



Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión
Facultad de Ingeniería Agraria, Industrias Alimentarias y Ambiental
Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica

**Extracción de nutrientes y producción en tres genotipos de maíz en
condiciones del Valle de Huaura**

Tesis

Para optar el Título de Ingeniero Agrónomo

Autores

Gloria Soledad Zambrano Alarcon

Ruben Orel Moreno Moreno

Asesor

Dr. Dionicio Belisario Luis Olivas

Huacho-Perú

2025



Reconocimiento - No Comercial – Sin Derivadas - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Reconocimiento: Debe otorgar el crédito correspondiente, proporcionar un enlace a la licencia e indicar si se realizaron cambios. Puede hacerlo de cualquier manera razonable, pero no de ninguna manera que sugiera que el licenciante lo respalda a usted o su uso. **No Comercial:** No puede utilizar el material con fines comerciales. **Sin Derivadas:** Si remezcla, transforma o construye sobre el material, no puede distribuir el material modificado. **Sin restricciones adicionales:** No puede aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros de hacer cualquier cosa que permita la licencia.



UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN

LICENCIADA

(Resolución de Consejo Directivo N° 012-2020-SUNEDU/CD de fecha 27/01/2020)

Facultad de Ingeniería Industrial, Sistemas e Informática

Escuela Profesional de Ingeniería Electrónica

METADATOS

DATOS DEL AUTOR (ES):		
APELLIDOS Y NOMBRES	DNI	FECHA DE SUSTENTACIÓN
Gloria Soledad Zambrano Alarcon	42568306	21/11/2024
Ruben Orel Moreno Moreno	41930320	21/11/2024
DATOS DEL ASESOR:		
APELLIDOS Y NOMBRES	DNI	CÓDIGO ORCID
Dr. Dionicio Belisario Luis Olivas	15651224	0000-0002-5367-5285
DATOS DE LOS MIEMBROS DE JURADOS – PREGRADO/POSGRADO-MAESTRÍA- DOCTORADO:		
APELLIDOS Y NOMBRES	DNI	CODIGO ORCID
Dr. Sergio Eduardo Contreras Liza	08787108	0000-0002-6895-4332
Dr. Marco Tulio Sánchez Calle	02807986	0000-0001-9687-2476
Ph. D. Roberto Hugo Tirado Malaver	44565193	0000-0002-4615-5310

Zambrano Alarcón Y Moreno Oré 041065 Y 041858 ...

Extracción de nutrientes y producción en tres genotipos de maíz en condiciones del Valle de Huaura

Quick Submit

Quick Submit

Facultad de Ingeniería Agrarias, Industrias Alimentarias y Ambiental

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::1:3004004094

Fecha de entrega

10 sep 2024, 12:06 p.m. GMT-5

Fecha de descarga

18 sep 2024, 12:21 p.m. GMT-5

Nombre de archivo

VF-TESIS_ZAMBRANO_Y_MORENO.docx

Tamaño de archivo

7.5 MB

75 Páginas

16,787 Palabras

86,633 Caracteres



Página 2 of 84 - Descripción general de integridad

Identificador de la entrega trn:oid:::1:3004004094

20% Similitud general

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

Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía
- ▶ Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

Exclusiones

- ▶ N.º de fuentes excluidas

Fuentes principales

- 19% Fuentes de Internet
- 4% Publicaciones
- 10% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

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.

Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión
Facultad de Ingeniería Agraria, Industrias Alimentarias y Ambiental
Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica

**Extracción de nutrientes y producción en tres genotipos de maíz en
condiciones del Valle de Huaura**



Dr. Sergio Eduardo Contreras Liza
Presidente



Dr. Marco Tulio Sánchez Calle
Secretario



Dr. Roberto Hugo Tirado Malaver
Vocal



Dr. Dionicio Belisario Luis Olivas
Asesor

HUACHO – PERÚ

2025

Dedicatoria

A nuestros padres por el apoyo incondicional y guiarnos en nuestras existencias.

A nuestros hijos Sol y Orel, con nuestros mejores deseos para su desarrollo futuro.

A nosotros mismos, por nuestra perseverancia y decisión de ser personas con principios y valores en nuestra sociedad.

Agradecimiento

- A la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión por ser nuestra alma mater en cobijarnos para nuestra formación profesional
- En especial a nuestro asesor Dr. Dionicio Luis Olivas, que con sus enseñanzas y experiencia nos guio para la ejecución y culminación de la presente tesis
- A los jurados, por la corrección y sus sugerencias enviadas, han sido de gran valor para la mejora y culminación de nuestro proyecto de tesis
- Finalmente, queremos hacer presente nuestro sincero agradecimiento a todas las personas que, contribuyeron con su experiencia, su tiempo y esfuerzo hasta la culminación del presente proyecto de tesis.

INDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
CAPITULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
1.1 Descripción de la realidad problemática.....	2
1.2. Formulación del problema.....	3
1.2.1 Problema general.....	3
1.2.2 Problemas específicos.....	3
1.3 Objetivos de la investigación.....	3
1.3.1 Objetivo general.....	3
1.3.2 Objetivos específicos.....	3
1.4 Justificación de la investigación.....	3
1.5 Delimitación del estudio.....	4
CAPITULO II. MARCO TEÓRICO.....	5
2.1. Antecedentes de la investigación.....	5
2.1.1. Antecedentes internacionales.....	5
2.1.2. Antecedentes Nacionales.....	6
2.2 Bases teóricas.....	7
2.2.1 Generalidades del cultivo de maíz.....	7
2.2.2 Los macronutrientes.....	8
2.3 Definición de término básicos.....	13
2.3 Hipótesis de investigación.....	14
2.3.1 Hipótesis General.....	14
2.3.2 Hipótesis Específicas.....	14
2.4 Operacionalización de las variables.....	14
CAPITULO III. METODOLOGÍA.....	16
3.1 Gestión del experimento.....	16
3.1.1 Ubicación.....	16
3.1.2 Materiales, equipos e insumos.....	16

3.1.3	Diseño experimental	17
3.1.4	Tratamientos	17
3.1.5	Características del área experimental	17
3.1.6	Croquis del área experimental	18
3.1.7	VARIABLES A EVALUAR	19
3.1.8	Conducción del experimento	19
3.2	Técnicas para el procesamiento de la información	20
CAPITULO IV. RESULTADOS		21
4.1	Contenido de nutrientes en las hojas.....	21
4.1.1	Nitrógeno	21
4.1.2	Fósforo.....	22
4.1.3	Potasio	23
4.1.4	Calcio.....	24
4.1.5	Magnesio	25
4.1.6	Azufre	26
4.2	Contenido de nutrientes en los tallos	27
4.2.1	Nitrógeno	27
4.2.2	Fósforo.....	28
4.2.3	Potasio	29
4.2.4	Calcio.....	30
4.2.5	Magnesio	31
4.2.6	Azufre	32
4.3	Contenido de nutrientes en los granos	33
4.3.1	Nitrógeno	33
4.3.2	Fósforo.....	34
4.3.3	Potasio	35
4.3.4	Calcio.....	36

