el rendimiento de grano de los tres momentos de aplicación de fertilización química NPK en Compuesto Racial de maíz Amarillo K'ayra (***Zea mays L.***) en el Centro Agronómico K'ayra - San Jerónimo - Cusco?
2. ¿Cuál es el comportamiento agronómico de los tres momentos de aplicación de fertilización química NPK en Compuesto Racial de maíz Amarillo K'ayra (***Zea mays L.***) en el Centro Agronómico K'ayra - San Jerónimo - Cusco?

II. OBJETIVOS Y JUSTIFICACION

2.1. Objetivos

2.1.1. Objetivo general

Determinar el efecto de los tres momentos de aplicación de fertilización química NPK en Compuesto Racial de maíz Amarillo K'ayra (*Zea mays L.*) en el Centro Agronómico K'ayra - San Jerónimo - Cusco.

2.1.2. Objetivos específicos

1. Determinar el rendimiento de grano de los tres momentos de aplicación de fertilización química NPK en Compuesto Racial de maíz Amarillo K'ayra (*Zea mays L.*) en el Centro Agronómico K'ayra - San Jerónimo - Cusco.
2. Describir el comportamiento agronómico de los tres momentos de aplicación de fertilización química NPK en Compuesto Racial de maíz Amarillo K'ayra (*Zea mays L.*) en el Centro Agronómico K'ayra - San Jerónimo - Cusco.

2.2. Justificación

El cultivo de maíz (*Zea mays L.*), es de gran importancia económica y social en la región del Cusco, debido a que es un alimento básico para la población. El incremento en el rendimiento y calidad del cultivo de maíz tiene un impacto positivo en la seguridad alimentaria y en la economía local.

El presente trabajo de investigación tiene la finalidad de mejorar las prácticas de fertilización en el cultivo de maíz (*Zea mays L.*) en el Centro Agronómico K'ayra, buscando maximizar el rendimiento del cultivo, optimizar los recursos, adaptarse a las condiciones locales y contribuir al conocimiento científico en el campo de la fertilización agrícola.

Esta investigación tiene como objetivo general determinar el efecto de los tres momentos de aplicación de fertilización química NPK en Compuesto Racial de maíz Amarillo K'ayra (*Zea mays* L.) en el Centro Agronómico K'ayra - San Jerónimo - Cusco, con los resultados obtenidos se sabrá cuál de los tres momentos de aplicación tendrá un mayor rendimiento y presentará mejores resultados con respecto al comportamiento agronómico.

Obtener resultados de rendimiento en el cultivo de maíz, es de suma importancia debido a que los resultados encontrados se pueden contrarrestar con otros resultados ya estudiados y a partir de esto tomar decisiones sobre la mejor practica de fertilización y el momento ideal para fertilizar el cual garantice una mayor eficiencia de los fertilizantes en el suelo. El nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K), juegan un rol fundamental en el desarrollo de las plantas y en la producción de los cultivos.

Por otro lado, hallar resultados del comportamiento agronómico del maíz, va contribuir a una mejor cosecha, debido a que se puede tomar diferentes medidas conociendo el comportamiento de adaptación del maíz a los diferentes momentos de fertilización y según estos resultados se podrá saber cuáles son las características ideales del Compuesto Racial de maíz Amarillo K'ayra (*Zea mays* L.), los cuales pueden encaminar a coadyuvar a las diferentes investigaciones en la búsqueda de soluciones para los bajos rendimientos de maíz en la región del Cusco.

III. HIPOTESIS

3.1. Hipótesis general

El efecto en los tres momentos de aplicación de fertilización química NPK en Compuesto Racial de maíz Amarillo K'ayra (*Zea mays* L.) en el Centro Agronómico K'ayra - San Jerónimo -Cusco, fue diferente.

3.2. Hipótesis específicas

1. Existen diferencias en el rendimiento de grano en los tres momentos de aplicación de fertilización química NPK en Compuesto Racial de maíz Amarillo K'ayra (*Zea mays* L.) en el Centro Agronómico K'ayra - San Jerónimo - Cusco.
2. Existen diferencias en el comportamiento agronómico en los tres momentos de aplicación de fertilización química NPK en Compuesto Racial de maíz Amarillo K'ayra (*Zea mays* L.) en el Centro Agronómico K'ayra - San Jerónimo - Cusco.

IV. MARCO TEORICO

4.1. Antecedentes a la investigación

▪ Antecedentes

Cosio et al.; (2016), según el expediente técnico de investigación Canon, mencionan como características agrobotánicas para el Compuesto Racial de maíz Amarillo K'ayra fases fenológicas marcadas (emergencia 12.17 días, desarrollo vegetativo 79.50 días, floración 97.33 días y madurez fisiológica 176.17 días). Características agronómicas como altura de planta 192.23 cm, diámetro de tallo 3.01 cm, longitud de mazorca 16.6 cm, diámetro de mazorca 5.21 cm, número de granos por hilera 26.71, peso promedio de 100 granos por mazorca de 42.83 gramos y rendimiento por hectárea de 4.432 toneladas. Por otro lado, también hacen mención de variables cualitativas como color de hoja verde oscuro, color de tallo verde claro y rojo, color de panoja rosado y amarillo y forma de mazorca cilíndrica.

Según Cosio et al.; (2016), el Compuesto Racial de maíz Amarillo K'ayra fue sembrado en ocho localidades de Cusco en distintos años el cual tuvo inicio en el año 2010 a 2011 en la localidad de Cusipata – Quispicanchi – Cusco de los cuales se obtuvo un rendimiento de 3,620 kg/ha, seguidamente en Zurite – Anta – Cusco con un rendimiento de 3,220 kg/ha, También en Cucuchiray – Paruro – Cusco, obteniendo un rendimiento de 3,200 kg/ha. En el año 2011 a 2012 se sembró en Quiquijana – Quispicanchi – Cusco, el cual se ha reportado un rendimiento de 3,870 kg/ha, en Accopata – Quiquijana – Cusco, se reportó un rendimiento de 3,670 kg/ha. En el año 2012 a 2013 se realizó la siembra en K'ayra 2 – San Jerónimo – Cusco del cual se reportó un rendimiento de 4,920 kg/ha. Año 2013 a 2014 se sembró en K'ayra 3 – San Jerónimo – Cusco y se obtuvo un rendimiento de 5,080 Kg/ha y finalmente en el año 2014 a 2015 se sembró en K'ayra 4 – San Jerónimo – Cusco de los cuales se reportó un rendimiento de 4,330 kg/ha. obteniendo un promedio de rendimiento

total de 3,988.75 kg/ha. Los niveles de fertilización que usaron variaron de 150 (N) 150 (K₂O) – 150 (P₂O₅) a 200 (N) – 150 (K₂O) – 150 (P₂O₅).

4.2. Bases teóricas

4.2.1. Origen y distribución

Kato et al., (2009), indican que el origen del maíz y diversificación se inició en las montañas y valles de México, los antiguos pobladores de México en su proceso de domesticación del maíz, aprovecharon el potencial genético del ancestro teocintle el cual es una especie gramínea.

Bonilla (2009), menciona que el maíz fue cultivado entre los 7 000 y 10 000 años, siendo una de las primeras plantas cultivadas por los agricultores, en México existen arqueologías con pequeñas mazorcas de maíz con más de 5 000 años de antigüedad.

Acuña (2019), indica que los arqueólogos afirman exactamente el origen del maíz en Tehuacán al sur de México.

4.2.2. Taxonomía

Según la clasificación propuesta por Cronquist (1981) la posición taxonómica del maíz se clasifica de la siguiente manera:

Reyno: Plantae

Subreino: Embryonta

División: Magnoliophyta

Clase: Liliopsida

Subclase: Commelinidae

Orden: Poales

Familia: Poaceae

Género: Zea

Especie: mays

Nombre Científico: *Zea mays* L.

4.2.3. Descripción botánica

1. Raíz

Ortigoza et al., (2019), definen que el sistema radicular del maíz es fasciculado y vigoroso.

Fundación de Desarrollo Agropecuario (1998), indica están provistas de una gran cantidad de pelos radiculares, el cual tiene la función de la adsorción de los nutrientes y agua del suelo para un buen desarrollo de la planta.

Izquierdo (2012), indica que la principal función de la raíz es aportar anclaje y soporte a la planta,

2. Tallo

Izquierdo (2012), define que el tallo es simple, erecta, vigorosa y sin ramificaciones puede llegar a medir hasta 4 metros de altura.

Fundación de Desarrollo Agropecuario (1998), indica que está compuesto por nudos y entrenudos los cuales en la base son cortos y en la parte superior son largos formando la espiga, estos entrenudos son medulares.

Ortigoza et al., (2019), señalan que la función principal es el transporte de agua y nutrientes del suelo para el desarrollo de la planta.

3. Hojas

Izquierdo (2012), define que la hoja del maíz es larga, lanceolada, con venas paralelas, están insertadas alternadamente al tallo, sus bordes son ásperas y cortantes, compuestas por la vaina, lígula y limbo, su vaina es de forma cilíndrica envuelve y protege la base de la hoja, la lígula es pequeña y delgada es la parte donde ocurre la transición de la vaina y la lámina abierta, el limbo es la parte principal puede medir hasta 1.5 m de largo por 10 cm de ancho, es plana y angosta en el haz presentan vellos.

Ortigoza et al., (2019), Señalan que su función principal es la realización del intercambio fotosintético.

4. Inflorescencia

Fundación de Desarrollo Agropecuario (1998), indica que es una planta monoica es decir produce flores masculinas (esta minadas) y femeninas (pistiladas) en la misma planta.

Ortigoza et al., (2019), Indican que la flor masculina se encuentra compuesta por una panícula en forma de espiga y está conformada por ramificaciones contienen varias flores masculinas llamadas estambres estos producen el polen, las flores femeninas aparecen en las axilas de algunas hojas y están agrupadas en una espiga rodeada de largas brácteas. A esta espiga se le llama mazorca, que está formada, por una parte, central llamada "tusa", que representa del 15 al 30 % del peso de la mazorca.

5. Semilla

Acuña (2019), define que la semilla es de forma ovalada se encuentra dentro de un fruto conocido como cariósido, está constituida por el pericarpio el cual es la capa que protege al fruto esta sobre la testa de la semilla, dentro del pericarpio se encuentra el endospermo y el embrión.

Astete & Campos, (2019), indican que es el órgano reproductivo del maíz su tamaño puede variar entre 0.5 a 2 cm de longitud.

4.2.4. Fenología del cultivo

Quevedo (2013), indica que las fases fenológicas del maíz son 6 los cuales son siguientes:

Fase I: Siembra o establecimiento de plántula: Se presenta en el momento en el que el grano adsorbe agua ocasionando que el grano se ensanche y ocurra con la germinación.

Fase II: Germinación y desarrollo de las plantas: La fase de germinación ocurre aproximadamente a los 7 a 12 días; las plantas y los brotes en esta fase son más susceptibles al ataque de las plagas y enfermedades.

Fase III: Desarrollo vegetativo: Se muestra a partir de la formación del sistema radicular y el desarrollo del tallo, hojas y las mazorcas hasta el momento de la aparición de la panoja, y en el desarrollo completo de la planta es característico observar en esa fase mayor absorción de agua y nutrientes su desarrollo depende de la temperatura siendo adecuado hasta los 30°C y temperaturas menores al 5 °C reducen su rápido desarrollo.

Fase IV: Floración y Fecundación: Ocurre cuando se muestra el ápice de la panoja, las plantas presentan todas sus hojas en su totalidad y disminuye su crecimiento, en esta fase se observan los primeros estigmas, dura en promedio de 15 a 20 días; el requerimiento de nitrógeno y agua en esta fase es muy alta para ello la planta debe tener la cantidad necesaria de nutrientes y agua para su correcto desarrollo.

Fase V: Desarrollo y maduración fisiológica: Se inicia el desarrollo de los granos de la mazorca es importante que la humedad del suelo sea suficiente en el suelo para el desarrollo de esta fase la temperatura no debe ser fría para el llenado de los granos, estos muestran una capa negra en la unión del pedicelo con el grano cuando llegan a su madurez fisiológica, los riegos se deben reducir en esta fase.

Fase VI: Madurez, secado y cosecha: Su follaje se muestra en decadencia y se inician a secar lo que muestra el final del periodo vegetativo del maíz, en esta fase se debe reducir los riego debido a que la alta humedad del suelo dificulta el llenado del grano

4.2.5. Requerimientos del cultivo

1. Suelo

Según Lafitte y Edmeades (1994); citado por Quispe (2021), indican que las condiciones óptimas para su crecimiento y desarrollo del maíz es un suelo de textura franco no tolera encharcamientos, con una buena profundidad y buen drenaje con capacidad de retención de agua, el pH adecuado es en un rango de 6 a 7, los suelos deben ser ricos en materia orgánica.

2. Temperatura

Senamhi (2019), Indica que las características ideales de temperatura para la germinación de las semillas es cuando la temperatura es de 12 a 13 °C, para la fase de producción es de 17 a 21 °C, para la fase de crecimiento soporta una temperatura mínima de 3°C, las heladas no afectan en la maduración si el cultivo presenta mayor al 60 % en los granos de materia seca del cultivo.

Adex (2009), menciona que para su fructificación requieren temperaturas de 20 a 32 °C, necesitan una buena incidencia de luz solar para tener un buen rendimiento, cuando el clima es húmedo su rendimiento es bajo.

3. Humedad relativa

Senamhi (2019), indica que la humedad relativa es un factor importante a considerar para el cultivo de maíz, ya que la planta requiere una cantidad adecuada de humedad para crecer y desarrollarse correctamente por ello se requieren una humedad relativa de 65 a 90 % para su desarrollo.

4. Agua

Según, Baradas (1994), citado por Senamhi (2019), indica que el cultivo de maíz requiere una cantidad significativa de agua en el crecimiento vegetativo y floración y durante

su etapa de llenado de granos su demanda disminuye, siendo así su necesidad de agua promedio de 650 mm.

4.2.6. Composición nutricional del maíz

Cosio et al., (2016), señalan que los granos de maíz son los órganos de almacenamiento de la planta, contienen almidones, proteínas y micronutrientes. La calidad nutricional y la integridad de los granos de maíz están influenciadas por muchos factores, incluyendo la genética, el medio ambiente y el procesamiento del grano, los procedimientos de cocción, la nixtamalización y la fermentación.

Deras (2012), menciona que la composición de nutrientes del maíz, en relación a otros cereales y alimentos del reino vegetal, se encuentra en el contenido de carbohidratos y fibra. Se han reportado valores de hasta 72 % de almidón, 10 % de proteínas y un 4% de lípidos, suministrando aproximadamente 365 kcal / 100 g de la dieta.

4.2.7. Producción de maíz en el Perú

MINAGRI (2015), indica que el maíz (*Zea mays* L), es una especie central que tiene relevancia social, económica e industrial por la cantidad de área geográfica cultivada, el mismo que involucra de acuerdo a sus características la relación de consumo humano, animal y para el procesamiento industrial. Llegando a producir un promedio de 1 066 043 toneladas de maíz amarillo duro en 3 años, con un área cosechada de 281 000 hectáreas y con un rendimiento nacional promedio de 3.827 kg/ha.

Según MINAGRI (2015) citado Acuña (2019), menciona que con base de mayor producción se halla los departamentos de Lima, La Libertad, San Martín, Lambayeque y Ancash. De los cuales el 34% corresponde a la costa, el 38% a la sierra y el 28% a la selva.

4.2.8. Problemas climáticos en el cultivo de maíz

4.2.8.1. Heladas

Farooq et al., (2009), indican que las plantas jóvenes son menos susceptibles a los daños ya que el punto de crecimiento se encuentra más cerca del suelo y están protegidas de las temperaturas de congelamiento. En plantas con un desarrollo más avanzado, las hojas están más expuestas y tienen el ápice por encima de la superficie del suelo (aproximadamente 30 cm de altura). Cuando las hojas más largas se congelan, éstas pueden formar un espiral firme y torcida que a las hojas nuevas le será difícil penetrar.

Thakur et al., (2010), indican que cuando las plantas son afectadas menor a los 15 cm de altura, ocasiona una reducción en torno al 9 y 15 % de rendimiento aproximadamente. Lo que a veces si se produce es que plantas dañadas son objetivo de futuras enfermedades, insectos y problemas en la cosecha.

Bremer et al., (1995), indican que durante la fase de maduración, una helada puede desencadenar una caída en el rendimiento del maíz sembrado bastante variable. Lo normal es que el grano resultante sea bajo en peso, y es muy probable que, aunque el grano tenga buenos valores alimenticios, su venta sea difícil.

Arbués (2011), menciona que las heladas en los momentos fisiológicos iniciales, sobre todo en floración, causan mayores daños que en momentos fisiológicos más tardíos, el parámetro más influenciado por el frío es el peso seco de la mazorca y el peso total de granos por mazorca.

Fuakwa et al., (1984), indican las pérdidas potenciales en el rendimiento del grano de maíz tras heladas:

- Cultivos de grano helado antes de la etapa R4, tendrán un potencial de rendimiento de grano bajo y los granos se secarán. Se recomienda que estos cultivos se destinen

a ensilaje de maíz y se dejen madurar para ensilado hasta que se alcance el grado de humedad de cosecha.

- Cuando una cosecha de cereales se hiele en la etapa R5, los rendimientos se reducirán en un 40 a 50 % aproximadamente. Lo recomendable es destinar para el ensilaje de maíz es la mejor opción.
- Los cultivos de maíz de grano que se ven afectados por las heladas tras superar la etapa R5, reducen también el rendimiento y los pesos serán inferiores a lo normal. Si sólo una parte del tejido de la planta muere y si el grano estaba cerca de la última etapa de madurez, la pérdida de rendimiento será pequeña y los pesos estarán más cerca de lo normal.

4.2.8.2. Granizo

Huamán (2019), indica en su trabajo de investigación realizado la Simulación del efecto de precipitación solida (granizada). Llego a la conclusión de que el efecto del daño foliar por simulación de granizada, se manifiesta en el tamaño de las mazorcas, número de granos y rendimiento, en relación a la magnitud de la defoliación y rasgado de hojas en las plantas. Así mismo también menciona que la defoliación de las plantas según la magnitud de daño, produjo efectos negativos en el rendimiento de grano seco, la variación en la disminución estuvo en el rango de 13.53 %.

Tanaka y Yamaguchi (1972), indican en sus resultados que donde al eliminar hojas por debajo de la mazorca no hubo reducción significativa en el peso de los granos; caso contrario sucede cuando se eliminan las hojas por encima de la mazorca es decir la hoja bandera para su llenado, esta hoja bandera tiene un importante papel, incrementando el peso del grano de un 41 al 43 %.

4.2.9. Compuesto Racial de maíz Amarillo K'ayra

Cosio et al., (2016), señalan que la formación de esta nueva variedad fue con las razas de Morocho ayacuchano con nueve accesiones y Cuzco cristalino con cuatro accesiones, la altitud para su cultivo se encuentra hasta los 3800 metros, alcanza un rendimiento promedio de 3,988 kg/ha, su ciclo fenológico es de 176 días (6 meses).

Cuadro 1. Características agronómicas del Compuesto Racial de maíz Amarillo K'ayra

CARACTERISTICAS	PROMEDIO
Altura de planta	192.23 cm
Diámetro del tallo	3.01 cm
Ubicación de la altura de la mazorca	118.17 cm
Longitud de la mazorca	16.6 cm
Diámetro de la mazorca	5.21 cm
Número de granos por hilera	26.71
Peso de 100 granos	42.83 gramos
Rendimiento grano/ha	4.432 t/ha

4.2.10. Fertilización en el cultivo de maíz

Según Aldrich (1974), citado por Yépez (2013), indica que la fertilización es esencial para lograr un buen rendimiento y calidad del cultivo, el tipo y la cantidad de fertilizante son según a los resultados del análisis del suelo, sin embargo, es necesario la aplicación de macronutrientes como el nitrógeno, fósforo y potasio así también se debe considerar el calcio, azufre y magnesio.

Quispe (2021), menciona que el maíz es uno de los cultivos más exigentes en cuanto a los nutrientes y microorganismos necesarios para el cultivo, los suelos de la sierra

generalmente presentan deficiencia en cuanto al contenido de materia orgánica y requieren fertilizantes nitrogenados importantes para la planta.

García et al., (2012), indican que para obtener mayores rendimientos del maíz se requiere tener un suelo con una fertilidad optima, es decir que los dieciséis elementos esenciales para las plantas deben estar disponibles en cantidades adecuadas para el uso por las plantas, sin embargo el uso excesivo del fertilizante ocasiona el alto desarrollo de las hojas como consecuencia la incidencia de enfermedades y plagas como los defoliadores de hojas.

4.2.11. Momentos de aplicación de los fertilizantes

Servicios Católicos de Ayuda (2019), menciona que la fertilización es necesaria para los cultivos en sus diferentes fases para su desarrollo, por ello es necesario conocer los momentos de la aplicación de los nutrientes con la finalidad de que estos estén disponibles para el cultivo cuando sea necesario; el momento adecuado para la aplicación de los fertilizantes depende del consumo de los nutrientes por la planta, para tener altos rendimientos del cultivo se divide la aplicación total del fertilizante en los momentos correctos, para conocer los momentos de aplicación es importante tomar en cuenta los siguientes aspectos.