4.3.5	Magnesio	37
4.3.6	Azufre	38
4.4	Contenido de nutrientes en las raíces.....	39
4.4.1	Nitrógeno.....	39
4.4.2	Fósforo.....	40
4.4.3	Potasio	41
4.4.4	Calcio.....	42
4.4.5	Magnesio	43
4.4.6	Azufre	44
4.5	Rendimiento.....	46
4.6	Extracción de nutrientes.....	47
4.6.1	Nitrógeno.....	47
4.6.2	Fósforo.....	48
4.6.3	Potasio	49
4.6.4	Calcio.....	50
4.6.5	Magnesio	51
4.6.6	Azufre	52
CAPITULO V. DISCUSIÓN		54
CAPITULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		55
6.1	Conclusiones:	55
6.2	Recomendaciones:	55
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		56
ANEXOS		60

Lista de Tablas

Tabla 1	<i>Operacionalización de las variables</i>	15
Tabla 2	<i>Análisis de varianza</i>	17
Tabla 3	<i>Tratamientos en estudio (Genotipos)</i>	17
Tabla 4	<i>Análisis de varianza para contenido de nitrógeno en las hojas.</i>	21
Tabla 5	<i>Prueba de Tukey al 5% para contenido de nitrógeno en las hojas.</i>	21
Tabla 6	<i>Análisis de varianza para contenido de fósforo en las hojas.</i>	22
Tabla 7	<i>Prueba de Tukey al 5% para contenido de fósforo en las hojas.</i>	22
Tabla 8	<i>Análisis de varianza para contenido de potasio en las hojas.</i>	23
Tabla 9	<i>Prueba de Tukey al 5% para contenido de potasio en las hojas.</i>	23
Tabla 10	<i>Análisis de varianza para contenido de calcio en las hojas.</i>	24
Tabla 11	<i>Prueba de Tukey al 5% para contenido de calcio en las hojas.</i>	24
Tabla 12	<i>Análisis de varianza para contenido de magnesio en las hojas.</i>	25
Tabla 13	<i>Prueba de Tukey al 5% para contenido de magnesio en las hojas.</i>	25
Tabla 14	<i>Análisis de varianza para contenido de azufre en las hojas.</i>	26
Tabla 15	<i>Prueba de Tukey al 5% para contenido de azufre en las hojas.</i>	26
Tabla 16	<i>Análisis de varianza para contenido de nitrógeno en los tallos.</i>	27
Tabla 17	<i>Prueba de Tukey al 5% para contenido de nitrógeno en los tallos.</i>	27
Tabla 18	<i>Análisis de varianza para contenido de fósforo en los tallos.</i>	28
Tabla 19	<i>Prueba de Tukey al 5% para contenido de fósforo en los tallos.</i>	28
Tabla 20	<i>Análisis de varianza para contenido de potasio en tallos.</i>	29
Tabla 21	<i>Prueba de Tukey al 5% para contenido de potasio en los tallos.</i>	29
Tabla 22	<i>Análisis de varianza para contenido de calcio en los tallos</i>	30
Tabla 23	<i>Prueba de Tukey al 5% para contenido de calcio en los tallos.</i>	30
Tabla 24	<i>Análisis de varianza para contenido de magnesio en los tallos.</i>	31
Tabla 25	<i>Prueba de Tukey al 5% para contenido de magnesio en los tallos.</i>	31
Tabla 26	<i>Análisis de varianza para contenido de azufre en los tallos.</i>	32
Tabla 27	<i>Prueba de Tukey al 5% para contenido de azufre en los tallos.</i>	32
Tabla 28	<i>Análisis de varianza para contenido de nitrógeno en los granos</i>	33
Tabla 29	<i>Prueba de Tukey al 5% para contenido de nitrógeno en los granos.</i>	33
Tabla 30	<i>Análisis de varianza para contenido de fósforo en los granos</i>	34
Tabla 31	<i>Prueba de Tukey al 5% para contenido de fósforo en los granos.</i>	34
Tabla 32	<i>Análisis de varianza para contenido de potasio en los granos</i>	35

Tabla 33 <i>Prueba de Tukey al 5% para contenido de potasio en los granos.</i>	35
Tabla 34 <i>Análisis de varianza para contenido de calcio en los granos</i>	36
Tabla 35 <i>Prueba de Tukey al 5% para contenido de calcio en los granos.</i>	36
Tabla 36 <i>Análisis de varianza para contenido de magnesio en los granos</i>	37
Tabla 37 <i>Prueba de Tukey al 5% para contenido de magnesio en los granos.</i>	37
Tabla 38 <i>Análisis de varianza para contenido de azufre en los granos</i>	38
Tabla 39 <i>Prueba de Tukey al 5% para contenido de azufre en los granos.</i>	38
Tabla 40 <i>Análisis de varianza para contenido de nitrógeno en las raíces</i>	39
Tabla 41 <i>Prueba de Tukey al 5% para contenido de nitrógeno en las raíces</i>	39
Tabla 42 <i>Análisis de varianza para contenido de fósforo en las raíces</i>	40
Tabla 43 <i>Prueba de Tukey al 5% para contenido de fósforo en las raíces.</i>	40
Tabla 44 <i>Análisis de varianza para contenido de potasio en las raíces</i>	41
Tabla 45 <i>Prueba de Tukey al 5% para contenido de potasio en las raíces.</i>	41
Tabla 46 <i>Análisis de varianza para contenido de calcio en las raíces</i>	42
Tabla 47 <i>Prueba de Tukey al 5% para contenido de calcio en las raíces.</i>	42
Tabla 48 <i>Análisis de varianza para contenido de magnesio en las raíces</i>	43
Tabla 49 <i>Prueba de Tukey al 5% para contenido de magnesio en las raíces.</i>	43
Tabla 50 <i>Análisis de varianza para contenido de azufre en las raíces</i>	44
Tabla 51 <i>Prueba de Tukey al 5% para contenido de azufre en las raíces.</i>	44
Tabla 52 <i>Resumen de contenido de nutrientes (%) según órgano</i>	45
Tabla 53 <i>Análisis de varianza para rendimiento</i>	46
Tabla 54 <i>Prueba de Tukey al 5% para rendimiento</i>	46
Tabla 55 <i>Análisis de varianza para extracción de nitrógeno</i>	47
Tabla 56 <i>Prueba de Tukey al 5% para extracción de nitrógeno.</i>	47
Tabla 57 <i>Análisis de varianza para extracción de fósforo</i>	48
Tabla 58 <i>Prueba de Tukey al 5% para extracción de fósforo.</i>	48
Tabla 59 <i>Análisis de varianza para extracción de potasio</i>	49
Tabla 60 <i>Prueba de Tukey al 5% para extracción de potasio</i>	49
Tabla 61 <i>Análisis de varianza para extracción de calcio</i>	50
Tabla 62 <i>Prueba de Tukey al 5% para extracción de calcio</i>	50
Tabla 63 <i>Análisis de varianza para extracción de magnesio</i>	51
Tabla 64 <i>Prueba de Tukey al 5% para extracción de magnesio.</i>	51
Tabla 65 <i>Análisis de varianza para extracción de azufre</i>	52
Tabla 66 <i>Prueba de Tukey al 5% para extracción de azufre.</i>	52

Tabla 67 <i>Resumen de rendimiento y extracción de nutrientes según genotipo</i>	53
Tabla 68 <i>Extracción de nutrientes según genotipo por cada tonelada de grano producido</i>	53
Tabla 69 <i>Contenido porcentual de nitrógeno por órgano, según genotipo</i>	61
Tabla 70 <i>Contenido porcentual de fósforo por órgano, según genotipo</i>	61

RESUMEN

Objetivos: Evaluar la extracción de nutrientes y producción en tres genotipos de maíz en condiciones del Valle de Huaura. **Metodología:** Para la ejecución del experimento se utilizó el Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) con tres tratamientos y tres repeticiones. Los tratamientos fueron los genotipos de maíz: CHUSKA-INIA 617, DEKALB 7088 y DRACO 212. Se evaluaron los contenidos porcentuales por órgano (hojas, tallos, granos y raíces) y extracción de nutrientes de N, P, K, Ca, Mg y S y rendimiento. Para la comparación de medias se utilizó la prueba de Tukey al 5%. **Resultados:** De acuerdo a los resultados obtenidos, para los contenidos porcentuales de los macronutrientes en los diferentes órganos y extracción de nutrientes (N, P, K, Ca, Mg y S) y rendimiento, no se evidenciaron diferencias significativas entre los diferentes genotipos. **Conclusiones:** Se concluye que no se encontró diferencias significativas entre los diferentes genotipos para el conjunto de características evaluadas.

Palabras clave: *Zea mays*, macronutrientes, híbrido simple, híbrido doble.

ABSTRACT

Objectives: Evaluate nutrient extraction and production in three corn genotypes under conditions in the Huaura Valley. **Methodology:** To carry out the experiment, the Randomized Complete Block Design (DBCA) was used with three treatments and three repetitions. The treatments were the corn genotypes: CHUSKA-INIA 617, DEKALB 7088 and DRACO 212. The percentage contents per organ (leaves, stems, grains and roots) and nutrient extraction of N, P, K, Ca, Mg and S and performance. To compare means, the 5% Tukey test was used. **Results:** According to the results obtained, for the percentage contents of macronutrients in the different organs and nutrient extraction (N, P, K, Ca, Mg and S) and yield, no significant differences were evident between the different genotypes. **Conclusions:** It is concluded that no significant differences were found between the different genotypes for the set of characteristics evaluated.

Keywords: *Zea mays*, macronutrients, simple hybrid, double hybrid.

INTRODUCCIÓN

La evaluación del rendimiento agronómico y nutricional de los cultivos representa un pilar fundamental en el desarrollo de estrategias sostenibles para la agricultura. El maíz amarillo duro (*Zea mays* L.) es uno de los principales cereales cultivados a nivel mundial debido a su importancia en la alimentación humana, animal y como materia prima para diversas industrias. En el Perú, este cultivo tiene una relevancia económica y social significativa, especialmente en valles costeros como el de Huaura, donde las condiciones climáticas y edafológicas favorecen su desarrollo.

El manejo adecuado de la nutrición mineral del maíz es esencial para optimizar su rendimiento y calidad. Los macronutrientes como el nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg) y azufre (S) desempeñan un papel crucial en el crecimiento, desarrollo y producción del cultivo. Sin embargo, la absorción y distribución de estos nutrientes pueden variar considerablemente entre genotipos, así como bajo diferentes condiciones edafoclimáticas. Por ello, resulta imperativo generar conocimiento específico sobre el comportamiento de los genotipos de maíz amarillo duro en contextos agronómicos particulares, como los del valle de Huaura.

El valle de Huaura se caracteriza por su alta productividad agrícola, influenciada por un clima cálido y seco con acceso a recursos hídricos controlados. Estas condiciones presentan una oportunidad única para evaluar el desempeño de diversos genotipos de maíz amarillo duro en cuanto a su eficiencia en la extracción de macronutrientes. Comprender las diferencias en la absorción de nutrientes entre genotipos permitirá identificar materiales genéticos más eficientes y adaptados, lo que podría traducirse en mejores prácticas de manejo y mayor sostenibilidad agrícola.

En este contexto, la presente investigación tiene como objetivo evaluar la extracción de macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg y S) en tres genotipos de maíz amarillo duro cultivados en el valle de Huaura. Este estudio busca proporcionar información relevante para el manejo agronómico de este cultivo en la región, contribuyendo al desarrollo de estrategias productivas y sostenibles para los agricultores locales.

CAPITULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la realidad problemática

El maíz es una especie originaria del continente americano que, junto al arroz y el trigo, representa un aporte relevante a la seguridad alimentaria en el mundo; es un cultivo de alto valor estratégico por su distribución geográfica y por su rol en la alimentación humana y animal (García, 2017).

En el Perú se distinguen dos tipos de maíz: el maíz amarillo duro y el maíz amiláceo, siendo más importante, desde el punto de vista económico, el maíz amarillo duro. Este tipo de maíz es cultivado en los valles de la costa, valles interandinos y la selva (Huamanchumo, 2013).

El maíz, es un cultivo de alto rendimiento en grano y por ello sus requerimientos nutricionales son elevados cuando son comparados con otros cultivos; la calidad del suelo (propiedades físicas, químicas y biológicas) es importante en esa expresión, aunado a ello el ambiente adecuado para su normal desarrollo; en ese sentido, es importante conocer el potencial de rendimiento del genotipo y la extracción de los nutrientes (Barandiaran, 2020).

La introducción de nuevos materiales genéticos le ha permitido al país incrementar los rendimientos promedios nacionales, al pasar de 3,93 t ha⁻¹ en el año 1998 (Huamanchumo, 2013) a 5,03 t ha⁻¹ en el año 2021 (Midagri, 2022). Esa incorporación de nuevos materiales genéticos debe ir acompañado de información técnica necesaria que oriente acerca de la extracción de nutrientes, rendimiento, requerimientos de suelo y agua, entre otros (Remache et al., 2017).