- ❖ **La fenología del cultivo:** Es necesario saber en qué fase el cultivo adsorbe más los nutrientes es decir en qué fase de su crecimiento necesita más los nutrientes por que los cultivos necesitan menor o mayor dosis en ciertas fases de su desarrollo.
- ❖ **Clima:** Las condiciones del clima afectan en el momento óptimo de aplicación de los fertilizantes como por ejemplo la sequía.
- ❖ **Textura del suelo:** La lixiviación afecta más a los suelos arenosos por ello se recomienda dividir más la aplicación de los fertilizantes.

4.2.11.1. Momentos de aplicación de fertilizantes en el cultivo de maíz

Servicios Católicos de Ayuda (2019), menciona que cada fertilizante tiene una función en el cultivo, el fosforo ayuda en el desarrollo de la raíz por lo tanto su aplicación se recomienda al momento de la siembra del cultivo, el nitrógeno es fundamental para el crecimiento vegetativo del cultivo, en la producción de la clorofila para realizar el proceso de la fotosíntesis, por ello se recomienda aplicar la mitad en la fase V6 entre los 20 a 25 días del cultivo y la otra mitad en la fase V12 a los 35 a 40 días, el potasio cumple una función muy importante para el rendimiento el cual es el llenado de granos de la mazorca, sin embargo su momento de aplicación depende de la textura del suelo si el suelo es franco arcilloso se debe aplicar el 100 % en la siembra, si el suelo es arenoso se debe aplicar en su totalidad en la fase V6, el sulfato de magnesio se debe aplicar en la fase V4 a V5 del cultivo.

1. Nitrógeno

FAO (2012), indica que el nitrógeno se adsorbe del suelo en forma de NO₃ nitrato de amonio, mejora el crecimiento de la planta, está involucrado en el desarrollo y rendimiento de la planta.

Below (2002), indica que el nitrógeno cumple funciones en el proceso de desarrollo de la fotosíntesis, por ello la cantidad de nitrógeno adecuada en la planta mejora su crecimiento y vigor, así mismo una deficiencia ocasiona hojas pálidas y plantas pequeñas afectando en la fotosíntesis, otra función importante es que el nitrógeno ocasiona en el maíz una alta productividad incrementando el rendimiento en el número y peso de granos, sin embargo la deficiencia de nitrógeno en el maíz ocasiona aborto de granos.

León (2016), menciona que la planta de maíz (*Zea mays*) a los 25 a 30 días antes de la floración adsorbe en mayor cantidad el nitrógeno por ello las necesidades de nitrógeno

son máximas, los síntomas que presentan cuando el nitrógeno es deficiente las hojas son amarillentas iniciando de las puntas en forma de V.

❖ **Lixiviación**

Andreu et al., (2006), indican que la lixiviación es un proceso de pérdida de nitrógeno (nitratos) en el cual es transportado fuera de la zona de las raíces a las capas más profundas del suelo por el flujo del agua, llegando a las aguas subterráneas.

Jiménez et al., (2009), indican que algunos factores para la lixiviación son la textura del suelo siendo los suelos arenosos donde existen mayores pérdidas, el exceso de riego, el manejo adecuado de la cantidad y momento de fertilización orgánica y química, se recomienda aplicar la dosis adecuada de nitrógeno en las plantas para reducir la lixiviación.

❖ **Volatilización**

Andreu et al., (2006), indican que la volatilización es la pérdida del nitrógeno en forma de amoníaco desde el suelo hacia la atmósfera siendo una causa importante para la baja eficiencia del nitrógeno en el suelo.

Jiménez et al., (2009), señalan que esta pérdida es favorecida por factores como el pH elevado del suelo mayor a 8, exceso de viento y alta temperatura, se recomienda un suelo con buena infiltración, con contenido de arcilla y carbono orgánico.

2. Fósforo

FAO (2012), indica que el fósforo es un nutriente importante que actúa en los procesos químicos y fisiológicos de la planta también ayuda en la distinción de células y el desarrollo de los tejidos el cual ayuda en el desarrollo de la planta.

Anchundia (2015), citado por Aguilar (2019), menciona que el fósforo mejora la fecundación, desarrollo del grano y las raíces, por ellos disminuir el aporte de fósforo afecta

en la emergencia de los pistilos ocasionando fecundaciones irregulares su mayor absorción es a inicios del desarrollo de cultivo hasta la floración.

Linares (2019), menciona que el cultivo de maíz (*Zea mays*) en promedio adsorbe 85 kilogramos de fosforo por hectárea la dosis del nutriente la dosis es según el tipo de suelo este puede ser amarillo, rojo o suelos negros.

Fertiberia (2003) citado por Palma (2015), indica que los síntomas de deficiencia de fosforo se presentan en el desarrollo vegetativo, el crecimiento de la planta es débil, el tallo y las hojas presentan una coloración purpura siendo las hojas viejas más afectadas que las hojas jóvenes todo ello ocasiona bajos rendimientos y mala calidad de frutos.

❖ Fijación

Jiménez et al., (2009), indican que la fijación del fosforo es un proceso natural el cual ocurre cuando los iones presentes en el suelo se vuelven menos disponibles para la planta en este proceso influye el pH del suelo, se trata de que el fosforo pasa a ser no asimilable para la planta al menos no de forma inmediata.

Según Fertiberia (2003) citado por Palma (2015), indica que la disposición de aluminio en el suelo perjudica la disponibilidad del fosforo para las plantas, cuando se aplica fosforo en el suelo solo poca cantidad es asimilada por la planta entre 10 a 15 % y gran cantidad queda fijado o retenido en el suelo.

3. Potasio

FAO (2012), indica que el potasio es el nutriente importante en la asimilación de los carbohidratos y proteínas, incrementa la resistencia de la planta a la sequía, heladas, salinidad y a las enfermedades.

Fertiberia (2003), indica que la absorción del potasio se efectúa principalmente durante el período de crecimiento vegetativo. El 70% de las necesidades se extrae durante el

mes precedente a la floración masculina. Los granos, en la madurez, solo contienen y exportan el 25% del potasio absorbido. El enterrado de los tallos y hojas permite restituir el 75% de la potasa asimilada.

Según Fertiberia (2003) citado por Linares (2019), menciona que un exceso de potasio en el suelo provoca la deficiencia de magnesio.

León (2016), indica que la cantidad de potasio necesario para el cultivo se absorbe durante los primeros 80 días del desarrollo de la planta y puede llegar a absorber 7.5 kilogramos por hectárea diariamente en estos primeros días.

❖ **Fijación**

Jiménez et al., (2009), indican que es la fijación del potasio en los espacios interlaminares de las arcillas, que depende de la naturaleza de las mismas y del intercambio con otros cationes. La retrogradación es mayor en presencia de arcillas tipo 2:1 como las vermiculitas.

4.2.12. Descripción de los fertilizantes químicos

Domínguez (1989), indica que se conocen aquellos productos obtenidos mediante procesos químicos desarrollados a escala industrial, que tienen igualmente unas cantidades mínimas de algunos de los elementos principales.

Cooke (1994), menciona que los fertilizantes inorgánicos están compuestos por elementos minerales, micro elementos menores o macro elementos mayores.

Vitorino (2010), indica que los fertilizantes químicos son sustancias que se añaden al suelo, para suministrar aquellos nutrientes que se requieren para el desarrollo de la planta. Los fertilizantes o abonos tienen sin lugar a duda, un inmenso valor social económico con la formación y evolución de la civilización, dado que ellos constituyen un factor decisivo y

rápido en la obtención de abundantes cosechas rentables económicamente en sistemas de agricultura moderna manteniendo la sustentabilidad del sistema de producción.

4.2.13. Descripción de los fertilizantes químicos utilizados en la investigación.

1. Nitrato de amonio estabilizado

Alba, A., & Andrade M. (2020) Indican que el nitrato de amonio estabilizado es un fertilizante granulado compuesta por un ion amónico y un ion nitrato, con alto contenido en nitrógeno su fórmula química es NH_4NO_3 , su composición contiene 33% de N, 3% de fosforo P_2O_5 , este compuesto químico es incoloro e higroscópico, es decir absorbe la humedad del aire y forma una pasta pegajosa que se endurece al bajar la humedad, el ion nitrato es absorbido por las plantas casi de forma inmediata y el ion amoníaco es de absorción lenta, debido a que necesita de microorganismos que lo oxiden.

❖ Propiedades Físicas:

- Aspecto: En estado puro no puede utilizarse en la agricultura por su alta higroscopicidad, por lo que se recurre al granulado y revestimiento con una delgada película de Kieselguhr o caliza
- . Densidad aparente: 1.1 más o menos (94 libras por 100 Kg.)
- Solubilidad: A 20 °C, en 100 libras de agua pueden disolverse 192.3 kg de nitrato amónico.
- Higroscopicidad: a 20 °C = 33.1; a 30 °C = 40.6 y a 40 °C = 47.5. El Nitrato amónico tiene tendencia a fraguar.
- Reacción del abono: Sal prácticamente neutra. El índice de acidificación es de 60.
- Salinidad: Índice de salinidad = 105

❖ **Propiedades químicas:**

- Fórmula: NH_4NO_3
- Masa molecular: 80,04 g/mol
- Punto de fusión: 169,6 °C
- Punto de ebullición: 210 °C (descomposición)
- Densidad: 1,72 g/ml

2. Fosfato diamónico

Vitorino (2010), menciona que el fosfato di amónico, es un abono compuesto, complejo, binario (nitrofosfatado). Se obtiene por la acción del ácido fosfórico sobre el amoníaco, en el mercado existen de diferentes contenidos en P_2O_5 , así se tienen actualmente como fuente principal de P en el Perú 18-46-0 (fosfato diamónico), el cual es fabricado del H_3PO_4 obtenido por la vía húmeda.

❖ **Características físicas, químicas y empleo**

- En el comercio se presenta en forma granulada, color gris cenizo.
- Es soluble en agua es de reacción ácida.
- Se utiliza como abono nitrogenado y fosfatado.
- Es más soluble y ligeramente más asimilable en los suelos neutros y alcalinos.
- Se utiliza en cualquier cultivo o plantación arbórea.
- En forma líquida se puede utilizar para el abonado de los cultivos florales y frutales (en inyección)
- No debe mezclarse con NH_4NO_3 y la urea, si no en el momento de utilizarlos.
- Se utiliza en la fabricación de abonos complejos: 6-12-4, 10-20-20 ó 14- 14 -14, 12-12-12, etc. (en los EE. UU).
- Presentación en bolsa de polietileno de 50 kg.
- Formula química $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$.

- Índice de salinidad 29.2
- Índice de higroscopicidad baja
- Ph ligeramente alcalino 7.5 a 8.5

3. Sulfato de potasio y magnesio

Salmerón & García (1994), Mencionan que el sulfato de potasio y magnesio es un fertilizante de alta calidad, natural de origen mineral extraído de los depósitos de langbeinita formado por evaporación siendo uno de las sales más solubles en el mar, y presenta la ventaja de suministrar Mg, aparte del K, su composición incluye; 22% de K_2O , 18% de MgO , además de Azufre 22%. Este compuesto está adquiriendo cierta importancia en E.E.U.U contiene pequeñas impurezas de Cl y su reacción es neutra.

❖ Características físicas y químicas

- Comercio se presenta en estado físico, granular es una mezcla de colores
- Es totalmente soluble en el agua
- Es usado como fertilizante potásico, magnésico y azufrado
- Se utiliza en cualquier cultivo por su contenido de minerales esenciales
- Presentación en bolsa de polietileno de 50 kg.
- Presenta un pH neutro
- Formula química $K_2SO_4 \cdot 2MgSO_4$.
- Índice de salinidad 43.4
- Índice de higroscopicidad muy baja

4.2.14. Manejo del cultivo de maíz

1. Preparación del terreno

León (2020), menciona que es aconsejable realizar una primera labor de arado lo más profunda posible, posteriormente realizar las respectivas labores de rastra, con el fin de tener un terreno aireado y bien mullido.

Acuña (2019), indica que se recomienda dejar un intervalo de tiempo mínimo de 1.5 a 2 meses entre la primera labor y la siembra, con el fin de que se descomponga toda la materia orgánica que el suelo haya tenido, permitiendo también que el agua de lluvia penetre en el suelo. La última labor a realizar antes de la siembra es el surcado en el terreno dejando listo para la siembra,

2. Siembra

Quevedo (2013), indica que para la siembra de este cultivo es indispensable tomar en cuenta lo siguiente:

- ❖ Época: Es recomendable la siembra entre los meses de septiembre a noviembre, tratando de obtener su producción para los meses de verano donde existe la escasez de alimento.
- ❖ Cantidad a utilizar es de 30 a 35 kg de semilla/ha.
- ❖ El sistema a utilizar es con surcos a 80 cm; dos semillas cada 50 cm o una semilla cada 25 cm.
- ❖ Es recomendable sembrar el maíz después de la cosecha de un cultivo de leguminosas, papas o de un potrero en asociación con otras plantas, ya que así esta especie aprovecha mejor los nutrientes y tiene una mayor producción en Kg/ha. Sugiriéndolo como un cultivo intermedio en la rotación.

3. Fertilización

Jiménez et al., (2009), indican que el maíz necesita para su desarrollo cierta cantidad de elementos minerales. Las carencias en la planta se manifiestan cuando algún nutriente mineral está en defecto o exceso. Para realizar una buena y adecuada fertilización es necesario llevar a cabo el respectivo análisis de suelo por lo menos unos dos meses antes de la siembra, con el fin de tener una adecuada fertilización.

Quispe (2021), indica que la fertilización se efectúa normalmente según las características de la zona de plantación, por lo que no se sigue un abonado riguroso en todas las zonas por igual. No obstante, se aplica una fertilización muy floja en la primera época de desarrollo de la planta hasta que la planta tenga un número de hojas de 6 a 8. A partir de esta cantidad de hojas se recomienda una fertilización del 82 % de N, 70 % de P_2O_5 y 92 % de K_2O .

4.2.15. Plagas y enfermedades

4.2.15.1. Plagas

1. Gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*)

Deras (2012), indica que es una plaga importante causa daños económicos, afectan más en primavera y verano, los adultos presentan una coloración en las alas de gris con puntos blancas y oscuros, el huevo es de color blanco y forma semiesférico, la larva presenta coloración blanca verdosa con líneas rosadas miden hasta 40 mm, la pupa varia de color marrón rojizo a marrón oscuro.

Catalán (2020), indica que los daños afectan desde la V0 a R4, en los primeros estadios de la planta cortan el tallo de las plantas tiernas, desfolian las hojas, ocasionan daños en las flores masculinas afectando la polinización normal de la planta.

Catalán (2020), indica que las larvas ocasionan daños hasta la floración se comporta como un perforador de cogollos son fáciles de reconocer por la presencia de excremento.

2. Gusano cortador (*Copitarsia turbata*)

Catalán (2020), menciona que se encuentra distribuido en el Perú en la costa, sierra y selva, tienen metamorfosis holometábola, los adultos son de color pardo grisáceo con manchas oscuras, claras y estrías transversales su tamaño es de 35 a 45 mm, el huevo es de color blanco crema y tipo esférico, las larvas son de color verde miden hasta 1 mm, las pupas

son obiectas de 1.8 a 2.2. mm de largo de color pardo oscuro. Realizan daños cortando las plantas germinadas lo que genera pérdidas de las plantas de maíz.

3. Escarabajos verdes (*Diabrotica spp*)

Catalán (2020), indica que los adultos pueden ser con puntos negros o puntos amarillos en la superficie del cuerpo, miden de 5 a 6 mm de largo, el huevo es blanco a amarillo de forma ovoide, la larva es blanca cremosa miden 10 mm de largo; ocasionan daños en los primeros estadios de la planta los adultos perforan las hojas y las larvas ocasionan daños en raíces y tallos subterráneos, provoca un desarrollo lento de la planta.

4. Gusano choclero (*Helicoverpa*)

Varón de Agudelo, F., & Sarria, G. (2007), indican que los adultos son de color café sus alas anteriores son de color amarillo pajizo, con manchas claras tienen habito nocturno, es holometábola, los huevos son de color blanco, la larva pasa por 6 instares miden de 33 a 55 mm de largo, la pupa es de tipo obiecta de color rojo después es marrón mide 18 mm y están dentro del suelo; los daños son mayores en los estados R1 – R4 de la planta, se alimentan de los estigmas y los granos en formación y permiten el ingreso y desarrollo de hongos patógenos.

5. Pulgón del maíz (*Rhopalosiphum maidis*)

Catalán (2020), indica que las hembras adultas no presentan alas y su reproducción es partenogenética es decir paren a las ninfas no ponen huevos, los adultos son de color verde azulado miden de 1.5 a 2.7 mm, y las ninfas son de color claro de 0.9 a 2.4 mm, se encuentran sobre las plantas jóvenes.

Zerbino & Fassio (1995), indican que los daños son cuando succionan la sabia de la planta en el cual se desarrolla el hongo fumagina son vectores de virus.

Varón de Agudelo, F., & Sarria, G. (2007), indican que el Virus del Mosaico del Enanismo del Maíz (MDMV) y Potyvirus son ocasionados por esta plaga después de 3 a 5 días de su infección las hojas presentan en la parte basal un color moteado leve.

4.2.15.2. Enfermedades

1. Roya común (*Puccinia sorghi*)

CIMMYT (2004), indica que la roya común está distribuido en climas subtropicales y zonas altas, la alta humedad favorece en su desarrollo, su mayor incidencia es cuando las plantas están cerca a la floración; en el haz y envés de las hojas presentan pústulas amarillas polvorientas al inicio son de color café luego pasa a color negro.

2. Carbón del maíz (*Ustilago maydis*)

ADEX (2009), indica que el carbón del maíz se presenta en cualquier órgano de la planta generalmente en la inflorescencia, los climas húmedos favorecen el desarrollo de esta enfermedad y a una temperatura de 25 a 33°C.

CIMMYT (2004), indica que ataca a las hojas, mazorcas y espigas presentando agallas de color blanco visibles estas liberan masas negras de esporas y infectan a otras plantas provocan enanismo de la planta.

3. Mancha foliar por *Helminthosporium* (*H. bipolares*, *H. drechslera*, *H. exserohilum*)

Varón de Agudelo & Sarria (2007), indican que se desarrolla más rápido cuando hay una alta humedad y las temperaturas están entre 18 a 27 °C, los síntomas se presentan en las hojas con lesiones pequeñas de forma ovalada y alargada, están avanzan por la nervadura central las cuales se forman de color pardo estas lesiones producen quemazón de las hojas, reducen el rendimiento si se presentan antes o en la floración las manchas presentan coloración gris oscuro se diseminan con el viento.

4. Complejo de mancha gris de maíz (*Cercospora zae maydis* Tehon & E.Y. Daniels)

Varón de Agudelo & Sarria (2007), indican que el complejo de la mancha gris se encuentran distribuidas en zonas tropicales y templadas, el hongo tiene mayor incidencia cuando existe altas temperaturas y humedad relativa, sus síntomas se presentan en las hojas, son manchas pequeñas al inicio son translucidas luego se ponen de forma rectangular de color amarillo anaranjado hasta ser de color gris, ocasionan secamiento de la planta y perdidas del rendimiento.

5. Pudrición rosada (*Fusarium moniliforme*)

Varón de Agudelo & Sarria (2007), indican que la pudrición rosada está presente cuando la planta tiene problemas nutricionales, también cuando el clima es húmedo y cálido, este hongo se caracteriza por la presencia inicial de color rosado en la parte de la corona del grano, después al desarrollar forman un micelio blanco o rosado, al final presentan germinación de granos.

4.3. Marco conceptual

1. Rendimiento

Hurtado (1999), define que rendimiento es un concepto agronómico que indica la cantidad de producto físico obtenido por unidad de superficie y por unidad de tiempo. El producto físico puede ser expresado en kilogramos o toneladas y la unidad de superficie en hectáreas. La unidad de tiempo generalmente es la campaña agrícola, aunque también puede ser un año.

2. Productividad

Hurtado (1999), define que productividad es un concepto económico que indica la cantidad de unidades monetarias obtenidas por unidad de superficie y por unidad de tiempo.

Se calcula multiplicando los rendimientos por el precio de cada producto. Si se compran dos productos agrícolas distintos, no necesariamente el producto de mayor rendimiento, será el que presente mayor productividad, puede suceder que el producto más rendidor sea el menos productivo si sus precios unitarios son más bajos. Existen dos productividades, la productividad bruta y la productividad neta. La productividad neta alude a las utilidades netas expresadas en unidades monetarias por unidad de área y unidad de tiempo, se calcula restando la productividad bruta menos los costos totales de producción por hectárea.

3. Híbrido de maíz

CIMMYT (2004), define que el híbrido de maíz es el resultado de la mejora genética mediante el cruce de dos líneas de maíz que no están emparentadas. Este proceso busca combinar características deseables de ambos progenitores, como un mayor rendimiento, resistencia a plagas y enfermedades, y adaptación a diferentes condiciones ambientales, se produce cuando una planta hembra fecunda a otra planta macho que no está relacionada genéticamente. La planta que produce la semilla se denomina progenitora hembra, mientras que la que proporciona el polen es la progenitora macho. Esta combinación resulta en una semilla híbrida que presenta características mejoradas, como mayor rendimiento y resistencia a enfermedades, gracias a un fenómeno conocido como vigor híbrido.

4. Variedad

Quevedo (2013), define que variedad se refiere a una categoría taxonómica que agrupa a individuos de una misma especie que presentan diferencias morfológicas o fisiológicas, pero que son lo suficientemente similares como para ser considerados parte de la misma especie. Este término es fundamental en la botánica y la agronomía, ya que permite una clasificación más detallada y precisa de las plantas.