Es sabido que, en la medida en que un genotipo alcance mayor rendimiento, mayor también será la extracción de nutrientes. Así, por ejemplo, un rendimiento de 2,40 t ha⁻¹ extrae 74,5; 15,8; y 67,4 kg ha⁻¹ de N-P-K, respectivamente; en tanto que 5,5 t ha⁻¹ extrae 132,5; 24,6; y 149,0 kg ha⁻¹ de N-P-K, respectivamente (Aguinaga, 2014). Campos (2017) refiere que 4,0 t ha⁻¹ extrae 88; 20; y 76 kg ha⁻¹ de N-P₂O₅-K₂O, respectivamente.

En ese sentido, investigaciones que contribuyan a hacer un uso adecuado de los fertilizantes químicos son relevantes (Flores et al., 2020), por lo que la presente investigación tiene como propósito evaluar la extracción de nutrientes y el rendimiento en tres genotipos de maíz en condiciones del valle de Huaura.

1.2. Formulación del problema

1.2.1 Problema general

¿Cómo será la extracción de nutrientes y la producción en tres genotipos de maíz en condiciones del Valle de Huaura?

1.2.2 Problemas específicos

- a. ¿Cómo será el contenido porcentual de macronutrientes en los diferentes órganos de la planta en los tres genotipos de maíz en condiciones del Valle de Huaura?
- b. ¿Cómo será la extracción de nutrientes en tres genotipos de maíz en condiciones del Valle de Huaura?
- c. ¿Cómo será la producción en tres genotipos de maíz en condiciones del Valle de Huaura?

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo general

Determinar y comparar la extracción de nutrientes y producción en tres genotipos de maíz en condiciones del Valle de Huaura.

1.3.2 Objetivos específicos

- a. Determinar y comparar el contenido porcentual de macronutrientes en los diferentes órganos de la planta en los tres genotipos de maíz en condiciones del Valle de Huaura.
- b. Determinar y comparar la extracción de nutrientes en tres genotipos de maíz en condiciones del Valle de Huaura.
- c. Determinar y comparar la producción en tres genotipos de maíz en condiciones del Valle de Huaura.

1.4 Justificación de la investigación

Conveniencia: Los resultados de la investigación permitirán relacionar la producción de granos de maíz y la extracción de nutrientes, para así disponer de mayor información.

Relevancia Social: De cuanta más información se disponga, será mejor para los diferentes actores involucrados con el proceso productivo del maíz.

Implicaciones Prácticas: Los resultados ayudarán a hacer un uso más adecuado de los fertilizantes y elección de genotipo.

Valor Teórico: Se proporcionará información actualizada a los entes en los temas de producción e investigación en maíz.

Utilidad Metodológica: Esta investigación no presenta cambios en la conducción de la investigación ni en los procedimientos para determinar los valores de las variables a evaluar.

1.5 Delimitación del estudio

Delimitación Espacial: La investigación se desarrolló en la localidad de Ruquia, perteneciente al distrito y provincia de Huara, región de Lima provincias. Las coordenadas son 11°02'32" LS y 77°37'39" LO.

Delimitación Temporal: La duración del experimento fue desde setiembre del 2022 hasta julio del 2023.

Delimitación del Universo: La población estuvo constituida por las plantas de maíz proveniente de los tres genotipos a estudiar.

Delimitación del Contenido: La investigación solo se limitó a determinar el contenido foliar de macronutrientes, la extracción de nutrientes y la producción en cada uno de los genotipos evaluados.

CAPITULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Antecedentes internacionales

Barreto (2014), para desarrollar su investigación sobre la acumulación de materia seca y de nutrientes en maíz dulce, determinaron la acumulación de macro (N, P, K, Ca, Mg, S) y micronutrientes (B, Cu, Mn, Fe e Zn) en cada parte de la planta, implemento un diseño experimental de bloques completos al azar con nueve tratamientos que correspondieron a las épocas de cosecha de las plantas (20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 e 100 días después de la emergencia) e cuatro repeticiones. El autor encontró que la extracción total de nutrientes por el cultivo fueron 306,8; 46,2; 406,3; 39,0; 33,4 e 23,1 kg ha⁻¹ de N, P, K, Ca, Mg e S, respectivamente; y de 213,6; 118,4; 3.360,0; 784,0 e 684,0 g ha⁻¹ de B, Cu, Fe, Mn y Zn, respectivamente. Asimismo, señala que la dinámica de la acumulación de nutrientes por el maíz superdulce siguió el orden decreciente: K > N > P > Ca > Mg > S > Fe > Mn > Zn > B > Cu. Con respecto a la exportación de nutrientes, el autor señala que las cantidades presentes en la mazorca al momento de la cosecha, o sea, en el estadio R3, fueron en el orden de 103,0; 19,0; 104,5; 3,4; 9,90; y 7,3 kg ha⁻¹ de N, P, K, Ca, Mg y S, respectivamente; y de 64,0; 33,6; 632; 184 y 320 g ha⁻¹ de B, Cu, Fe, Mn y Zn, respectivamente.

Remache et al. (2017), con el objetivo de evaluar la eficiencia de la fertilización nitrogenada y la variación en la absorción de macronutrientes como consecuencia de la aplicación de 4 dosis de nitrógeno (0, 66, 132 y 198 kg ha⁻¹) en un híbrido de maíz, durante la época seca, en Patricia Pilar, provincia de Los Ríos, Ecuador, aplicaron un diseño de bloques completos al azar con 4 repeticiones y los promedios comparados mediante la prueba de Tukey ($p < 0,05$); y evaluaron cada 15 días, para valorar la producción de la materia seca total (MS) y la concentración de nutrientes. Los autores observaron que, la aplicación de 132 kg ha⁻¹ de N mejoró la absorción de N, P, K, Mg y S, mas no la de Ca. Indican también que, la tasa de absorción de los nutrientes varió de acuerdo al elemento: el K se absorbió en mayor proporción en la etapa vegetativa (80%) al igual que el N (50%); mientras que el P, fue mayor (60%) en la etapa reproductiva. Las cantidades absorbidas de Ca, Mg y S siguió la tendencia de la producción de materia seca. Asimismo, se observó que con la dosis de 132 kg ha⁻¹ de N hubo una mayor eficiencia de recuperación de N (0,5 kg kg⁻¹) e incremento en la absorción de CaO y MgO (20,4 y 18,4 kg ha⁻¹, respectivamente). Cuando se aplicó la dosis

de 198 kg ha⁻¹ de N se mejoró la extracción de P₂O₅ (39,1 kg ha⁻¹), K₂O (35,8 kg ha⁻¹) y S (3,0 kg ha⁻¹). Concluyen que el híbrido respondió a dosis de N mayores de 132 kg ha⁻¹.