5. Germinación de semilla

Rueda (2015), define que la germinación de semilla es el paso de vida latente del embrión a vida activa cuando las condiciones son adecuadas, es decir: humedad, oxígeno y temperaturas favorables. Para que la germinación sea posible es necesario varias condiciones propias de la semilla o intrínsecas y condiciones del ambiente o extrínsecas.

6. Madurez fisiológica

Quevedo (2013), define que la madurez fisiológica en semillas de maíz (*Zea mays*) es la acumulación máxima de materia seca, influenciada por factores morfológicos como la línea de leche y la capa negra en las semillas. Estos indicadores son cruciales para determinar el momento óptimo de cosecha.

7. Fertilizante inorgánico

Vitorino (2010), define que los fertilizantes inorgánicos son abonos obtenido mediante extracción o mediante procedimientos industriales de carácter físico o químico, cuyos nutrientes declarados se presentan en forma mineral, vienen con una dosis de macronutrientes exactos y están diseñados para atender necesidades específicas de los cultivos. Son sales que queman el suelo, disminuyen la MO del suelo acelerando la mineralización y eliminando la microfauna, microflora, meso fauna y macrofauna del suelo. Tienen características como índice de salinidad, índice de acidez, índice de basicidad, índice de higroscopicidad, carácter explosivo y volatilidad.

8. Dosis de fertilización

Enci (1980) citado por Vitorino (2010), indican que la dosis de fertilización se refiere a la cantidad específica de nutrientes que se aplican a los cultivos para optimizar su crecimiento y producción agrícola.

9. Dosis óptima

Enci (1980) citado por Vitorino (2010), definen que la dosis óptima es aquella que permite suplir las necesidades nutricionales del cultivo sin exceder los límites que podrían causar daño al medio ambiente o al propio cultivo. Se basa en un balance entre la demanda de nutrientes del cultivo y la oferta disponible en el suelo, considerando la eficiencia de uso del nutriente, esto se manifiesta en el mayor rendimiento de un cultivo agrícola.

10. Calidad del grano de maíz

CIMMYT (2004), define que calidad de grano de maíz es un término que abarca tanto la calidad intrínseca (composición física y química del grano) como la calidad extrínseca (factores relacionados con la sanidad del grano). La calidad intrínseca incluye características como dureza, tamaño, contenido de proteína y almidón, mientras que la calidad extrínseca se relaciona con aspectos como humedad, integridad y presencia de impurezas.

11. Características agronómicas

CIMMYT (2004), indica que las características agronómicas como los rasgos que afectan el crecimiento, desarrollo y rendimiento de los cultivos. Incluyen aspectos como la altura de planta, días hasta la floración, resistencia a enfermedades y producción por hectárea. La evaluación de estas características es esencial para determinar la adaptabilidad de los cultivos a diferentes condiciones ambientales.

V. DISEÑO DE LA INVESTIGACION

5.1. Tipo de investigación: Descriptivo - experimental

El trabajo de investigación es de tipo **Descriptivo**, porque se evaluó el comportamiento agronómico y se recolectaron, midieron y describieron las características cuantitativas del cultivo en cada tratamiento se describió el comportamiento del Compuesto Racial Amarillo K'ayra en las variables como número de granos por hilera, longitud de mazorca, diámetro de mazorca, altura de la planta, peso de 100 granos y peso de granos por mazorca, con la finalidad de determinar el efecto de cada momento de aplicación en las condiciones del centro Agronómico K'ayra – San Jerónimo - Cusco

Es **experimental**, porque se han manipulado la variable independiente momentos de aplicación de fertilización química con NPK en los tres momentos, con el propósito de observar su efecto sobre las variables dependientes de rendimiento y comportamiento agronómico en Compuesto Racial de maíz Amarillo K'ayra. Se trabajó en condiciones controladas en el campo, aplicando el mismo manejo agronómico a todos los tratamientos variando solamente el momento de aplicación de los fertilizantes

5.2. Ubicación espacial

La investigación se realizó en las instalaciones del terreno denominado K'ayra relleno 02 perteneciente a la facultad de Agronomía y Zootecnia de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco - UNSAAC.

5.2.1. Ubicación política

Región : Cusco

Provincia : Cusco

Distrito : San Jerónimo

Localidad : Centro Agronómico K'ayra

5.2.2. Ubicación geográfica

Latitud : 13°33'19" S

Longitud : 71°52'37" W

Altitud : 3210 m

5.2.3. Ubicación hidrográfica

Cuenca : Vilcanota

Sub cuenca : Huatanay

Microcuenca : Huanacaure

5.2.4. Ubicación ecológica

Según Holdridge (1967), indica que la zona de vida del ámbito de influencia del trabajo de investigación, basado en los promedios del 2022 y 2023, con temperatura de 10°C y una precipitación anual de 640 mm; está considerada como Bosque Seco - Montano bajo Subtropical (bs-MB-ST).

5.3. Ubicación temporal

Inicio: 17 de noviembre del 2022 (siembra).

Finalización: 20 de junio del 2023 (cosecha).

5.4. Materiales y métodos

5.4.1. Material genético

Se utilizó semillas de maíz del Compuesto Racial Amarillo K'ayra proveniente del Centro Agronómico K'ayra, proporcionado por el Centro de Investigación en Cultivos Andinos – CICA.

Fotografía 1. Material genético de la semilla de maíz del Compuesto Racial Amarillo K'ayra.



5.4.2. Fertilizantes

Nitrato de amonio 33% N - 3% P_2O_5

Fosfato di amónico 18% N - 46% P_2O_5

Sulfato de Potasio y Magnesio 22% K – 18% Mg

5.5. Metodología

5.5.1. Diseño de la investigación

Se empleó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA), con 4 tratamientos y cuatro repeticiones, resultando un total de 16 unidades experimentales. Los resultados obtenidos fueron procesados utilizando el análisis de varianza y la prueba de Tukey.

Los tratamientos fueron distribuidos en forma aleatoria dentro de cada bloque y para tal fin se utilizó el método del sombrero.

5.5.2. Tratamientos

Se evaluaron cuatro tratamientos comprendidos por tres momentos de aplicación de fertilización química y un tratamiento sin aplicación de fertilizantes (Testigo).

Cuadro 2. Descripción de los tratamientos

Nº	TRATAMIENTOS	CLAVES
1	Siembra + 1er Aporque + 2do Aporque	T1
2	15 días después de la siembra + 1er Aporque + 2do Aporque	T2
3	30 días después de la siembra + 1er Aporque + 2do Aporque	T3
4	Sin aplicación de fertilizantes (Testigo)	T4

5.6. Características de la parcela experimental

- Campo experimental
 - ❖ Largo total : 36.60 m
 - ❖ Ancho total : 14.40 m
 - ❖ Área total de la parcela neta : 483.84 m²
 - ❖ Área total : 527.04 m²
- Unidad experimental
 - ❖ Largo de parcela : 8.40 m
 - ❖ Ancho de parcela : 3.60 m
 - ❖ Área de cada U.E : 30.24 m²
 - ❖ Área de parcela neta : 13.32 m²
 - ❖ Número de U.E : 16
- Bloques
 - ❖ Número de bloques : 4
 - ❖ Largo del bloque : 14.40 m
 - ❖ Ancho del bloque : 8.40 m
 - ❖ Área de cada bloque : 120.96 m²

- Calles
 - ❖ Largo de calle : 14.40 m
 - ❖ Ancho de calle : 1 m
 - ❖ Área de cada calle : 14.40 m
 - ❖ Número de calles : 3
 - ❖ Área de todas las calles : 43.2 m
- Distanciamiento de siembra
 - ❖ Distancia entre plantas : 0.30 cm
 - ❖ Distancia entre surcos : 0.90 cm
 - ❖ Numero de golpes por hilera : 28 golpes
 - ❖ Numero de semillas sembrados en cada golpe : 01 semilla
 - ❖ Numero de surcos evaluados por unidad experimental : 02 surcos
 - ❖ Numero de surcos por unidad experimental : 04 surcos
 - ❖ Numero de surcos en toda la parcela experimental : 16 surcos
 - ❖ Número de plantas por unidad experimental : 112 Plantas
 - ❖ Número total de plantas en total : 1792 plantas
 - ❖ Número de plantas a evaluar por unidad experimental : 10 plantas
 - ❖ Número de plantas a evaluar por tratamiento : 40 plantas

Figura 1. Croquis del campo experimental

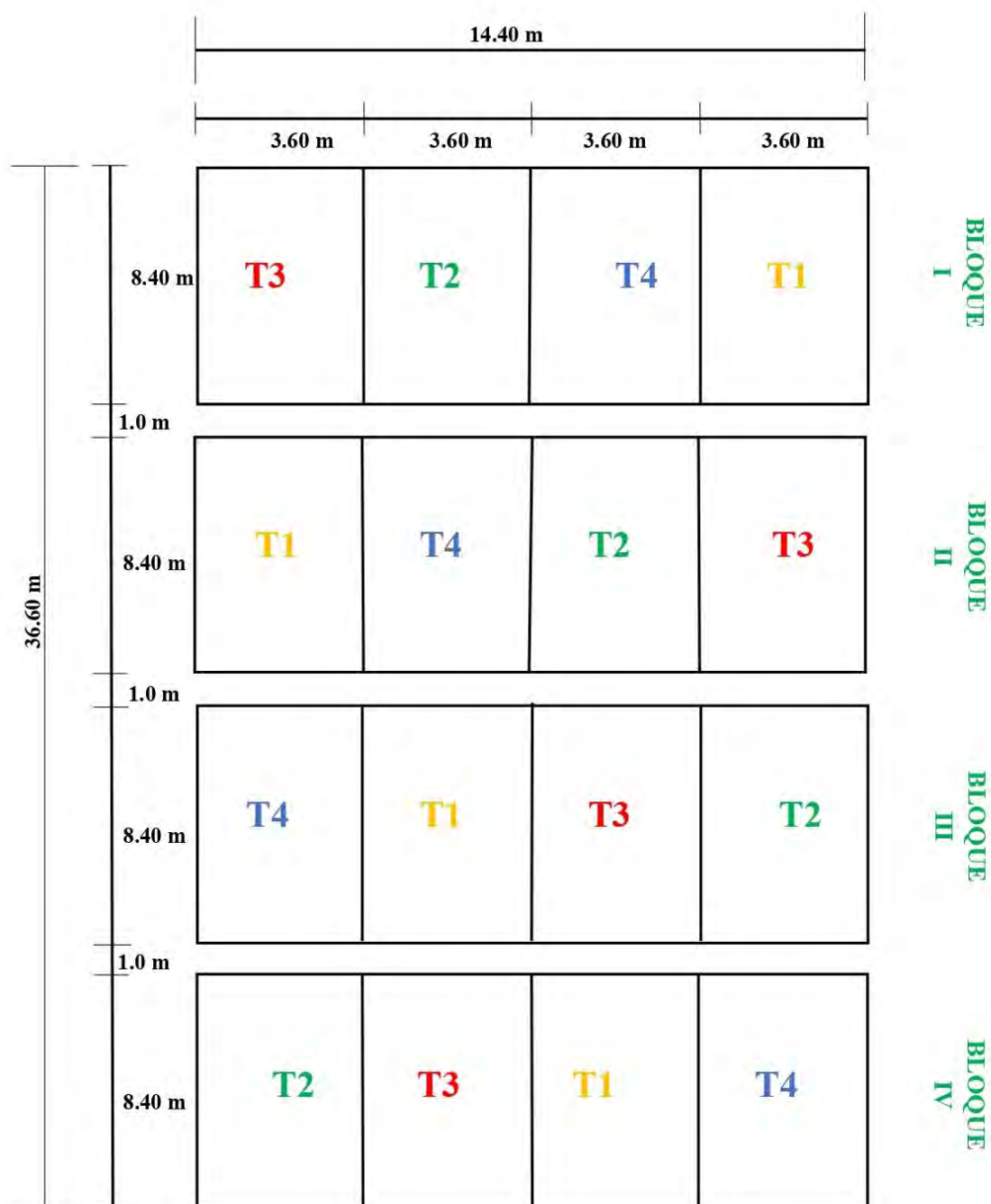
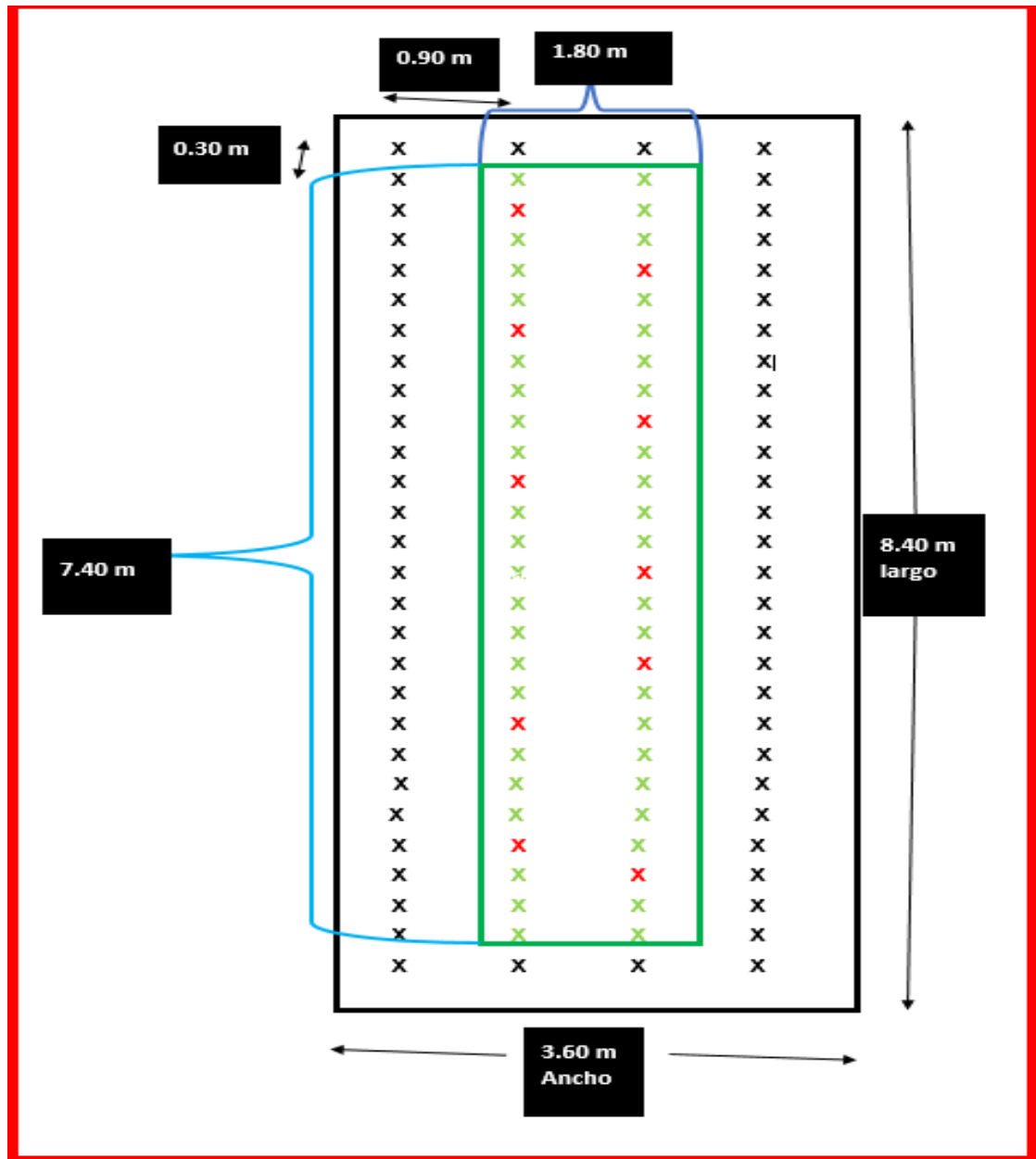


Figura 2. Croquis de una unidad experimental



A continuación, se describe el símbolo y el color que representa cada uno de ellos:

- ✓ **X** = EFECTO BORDE
- ✓ **X** ■ = ÁREA NETA
- ✓ **X** = 10 plantas elegidas al azar
- ✓ Área total: 30.24 m²
- ✓ Área neta: 13.32 m²
- ✓ Distanciamiento entre surcos: 0.90 cm y golpes 0.30 cm

5.7. Cálculo de los fertilizantes

5.7.1. Resultados de análisis de suelo

- Fosforo P :16.4 ppm
- Potasio K : 0.45 meq/100
- Materia orgánica :1.28 %
- pH :7.58
- Densidad aparente :1.39 g/cm
- Profundidad de muestreo :0.30 cm

5.7.2. Interpretación del análisis de suelo

Paso 1. Calculamos el peso del suelo

$$Ps = Da \times Sup \times Prof.M$$

$$Ps = 1390 \text{ kg/m}^3 \times 10\,000 \text{ m}^2 \times 0.30 \text{ m}$$

$$Ps = 4\,170\,000 \text{ kg. Suelo/ha}$$

Paso 2. Cálculo de la materia orgánica (M.O)

$$100 \text{ kg/suelo} \dots\dots\dots 1.28 \text{ kg M.O}$$

$$4\,170\,000 \text{ kg/suelo/ha} \dots\dots\dots X$$

$$X = 53.376 \text{ kg M.O/ha}$$

Cálculo del nitrógeno total (N)

$$53\,376 \text{ kg M.O/ha} \dots\dots\dots 100 \%$$

$$X \dots\dots\dots 5 \%$$

$$X = 2668.8 \text{ kg de Nitrato total/ha}$$

Porcentaje de mineralización de Nitrógeno (2%)

$$2668.8 \text{ kg N total/ha} \dots\dots\dots 100 \%$$

$$X \dots\dots\dots 2 \%$$

$$X = 53.376 \text{ kg Nitrato total/ha}$$

Paso 3. Cálculo del fosforo P₂O₅

1 000 000 kg/suelo.....16.4 Kg P₂O₅

4 170 000 kg/suelo/ha..... X

$$X = 68.39 \text{ kg P}_2\text{O}_5/\text{ha}$$

Factor de conversión del fosforo de elemento a P₂O₅ (2.29)

$$X = 68.39 \text{ kg de fosforo} \times 2.29 \times 0.5$$

$$X = 78.31 \text{ kg P}_2\text{O}_5/\text{ha}$$

Porcentaje de eficiencia del fósforo (10%)

78.31 kg P₂O₅/ha100 %

X.....10 %

$$X = 7.8 \text{ kg P}_2\text{O}_5/\text{ha}$$

Paso 4. Cálculo de potasio

Potasio: 0.45 meq/100gr

Multiplicando por su masa atómica: (39.1)

$$0.45 \text{ meq/100gr} \times 39.1$$

$$X = 17.595 \text{ mgk/100gr}$$

175950 kg de potasio..... 0.1 kg de suelo

X 4170000 kg de suelo

$$X = \frac{175950 \text{ kg de potasio} \times 4170000 \text{ kg de suelo}}{0.1 \text{ kg de suelo}} \times 0.5$$

$$X = 366.85575 \text{ kg de potasio}$$

Porcentaje de eficiencia del potasio (0.05%)

366.85575 kg de Potasio..... 100 %

X.....0.05 %

$$X = \frac{366.85575 \times 0.05\%}{100\%}$$

X = 0.1834 kg de potasio.

X=18.34 kg de potasio

5.7.3. Cálculo de la demanda de fertilizantes

Cuadro 3. Dosis de fertilizante para el Compuesto Racial de maíz Amarillo K'ayra (*Zea mays*)

ELEMENTO QUIMICO	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Nivel de fertilización	150	150	150
Existente	53.37	7.8	18.34
Requerimiento	96.63	142.2	131.66

De acuerdo al cuadro 3. Dosis de fertilizante para el compuesto Racial Amarillo K'ayra, el nivel de fertilización elegido para la presente investigación fue de 150 – 150 – 150 de (NPK), pero sin embargo de acuerdo a los resultados del análisis de suelo, se realizó los cálculos respectivos de fertilización y dio como resultado existente en el suelo de 53.37 (N) – 7.8 (P₂O₅) y 18.34 (K₂O), por esta razón el nivel elegido de 150 fue restado y ajustado al requerimiento de 96.63 (N) - 142.2 (P₂O₅) y 131.66 (K₂O), y este fue el nivel de fertilización con el cual se trabajó en la presente investigación.

Hallamos las cantidades de fertilizantes

1. **Calculo para el fertilizante NITRATO DE AMONIO con 33 kg de N para el Nivel 96.63 a requerir es:**

Disminuyendo la cantidad de nitrógeno aportado por fosfato diamónico

0.73000 gramos Primera aplicación fosfato diamónico

2.09796 gramos Segunda aplicación fosfato diamónico

5.51 gramos Tercera aplicación superfosfato triple

Suma de la primera y segunda aplicación de fosfato diamónico

$X = 0.73000 \text{ gramos de fosfato diamónico} + 2.09796 \text{ gramos de fosfato diamónico}$

$X = 2.82796 \text{ g de fosfato diamónico}$

Porcentaje de contenido de nitrógeno en Fosfato diamónico (18%)

$2.82796 \text{ g de fosfato diamónico} \times 0.18 \text{ de Nitrato}$

$X = 0.50903 \text{ g de Nitrato.}$

0.50903 g de Nitrato..... 1

X..... 37037 plantas por ha

$$X = \frac{0.50903 \text{ g de Nitrógeno} \times 37037 \text{ plantas por ha}}{1}$$

$X = 188.85294 \times 1000$

$X = 18.85 \text{ kg de Nitrógeno}$

Restando la cantidad de nitrógeno aplicado en fosfato diamonico

Según requerimiento: 96.63 kg de Nitrato

$96.63 \text{ kg Nitrato} - 18.84 \text{ kg de Nitrato}$

$X = 77.78 \text{ kg de Nitrato}$

100 kg de Nitrato de amonio..... 33 kg de Nitrógeno

X..... 77.78 kg de Nitrato

$$X = \frac{100 \text{ kg de Nitrato de amonio} \times 77.78 \text{ kg de Nitrato}}{33 \text{ kg de Nitrógeno}}$$

$$X = 235.69 \text{ kg de Nitrato de amonio por hectárea}$$

$$10000\text{m}^2/0.27\text{m}^2$$

$$X = 37037 \text{ Plantas por ha}$$

$$235.69 \text{ kg de Nitrato de amonio por ha} \dots\dots\dots 37037 \text{ plantas por ha}$$

$$X \dots\dots\dots 1 \text{ planta}$$

$$X = \frac{235.69 \text{ kg de Nitrato de amonio por ha} \times 1 \text{ planta}}{37037 \text{ plantas por ha}}$$

$$X = 0.0063636 \text{ kg de Nitrato de amonio}$$

$$X = 0.0063636 \text{ kg de Nitrato de amonio} \times 1000 \text{ gr}$$

$$X = 6.36 \text{ gr de Nitrato de amonio por planta}$$

2. Calculo para el fertilizante fosfato diamónico con 46 kg de P_2O_5 para el Nivel

142.2 a requerir es:

Disminuyendo la cantidad de fosforo aplicado en nitrato de amonio

$$X = 235.69 \text{ kg de nitrato de amonio} \times 0.03 \text{ kg de fósforo}$$

$$7.0707 \text{ kg de fósforo.}$$

Restando la cantidad de fosforo aplicado en nitrato de amonio

Según requerimiento: 150 kg de fósforo

$$150 \text{ de fósforo} - 7.0707 \text{ kg de fósforo}$$

$$X = 142.92 \text{ kg de fósforo}$$

100 kg de fosfato diamónico..... 46 kg de fosforo

X..... 142.92 kg de fosforo

$$X = \frac{100 \text{ kg de fosfato diamonico} \times 142.92 \text{ kg de fosfato}}{46 \text{ kg de fosforo}}$$

X = 310.695 kg de fosfato diamonico por hectárea

10000m²/0.27m²

X = 37037 Plantas por ha

310.695 kg de fosfato diamónico por ha..... 37037 plantas por ha

X..... 1 planta

$$X = \frac{310.695 \text{ kg de fosfato diamonico por ha} \times 1 \text{ planta}}{37037 \text{ plantas por ha}}$$

X = 0.008388 kg de fosfato diamonico

X = 0.008388 kg de fosfato diamonico × 1000 gr

X = 8.388 gr fosfato diamónico por planta

3. Calculo para el fertilizante SULFATO DE POTASIO Y MAGNESIO con 22 kg de K₂O para un nivel de 131.66 a requerir es:

100 kg de kmag.....22 kg de potasio

X.....131.66 kg de potasio

$$X = \frac{100 \text{ kg de kmag} \times 131.66 \text{ kg de potasio}}{22 \text{ kg de potasio}}$$

598.454 kg de kmag por ha

10000m²/0.27m²

$$X = 37037 \text{ Plantas por ha}$$

$$598.454 \text{ kg de kmg por ha} \dots\dots\dots 37037 \text{ plantas por ha}$$

$$X \dots\dots\dots 1 \text{ planta}$$

$$X = \frac{598.454 \text{ kg de kmg por ha} \times 1 \text{ planta}}{37037 \text{ plantas por ha}}$$

$$X = 0.01615 \text{ kg de kmg}$$

$$X = 0.01615 \text{ kg de kmg} \times 1000 \text{ gr}$$

$$\mathbf{X = 16.2 \text{ gr de kmg por planta.}}$$

5.8. Conducción del experimento

5.8.1. Preparación del material genético

El material genético que se utilizó para el presente trabajo de investigación fue 3 kg de maíz del Compuesto Racial Amarillo K'ayra, el cual se adquirió el 10 de noviembre del 2022 del Centro Agronómico K'ayra proporcionado por el CICA. Esta variedad de maíz fue sembrada el 17 de noviembre del 2022 en el Centro Agronómico K'ayra, región Cusco en la campaña 2022 - 2023.

5.8.2. Manejo del cultivo

1. Preparación del campo experimental

Esta labor se realizó el 17 de octubre del 2022, para lo cual se contrató una retroexcavadora para la remoción del terreno, el cual volteo completamente el terreno. Posterior a ello el 21 de octubre del 2022 se realizó el desterronado con maquinaria de discos y cincel donde se dejó bien mullido el suelo.

Fotografía 2. Roturado del campo experimental



Fotografía 3. Rastrado del suelo con arado de disco



Fotografía 4. Remoción del suelo con arado de cincel



2. Nivelación del terreno

La nivelación del terreno se realizó el 11 de noviembre del 2022, con ayuda de maquinaria agrícola.

3. Surcado del terreno

El surcado del terreno se realizó a una distancia entre surcos de 0.90 m para lo cual se empleó una surcadora mecánica, esta actividad se realizó el 12 de noviembre del 2022.

Fotografía 5. Surcado del campo experimental



4. Trazado del campo experimental

En base al croquis del campo experimental, se realizó el replanteo correspondiente, para lo cual se bosquejó el trazado de la parcela experimental. Utilizando estacas, yeso y cordel, se delimito bloques, calles y el distanciamiento de las unidades experimentales. Esta labor se realizó el 15 de noviembre del 2022.

Fotografía 6. Trazado con cordel



Fotografía 7. Trazado con yeso agrícola



5. Siembra del cultivo

Esta labor se realizó con semillas previamente seleccionadas y desinfectadas; en el cual se seleccionaron semillas sanas y libre de daños mecánicos para garantizar una buena germinación. Dos días antes de realizar la siembra se realizó dos riegos mediante la técnica de gravedad o inundación, hasta que el suelo quede con humedad a capacidad de campo. La siembra se realizó el 17 de noviembre del 2022 colocando una semilla por golpe a una distancia de 0.30 m entre golpes y 0.90 m entre surcos, se sembraron un total de 1792 semillas en toda la parcela experimental.

Fotografía 8. Siembra de maíz



6. Riegos

Posterior a la siembra, el 20 de noviembre del 2022 se llevó a cabo el primer riego ligero por gravedad para mantener la humedad del terreno a capacidad de campo y asegurar la germinación uniforme de las semillas. Después de la siembra los riegos se efectuaron tres veces por semana empleando siempre riegos por gravedad y manteniendo siempre una humedad adecuada, teniendo cuidado que las plantas no manifiesten inicios de síntomas de marchitez. Las labores de riego se realizaron durante todo el periodo vegetativo del cultivo.

Fotografía 9. Riegos por gravedad



Fotografía 10. Riego por gravedad con ayuda de una motobomba



7. Aplicación de fertilizantes

Cosio et al., (2016), tomando como fuente el expediente técnico del Compuesto Racial de maíz Amarillo K'ayra, el nivel de fertilización empleado en la presente investigación fue de 150 (N) – 150 (P) – 150 (K).

De acuerdo al análisis de suelo se aplicaron en 3 momentos durante el desarrollo del cultivo. La primera aplicación se realizó en la siembra en el primer y segundo aporque T1

(Siembra + Aporque 1 + Aporque 2), la segunda aplicación se realizó a los 15 días en el primer y segundo aporque después de la siembra T2 (15 DDS + Aporque 1 + Aporque 2), la tercera aplicación se efectuó a los 30 días después de la siembra en el primer y segundo aporque T3 (30 DDS + Aporque 1 + Aporque 2), al testigo no se aplicó ninguna dosis de fertilización.

Fotografía 11. Fertilización en la siembra



Fotografía 12. Fertilización a los 15 días de siembra



Fotografía 13. Fertilización a los 30 días de siembra



8. Aporque

Esta labor se realizó a cabo con el objetivo de dar mayor firmeza a las plantas y proporcionar el buen desarrollo de las raíces. El primer aporque se realizó el 01 de enero del 2023 a los 45 días después de la siembra donde se aplicó la dosis de fertilización para los 3 tratamientos (T1, T2 y T3) cubriendo o tapando el fertilizante para evitar pérdidas de evaporación y volatilización de nutrientes. El segundo aporque se realizó el 17 de febrero del 2023 a los 90 días después de la siembra donde también se aplicó la dosis de fertilización para los tres tratamientos (T1, T2 y T3).

Fotografía 14. Aporque de maíz a los 45 días de siembra



9. Control de plagas y enfermedades

Durante el periodo vegetativo del cultivo, la plaga que se presento fue “*Diabrotica sp*”, realizándose el control cuando se observaron los primeros ataques que fue a los 25 días, se utilizó una combinación de dos insecticidas (tifón más ciclón) lo cual dio un resultado satisfactorio eliminando dichos insectos. También se presentaron insectos del género (*Spodoptera frugiperda*); pero su ataque no fue significativo, por lo tanto, no fue necesario controlarlos.

Fotografía 15. Daños por *Diabrotica sp*



10. Cosecha

La cosecha se realizó a los 7 meses después de la siembra y la evaluación del rendimiento se realizó en grano seco. La cosecha se realizó en forma manual, arrancado las mazorcas de la planta, ayudado de clavos para poder desojar; tal labor se realizó cuando las plantas mostraron estado fisiológico de madurez comercial. La cosecha se llevó a cabo el 20 de junio del 2023, a los 213 días después de la siembra en campo definitivo, así mismo es importante referenciar que cada planta produjo una sola mazorca.

Fotografía 16. Cosecha de maíz a grano seco



Fotografía 17. Selección de mazorcas



5.9. Evaluación de variables

5.9.1. Rendimiento

1. Peso de granos por mazorca (g)

El peso por mazorca se determinó considerando 10 plantas muestreadas por cada tratamiento, los granos de una mazorca se pesaron en forma individual en una balanza de precisión de 5 kg de capacidad. Esta evaluación se llevó a cabo en gabinete. Todos los pesos promedios de cada tratamiento fueron registrados en gramos para su posterior análisis estadístico. Esta labor se realizó en 7 de julio del 2023.

Fotografía 18. Evaluación de peso de granos por mazorca



2. Peso de 100 granos por mazorca

El peso de 100 granos por mazorca se determinó considerando 10 plantas muestreadas por cada tratamiento, de cada mazorca se pesaron 100 granos, y se pesó en forma individual en una balanza de precisión de 5 kg de capacidad. Esta evaluación se llevó a cabo en gabinete. Todos los pesos promedios de cada tratamiento fueron registrados en gramos para su posterior análisis estadístico. Esta labor se realizó en 6 de julio del 2023.

Fotografía 19. Peso de 100 granos por mazorca



3. Rendimiento de grano por hectárea (t/ha)

Para determinar fueron cosechados todas las mazorcas de las plantas de la parcela neta experimental, fueron deshojados y posteriormente se dispuso a desgranar, los granos fueron pesados en una balanza de precisión, cuyos datos fueron registrados en una ficha de campo en kilogramos. Posteriormente fueron proyectados a una hectárea, teniendo en cuenta que el área de evaluación por parcela neta experimental fue de 13.32 m². Para lo cual se utilizó la siguiente expresión matemática.

METODO DE PESO SECO DE GRANO CORREGIDO POR HUMEDAD.

Smith (2016), indica que es uno de los métodos utilizados para el cálculo de rendimiento,

$$\text{Rendimiento (kg/ha)} = \frac{\text{peso seco (kg)} \times (100 - \text{Humedad de grano})}{(100 - 14)} \times \frac{10,000}{\text{Área cosechada (m}^2\text{)}}$$

EJEMPLO DEL PROCEDIMIENTO DE CALCULO PARA RENDIMIENTO DE GRANO:

$$\text{Rendimiento (kg/ha)} = \frac{\text{peso seco (6.083 kg)} \times (100 - 12)}{(100 - 14)} \times \frac{10,000}{\text{Área cosechada (13.32 m}^2\text{)}}$$

$$\text{Rendimiento (kg/ha)} = \frac{\text{peso seco (6.083 kg)} \times (88)}{(86)} \times 750.75$$

$$\text{Rendimiento (kg/ha)} = \frac{535.304 \text{ kg}}{(86)} \times 750.75$$

$$\text{Rendimiento (kg/ha)} = 6.224 \text{ kg} \times 750.75$$

$$\text{Rendimiento (kg/ha)} = 4.673 \text{ kg/ha}$$

CONVERSION DE KG/HA A TONELADAS/HECTAREA:

1 tonelada ----- 1.000 kilogramos

X----- 4.673 kg/ha

$$\times = \frac{1 \text{ ton} \times 4673 \text{ kg/ha}}{1000 \text{ kg}}$$

$$\times = \mathbf{4.673 \text{ ton/ha}}$$

En el ejemplo se muestra el procedimiento de la resolución de cálculo para hallar el rendimiento correspondiente al bloque I y tratamiento I de la misma manera se procedió a realizar el cálculo para los demás bloques y tratamientos.

5.9.2. Comportamiento agronómico

1. Número de granos por hilera

Se evaluó considerando solamente las 10 plantas seleccionadas de cada tratamiento. La verificación se realizó al conteo en gabinete verificando por hilera de cada mazorca el número de granos que se contaron, para lo cual se eligieron de manera al azar el número de granos por hilera. Esta evaluación se realizó en 5 de julio del 2023.

Fotografía 20. Conteo de granos por hilera



2. Longitud de mazorca (cm)

Se evaluó considerando solamente las 10 plantas seleccionadas de cada tratamiento. La medición se llevó a cabo con el uso de una regla graduada de vernier, midiendo desde el pedúnculo hasta la parte final de la mazorca, en sentido vertical. Esta labor se realizó en 4 de julio del 2023.

Fotografía 21. Determinación de longitud de mazorca



3. Diámetro de mazorca (cm)

Se determinó considerando las 10 plantas seleccionadas de cada tratamiento. La medición se llevó a cabo con el uso de una regla graduada de vernier, se midió la parte media de la mazorca en sentido horizontal. Esta labor se realizó en 3 de julio del 2023.

Fotografía 22. Determinación de diámetro de mazorca



4. Altura de planta a los 120 días (cm)

Se realizó considerando solamente las 10 plantas muestreadas de cada tratamiento. La medición se realizó con la ayuda de una cinta métrica, se midió desde el nivel del suelo hasta el nudo de la hoja superior, se tomó como unidad de medida los centímetros. Esta actividad se realizó el 17 de marzo del 2023 a los 120 después de la siembra.

Fotografía 23. Determinación de altura de planta a los 120 días



VI. RESULTADOS Y DISCUSION

6.1. Rendimiento

Cuadro 4. Peso de granos por mazorca (g) en función de tres momentos de aplicación de fertilizantes químicos NPK

Los datos originales recopilados de la variable peso de granos por mazorca se encuentran colocados como evidencia en anexos desde la página 95 al 102.

BLOQUE	TRATAMIENTOS				TOTAL BLOQUE
	Siembra + 1er Aporque + 2do Aporque	15 días + 1er Aporque + 2do Aporque	30 días + 1er Aporque + 2do Aporque	TESTIGO	
I	123.30	93.63	86.43	51.67	355.03
II	114.97	91.06	83.74	53.22	342.99
III	114.34	94.57	81.17	40.41	330.49
IV	116.03	104.31	89.05	44.72	354.11
TOTAL	468.64	383.57	340.39	190.02	1382.62
PROMEDIO	117.16	95.89	85.10	47.51	86.41

Cuadro 5. ANVA para peso de granos por mazorca

F. de V.	GL	SC	CM	Fc	Ft		Signif.	
					5%	1%		
Bloque	3	99.114300	33.038100	1.51	3.86	6.99	NS	NS
Tratamiento	3	10203.207750	3401.069250	155.81	3.86	6.99	*	*
Error	9	196.455550	21.828394					
Total	15	10498.777600	CV= 5.41 %					

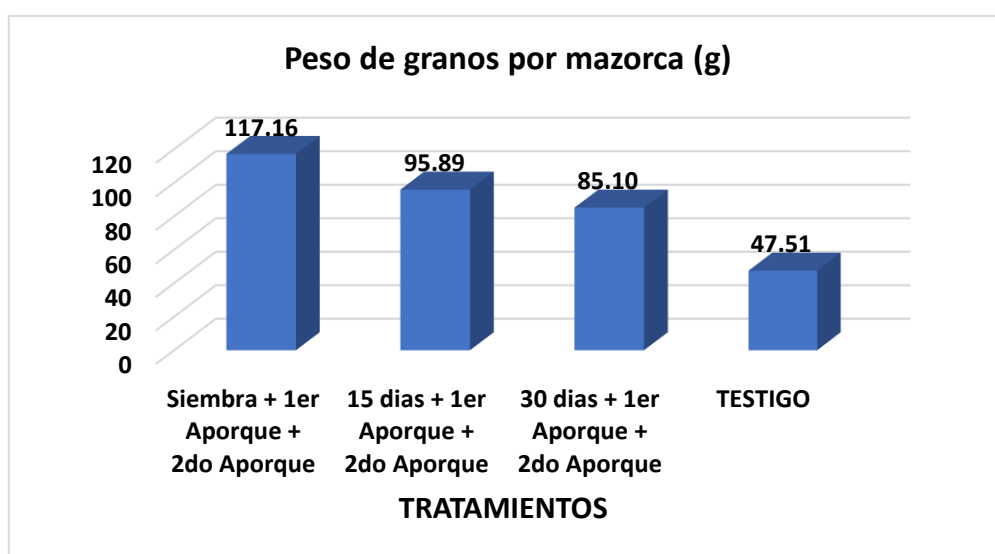
Del cuadro 5. Análisis de variancia (ANVA) para la variable peso de granos por mazorca (g) en el cultivo de maíz considerando tres momentos de aplicación de fertilizantes químicos NPK, se desprende que: No existe diferencias estadísticas significativas entre los bloques, esto nos da indicios de que la distribución fue homogénea. Mientras que, para tratamientos, posee un nivel de significancia del 1 % mostrando un 99 % de probabilidad de

hallar diferencias estadísticas significativas. Con un coeficiente de variabilidad de 5.41 % lo cual señala que el dato analizado expresa confiabilidad en los resultados obtenidos.

Cuadro 6. Prueba Tukey de tratamientos para peso de granos por mazorca (g)

ALS(T)5 %= 9.858 ALS(T)1 %= 13.923					
N° de Orden	Tratamientos	Peso de granos por mazorca (g)	ALS (T)		CLAVE
			5%	1%	
I	Siembra + 1er Aporque + 2do Aporque	117.16	a	a	T1
II	15 días + 1er Aporque + 2do Aporque	95.89	b	b	T2
III	30 días + 1er Aporque + 2do Aporque	85.10	c	c	T3
IV	TESTIGO	47.51	d	d	T4

Gráfico 1. Tratamientos para peso de granos por mazorca (g) en maíz



Del cuadro 6. “Prueba Tukey de tratamientos para peso granos por mazorca (g)”, se desprende que, el tratamiento T1 (Siembra + 1er Aporque + 2do Aporque) con un rendimiento de 117.16 g/mazorca ocupó el primer lugar y fue estadísticamente superior a los demás tratamientos en estudio tanto al 95 y 99 % de confianza. El tratamiento T2 (15 días + 1er Aporque + 2do Aporque) con un rendimiento de 95.89 g/mazorca ocupó el segundo lugar con un 99 % de confianza. Por otro lado, el tratamiento T4 (Testigo) con un rendimiento de

47.51 g/mazorca ocupó el último lugar tanto al 95 y 99 % de confianza en promedio de los otros tratamientos.

Cosio et al.; (2016), mencionan en su expediente técnico Canon, como característica agronómica para el Compuesto Racial de maíz Amarillo K'ayra, un peso promedio de granos por mazorca de 85.57 g/mazorca, dato inferior a los hallados en este presente proyecto de investigación donde se alcanzó un mayor rendimiento de 117.16 g/mazorca con el T1 (Siembra + 1er Aporque + 2do Aporque), señalando que la mejor opción de obtener mayor peso de granos por mazorca es realizando una fertilización en la siembra para ayudar a las reservas del endospermo a una mejor acumulación de nutrientes.

Cuadro 7. Peso de 100 granos por mazorca (g) en función de tres momentos de aplicación de fertilizantes químicos NPK

Los datos originales recopilados de la variable peso de 100 granos por mazorca se encuentran colocados como evidencia en anexos desde la página 95 al 102.