Hasang et al. (2018) evaluaron la incidencia de la omisión de nutrientes, sobre la absorción de nutrientes, rendimiento y calidad de semilla, en la formación de un híbrido de maíz, y para ello emplearon siete tratamientos de omisión de N, P, K, Mg, S, Zn y B, uno de fertilización completa, uno bajo recomendación técnica y un testigo absoluto. Como resultado encontraron que el mayor rendimiento fue de 2 134 kg ha⁻¹ de semilla obtenido con la omisión de S, las omisiones no afectaron el vigor de la semilla y las EA fueron 6,31 kg kg⁻¹ de N; 19,05 kg kg⁻¹ de P; 12,64 kg kg⁻¹ de K; 9,31 kg kg⁻¹ de S; 15,30 kg kg⁻¹ de Mg; 25,56 g kg⁻¹ de Zn y 144,44 g kg⁻¹ de B; las EAR fueron 0,29/N; 0,76/P, 0,65/K, 0,67/S, 0,42/Mg, 1,73/Zn y 7,79/B. También determinaron que la longitud y diámetro de mazorcas son limitadas por la omisión de K, siendo que las prioridades de nutrición de los parentales del híbrido de maíz, en la zona de Quevedo, tuvieron la secuencia P > N = Mg = K > Zn > B > S.

2.1.2. Antecedentes Nacionales

Pérez y Vásquez (2018), con el objetivo de evaluar el comportamiento de seis genotipos de maíz amarillo (*Zea mays* L.) bajo condiciones de temporal y riego, en el Centro Poblado de Yatún, Cutervo, Cajamarca, entre ellos el Chuska INIA 617, implementó el diseño de bloques completos al azar y con tres repeticiones. Los autores observaron que, en condiciones de riego, el genotipo Chuska INIA 617 produjo el menor rendimiento obteniendo un valor de 4246 kg ha⁻¹.

Martínez (2022), con el propósito de determinar la respuesta de tres densidades de siembra y de cuatro híbridos de maíz amarillo duro, implementó un experimento con arreglo de parcelas divididas, donde las parcelas fueron las densidades de siembra (50,000, 70,000 y 90,000 plantas por hectárea) y las subparcelas los híbridos de maíz (DK-7500, DK-7088, PM-213 y PM-X5). Como resultados observó que no hubo interacción entre densidades e híbridos. Refiere que para híbridos de maíz, también las diferencias fueron altamente significativas, siendo los híbridos DK-7500 y DK-7088, similares entre sí y con rendimientos para grano de 8,519 y 8,723 kg ha⁻¹, y menores a los obtenidos por los híbridos PM-213 y PM-X5 que alcanzaron rendimientos similares de 9,539 y 9,074 kg ha⁻¹; por otro lado, para los rendimientos de maíz chala, tampoco se observó interacción. Refiere además,

que los más altos rendimientos lo obtuvieron los híbridos PM-213 y PM-X5 en comparación a los híbridos DK-7500 y DK-7088.

Yesquén (2021), con el objetivo de evaluar agronómicamente cuatro genotipos de maíz en el valle de Pativilca utilizó el diseño en bloques completos al azar con cuatro tratamientos (DK 7088, DK 7508, XB 8010 y Marginal 28T) y cuatro bloques. Como resultados determinó que para la mayoría de las características de mazorca y rendimiento destacaron los genotipos DK 7508, DK 7088 y XB 8010, concluyendo que los genotipos DK 7508, DK 7088 y XB presentaron rendimientos similares entre sí, y superiores al Marginal 28T.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Generalidades del cultivo de maíz

Importancia del maíz

El maíz, cuyo centro de origen del maíz se extiende desde México hacia el Sur, recorriendo los Andes de Latinoamérica, es un cultivo que actualmente se encuentra ampliamente difundido en muchas regiones del mundo. El maíz es el segundo cultivo con mayor superficie cosechada, después del trigo, encontrándose cultivada en ambientes tropicales, subtropicales o templados. China es el principal productor en el mundo (21% del área mundial), seguido de los Estados Unidos (17%) y Brasil (9%) (FAOSTAT, 2021). El maíz, a pesar de ser una especie adaptada a climas cálidos, en los climas templados y templados cálidos ha obtenido mayor productividad (Satorre y Andrade, 2023).

Con respecto al destino de la producción de los granos de maíz, esta es orientada principalmente hacia su uso en la industria de alimentos y en la alimentación animal en la producción de carnes, huevos y leche. Una pequeña fracción es orientada hacia el consumo humano, principalmente en la agricultura familiar (Satorre y Andrade, 2023).

Cambios en la conducción del cultivo de maíz

Los avances en el mejoramiento genético del maíz han traído como consecuencia, la modificación en la conducción del cultivo, tales como las fechas de siembra, densidades, fertilizaciones, riegos, entre otros. Todo ello conduce a tomar decisiones acertadas, a fin de asegurar la productividad y rentabilidad del cultivo (Satorre y Andrade, 2023).

Requerimientos nutricionales del cultivo de maíz

Los requerimientos nutricionales del cultivo de maíz se han visto modificados a partir de la liberación de nuevos materiales genéticos con mayor potencial de rendimiento, los que presentan diferentes tasas de absorción de los nutrientes, ya que el nivel de rendimiento de grano es el factor principal que define la extracción de nutrientes (García et al., 2023).

García et al. (2023) refieren que la extracción de nutrientes en el cultivo de maíz, por cada tonelada de grano producido es de 16.9 – 23,8 kg de nitrógeno; 2,7 - 4,5 kg de fósforo; 14,0 – 20,4 kg de potasio; 2,9 kg de Calcio; 3,4 – 4,9 kg de magnesio; y 1,7 – 2,2 kg de azufre.

2.2.2 Los macronutrientes

Las plantas son autótrofas y es por ello que utilizan compuestos inorgánicos presentes en la naturaleza, construyendo su propia materia y estructuras químicas. Además, requieren de la luz, temperatura y humedad, que son factores determinantes en el crecimiento vegetal. De esos compuestos inorgánicos, 13 nutrientes esenciales son obtenidos del suelo, de los cuales seis son requeridos en grandes cantidades como son el nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio y azufre, las que se encuentran en cantidades mayores al 0,05% en peso seco, y que son considerados como macronutrientes (Navarro y Navarro, 2015).

2.2.2.1 Factores que afectan al contenido de nutrientes en las plantas

Los principales factores que afectan el contenido de nutrientes esenciales en los tejidos vegetales son: a) genotipo de la planta; b) disponibilidad de nutrientes en el suelo, y c) el momento fenológico o edad de la planta (Gárate y Bonilla, 2013).

Genotipo de la planta. Los contenidos de nutrientes entre las especies vegetales varían. Esas variaciones se fundamentan en las diferencias que se presentan en el metabolismo y en la constitución genética de la planta; así, por ejemplo, existen diferencias en la demanda de B y Ca de la pared celular. De igual manera, el contenido de boro en la materia seca de hojas maduras y crecidas en las mismas condiciones, es de $3.0 \mu\text{g g}^{-1}$ en el trigo y de $5.0 \mu\text{g g}^{-1}$ en el arroz, $25 \mu\text{g g}^{-1}$ en la soya y $34 \mu\text{g g}^{-1}$ en el girasol (Gárate y Bonilla, 2013).