BLOQUE	TRATAMIENTOS				TOTAL BLOQUE
	Siembra + 1er Aporque + 2do Aporque	15 días + 1er Aporque + 2do Aporque	30 días + 1er Aporque + 2do Aporque	TESTIGO	
I	54.23	47.67	43.78	33.92	179.60
II	49.30	46.33	40.59	33.68	169.90
III	52.84	46.80	39.07	32.06	170.77
IV	50.42	48.36	47.64	30.89	177.31
TOTAL	206.79	189.16	171.08	130.55	697.58
PROMEDIO	51.70	47.29	42.77	32.64	43.60

Cuadro 8. ANVA para peso de 100 granos por mazorca

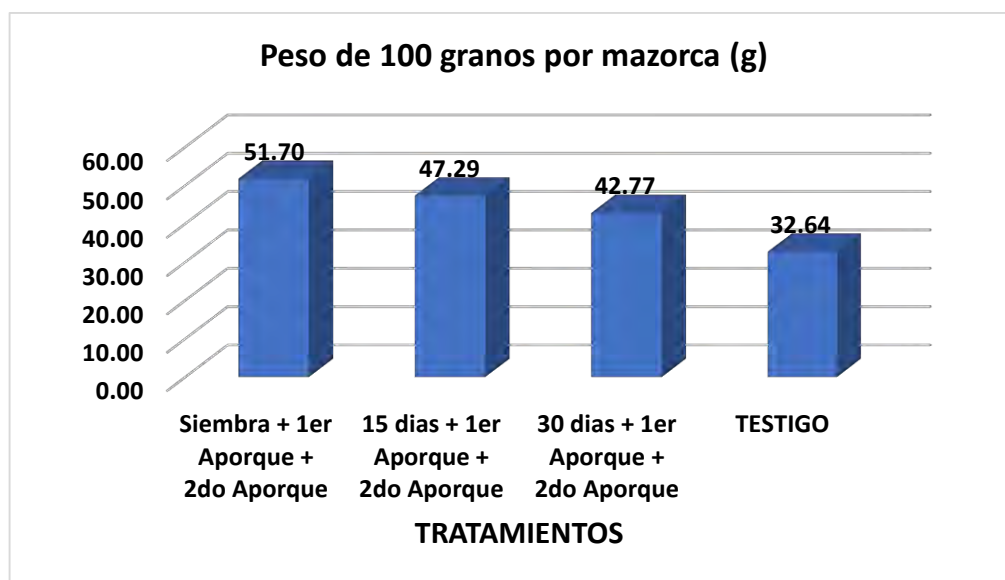
F. de V.	GL	SC	CM	Fc	Ft		Signif.	
					5%	1%		
Bloque	3	17.233720	5.744573	1.04	3.86	6.99	NS	NS
Tratamiento	3	800.203620	266.734540	48.39	3.86	6.99	*	*
Error	9	49.614430	5.512714					
Total	15	867.051770	CV= 5.39 %					

Del cuadro 8. Análisis de variancia (ANVA) para la variable peso de 100 granos por mazorca (g) en el cultivo de maíz considerando tres momentos de aplicación de fertilizantes químicos NPK, se desprende que: No existe diferencias estadísticas significativas entre los bloques, esto nos da indicios de que la distribución fue homogénea. Mientras que, para tratamientos, posee un nivel de significancia del 1 % mostrando un 99 % de probabilidad de hallar diferencias estadísticas significativas. Con un coeficiente de variabilidad de 5.39 % lo cual señala que el dato analizado expresa confiabilidad en los resultados obtenidos.

Cuadro 9. Prueba Tukey de tratamientos para peso de 100 granos por mazorca (g)

ALS(T)5 %= 4.954 ALS(T)1 %= 6.997					
N° de Orden	Tratamientos	Peso de 100 granos por mazorca (g)	ALS (T)		CLAVE
			5%	1%	
I	Siembra + 1er Aporque + 2do Aporque	51.70	a	a	T1
II	15 días + 1er Aporque + 2do Aporque	47.29	a b	b	T2
III	30 días + 1er Aporque + 2do Aporque	42.77	b	c	T3
IV	TESTIGO	32.64	c	d	T4

Gráfico 2. Tratamientos para peso de 100 granos por mazorca (g) en maíz



Del cuadro 9. “Prueba Tukey de tratamientos para peso de 100 granos por mazorca (g)”, se desprende que, el tratamiento T1 (Siembra + 1er Aporque + 2do Aporque) con un rendimiento de 51.70 g/mazorca y el tratamiento T2 (15 días + 1er Aporque + 2do Aporque) con un rendimiento de 47.29 g/mazorca son estadísticamente iguales al 95 % de confianza y ocuparon el primer lugar. El tratamiento T2 (15 días + 1er Aporque + 2do Aporque) con un rendimiento de 47.29 g/mazorca y el tratamiento T3 (30 días + 1er Aporque + 2do Aporque) con un rendimiento de 42.77 g/mazorca son estadísticamente iguales al 95 % de confianza y ocuparon el segundo lugar. Por otro lado, el tratamiento T4 (Testigo) con un rendimiento de 32.64 g/mazorca ocupó el último lugar tanto al 95 y 99 % de confianza.

Cosio et al.; (2016), mencionan en su expediente técnico de investigación Canon, como característica agronómica para el compuesto racial de maíz Amarillo K’ayra un peso promedio de 100 granos por mazorca de 42.83 gramos, dato inferior a los hallados en este presente proyecto de investigación donde se logró un mayor rendimiento de 51.70 gramos con el T1 (Siembra + 1er Aporque + 2do Aporque), deduciendo que la mejor opción de obtener mayor peso de granos es realizando una fertilización en la siembra para ayudar a las reservas del endospermo a una mejor acumulación de nutrientes y garantizar un mayor peso.

Cuadro 10. Rendimiento de grano por hectárea (t/ha) en función de tres momentos de aplicación de fertilizantes químicos NPK

Los datos originales recopilados para rendimiento de grano por hectárea se encuentran colocados como evidencia en anexos en la página 103.

BLOQUE	TRATAMIENTOS				TOTAL BLOQUE
	Siembra + 1er Aporque + 2do Aporque	15 días + 1er Aporque + 2do Aporque	30 días + 1er Aporque + 2do Aporque	TESTIGO	
I	4.673	3.248	2.951	1.748	12.620
II	3.921	3.335	2.782	1.818	11.855
III	3.578	3.260	2.737	1.521	11.095
IV	3.881	3.543	2.978	1.532	11.934
TOTAL	16.052	13.385	11.448	6.619	47.505
PROMEDIO	4.013	3.346	2.862	1.655	2.969

Cuadro 11. ANVA para rendimiento de grano por hectárea

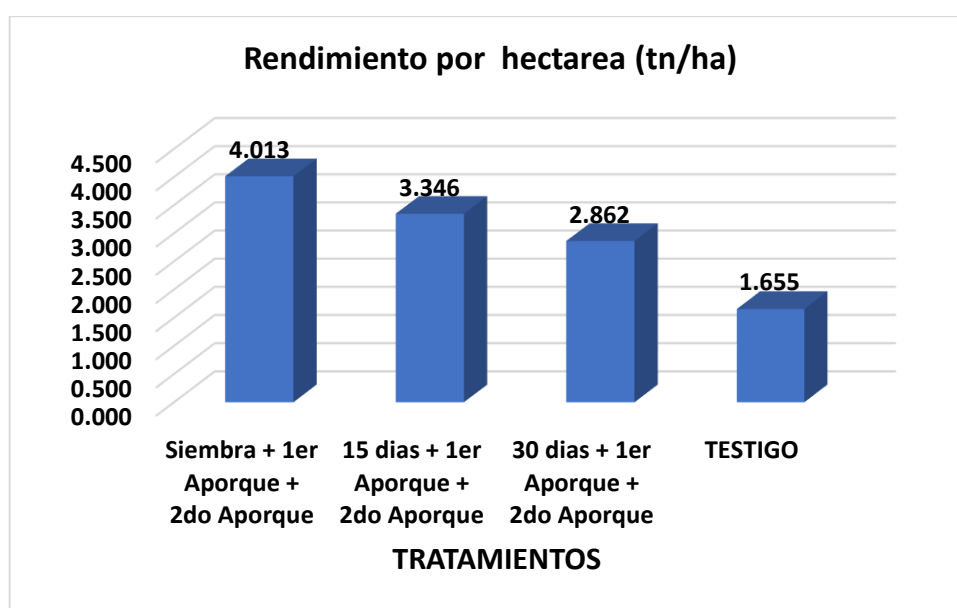
F. de V.	GL	SC	CM	Fc	Ft		Signif.	
					5%	1%		
Bloque	3	0.285888	0.095296	1.57	3.86	6.99	NS	NS
Tratamiento	3	11.877885	3.959295	65.12	3.86	6.99	*	*
Error	9	0.547177	0.060797					
Total	15	12.710950	CV= 8.30 %					

Del cuadro 11. Análisis de variancia (ANVA) para rendimiento de grano por hectárea (t/ha) en el cultivo de maíz considerando tres momentos de aplicación de fertilizantes químicos NPK, se desprende que: No existe diferencias estadísticas significativas entre los bloques, esto nos da indicios de que la distribución fue homogénea. Mientras que, para tratamientos, posee un nivel de significancia del 1 % mostrando un 99 % de probabilidad de hallar diferencias estadísticas significativas. Con un coeficiente de variabilidad de 8.30 % lo cual señala que el dato analizado expresa confiabilidad en los resultados obtenidos.

Cuadro 12. Prueba Tukey de tratamientos para rendimiento de grano por hectárea (t/ha)

ALS(T)5 %= 0.520 ALS(T)1 %= 0.735					
N° de Orden	Tratamientos	Rendimiento por hectárea (t/ha)	ALS (T)		CLAVE
			5%	1%	
I	Siembra + 1er Aporque + 2do Aporque	4.013	a	a	T1
II	15 días + 1er Aporque + 2do Aporque	3.346	b	b	T2
III	30 días + 1er Aporque + 2do Aporque	2.862	b	b	T3
IV	TESTIGO	1.655	c	c	T4

Gráfico 3. Tratamientos para rendimiento de grano por hectárea (t/ha) en maíz



Del cuadro 12. “Prueba Tukey de tratamientos para rendimiento de grano por hectárea (t/ha)”, se desprende que, el tratamiento T1 (Siembra + 1er Aporque + 2do Aporque) con un rendimiento de 4.013 t/ha ocupó el primer lugar y fue estadísticamente superior a los demás tratamientos en estudio tanto al 95 y 99 % de confianza. El tratamiento T2 (15 días + 1er Aporque + 2do Aporque) y el tratamiento T3 (30 días + 1er Aporque +

2do Aporque) con un rendimiento de 3.346 y 2.862 t/ha son estadísticamente iguales y ocuparon el segundo lugar con un 99 % de confianza. Por otro lado, el tratamiento T4 (Testigo) con un rendimiento de 1.655 t/ha ocupó el último lugar tanto al 95 y 99 % de confianza en promedio de los otros tratamientos.

Cosío et al.; (2016), mencionan en su proyecto de investigación Canon, como característica agronómica para el compuesto racial de maíz Amarillo Kayra un rendimiento de grano por hectárea promedio de 4.332 t/ha, dato superior a los hallados en este presente proyecto de investigación donde se halló un rendimiento de 4.013 t/ha con el T1 (Siembra + 1er Aporque + 2do Aporque). Esta diferencia se produjo, porque en la etapa de desarrollo del cultivo se presentaron problemas climáticos como granizada intensa, heladas los cuales afectaron en la capacidad fotosintética de las hojas, así mismo el porcentaje de humedad que se consideró para determinar el rendimiento de grano fue del 12 %.

Es crucial indicar que el terreno el cual se realizó la investigación fue un suelo de relleno, de acuerdo al análisis de suelo realizado se tuvo las siguientes características posee una clase textural de Fr.Ar. A = Franco Arcilloso Arenoso con 53% de arena, 26% de limo y 21% de arcilla. Respecto a las propiedades químicas se tuvo lo siguiente, suelo bajo en materia orgánica con 1.28%, fósforo 16.4 ppm el cual se interpreta en medio, 227 ppm de potasio se interpreta alto, así mismo también un pH de 7.58 interpretado ligeramente alcalino, de acuerdo a la capacidad de intercambio catiónico se tuvo el siguiente resultado 12.00 meq/100g contenido bajo, Ca^{+2} 10.67 meq/100g contenido alto, k^{+} 0.45 meq/100 contenido medio y Na^{+} 0.07 meq/100g contenido muy bajo, UNALM (2022).

Durante la conducción del experimento en campo se presentaron factores limitantes que influyeron en el bajo rendimiento de grano/ ha. del Compuesto Racial Amarillo K'ayra, tales como la granizada, la helada y el suelo de relleno. El granizo afectó en dos ocasiones

el primero en que las primeras etapas de desarrollo del cultivo de maíz y el segundo cuando la planta ya se encontrada al final de la etapa vegetativa antes del panojamiento el cual ocasiono daño foliar de las hojas. La helada afecto específicamente en la etapa R5 Y R6.

Huamán (2019), indica en su trabajo de investigación realizado la Simulación del efecto de precipitación solida (granizada). Llego a la conclusión de que el efecto del daño foliar por simulación de granizada, se manifiesta en el tamaño de las mazorcas, número de granos y rendimiento daño foliar disminuye hasta un 15%.

Tanaka y Yamaguchi (1972), indican en sus resultados que donde al eliminar las hojas por encima de la mazorca es decir la hoja bandera para su llenado, esta hoja bandera tiene un importante papel, incrementando el peso del grano de un 41 al 43 %.

Fuakwa et al., (1984), Indican que cuando una cosecha de cereales se hiela en la etapa R5, los rendimientos se reducirán en un 40 a 50 % aproximadamente, así mismo también menciona que los cultivos de maíz de grano que se ven afectados por las heladas tras superar la etapa R5, reducen también el rendimiento y los pesos serán inferiores a lo normal.

6.2. Comportamiento agronómico

Cuadro 13. Número de granos por hilera (granos/hilera) en función de tres momentos de aplicación de fertilizantes químicos NPK (Los datos originales recopilados de número de granos por hilera se encuentran colocados en anexos desde la página 95 al 102).

BLOQUE	TRATAMIENTOS				TOTAL BLOQUE
	Siembra + 1er Aporque + 2do Aporque	15 días + 1er Aporque + 2do Aporque	30 días + 1er Aporque + 2do Aporque	TESTIGO	
I	26.60	24.50	25.00	18.30	94.40
II	26.80	23.80	23.10	20.30	94.00
III	25.90	23.50	23.80	17.40	90.60
IV	26.50	26.50	22.60	18.40	94.00
TOTAL	105.80	98.30	94.50	74.40	373.00
PROMEDIO	26.45	24.58	23.63	18.60	23.31

Cuadro 14. ANVA para número de granos por hilera

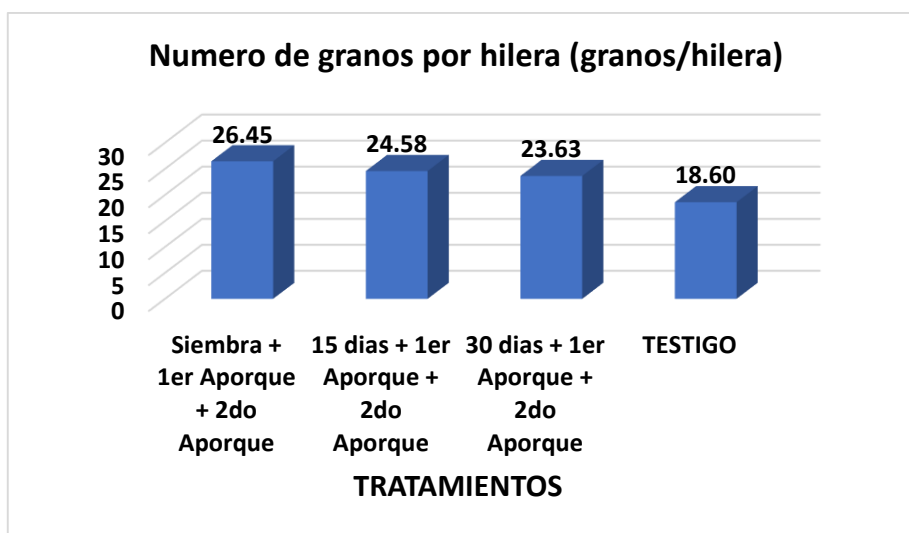
F. de V.	GL	SC	CM	Fc	Ft		Signif.	
					5%	1%		
Bloque	3	2.367500	0.789167	0.63	3.86	6.99	NS	NS
Tratamiento	3	134.972500	44.990833	35.97	3.86	6.99	*	*
Error	9	11.257500	1.250833					
Total	15	148.597500	CV= 4.80 %					

Del cuadro 14. Análisis de variancia (ANVA) para la variable número de granos por hilera (granos/hilera) en el cultivo de maíz considerando tres momentos de aplicación de fertilizantes químicos NPK, se desprende que: No existe diferencias estadísticas significativas entre los bloques, esto nos da indicios de que la distribución fue homogénea. Mientras que, para tratamientos, posee un nivel de significancia del 1 % mostrando un 99 % de probabilidad de hallar diferencias estadísticas significativas. Coeficiente de variabilidad de 4.80 % señala que el dato analizado expresa confiabilidad en los resultados obtenidos.

Cuadro 15. Prueba Tukey de tratamientos para número de granos por hilera (granos/hilera)

ALS(T)5 %= 2.360 ALS(T)1 %= 3.333					
N° de Orden	Tratamientos	Número de granos por hilera (granos/hilera)	ALS (T)		CLAVE
			5%	1%	
I	Siembra + 1er Aporque + 2do Aporque	26.45	a	a	T1
II	15 días + 1er Aporque + 2do Aporque	24.58	a b	a b	T2
III	30 días + 1er Aporque + 2do Aporque	23.63	b	b	T3
IV	TESTIGO	18.60	c	c	T4

Gráfico 4. Tratamientos para número de granos por hilera (granos/hilera) en maíz



Del cuadro 15. “Prueba Tukey de tratamientos para número de granos por hilera (granos/hilera)”, se desprende que, el tratamiento T1 (Siembra + 1er Aporque + 2do Aporque) con un rendimiento de 26.45 granos/hilera y el tratamiento T2 (15 días + 1er Aporque + 2do Aporque) con un rendimiento de 24.58 granos /hilera son estadísticamente iguales al 95 y 99 % de confianza y ocuparon el primer lugar. El tratamiento T2 (15 días + 1er Aporque + 2do Aporque) y el tratamiento T3 (30 días + 1er Aporque + 2do Aporque) con un rendimiento de 24.58 y 23.63 granos/hilera son estadísticamente iguales y ocuparon el segundo lugar con un 95 y 99 % de confianza. Por otro lado, el tratamiento T4 (Testigo) con un rendimiento de 18.60 granos/hilera ocupó el último lugar tanto al 95 y 99 % de confianza en promedio de los otros tratamientos.

Cosio et al.; (2016), mencionan en su proyecto de investigación Canon, como característica agronómica para el compuesto racial de maíz Amarillo K’ayra un número de granos por hilera de 26.71 granos/hilera, similar a los hallados en este presente proyecto de investigación donde se alcanzó un rendimiento de 26.45 granos/hilera con el T1 (Siembra + 1er Aporque + 2do Aporque), constatándose que esa característica es de tipo varietal, aunque influenciada de alguna manera por la fertilización en distintos momentos de aplicación.

Cuadro 16. Longitud de mazorca (cm) en función de tres momentos de aplicación de fertilizantes químicos NPK

Los datos originales recopilados de longitud de mazorca se encuentran colocados como evidencia en anexos desde la página 95 al 102.

BLOQUE	TRATAMIENTOS				TOTAL BLOQUE
	Siembra + 1er Aporque + 2do Aporque	15 días + 1er Aporque + 2do Aporque	30 días + 1er Aporque + 2do Aporque	TESTIGO	
I	13.94	12.51	12.02	9.13	47.60
II	13.95	12.63	12.05	10.14	48.77
III	14.01	12.44	12.06	9.51	48.02
IV	14.30	13.32	12.52	9.37	49.51
TOTAL	56.20	50.90	48.65	38.15	193.90
PROMEDIO	14.05	12.73	12.16	9.54	12.12

Cuadro 17. ANVA para longitud de mazorca

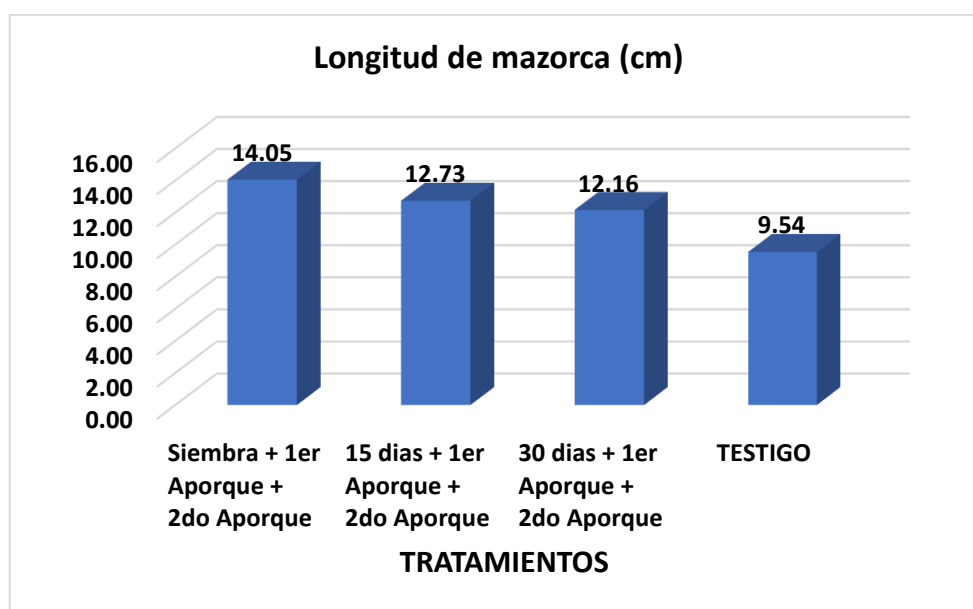
F. de V.	GL	SC	CM	Fc	Ft		Signif.	
					5%	1%		
Bloque	3	0.532725	0.177575	2.07	3.86	6.99	NS	NS
Tratamiento	3	43.048125	14.349375	167.04	3.86	6.99	*	*
Error	9	0.773125	0.085903					
Total	15	44.353975	CV= 2.42 %					

Del cuadro 17. Análisis de variancia (ANVA) para la variable longitud de mazorca (cm) en el cultivo de maíz considerando tres momentos de aplicación de fertilizantes químicos NPK, se desprende que: No existe diferencias estadísticas significativas entre los bloques, esto nos da indicios de que la distribución fue homogénea. Mientras que, para tratamientos, posee un nivel de significancia del 1 % mostrando un 99 % de probabilidad de hallar diferencias estadísticas significativas. Con un coeficiente de variabilidad de 2.42 % lo cual señala que el dato analizado expresa confiabilidad en los resultados obtenidos.

Cuadro 18. Prueba Tukey de tratamientos para longitud de mazorca (cm)

ALS(T)5 %= 0.618 ALS(T)1 %= 0.873					
N° de Orden	Tratamientos	Longitud de mazorca (cm)	ALS (T)		CLAVE
			5%	1%	
I	Siembra + 1er Aporque + 2do Aporque	14.05	a	a	T1
II	15 días + 1er Aporque + 2do Aporque	12.73	b	b	T2
III	30 días + 1er Aporque + 2do Aporque	12.16	b	b	T3
IV	TESTIGO	9.54	c	c	T4

Gráfico 5. Tratamientos para longitud de mazorca (cm) en maíz



Del cuadro 18. “Prueba Tukey de tratamientos para longitud de mazorca (cm)”, se desprende que, el tratamiento T1 (Siembra + 1er Aporque + 2do Aporque) con un rendimiento de 14.05 cm de longitud de mazorca ocupó el primer lugar y fue estadísticamente superior a los demás tratamientos en estudio tanto al 95 y 99 % de confianza. El tratamiento T2 (15 días + 1er Aporque + 2do Aporque) y el tratamiento T3 (30 días + 1er Aporque + 2do Aporque) con un rendimiento de 12.73 y 12.16 cm de longitud de mazorca son estadísticamente iguales y ocuparon el segundo lugar con un 99 % de confianza. Por otro lado, el tratamiento T4 (Testigo) con un rendimiento de 9.54 cm de longitud de

mazorca ocupó el último lugar tanto al 95 y 99 % de confianza en promedio de los otros tratamientos.

Cosio et al.; (2016), mencionan en su proyecto de investigación Canon, como característica agronómica para el compuesto racial de maíz Amarillo K'ayra una longitud de mazorca de 16.63 cm, superior a los hallados en este presente proyecto de investigación donde se logró alcanzar un rendimiento máximo de 14.05 cm de longitud de mazorca con el T1 (Siembra + 1er Aporque + 2do Aporque) indicando que dicha característica es más de tipo varietal, aunque influenciada de alguna manera por la fertilización en los distintos momentos de aplicación.

Cuadro 19. Diámetro de mazorca (cm) en función de tres momentos de aplicación de fertilizantes químicos NPK (Los datos originales recopilados de diámetro de mazorca se encuentran colocados como evidencia en anexos desde la página 95 al 102).

BLOQUE	TRATAMIENTOS				TOTAL BLOQUE
	Siembra + 1er Aporque + 2do Aporque	15 días + 1er Aporque + 2do Aporque	30 días + 1er Aporque + 2do Aporque	TESTIGO	
I	5.12	4.75	4.64	4.44	18.95
II	4.93	4.65	4.72	4.21	18.51
III	5.01	4.75	4.58	4.15	18.49
IV	5.05	4.66	4.79	4.06	18.56
TOTAL	20.11	18.81	18.73	16.86	74.51
PROMEDIO	5.03	4.70	4.68	4.22	4.66

Cuadro 20. ANVA para diámetro de mazorca

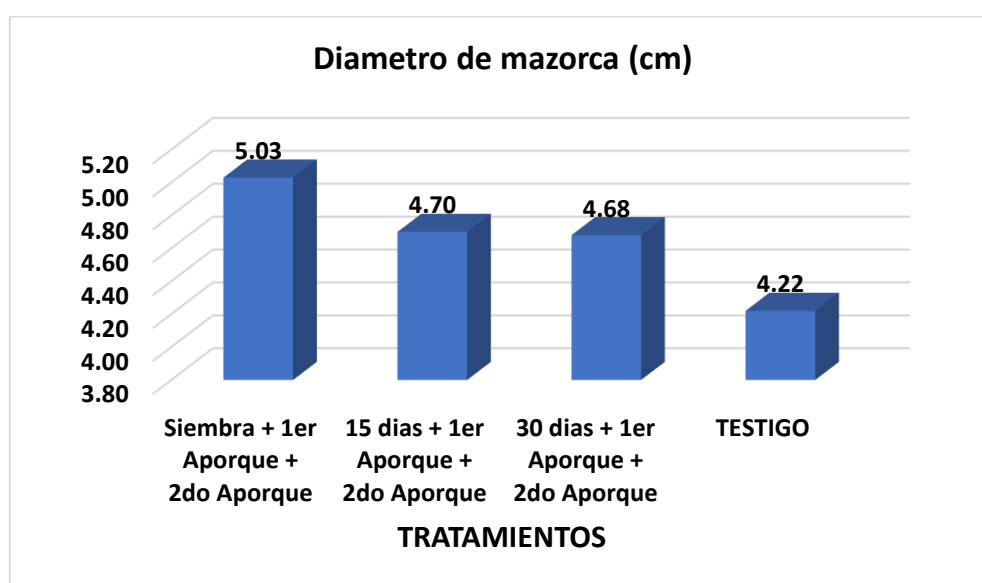
F. de V.	GL	SC	CM	Fc	Ft		Signif.	
					5%	1%		
Bloque	3	0.035319	0.011773	1.09	3.86	6.99	NS	NS
Tratamiento	3	1.341419	0.447140	41.57	3.86	6.99	*	*
Error	9	0.096806	0.010756					
Total	15	1.473544	CV= 2.23 %					

Del cuadro 20. Análisis de variancia (ANVA) para la variable diámetro de mazorca (cm) en el cultivo de maíz considerando tres momentos de aplicación de fertilizantes químicos NPK, se desprende que: No existe diferencias estadísticas significativas entre los bloques, esto nos da indicios de que la distribución fue homogénea. Mientras que, para tratamientos, posee un nivel de significancia del 1 % mostrando un 99 % de probabilidad de hallar diferencias estadísticas significativas. Con un coeficiente de variabilidad de 2.23 % lo cual señala que el dato analizado expresa confiabilidad en los resultados obtenidos.

Cuadro 21. Prueba Tukey de tratamientos para diámetro de mazorca (cm)

ALS(T)5 %= 0.219 ALS(T)1 %= 0.309					
N° de Orden	Tratamientos	Diámetro de mazorca (cm)	ALS (T)		CLAVE
			5%	1%	
I	Siembra + 1er Aporque + 2do Aporque	5.03	a	a	T1
II	15 días + 1er Aporque + 2do Aporque	4.70	b	b	T2
III	30 días + 1er Aporque + 2do Aporque	4.68	b	b	T3
IV	TESTIGO	4.22	c	c	T4

Gráfico 6. Tratamientos para diámetro de mazorca (cm) en maíz



Del cuadro 21. “Prueba Tukey de tratamientos para diámetro de mazorca (cm)”, se desprende que, el tratamiento T1 (Siembra + 1er Aporque + 2do Aporque) con un rendimiento de 5.03 cm de diámetro de mazorca ocupó el primer lugar y fue estadísticamente superior a los demás tratamientos en estudio tanto al 95 y 99 % de confianza. El tratamiento T2 (15 días + 1er Aporque + 2do Aporque) y el tratamiento T3 (30 días + 1er Aporque + 2do Aporque) con un rendimiento de 4.70 y 4.68 cm de diámetro de mazorca son estadísticamente iguales y ocuparon el segundo lugar con un 95 y 99 % de confianza. Por otro lado, el tratamiento T4 (Testigo) con un rendimiento de 4.22 cm de diámetro de mazorca ocupó el último lugar tanto al 95 y 99 % de confianza en promedio de los otros tratamientos.

Cosio et al.; (2016), mencionan en su proyecto de investigación Canon, como característica agronómica para el compuesto racial de maíz Amarillo Kayra un diámetro de mazorca de 5.21 cm, similar o igual a los hallados en este presente proyecto de investigación donde se logró alcanzar un rendimiento máximo de 5.03 cm de diámetro de mazorca con el T1 (Siembra + 1er Aporque + 2do Aporque) refiriendo que dicha característica es de tipo varietal, aunque influenciada por la fertilización en los distintos momentos de aplicación.

Cuadro 22. Altura de planta a los 120 días en función de tres momentos de aplicación de fertilizantes químicos NPK (Los datos originales recopilados de altura de la planta se encuentran colocados como evidencia en anexos desde la página 95 al 102).

BLOQUE	TRATAMIENTOS				TOTAL BLOQUE
	Siembra + 1er Aporque + 2do Aporque	15 días + 1er Aporque + 2do Aporque	30 días + 1er Aporque + 2do Aporque	TESTIGO	
I	183.70	183.90	188.50	124.40	680.50
II	197.70	180.30	175.50	120.00	673.50
III	218.50	194.00	185.20	157.20	754.90
IV	181.40	203.80	218.00	134.50	737.70
TOTAL	781.30	762.00	767.20	536.10	2846.60
PROMEDIO	195.33	190.50	191.80	134.03	177.91

Cuadro 23. ANVA para altura de planta a los 120 días

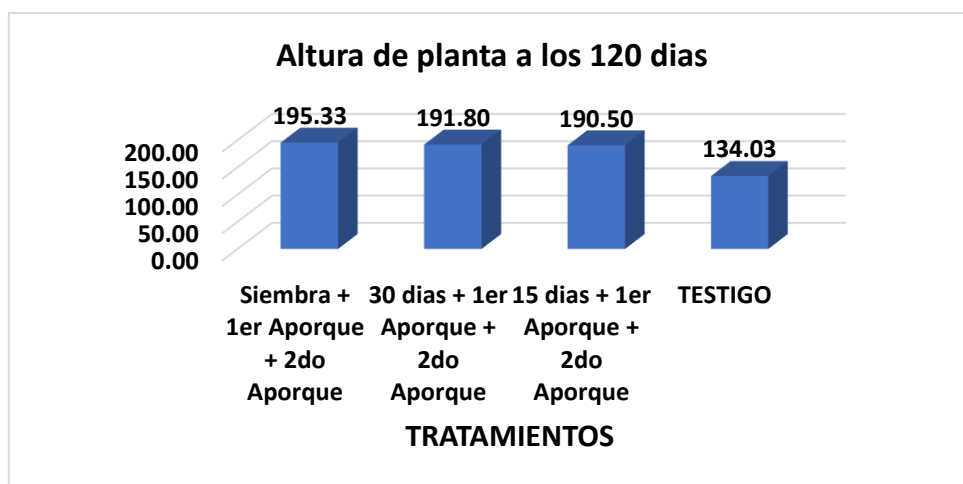
F. de V.	GL	SC	CM	Fc	Ft		Signif.	
					5%	1%		
Bloque	3	1243.727500	414.575833	2.08	3.86	6.99	NS	NS
Tratamiento	3	10322.462500	3440.820833	17.22	3.86	6.99	*	*
Error	9	1798.007500	199.778611					
Total	15	13364.197500	CV= 7.94 %					

Del cuadro 23. Análisis de variancia (ANVA) para la variable altura de planta a los 120 días en el cultivo de maíz considerando tres momentos de aplicación de fertilizantes químicos NPK, se desprende que: No existe diferencias estadísticas significativas entre los bloques, esto nos da indicios de que la distribución fue homogénea. Mientras que, para tratamientos, posee un nivel de significancia del 1 % mostrando un 99 % de probabilidad de hallar diferencias estadísticas significativas. Con un coeficiente de variabilidad de 7.94 % lo cual señala que el dato analizado expresa confiabilidad en los resultados obtenidos.

Cuadro 24. Prueba Tukey de tratamientos para altura de planta a los 120 días

ALS(T)5 %= 29.823 ALS(T)1 %= 42.120					
N° de Orden	Tratamientos	Altura de planta a los 120 días	ALS (T)		CLAVE
			5%	1%	
I	Siembra + 1er Aporque + 2do Aporque	195.33	a	a	T1
II	30 días + 1er Aporque + 2do Aporque	191.80	a	b	T3
III	15 días + 1er Aporque + 2do Aporque	190.50	a	b	T2
IV	TESTIGO	134.03	b	c	T4

Gráfico 7. Tratamientos para altura de planta a los 120 días en maíz



Del cuadro 24. “Prueba Tukey de tratamientos para altura de planta a los 120 días”, se desprende que, el tratamiento T1 (Siembra + 1er Aporque + 2do Aporque), tratamiento T3 (30 días + 1er Aporque + 2do Aporque) y el tratamiento T2 (15 días + 1er Aporque + 2do Aporque) con rendimiento de altura de planta a los 120 días de 195.33, 191.80 y 190.50 cm son estadísticamente iguales al 95 % de confianza y ocuparon el primer lugar. El tratamiento T3 (30 días + 1er Aporque + 2do Aporque) y el tratamiento T2 (15 días + 1er Aporque + 2do Aporque) con un rendimiento de 191.80 y 190.50 cm de altura de planta son estadísticamente iguales al 99 % de confianza y ocuparon el segundo lugar. Por otro lado, el tratamiento T4 (Testigo) con un rendimiento de 134.03 cm de altura de planta ocupó el último lugar tanto al 95 y 99 % de confianza en promedio de los otros tratamientos.

Cosio et al.; (2016), mencionan en su proyecto de investigación Canon, como característica agronómica para el compuesto racial de maíz Amarillo K’ayra una altura de planta de 192.23 cm, inferior a los hallados en este presente proyecto de investigación donde se logró alcanzar un rendimiento máximo de 195.33 cm de altura de planta con el T1 (Siembra + 1er Aporque + 2do Aporque) refiriendo que un distanciamiento de planta óptimo con una fertilización química balanceada juegan un papel importante en el desarrollo y crecimiento del cultivo.

VII. CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS

7.1. Conclusiones

De acuerdo con nuestros objetivos planteados y lo observado en la presente investigación, se concluye que:

- **Para rendimiento**

Para rendimiento de grano por hectárea, se concluye que mediante la prueba de tukey al 99% de probabilidad a favor, el T1 (Siembra + 1er Aporque + 2do Aporque) ocupó el primer lugar con un rendimiento de 4.013 t/ha, así mismo el T2 (15 días + 1er Aporque + 2do Aporque) con un rendimiento de 3.346 t/ha y el T3 (30 días + 1er Aporque + 2do Aporque) con un rendimiento de 2.862 t/ha, ocuparon el segundo lugar el último lugar lo ocupó el T4 (Testigo sin fertilizante) que apenas alcanzó un rendimiento de 1.655 t/ha.

Peso de granos por mazorca (gramos)

En cuanto al peso de granos por mazorca, se concluye que el tratamiento T1 (Siembra + 1er Aporque + 2do Aporque) con un rendimiento de 117.16 g/mazorca ocupó el primer lugar, seguido del tratamiento T2 (15 días + 1er Aporque + 2do Aporque) con un rendimiento de 95.89 g/mazorca ocupó el segundo lugar, por otro lado, el tratamiento T4 (Testigo sin fertilizante) con un rendimiento de 47.51 g/mazorca ocupó el último lugar.

Peso de 100 granos por mazorca (gramos)

Se concluye que el tratamiento T1 (Siembra + 1er Aporque + 2do Aporque) con un rendimiento de 51.70 gramos por mazorca y el tratamiento T2 (15 días + 1er Aporque + 2do Aporque) con un rendimiento de 47.29 gramos por mazorca ocuparon el primer lugar respectivamente, por otro lado, el tratamiento T4 (Testigo sin fertilizante) con un rendimiento de 32.64 g/mazorca ocupó el último lugar.

- **Comportamiento agronómico**

Numero de granos por hilera (granos/hilera)

En cuanto a la variable número de granos por hilera se concluye que el tratamiento T1 (Siembra + 1er Aporque + 2do Aporque) con un rendimiento de 26.45 granos/hilera y el tratamiento T2 (15 días + 1er Aporque + 2do Aporque) con un rendimiento de 24.58 granos /hilera ocuparon el primer lugar, respectivamente seguido del tratamiento T2 (15 días + 1er Aporque + 2do Aporque) y el tratamiento T3 (30 días + 1er Aporque + 2do Aporque) con un rendimiento de 24.58 y 23.63 granos/hilera ocuparon el segundo lugar, por otro lado, el tratamiento T4 (Testigo sin fertilizante) con un rendimiento de 18.60 granos/hilera ocupó el último lugar.

Longitud de mazorca (cm)

En cuanto a la variable longitud de mazorca (cm), se concluye que el tratamiento T1 (Siembra + 1er Aporque + 2do Aporque) con un rendimiento de 14.05 cm de longitud de mazorca ocupó el primer lugar, seguido del tratamiento T2 (15 días + 1er Aporque + 2do Aporque) y el tratamiento T3 (30 días + 1er Aporque + 2do Aporque) con un rendimiento de 12.73 y 12.16 cm de longitud de mazorca ocuparon el segundo lugar, por otro lado el tratamiento T4 (Testigo sin fertilizante) con un rendimiento de 9.54 cm de longitud de mazorca ocupó el último lugar.

Diámetro de mazorca (cm)

En cuanto al diámetro de mazorca (cm) se concluye que el tratamiento T1 (Siembra + 1er Aporque + 2do Aporque) con un rendimiento de 5.03 cm de diámetro de mazorca ocupó el primer lugar seguido del tratamiento T2 (15 días + 1er Aporque + 2do Aporque) y el tratamiento T3 (30 días + 1er Aporque + 2do Aporque) con un rendimiento de 4.70 y 4.68

cm de diámetro de mazorca ocuparon el segundo lugar, el tratamiento T4 (Testigo sin fertilizante) con un rendimiento de 4.22 cm de diámetro de mazorca ocupó el último lugar.

Altura de la planta a los 120 días (cm)

En cuanto a la altura de planta a los 120 días, se concluye que el tratamiento T1 (Siembra + 1er Aporque + 2do Aporque), tratamiento T3 (30 días + 1er Aporque + 2do Aporque) y el tratamiento T2 (15 días + 1er Aporque + 2do Aporque) con rendimientos de altura de planta a los 120 días de 195.33, 191.80 y 190.50 cm son estadísticamente iguales al 95 % de confianza y ocuparon el primer lugar, y el tratamiento T3 (30 días + 1er Aporque + 2do Aporque) y el tratamiento T2 (15 días + 1er Aporque + 2do Aporque) con un rendimiento de 191.80 y 190.50 cm de altura de planta ocuparon el segundo lugar, finalmente el tratamiento T4 (Testigo sin fertilizante) con un rendimiento de 134.03 cm de altura de planta ocupó el último lugar tanto.

7.2. Sugerencias

1. Fertilizar el cultivo de maíz, Compuesto Racial de maíz Amarillo K'ayra, a base de fosfato di amónico, nitrato de amonio, sulfato de potasio y magnesio ya que son fertilizantes muy solubles y asimilables por esta variedad de maíz.
2. Evaluar los mismos tratamientos, pero empleando otras fuentes de fertilizantes para poder comparar y discutir resultados.
3. Repetir el trabajo de investigación con los mismos tratamientos en estudio, pero en otras localidades.

VIII. BIBLIOGRAFIA

Acuña, J. (2019). Desarrollo de superficies modificadas de electroforesis para la germinación de semillas y crecimiento de plantas de *Zea mays* L. [Tesis de maestría]. Centro de investigación y desarrollo tecnológico en electroquímica, S. C.

ADEX. (2009). Ficha de requisitos técnicos de acceso al mercado de EE.UU. Proyecto BID - ADEX - RTA.

Aguilar, J. (2019). Evaluación de los diferentes niveles de fertilización con NPK en el cultivo de maíz (*Zea mays*) sembrado en condiciones de secano en la zona de Ventanas. [Tesis de pregrado]. Universidad Técnica Estatal de Quevedo.

Andreu, J., Betran, J., Delgado, I., Espada, J., Guitierrez, M., Iguacel, F., Isla, R., Muñoz, F., Orus, F., Perez, M., Sin, E., & Yague, M. (2006). Fertilización Nitrogenada. Talleres Editoriales Cometa, SA.

Alba, A., & Andrade M. (2020). Proceso de producción de nitrato de amonio [Trabajo académico]. Universidad Nacional de Colombia.

Astete, G., & Campos, K. (2019). Rendimiento y calidad de producción del cultivo del maíz (*Zea mays* L.) de variedad criolla para choclo, según el número de semillas a la siembra en golpe, en condiciones de Huariaca, [Tesis de pregrado]. Universidad nacional Daniel Alcides Carrión.

Arbués, A. (2011). Efecto de heladas en post-floración del maíz, en la producción y calidad de la cosecha. Master Agro biología ambiental. [Tesis]. Universidad Pública de Navarra - España.