Disponibilidad de nutrientes en el suelo. El suelo es el soporte natural de las plantas, y es al mismo tiempo el reservorio de agua y de los nutrientes minerales. Por lo tanto, el

desarrollo óptimo de un cultivo viene genéticamente determinado, al igual que su capacidad para absorber nutrientes del medio externo. Esa capacidad de absorber nutrientes está limitada por la disponibilidad de los nutrientes en el medio y, también, por otros factores como el estrés. Es por ello que saber qué cantidad total de un nutriente hay en el suelo resulta casi siempre sin importancia. En el caso del hierro, por ejemplo, en casi todos los suelos existen cantidades elevadas de Fe (es el cuarto elemento más abundante de la corteza terrestre); sin embargo, en la solución suelo la concentración de Fe^{3+} libre, salvo contadas excepciones, es menor a 10^{-9} M, y lo mismo sucede con otros elementos. En consecuencia, la planta sólo aprovecha una pequeña cantidad del total de nutrientes presentes en el suelo. A ese elemento se le conoce como elemento disponible o asimilable (Menguel y Kirkby, 2000; Meléndez y Molina, 2002; Gárate y Bonilla, 2013).

Momento fenológico y órgano de la planta. La edad fisiológica de la planta y la parte de la planta son, después del aporte de nutrientes, los factores que más afectan al contenido de nutrientes en el tejido vegetal. En la medida en que la planta va alcanzando la madurez, se va produciendo una disminución en la concentración de nutrientes (contenido en peso seco); y ello ocurre porque hay un aumento relativo del porcentaje de peso seco del material estructural, la pared celular y la lignina, y de los compuestos de reserva, como el almidón. La distribución de los fotoasimilados o fotosintatos es clave para el índice de cosecha y está relacionado con la distribución de la fuente y sumidero. En las plantas cultivadas en las que se cosechan frutos, semillas o tubérculos, los efectos de la adición de nutrientes en el índice de cosecha son, con frecuencia, el reflejo de las limitaciones del sumidero, causadas por un aporte deficiente o excesivo de nutrientes durante un período crítico del desarrollo de la planta, como puede ser al inicio de la floración y la polinización o al inicio de la tuberización. Los órganos reproductivos y los de reserva, normalmente presentan contenidos minerales estables en comparación con los órganos vegetativos, que reflejan mejor las variaciones en el aporte externo de nutrientes. En por ello, que la hoja es el órgano que refleja el estado nutricional de la planta, de ahí que sea el más utilizado en el análisis vegetal (Menguel y Kirkby, 2000; Gárate y Bonilla, 2013).

2.2.2.2 Demanda de nutrientes

El maíz es un cultivo que requiere de grandes cantidades de nutrientes debido a que produce un abundante volumen de materia seca. Una parte importante del nitrógeno y del fósforo (60 % de ambos) se concentra en los granos; en tanto que gran parte del potasio (79%) queda en las hojas, tallos, corontas y raíces, las que pueden ser devueltas al terreno a través de la incorporación de rastrojos (Saavedra y Gonzales, 2014).

2.2.2.3 Principales macronutrientes en estudio

Nitrógeno: El nitrógeno es el elemento mineral que las plantas lo requieren en mayores cantidades. Sirve como constituyente de muchos componentes celulares vegetales, incluida la clorofila, los aminoácidos y ácidos nucleicos. Por tanto, la deficiencia de nitrógeno inhibe rápidamente el crecimiento de las plantas. Si esta deficiencia persiste, la mayoría de las especies muestran clorosis (coloración amarillenta de las hojas), especialmente en las hojas más viejas, cerca de la base de la planta. En caso de deficiencia severas de nitrógeno, estas hojas se vuelven completamente amarillas (o marrones) y se caen de la planta. Es posible que las hojas más jóvenes no muestren inicialmente estos síntomas, ya que es posible que se absorba nitrógeno movilizados a partir de las hojas más viejas. Por lo tanto, una planta con deficiencia de nitrógeno puede tener hojas superiores de color verde claro y hojas inferiores amarillas o marrón (Gárate y Bonilla, 2013).

Cuando la deficiencia de nitrógeno ocurre lentamente, las plantas pueden tener tallos pronunciadamente delgados y a menudo leñosos. Ese carácter leñoso puede deberse a una acumulación de exceso de carbohidratos, que no pueden utilizarse en la síntesis de aminoácidos u otros compuestos nitrogenados. Los Carbohidratos no utilizados en el metabolismo del nitrógeno también se puede utilizar en la síntesis de antocianinas, lo que lleva a la acumulación de este pigmento. Esta condición se revela por el color violeta de hojas, pecíolos y tallos de plantas deficientes en nitrógeno, de algunas especies como el tomate o algunas variedades de maíz (Gárate y Bonilla, 2013).

En el cultivo de maíz, la demanda por el nitrógeno aumenta conforme la planta se va desarrollando. Así, cuando se aproxima el momento de la floración, la absorción de este elemento se intensifica, de tal forma que cuando aparecen las flores femeninas, la planta ya ha absorbido más de la mitad del total extraído durante todo el ciclo. Los híbridos de alto

rendimiento en grano extraen 30 kg de nitrógeno por cada tonelada de grano producido (Deras, 2020)

Fósforo: El fósforo (como fosfato, PO_4^{3-}) es un componente integral de compuestos importantes en las células vegetales, incluidos los azúcares fosfato, intermediarios de la respiración y la fotosíntesis, así como los fosfolípidos que forman las membranas de las plantas. También es un componente de los nucleótidos utilizados en el metabolismo energético de las plantas (como ATP) y en el ADN y el ARN (Taiz et al., 2017).

Los síntomas característicos de la deficiencia de fósforo incluyen retraso en el crecimiento de toda la planta y un color verde oscuro de las hojas, que pueden estar malformadas y contener pequeñas áreas de tejido muerto llamadas manchas necróticas. Al igual que con la deficiencia de nitrógeno, algunas especies pueden producir un exceso de antocianinas en caso de deficiencia de fósforo, lo que da a las hojas un color ligeramente violáceo. A diferencia de la deficiencia de nitrógeno, la coloración violeta no está asociada con clorosis. De hecho, las hojas pueden tener un color oscuro, verdoso-violeta. Los síntomas adicionales de la deficiencia de fósforo incluyen la producción de tallos delgados (pero no leñosos) y la muerte de las hojas más viejas. La maduración de las plantas también puede retrasarse (Taiz et al., 2017).