Below, F. (2002). Fisiología, nutrición y fertilización nitrogenada de maíz. Instituto de La Potasa y El Fósforo. Informaciones. Agronómicas, 54, 3–9.

[http://www.ipni.net/publication/ialahp.nsf/0/D757CEE6B1516328852579A30074B16B/\\$FILE/Fisiologia, nutrici3n y fertilizaci3n nitrogenada del ma%20iz.pdf](http://www.ipni.net/publication/ialahp.nsf/0/D757CEE6B1516328852579A30074B16B/$FILE/Fisiologia,nutrici3n%20y%20fertilizaci3n%20nitrogenada%20del%20ma%20iz.pdf).

Bremer J. E.; C. D. Coffman; S. D. Livingston. (1995). Evaluaci3n de los da#os causados por granizo y heladas en el ma%z y el sorgo. Servicio de Extensi3n Agr%cola de Texas.

Bonilla, N. (2009). Manual de recomendaciones t3cnicas: cultivo de ma%z (*Zea mays*). Instituto Nacional de Innovaci3n y Transferencia en Tecnolog%a Agropecuaria (INTA).

Catal3n, W. (2020). Entomolog%a Agr%cola II principales plagas del ma%z. Escuela Profesional de Agronom%a - UNSAAC.

Centro Internacional de Mejoramiento de Ma%z y Trigo (CIMMYT, 2004). Enfermedades del ma%z una gu%a para su identificaci3n en el campo. Chicago - EE. UU.

Cosio, P., Catal3n, W., Blanco, M., & Castelo, G. (2016). Expediente t3cnico del compuesto racial Amarillo K'ayra. Programa de conservaci3n y mejoramiento gen3tico de ma%z - CICA.

Cooke, W. (1994). Fertilizaci3n y usos. 2da edici3n. Direcci3n General de la Informaci3n Agraria. Editorial. Cecs-a - M3xico.

Cronquist, A. (1981). Un sistema de clasificaci3n integrado para plantas con flores. Prensa de la Universidad de Columbia. Cambridge, Nueva York.

Deras, H. (2012). Gu%a t3cnica, El cultivo del ma%z. CENTTA.

Dom%nguez, A. (1989). Tratado de fertilizantes. Ediciones Mundi - Prensa. Madrid.

Enci, P. (1980). Mercadeo de fertilizantes. Proyecto de asistencia técnica en insumos agrícolas. FAO. Lima.

Farooq, M; T. Aziz; A. Wahid; D.J. Leec; K. Siddique. (2009). Tolerancia al frío en el maíz: enfoques agronómicos y fisiológicos. *Crop & Pasture Science*, 60: 501–516.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, I. (2012). Los fertilizantes y su uso. IFA. <https://doi.org/10.1111/j.1440-1681.1993.tb03018.x>.

Fuakwa, J.J.; R.K. Crookston; R.J. Jones. (1984). Efecto de la temperatura y la disponibilidad de sacarosa en la formación de la capa negra del grano de maíz. *Crop Sci.* 24: 285-288.

Fundación de Desarrollo Agropecuario. (1998). Cultivo de maíz. Centro para el Desarrollo Agropecuario y Forestal, Inc (CEDAF).

García, C., González, M. B., & Cortez, E. (2012). Uso de enemigos naturales y biorracionales para el control de plagas de maíz. *Revista de Sociedad, Cultura y Desarrollo Sustentable*, 8(3), 57–70. [http://uaim.edu.mx/webraximhai/Ej-25barticulosPDF/6 GARCIA-GUTIERREZ.pdf](http://uaim.edu.mx/webraximhai/Ej-25barticulosPDF/6%20GARCIA-GUTIERREZ.pdf).

Huamán, T. (2019). Simulación del efecto de precipitación solida (granizada) como factor climático en el cultivo de maíz (*Zea mays*) durante la campaña agrícola 2018 - 2019 en Acobamba - Huancavelica [tesis de pregrado]. Universidad Nacional De Huancavelica.

Hurtado, F. (1999). “Elementos para la Planificación Agropecuarias en los Andes Sur Peruanos”. Instituto de investigación universidad y región IIR de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.Cusco-Peru.

Izquierdo, R. (2012). Evaluación del cultivo de maíz (*Zea mays*), como complemento a la alimentación de bovinos de leche en épocas de escasez de alimento Cayambe - Ecuador 37 [Tesis de pregrado]. Universidad Politécnica Salesiana.

Jiménez, P. G., Lucena, J., Ruano, S., & Nogales, M. (2009). Guía práctica de la fertilización racional de los cultivos en España, parte I. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.

Kato, T. Á., Mapes Sánchez, C., Mera Ovando, L. M., Serratos Hernández, J. A., & Bye Boettler, R. A. (2009). El origen y diversificación del maíz una revisión analítica. In Origen y diversificación del Maíz. Universidad Nacional Autónoma de México, Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad.

León, J. (2020). El maíz es el cultivo más importante en extensión para el Perú. Agraria.Pe.<https://agraria.pe/noticias/el-maiz-es-el-cultivo-mas-importante-en-extension-para-el-pe-22033>.

León, W. (2016). Manejo de la fertilización de maíz (*Zea mays* L.) en el Valle Santa Catalina. [Tesis de pregrado]. Universidad Privada Antenor Orrego.

López, S. (2019). Densidad de siembra y momentos de aplicación de fósforo en el rendimiento de maíz morado (*Zea mays* l.) bajo goteo. [Tesis de pregrado]. Universidad Nacional Agraria La Molina.

Minagri, (2020). Avance de siembras y perspectivas Marco orientador de cultivos de campaña agrícola 2020 – 2021. Dirección General de políticas Agrarias, Dirección de estudios económicos e información agraria Lima, Perú.

Ortigoza, J., López, C., & González, J. (2019). Guía técnica del cultivo de maíz. In Guía Técnica, El Cultivo Del maíz. Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA).

Palma, B. (2015). Efecto de la fertilización con NPK sobre el rendimiento de dos híbridos experimentales de maíz (*Zea mays* L.). [Tesis de pregrado]. Universidad Técnica Estatal de Quevedo.

Quevedo, S. (2013). Manual Técnico de maíz blanco Urubamba (*Zea mays*) - (Blanco Gigante Cusco). Instituto Nacional de Innovación Agraria.

Quispe, M. (2021). Comparativo de rendimiento de dos variedades de maíz amiláceo en dos épocas de siembra bajo condiciones de variables climáticas en Paucarpata, Quispicanchi, Cusco. [Tesis de pregrado]. Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco.

Rueda, D. (2015). Botánica sistemática. Universidad de las Fuerzas Armadas. Ed. Planeta. Quito - Ecuador.

Salmerón Miranda, F., & García Centeno, L. (1994). Fertilidad y fertilización de suelos. Universidad Nacional Agraria, Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente, Escuela de Suelos y Aguas. Managua, Nicaragua.

Servicios Católicos de Ayuda, (2019). Instructivo 3: Manejo de la fertilización de maíz y frijol - 4R, basado en la evaluación Visual de suelos. CRS- Nicaragua.

Senamhi. (2019). Maíz Amiláceo Ficha técnica agroclimática. [file:///C:/Users/HP/Documents/MAIZ/Maíz-Amiláceo-ficha-técnica agroclimática_2021.pdf](file:///C:/Users/HP/Documents/MAIZ/Maíz-Amiláceo-ficha-técnica_agroclimática_2021.pdf).

Smith, J., Johnson, P., Williams, t., Rodriguez M., Lee, D (2016). Crop yield estimation in maize: methodologies and challenges. Agricultural Science Journal. 45(3) . 223-229.

Thakur, P.; S. Kumar; J.A. Malik; J.D. Berger; H. Nayyar. (2010). Efectos del estrés por frío en el desarrollo reproductivo en cultivos de granos: una descripción general. Botánica ambiental y experimental 67: 429-443.

Tanaka, A.; Yamaguchi, J. (1972). Producción de Materia Seca, Componentes del Rendimiento y Rendimiento de Grano de la Planta de Maíz. Revista de la Facultad de Agricultura de la Universidad de Hokkaido. Nº 57, Vol. 1. 71-132 p.

Varón de Agudelo, F., Rodríguez, J., Villalobos, J., & Restrepo, J. (2022). Manual de enfermedades y plagas. ADVANTA SEED INTERNATIONAL.

Varón de Agudelo, F., & Sarria, G. (2007). Enfermedades del Maíz y su manejo. Instituto Colombiano Agropecuario ICA.

Vitorino, B. (2010). Fertilidad de suelos y abonamiento. Texto Universitario. Edición Revisada, UNSAAC. Cusco - Perú.

Yépez, E. (2013). Caracterización morfológica y evaluación fenológica de sesenta y cinco entradas de maíz (*Zea mays* L.) del banco de germoplasma del CICA -K'ayra- Cusco. [Tesis 39 de pregrado]. Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.

Zerbino, M., & Fassio, A. (1995). Insectos plagas en maíz. Unidad de Difusión e Información Tecnológica del INIA.

ANEXOS

ANEXO 01. RESULTADOS DE ANÁLISIS DE SUELO



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FACULTAD DE AGRONOMIA DEPARTAMENTO DE SUELOS

LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



ANALISIS DE SUELOS: CARACTERIZACION

Solicitante : MARIO CHOQUEPUMA CHURATA

Departamento : CUSCO

Distrito : KAYRA

Referencia : H.R. 78300-190C-22

Bolt.: 5456

Provincia : SAN JERONIMO

Pedio : K'ayra

Fecha : 01/12/2022

Número de Muestra		pH (1:1)	C.E. (1:1) dS/m	Dap g/cm3	CaCO ₃ %	M.O. %	P ppm	K ppm	Análisis Mecánico			Clase Textural	CIC	Cationes Cambiables					Suma de Cationes	Suma de Bases	% Sat. De Bases			
Lab	Claves								Arena	Limo	Arcilla			Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺	Al ⁺³ + H ⁺						
									%	%	%													
									meq/100g															
15443		7.58	1.80	1.39	4.47	1.28	16.4	227	53	26	21	Fr.Ar.A.	12.00	10.67	0.81	0.45	0.07	0.00	12.00	12.00	100			

A = Arena; A.Fr. = Arena Franca; Fr.A. = Franco Arenoso; Fr. = Franco; Fr.L. = Franco Limoso; L = Limoso; Fr.Ar.A. = Franco Arcillo Arenoso; Fr.Ar. = Franco Arcilloso; Fr.Ar.L. = Franco Arcillo Limoso; Ar.A. = Arcillo Arenoso; Ar.L. = Arcillo Limoso; Ar. = Arcilloso

Número de Muestra		B ppm	Cu ppm	Fe ppm	Mn ppm	Zn ppm
Lab	Claves					
15443		0.26	0.70	10.90	1.00	0.60



Dr. Constantino Calderón Mendoza
Jefe del Laboratorio

METODOS SEGUIDOS EN EL ANALISIS DE SUELOS

1. Textura de suelo. % de arena, limo y arcilla, método del hidrómetro.
2. Salinidad: medida de la conductividad eléctrica (CE) del extracto acuoso en la relación suelo: agua 1:1 o en el extracto de la pasta de saturación(es).
3. PH: medida en el potenciómetro de la suspensión suelo: agua relación 1:1 ó en suspensión suelo: KCl N, relación 1:2.5.
4. Calcáreo total (CaCO₃): método gaso-volumétrico utilizando un calcimetro.
5. Materia orgánica: método de Walkley y Black, oxidación del carbono Orgánico con dicromato de potasio %M.O.= % Cx1.724
6. Nitrógeno total: método del micro-Kjeldahl
7. Fósforo disponible: método del Olsen modificado, extracción con NaHCO₃-0.5M. pH 8.5
8. Potasio disponible: extracción con acetato de amonio (CH₃COONH₄ IN, pH 7.0
9. Capacidad de intercambio catiónico (CIC): saturación con acetato de amonio (CH₃COONH₄ IN, pH 7.0
10. C = Mg - 2 Na, K cambiables: reemplazamiento con acetato de amonio

(C₂H₃O₂)⁻COONH₄ N; pH 7.0 cuantificación por fotometría de llama y/o absorción atómica.

11. A 1 +H; método de Yuan. Extracción con KCl. N

12. Iones solubles:

a) Ca-Mg-K;Na solubles: fotometría de llama y/o absorción atómica.

b) Cl, CO₃, HCO₃-NO₃, solubles: volumetría y colorimetría. SO turbidimetría con cloruro de Bario.

c) Boro soluble: extracción con agua, cuantificación con curcumina.

d) Yeso soluble: solubilización con agua y precipitación con acetona.

Equivalencias:

1 ppm-1 mg/kilogramo

1 millimho (mmho/cm) 1 deciSiemens/metro

1 miliaquivalente/100 g = 1 cmol (+)/ kg

Sales solubles totales (TDS) en ppm mg/kg = 640 x CEes

CE (1/1) mmho/cm x 2 = CE(es) mmho/cm

Tabla de interpretación

Salinidad		Materia Orgánica			Relaciones Catiónicas		
Clasificación del Suelo	CE (os)	CLASIFICACIÓN	%	Ppm P	Ppm K	*CLASIFICACIÓN	K/Mg
*muy ligeramente salino	<2	* baja	<2.0	<7.0	<100	*Normal	0.2 -0.3
*ligeramente salino	2-4	*medio	2.4	7.0 – 14.0	100-240	*delc. Mg	>0.5
*moderadamente salino	4-8	* alto	>4.0	>14.0	>240	*delc K	>0.2
*fuertemente salino	>8					*delc Mg	>10

Remoción o PH		CLASES TEXTURALES				Distribución de cationes %	
Clasificación del Suelo	PH	A =	Arena	Fr.Ar.A =	franco arcillo arenoso	Ca ⁺²	=
*fuertemente ácido	<5.5	A.Fr =	arena franca	Fr.Ar =	franco arcilloso	Mg ⁺²	=
*moderadamente ácido	5.6-6.0	FrA =	franco arenoso	Fr.ArL =	franco arcilloso limoso	K	=
*ligeramente ácido	6.1-6.5	Fr =	Franco	ArA =	arcilloso arenoso	Na ⁺	=
*neutro	6.6-7.0	Fr.L =	franco limoso	Ar.L =	arcilloso limoso		
*ligeramente alcalino	7.1-7.8	L =	Limoso	Ar. =	arcilloso		
*moderadamente alcalino	7.9-8.4						
*fuertemente alcalino	>8.5						

ANEXO 02. CÁLCULOS DE FERTILIZANTES

Cuadro 25. Dosis de niveles de fertilización por tratamiento

CLAVE	TRATAMIENTO	NIVEL DE FERTILIZACIÓN	NITRATO DE AMONIO		FOSFATO DIAMONICO		KMAG		Total kg/tratamiento	Total g/planta
			kg/ha	g/tratamiento	kg/ha	g/tratamiento	kg/ha	g/tratamiento		
A	T1	92 – 142 - 131	235.69	712.32	310.695	939.45	598.454	1814.4	3.466	30.94
B	T2	92 – 142 - 131	235.69	712.32	310.695	939.45	598.454	1814.4	3.466	30.94
C	T3	92 – 142 - 131	235.69	712.32	310.695	939.45	598.454	1814.4	3.466	30.94
D	T4	00 -00 - 00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Cuadro 26. Fraccionamiento de la aplicación de fertilizantes de acuerdo a los tratamientos en estudio.

FRACCIONAMIENTO DE LA APLICACIÓN DE FERTILIZANTES POR CADA TRATAMIENTO					
CLAVE	TRATAMIENTO	g/fertilizante aplicado	g/fertilizante aplicado	g/fertilizante aplicado	TOTAL GRAMOS APLICADOS/PLANTA
A	T1	SIEMBRA	PRIMER APORQUE	SEGUNDO APORQUE	
		10.3103	10.3103	10.3103	30.94
B	T2	15 DDS	PRIMER APORQUE	SEGUNDO APORQUE	
		10.3103	10.3103	10.3103	30.94
C	T3	30 DDS	PRIMER APORQUE	SEGUNDO APORQUE	
		10.3103	10.3103	10.3103	30.94
D	T4	SIN FERTILIZANTE	SIN FERTILIZANTE	SIN FERTILIZANTE	
		0.00	0.00	0.00	0.00

ANEXO 03. DATOS DE EVALUACIÓN DEL CAMPO EXPERIMENTAL

Cuadro 27. Resultado de los tratamientos del Bloque I

BLOQUE I							
TRATAMIENTO	N° DE MAZORCAS Y N° PLANTAS EVALUADAS	PESO DE GRANOS POR MAZORCA (g/mazorca)	PESO DE 100 GRANOS POR MAZORCA (g)	NUMERO DE GRANOS POR HILERA (granos/hilera)	LONGITUD DE MAZORCA (cm)	DIAMETRO DE MAZORCA (cm)	ALTURA DE PLANTA A LOS 120 DIAS (cm)
1	1	105.68	55.80	27	12.14	4.87	166
	2	153.74	57.11	33	15.11	4.75	180
	3	127.92	52.50	27	12.51	5.10	180
	4	138.73	57.48	26	13.32	5.54	210
	5	117.41	59.48	26	18.50	4.76	175
	6	112.29	51.13	20	12.03	5.80	170
	7	92.89	44.15	26	13.09	4.57	190
	8	116.14	49.33	25	15.35	5.27	180
	9	152.20	62.50	33	15.57	5.43	196
	10	116.01	52.82	23	11.79	5.09	190
	SUMATORIA	1233.01	542.30	266.00	139.41	51.18	1837.00
	PROMEDIO	123.30	54.23	26.60	13.94	5.12	183.70
TRATAMIENTO	N° DE MAZORCAS Y N° PLANTAS EVALUADAS	PESO DE GRANOS POR MAZORCA (g/mazorca)	PESO DE 100 GRANOS POR MAZORCA (g)	NUMERO DE GRANOS POR HILERA (granos/hilera)	LONGITUD DE MAZORCA (cm)	DIAMETRO DE MAZORCA (cm)	ALTURA DE PLANTA A LOS 120 DIAS (cm)
2	1	70.43	34.65	24	11.55	4.17	170
	2	108.31	60.08	25	13.40	4.64	184
	3	102.60	47.08	26	13.21	5.16	205
	4	75.26	44.96	22	10.49	4.63	195
	5	101.69	45.56	23	12.41	4.78	160
	6	119.73	56.45	31	12.58	5.05	170
	7	74.07	41.88	21	11.43	4.51	210
	8	93.56	44.27	22	12.02	5.15	185
	9	104.42	55.61	24	12.86	5.03	190
	10	86.21	46.19	27	15.18	4.40	170
	SUMATORIA	936.28	476.73	245.00	125.13	47.52	1839.00
	PROMEDIO	93.63	47.67	24.50	12.51	4.75	183.90

TRATAMIENTO	Nº DE MAZORCAS Y Nº PLANTAS EVALUADAS	PESO DE GRANOS POR MAZORCA (g/mazorca)	PESO DE 100 GRANOS POR MAZORCA (g)	NUMERO DE GRANOS POR HILERA (granos/hilera)	LONGITUD DE MAZORCA (cm)	DIAMETRO DE MAZORCA (cm)	ALTURA DE PLANTA A LOS 120 DIAS (cm)
3	1	93.57	46.23	24	11.38	5.00	180
	2	83.65	42.86	26	11.36	4.53	190
	3	84.39	41.06	29	12.58	4.82	190
	4	77.51	41.69	25	11.88	4.39	192
	5	61.62	38.30	19	9.54	4.59	198
	6	67.87	36.18	25	12.23	4.09	170
	7	95.39	44.88	23	11.4	4.79	175
	8	87.16	39.12	30	14.97	4.43	200
	9	109.91	57.44	23	12.22	4.88	210
	10	103.20	50.00	26	12.62	4.84	180
	SUMATORIA	864.27	437.76	250.00	120.18	46.36	1885.00
	PROMEDIO	86.43	43.78	25.00	12.02	4.64	188.50
TRATAMIENTO	Nº DE MAZORCAS Y Nº PLANTAS EVALUADAS	PESO DE GRANOS POR MAZORCA (g/mazorca)	PESO DE 100 GRANOS POR MAZORCA (g)	NUMERO DE GRANOS POR HILERA (granos/hilera)	LONGITUD DE MAZORCA (cm)	DIAMETRO DE MAZORCA (cm)	ALTURA DE PLANTA A LOS 120 DIAS (cm)
4	1	56.01	32.40	19	9.25	4.34	148
	2	34.83	28.93	17	8.48	4.08	136
	3	46.61	35.77	15	8.05	4.85	100
	4	49.56	30.15	16	8.55	4.82	130
	5	47.42	33.29	19	9.38	4.12	105
	6	68.21	47.04	19	9.91	4.89	130
	7	47.66	30.40	20	9.19	4.21	135
	8	63.71	45.36	15	8.05	4.63	115
	9	45.05	29.68	17	9.13	3.97	100
	10	57.63	26.15	26	11.32	4.51	145
	SUMATORIA	516.69	339.17	183.00	91.31	44.42	1244.00
	PROMEDIO	51.67	33.92	18.30	9.13	4.44	124.40

Cuadro 28. Resultado de los tratamientos del Bloque II

BLOQUE II							
TRATAMIENTO	N° DE MAZORCAS Y N° PLANTAS EVALUADAS	PESO DE GRANOS POR MAZORCA (g/mazorca)	PESO DE 100 GRANOS POR MAZORCA (g)	NUMERO DE GRANOS POR HILERA (granos/hilera)	LONGITUD DE MAZORCA (cm)	DIAMETRO DE MAZORCA (cm)	ALTURA DE PLANTA A LOS 120 DIAS (cm)
1	1	104.34	52.54	26	13.95	4.33	220
	2	102.67	46.20	29	14.35	4.91	190
	3	120.79	56.85	28	14.49	4.9	230
	4	128.37	66.70	24	12.88	4.94	175
	5	105.20	50.19	28	13.84	4.76	180
	6	98.78	43.32	29	12.51	4.64	200
	7	111.75	56.01	27	14.84	5.30	210
	8	145.92	57.61	24	14.17	5.23	210
	9	124.66	59.16	27	14.13	5.10	180
	10	107.25	56.95	26	14.32	5.21	182
	SUMATORIA	1149.73	492.99	268.00	139.48	49.32	1977.00
	PROMEDIO	114.97	49.30	26.80	13.95	4.93	197.70
TRATAMIENTO	N° DE MAZORCAS Y N° PLANTAS EVALUADAS	PESO DE GRANOS POR MAZORCA (g/mazorca)	PESO DE 100 GRANOS POR MAZORCA (g)	NUMERO DE GRANOS POR HILERA (granos/hilera)	LONGITUD DE MAZORCA (cm)	DIAMETRO DE MAZORCA (cm)	ALTURA DE PLANTA A LOS 120 DIAS (cm)
2	1	85.74	44.20	23	13.54	4.25	180
	2	110.56	59.35	24	11.85	5.05	165
	3	89.71	46.80	27	11.27	4.68	180
	4	75.60	37.07	23	13.47	5.10	158
	5	93.51	47.33	20	13.08	4.90	170
	6	100.91	46.60	28	14.11	4.45	170
	7	91.60	55.51	21	11.74	4.47	190
	8	82.49	40.81	25	12.88	4.09	230
	9	77.68	31.41	24	11.18	4.77	170
	10	102.80	54.17	23	13.16	4.72	190
	SUMATORIA	910.6	463.25	238.00	126.28	46.48	1803.00
	PROMEDIO	91.06	46.33	23.80	12.63	4.65	180.30

TRATAMIENTO	Nº DE MAZORCAS Y Nº PLANTAS EVALUADAS	PESO DE GRANOS POR MAZORCA (g/mazorca)	PESO DE 100 GRANOS POR MAZORCA (g)	NUMERO DE GRANOS POR HILERA (granos/hilera)	LONGITUD DE MAZORCA (cm)	DIAMETRO DE MAZORCA (cm)	ALTURA DE PLANTA A LOS 120 DIAS (cm)
3	1	60.72	38.69	21	11.34	4.20	170
	2	81.82	35.16	23	12.48	4.08	165
	3	75.45	46.40	23	10.21	4.84	195
	4	92.66	45.46	24	11.91	4.98	185
	5	84.52	40.49	21	11.78	4.96	195
	6	79.02	38.99	21	10.90	5.13	170
	7	60.83	32.25	23	10.00	4.85	165
	8	71.91	29.57	23	13.03	4.67	170
	9	104.30	48.28	22	13.71	4.67	180
	10	126.18	50.58	30	15.14	4.85	160
	SUMATORIA	837.41	405.87	231.00	120.50	47.23	1755.00
	PROMEDIO	83.74	40.59	23.10	12.05	4.72	175.50
TRATAMIENTO	Nº DE MAZORCAS Y Nº PLANTAS EVALUADAS	PESO DE GRANOS POR MAZORCA (g/mazorca)	PESO DE 100 GRANOS POR MAZORCA (g)	NUMERO DE GRANOS POR HILERA (granos/hilera)	LONGITUD DE MAZORCA (cm)	DIAMETRO DE MAZORCA (cm)	ALTURA DE PLANTA A LOS 120 DIAS (cm)
4	1	56.48	32.59	25	11.15	3.90	95
	2	53.21	38.09	18	11.02	4.57	95
	3	70.46	34.88	20	10.81	4.45	100
	4	52.38	36.45	19	8.09	4.32	160
	5	29.28	24.06	15	7.19	3.96	120
	6	52.52	36.33	20	11.55	3.98	130
	7	63.74	46.96	17	10.69	4.66	110
	8	63.91	37.95	21	10.18	4.17	140
	9	42.23	25.42	24	10.62	4.05	120
	10	48.03	24.06	24	10.05	4.07	130
	SUMATORIA	532.24	336.79	203.00	101.35	42.13	1200.00
	PROMEDIO	53.22	33.68	20.30	10.14	4.21	120.00

Cuadro 29. Resultado de los tratamientos del Bloque III

BLOQUE III							
TRATAMIENTO	N° DE MAZORCAS Y N° PLANTAS EVALUADAS	PESO DE GRANOS POR MAZORCA (g/mazorca)	PESO DE 100 GRANOS POR MAZORCA (g)	NUMERO DE GRANOS POR HILERA (granos/hilera)	LONGITUD DE MAZORCA (cm)	DIAMETRO DE MAZORCA (cm)	ALTURA DE PLANTA A LOS 120 DIAS (cm)
1	1	106.13	57.48	27	14.58	4.63	220
	2	113.06	55.70	25	14.56	5.45	210
	3	107.93	55.31	23	13.82	5.08	220
	4	105.59	49.09	26	13.44	4.85	230
	5	119.73	59.46	23	13.83	5.14	230
	6	115.68	49.71	32	14.63	4.86	200
	7	143.38	56.77	24	14.57	4.67	210
	8	85.56	44.93	24	13.50	4.75	220
	9	119.36	55.11	26	11.92	5.50	225
	10	126.98	44.80	29	15.24	5.18	220
	SUMATORIA	1143.40	528.36	259.00	140.09	50.11	2185.00
	PROMEDIO	114.34	52.84	25.90	14.01	5.01	218.50
TRATAMIENTO	N° DE MAZORCAS Y N° PLANTAS EVALUADAS	PESO DE GRANOS POR MAZORCA (g/mazorca)	PESO DE 100 GRANOS POR MAZORCA (g)	NUMERO DE GRANOS POR HILERA (granos/hilera)	LONGITUD DE MAZORCA (cm)	DIAMETRO DE MAZORCA (cm)	ALTURA DE PLANTA A LOS 120 DIAS (cm)
2	1	72.56	35.59	26	11.67	4.03	170
	2	113.76	41.89	27	12.19	5.12	200
	3	114.80	51.67	29	14.90	4.45	180
	4	86.41	41.24	26	13.26	4.34	180
	5	96.80	45.72	24	13.51	4.68	190
	6	87.36	46.86	23	11.98	4.37	190
	7	73.56	48.69	20	10.95	5.47	230
	8	78.31	42.69	17	10.95	4.80	180
	9	104.10	67.16	19	11.20	5.12	210
	10	118.00	46.48	24	13.79	5.16	210
	SUMATORIA	945.66	467.99	235.00	124.40	47.54	1940.00
	PROMEDIO	94.57	46.80	23.50	12.44	4.75	194.00

TRATAMIENTO	Nº DE MAZORCAS Y Nº PLANTAS EVALUADAS	PESO DE GRANOS POR MAZORCA (g/mazorca)	PESO DE 100 GRANOS POR MAZORCA (g)	NUMERO DE GRANOS POR HILERA (granos/hilera)	LONGITUD DE MAZORCA (cm)	DIAMETRO DE MAZORCA (cm)	ALTURA DE PLANTA A LOS 120 DIAS (cm)
3	1	100.52	41.68	25	12.57	4.91	185
	2	92.77	37.26	25	12.28	4.98	210
	3	57.62	28.21	26	12.62	4.35	187
	4	75.01	40.67	24	12.18	4.38	165
	5	58.02	29.63	25	10.78	3.91	200
	6	78.50	41.74	24	12.26	4.24	170
	7	76.37	38.54	24	12.56	4.22	185
	8	91.46	56.40	22	12.36	4.82	170
	9	95.23	35.80	21	10.60	4.97	180
	10	86.18	40.81	22	12.39	5.00	200
	SUMATORIA	811.68	390.74	238.00	120.60	45.78	1852.00
	PROMEDIO	81.17	39.07	23.80	12.06	4.58	185.20
TRATAMIENTO	Nº DE MAZORCAS Y Nº PLANTAS EVALUADAS	PESO DE GRANOS POR MAZORCA (g/mazorca)	PESO DE 100 GRANOS POR MAZORCA (g)	NUMERO DE GRANOS POR HILERA (granos/hilera)	LONGITUD DE MAZORCA (cm)	DIAMETRO DE MAZORCA (cm)	ALTURA DE PLANTA A LOS 120 DIAS (cm)
4	1	55.85	42.16	19	9.77	4.36	150
	2	39.17	26.10	17	8.52	3.73	170
	3	63.42	56.28	13	10.00	4.46	147
	4	27.15	21.01	14	8.68	3.29	160
	5	45.59	22.74	23	10.64	4.00	165
	6	34.50	18.26	23	9.99	3.37	140
	7	59.02	40.44	13	10.28	4.74	140
	8	32.35	24.63	15	7.98	4.07	170
	9	70.47	42.65	19	9.06	5.20	160
	10	39.96	26.37	18	10.22	4.32	170
	SUMATORIA	404.06	320.64	174.00	95.14	41.54	1572.00
	PROMEDIO	40.41	32.06	17.40	9.51	4.15	157.20

Cuadro 30. Resultado de los tratamientos del Bloque IV

BLOQUE IV							
TRATAMIENTO	N° DE MAZORCAS Y N° PLANTAS EVALUADAS	PESO DE GRANOS POR MAZORCA (g/mazorca)	PESO DE 100 GRANOS POR MAZORCA (g)	NUMERO DE GRANOS POR HILERA (granos/hilera)	LONGITUD DE MAZORCA (cm)	DIAMETRO DE MAZORCA (cm)	ALTURA DE PLANTA A LOS 120 DIAS (cm)
1	1	135.67	56.54	31	18.06	5.17	175
	2	113.25	52.41	28	13.68	4.69	220
	3	104.80	52.71	25	13.03	4.93	180
	4	100.67	53.89	26	14.21	4.58	190
	5	114.74	51.73	18	11.79	5.61	180
	6	111.90	45.96	27	12.50	5.18	170
	7	130.64	55.20	29	19.02	4.92	164
	8	136.88	44.39	26	13.93	5.15	180
	9	104.73	42.24	34	15.46	4.46	185
	10	106.98	49.09	21	11.35	5.77	170
	SUMATORIA	1160.26	504.16	265.00	143.03	50.46	1814.00
	PROMEDIO	116.03	50.42	26.50	14.30	5.05	181.40
TRATAMIENTO	N° DE MAZORCAS Y N° PLANTAS EVALUADAS	PESO DE GRANOS POR MAZORCA (g/mazorca)	PESO DE 100 GRANOS POR MAZORCA (g)	NUMERO DE GRANOS POR HILERA (granos/hilera)	LONGITUD DE MAZORCA (cm)	DIAMETRO DE MAZORCA (cm)	ALTURA DE PLANTA A LOS 120 DIAS (cm)
2	1	109.34	51.38	27	12.64	4.96	230
	2	86.17	36.12	28	13.18	4.44	184
	3	108.75	53.39	24	13.58	4.56	220
	4	119.63	51.84	30	14.12	4.38	190
	5	108.14	42.82	26	14.54	4.88	196
	6	103.99	52.63	24	12.77	4.47	180
	7	114.74	53.97	27	14.25	4.68	195
	8	102.19	55.00	21	11.42	5.00	198
	9	94.58	42.05	30	14.44	4.29	225
	10	95.54	44.43	28	12.27	4.91	220
	SUMATORIA	1043.07	483.63	265.00	133.21	46.57	2038.00
	PROMEDIO	104.31	48.36	26.50	13.32	4.66	203.80

TRATAMIENTO	Nº DE MAZORCAS Y Nº PLANTAS EVALUADAS	PESO DE GRANOS POR MAZORCA (g/mazorca)	PESO DE 100 GRANOS POR MAZORCA (g)	NUMERO DE GRANOS POR HILERA (granos/hilera)	LONGITUD DE MAZORCA (cm)	DIAMETRO DE MAZORCA (cm)	ALTURA DE PLANTA A LOS 120 DIAS (cm)
3	1	93.66	50.73	23	11.45	4.71	210
	2	72.99	35.31	26	12.90	4.66	235
	3	90.66	45.08	22	13.69	4.88	215
	4	101.86	45.77	26	14.77	4.99	200
	5	71.43	41.86	21	12.12	4.76	220
	6	85.26	54.43	21	12.55	4.62	225
	7	96.74	50.21	24	11.95	4.39	210
	8	102.08	53.36	23	11.92	4.82	230
	9	89.18	48.65	21	12.60	4.89	225
	10	86.61	51.04	19	11.23	5.18	210
	SUMATORIA	890.47	476.44	226.00	125.18	47.90	2180.00
	PROMEDIO	89.05	47.64	22.60	12.52	4.79	218.00
TRATAMIENTO	Nº DE MAZORCAS Y Nº PLANTAS EVALUADAS	PESO DE GRANOS POR MAZORCA (g/mazorca)	PESO DE 100 GRANOS POR MAZORCA (g)	NUMERO DE GRANOS POR HILERA (granos/hilera)	LONGITUD DE MAZORCA (cm)	DIAMETRO DE MAZORCA (cm)	ALTURA DE PLANTA A LOS 120 DIAS (cm)
4	1	45.82	25.21	24	10.76	4.06	135
	2	30.99	21.74	18	8.35	3.61	110
	3	38.75	27.62	18	8.28	3.79	120
	4	42.77	31.56	15	9.55	3.87	140
	5	55.01	46.55	15	10.09	4.56	125
	6	42.17	33.72	15	7.74	4.19	130
	7	41.56	25.33	20	10.12	4.08	145
	8	46.19	31.67	18	10.08	4.24	130
	9	56.94	31.38	22	9.97	4.11	160
	10	47.00	34.13	19	8.78	4.11	150
	SUMATORIA	447.20	308.91	184.00	93.72	40.62	1345.00
	PROMEDIO	44.72	30.89	18.40	9.37	4.06	134.50

ANEXO 04. CÁLCULO DE RENDIMIENTO DE GRANO POR HECTAREA (t/ha)

Cuadro 31. Cálculo aplicando formula rendimiento por hectárea

		ÁREA DE PARCELA NETA 13.32 m ²							
	TRATAMIENTOS	Kg/parcela neta	H%	AJUSTADO		PRIMER RESUELTO	750.7508	Kg/ha	T/ha
BLOQUE I	T1	6.083	12	88	86	6.224	750.7508	4672.868	4.673
	T2	4.134	10	90	86	4.326	750.7508	3248.062	3.248
	T3	3.799	11	89	86	3.931	750.7508	2951.335	2.951
	T4	2.225	10	90	86	2.328	750.7508	1748.062	1.748
BLOQUE II	T1	5.047	11	89	86	5.223	750.7508	3921.059	3.921
	T2	4.391	13	87	86	4.442	750.7508	3334.625	3.335
	T3	3.621	12	88	86	3.705	750.7508	2781.740	2.782
	T4	2.314	10	90	86	2.421	750.7508	1817.829	1.818
BLOQUE III	T1	4.657	12	88	86	4.765	750.7508	3577.606	3.578
	T2	4.149	10	90	86	4.342	750.7508	3259.690	3.260
	T3	3.522	11	89	86	3.645	750.7508	2736.693	2.737
	T4	2.003	13	87	86	2.026	750.7508	1521.189	1.521
BLOQUE IV	T1	5.052	12	88	86	5.169	750.7508	3880.792	3.881
	T2	4.509	10	90	86	4.719	750.7508	3542.636	3.543
	T3	3.833	11	89	86	3.967	750.7508	2978.165	2.978
	T4	1.929	9	91	86	2.041	750.7508	1532.343	1.532

ANEXO 05. DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE HUMEDAD DE GRANO

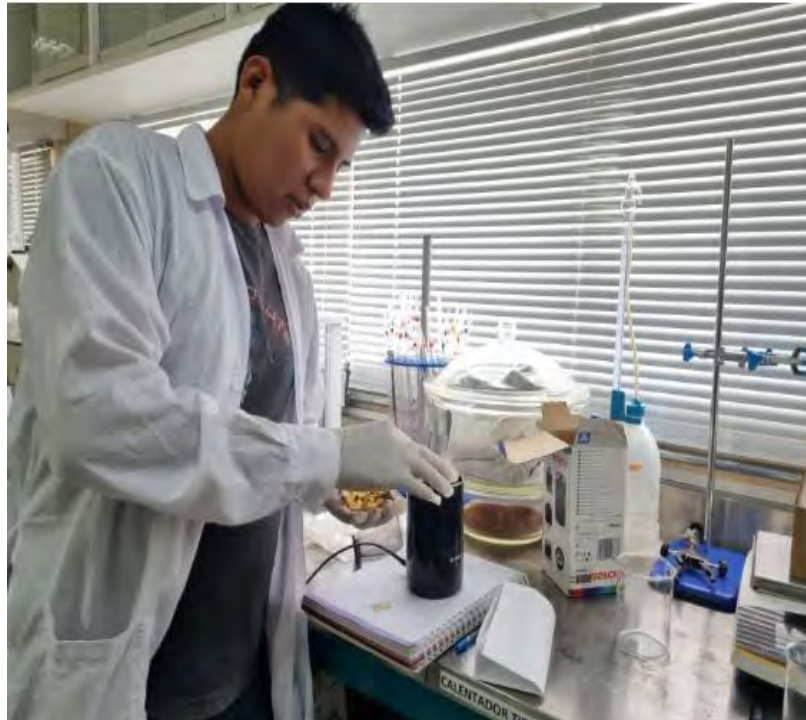
Este valor se obtuvo de una muestra al azar tomadas de 10 mazorcas cosechadas por parcela. se desgranaron y luego se tomaron 100 granos, posteriormente se llevó al laboratorio de la Universidad Nacional Intercultural de Quillabamba, donde se determinaron mediante dos medidores: la primera medición de humedad de grano se hizo con el HUMEDÍMETRO PORTATIL DE GRANOS Y SEMILLAS DRAMINSKI TG pro, la segunda medición se realizó con un equipo de laboratorio de nombre, ANALIZADOR DE HUMEDAD INTELIGENTE AUTOMÁTICO DW-MS, donde determino el contenido de humedad por el método de pérdida por secado y que consistió de una unidad de pesaje y unidad de calefacción halógena, para realizar este análisis se siguió el siguiente procedimiento:

Primero se tomó los granos al azar de cada muestra y se colocó a un molino **Bosch Hogar TSM6A013B**, y se procedió a moler hasta convertirlo en polvillo posteriormente se colocó en vasos precipitados, seguidamente con la ayuda de una cucharilla se procedió a pesar tres gramos de cada muestra y finalmente se colocó al analizador de humedad, finalmente después de unos 15 a 20 minutos aproximadamente se obtuvo la muestra del análisis de humedad. Para cada muestra se siguió el mismo procedimiento.

Fotografía 24. Análisis de porcentaje de humedad con humidímetro portátil de granos y semillas draminski tg pro



Fotografía 25. Moliendo granos de maíz con molino Bosch Hogar TSM6A013B



**Fotografía 26. Pesado de maíz molido en el equipo de laboratorio
(ANALIZADOR DE HUMEDAD INTELIGENTE AUTOMÁTICO DW-MS)**



Fotografía 27. Resultado del análisis en laboratorio



RESULTADO FINAL DE DETERMINACIÓN DE PORCENTAJE DE HUMEDAD

CUADRO 32. Determinación del porcentaje de humedad

DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE HUMEDAD DE GRANO EN LABORATORIO		
BLOQUES	TRATAMIENTOS	HUMEDAD (%)
BLOQUE I	I	12
	II	10
	III	11
	IV	10
BLOQUE II	I	11
	II	13
	III	12
	IV	10
BLOQUE III	I	12
	II	10
	III	11
	IV	13
BLOQUE IV	I	12
	II	10
	III	11
	IV	9

ANEXO 06. FICHAS TECNICAS DE LOS FERTILIZANTES UTILIZADOS EN LA INVESTIGACION

1. FOSFATO DIAMÓNICO



Ficha Técnica
Fertilizantes Fosfatados

FOSFATO DIAMÓNICO (DAP)

Composición: $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$

Aspecto: Gránulos opacos, oscuros, pardos, negros, o grises

Solubilidad (aprox.): 66kg en 100 litros de agua a 20°C.

Nitrógeno (N): 18%.

Fósforo (P_2O_5): 46%

Presentación: Bolsa polietileno de 50kg.

Uso: Fertilizante para aplicación directa al suelo.



ÁREA TÉCNICA

www.molinoscia.com

2. NITRATO DE AMONIO ESTABILIZADO

Nitrato de Amonio Estabilizado

Nutrientes principales:

Nitrógeno total (N) 33 %

Nitrógeno nítrico (NO_3^-) 16.5 %

Nitrógeno amoniacal (NH_4^+) 16.5 %

Fósforo (P_2O_5) 3 %



Presentación:

Granulado en bolsas de 50 kg.

Uso:

Se puede aplicar en todos los cultivos, en la superficie o incorporado.



3. SULFATO DE POTASIO Y MAGNESIO

K-Mag® (SUL-PO-MAG)

Nutrientes principales:

Potasio (K_2O) 22 %

Magnesio (MgO) 18 %

Azufre (S) 22 %



Presentación:

Premium, estándar y granulado en bolsas de 50 kg.

Uso:

Ideal para cubrir las necesidades de magnesio, potasio y azufre en todos los suelos y cultivos.