A pesar de que la cantidad de fósforo presente en la planta de maíz es menor en comparación con el nitrógeno y el potasio, resulta ser un elemento clave para la nutrición del maíz. Las mayores concentraciones se presentan en los tejidos jóvenes, y es un elemento muy importante para un buen desarrollo radicular. La cantidad de fósforo extraída es de 10 kg por tonelada de grano cosechado (Deras, 2020).

Potasio: El potasio, presente en las plantas como catión K^+ , desempeña un papel importante en la regulación del potencial osmótico de las células vegetales. También activa muchas enzimas implicadas en la respiración y la fotosíntesis. El primer síntoma visible de la deficiencia de potasio es la clorosis marginal o parcheada, que luego progresa a necrosis, con mayor aparición en los ápices, márgenes y entre las nervaduras de las hojas. En muchas monocotiledóneas, estas lesiones necróticas pueden formarse primero en los ápices y márgenes de las hojas y luego extenderse hacia la base. Debido a que el potasio puede removilizarse hacia las hojas más jóvenes, estos síntomas aparecen inicialmente en las hojas más maduras en la base de la planta. Las hojas también pueden curvarse y arrugarse. Los

tallos de las plantas con deficiencia de potasio pueden ser delgados y débiles, con entrenudos anormalmente cortos. En el maíz con deficiencia de potasio, las raíces pueden tener una mayor susceptibilidad a los hongos de pudrición de la raíz presentes en el suelo; esta susceptibilidad, junto con los efectos del tallo, resulta en una tendencia de la planta a caer fácilmente en el suelo (acame) (Taiz et al., 2017).

Calcio: El calcio tiene dos funciones distintas en las plantas: (1) una función estructural/apoplásica en la que el Ca^{2+} se une a grupos ácidos de lípidos de membrana (fosfo y sulfolípidos) y a enlaces cruzados entre pectinas, en particular en la laminilla media. que separa células recientemente divididas; y (2) una función de señalización, en la que el Ca^{2+} actúa como mensajero secundario que inicia las respuestas de las plantas a los estímulos ambientales. De esta manera, regula muchos procesos celulares, desde el control de la transcripción y la supervivencia celular hasta la liberación de señales químicas (Taiz et al., 2017).

Los síntomas característicos de la deficiencia de calcio son las necrosis de regiones meristemáticas jóvenes, como los ápices de las raíces o las hojas jóvenes, en las que la división celular y la formación de la pared celular son más rápidas. La necrosis en plantas de crecimiento lento puede estar precedida por clorosis generalizada y curvatura hacia abajo de las hojas jóvenes. Las hojas tiernas también pueden aparecer deformadas. El sistema de raíces de una planta con deficiencia de calcio puede ser de color marrón, corto y muy ramificado. Puede haber una fuerte reducción en el crecimiento si las regiones meristemáticas de la planta muriesen prematuramente (Taiz et al., 2017).

Magnesio: En las células vegetales, los iones de magnesio tienen un papel específico en la activación de enzimas implicadas en la respiración, la fotosíntesis y la síntesis de ADN y ARN. El Magnesio forma parte de la estructura del anillo de la molécula de clorofila. Un síntoma característico de la deficiencia de magnesio es la clorosis entre las venas de las hojas, que ocurre primero en las hojas más viejas, debido a la movilidad de este catión. Este patrón de clorosis se produce porque la clorofila en los haces vasculares permanece sin cambios durante períodos más largos que la de las células entre los haces. Si la deficiencia es extensa, las hojas pueden volverse amarillas o blancas. Un síntoma adicional de la deficiencia de magnesio puede ser la senescencia y la abscisión prematura de las hojas (Bernal y Espinoza, 2003).

Azufre: El azufre se encuentra en ciertos aminoácidos (cistina, cisteína y metionina) y es un constituyente de varias coenzimas y vitaminas, como la coenzima A, S-adenosil metionina, biotina, vitamina B1 y ácido pantoténico, que son esenciales para metabolismo (Taiz et al., 2017).

Muchos de los síntomas de deficiencia del azufre son similares a los de la deficiencia de nitrógeno, como son la clorosis, la reducción del crecimiento y la acumulación de antocianinas. Esa similitud ocurre porque el azufre y el nitrógeno son constituyentes de las proteínas. Sin embargo, la clorosis causada por deficiencia de azufre suele aparecer inicialmente en hojas jóvenes y maduras y no en hojas viejas como ocurre con la deficiencia de nitrógeno. Esto sucede porque el azufre, a diferencia del nitrógeno, no se remobiliza fácilmente hacia las hojas jóvenes en la mayoría de las especies. Sin embargo, en muchas especies de plantas, la clorosis por falta de azufre puede ocurrir simultáneamente en todas las hojas, o incluso comenzar en las hojas más viejas (Taiz et al., 2017).

La cantidad de azufre que se puede encontrar en las plantas varían entre 0,1 y 1% en base a peso seco. Esos valores dependerán del contenido en el suelo, así como de las necesidades fisiológicas de cada especie. Menores cantidades se encuentran en gramíneas; y mayores cantidades en leguminosas y crucíferas (Navarro y Navarro, 2015).

2.3 Definición de término básicos

Híbrido de maíz: un híbrido de maíz es el resultado de la fecundación de plantas de maíz genéticamente no emparentadas. A la planta que produce la semilla se le considera como hembra o de semilla, en tanto que la planta que proporciona el polen para fecundar a la hembra se denominada macho o de polen (MacRobert et al., 2015).

Genotipo: Es la composición genética de un organismo, es la suma total de sus genes, tanto dominantes como recesivos (Reyes, 2002).

Fuente: Cualquier órgano exportador capaz de producir productos fotosintéticos más allá de sus propias necesidades, como una hoja madura o un órgano de reserva (Taiz et al., 2017).

Sumidero: Cualquier órgano que importe fotosintatos, incluidos los órganos que no tienen suficiente producción fotosintética para sustentar su propio crecimiento o necesidades de reserva, como raíces, tubérculos, frutos en desarrollo y hojas inmaduras (Taiz et al., 2017).

Coefficiente de determinación: El coeficiente de determinación es la relación entre la varianza de la variable explicada por la regresión y la varianza total. El coeficiente de determinación refleja la bondad del ajuste de un modelo a la variable que se pretende explicar. El coeficiente de determinación varía entre 0 y 1; y cuanto más cercano se encuentre a 1, mejor será el ajuste del modelo a la variable que estamos intentando explicar. De manera contraria, cuanto más cerca se encuentre a cero, menos ajustado estará al modelo y, por tanto, los resultados serán menos fiable (López, 2020).

Coefficiente de variación: El coeficiente de variación es una medida estadística que indica la dispersión relativa de un conjunto de datos; es decir, explica en como los datos se dispersan poco, más o menos que otra con respecto a la media (Marco, 2020).

2.3 Hipótesis de investigación

2.3.1 Hipótesis General

No existen diferencias en la extracción de nutrientes y producción en los tres genotipos de maíz en condiciones del Valle de Huaura.

2.3.2 Hipótesis Específicas

- a. No existen diferencias en el contenido porcentual de macronutrientes en los diferentes órganos de la planta en los tres genotipos de maíz en condiciones del Valle de Huaura.
- b. No existen diferencias en la extracción de nutrientes en los tres genotipos de maíz en condiciones del Valle de Huaura.
- c. No existen diferencias en la producción en los tres genotipos de maíz en condiciones del Valle de Huaura.

2.4 Operacionalización de las variables

La construcción de la operacionalización de las variables siguió el formato establecido por Espinoza (2019).

Tabla 1
Operacionalización de las variables

Concepto	Dimensión	Variables	Indicadores
Contenido porcentual de macronutrientes Extracción de nutrientes y producción de maíz	Nutrientes	N	g, %
		P	g, %
		K	g, %
		Ca	g, %
		Mg	g, %
		S	g, %
	Rendimiento	Rendimiento	t ha ⁻¹

CAPITULO III. METODOLOGÍA

3.1 Gestión del experimento

3.1.1 Ubicación

La presente investigación se llevó a cabo en la localidad de Ruquia, perteneciente al distrito y provincia de Huaura, región de Lima provincias, y localizada en las coordenadas 11°02'32" LS y 77°37'39" LO, a 60 msnm, durante los meses de setiembre del 2022 hasta julio del 2023.

3.1.2 Materiales, equipos e insumos

Materiales:

- Estacas de 50 cm de longitud
- Cordel de nylon
- Wincha de 50 m
- Cal, etc.

Equipos:

- Balanza con aproximación de 0,01 g
- Molino para triturar tejidos vegetales
- Estufa con circulación de aire
- Espectrofotómetro

Insumos:

- Semillas de maíz de los genotipos en estudio
- Fertilizantes inorgánicos (Urea, FDA y Cloruro de potasio)
- Insecticidas
- Fungicidas, etc.

3.1.3 Diseño experimental

Se utilizó el Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) con tres tratamientos y tres repeticiones. El esquema de análisis de varianza se muestra en la Tabla 2. Para la comparación de los promedios se aplicó la prueba de comparación múltiple de Tukey con una probabilidad del 5%.

Tabla 2
Análisis de varianza

Fuente de Variación	GL	SC	CM	Fcalc.
Bloque	2	SCBloq	CMBloq	
Tratamiento	2	SCTrat	CMTrat	
Error	4	SCe	CMe	
Total	8	SCtotal	-	

3.1.4 Tratamientos

Tabla 3
Tratamientos en estudio (Genotipos)

Clave	Tratamiento
T1	CHUSKA-INIA 617 (Variedad)
T2	DEKALB 7088 (Híbrido simple)
T3	DRAKO 212 (Híbrido triple)

3.1.5 Características del área experimental

Características de la unidad experimental:

- Longitud: 4,20 m
- Ancho: 3,00 m
- Distanciamiento entre surco: 0,75 m
- Distanciamiento entre golpe: 0,35 m
- Plantas por golpe de siembra: 3
- Número de surcos: 4

- Área: 12,60 m²

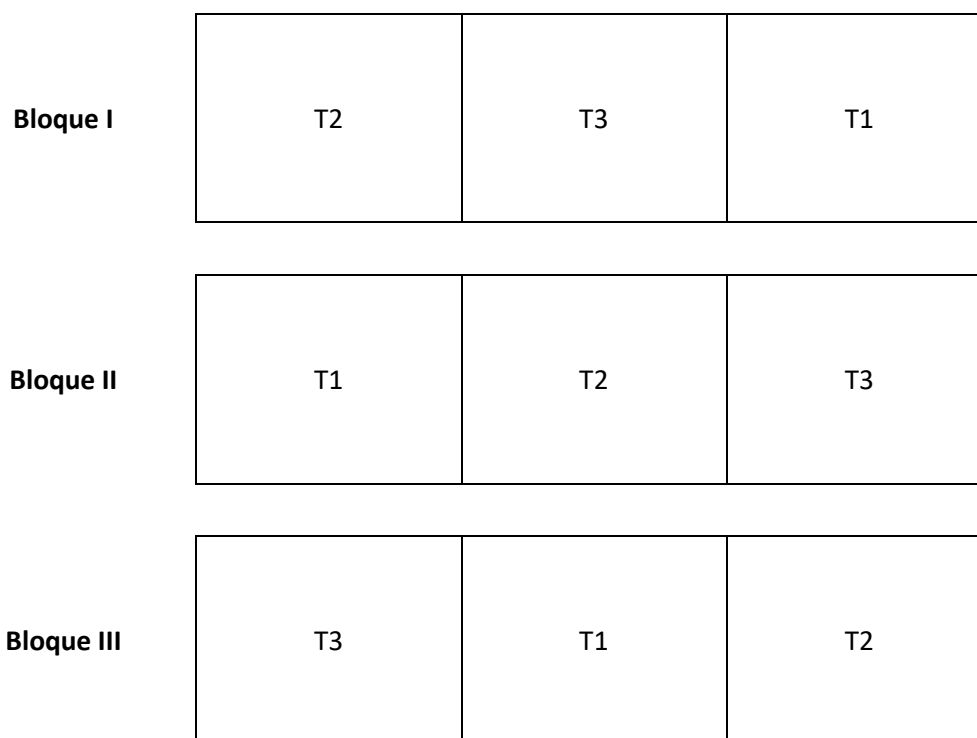
Características del bloque:

- Número de bloque: 3.0
- Área de bloque: 37,80 m²

Área Experimental:

- Área neta del experimento: 113,40 m²
- Área total del experimento: 160,60 m²

3.1.6 Croquis del área experimental



Leyenda

- T1 CHUSKA-INIA 617
- T2 DEKALB 7088
- T3 DRAKO 212

3.1.7 Variables a evaluar

Las evaluaciones se realizaron al inicio de la cosecha. Para ello, en cada unidad experimental se eligió al azar 10 plantas competitivas de los dos surcos centrales. Las plantas fueron separadas por órganos formados: hojas, tallos, granos y raíces. Luego fueron llevados a la estufa para su secado a 70°C por 72 horas, hasta alcanzar peso contante. Los resultados se expresaron en g.

Posteriormente, las hojas, tallos, raíces y granos serán enviados al Laboratorio de análisis foliar de la Universidad Nacional Agraria La Molina, para el análisis de los siguientes nutrientes:

- a) N
- b) P
- c) K
- d) Ca
- e) Mg
- f) S

3.1.8 Conducción del experimento

Preparación del terreno

Se eliminaron restos de maleza y posteriormente se procedió a la preparación del terreno. Esta labor se inició con el riego de machaco y cuando el suelo ya estuvo con la humedad adecuada se procedió a hacer el pase de arado de discos, luego grada y surcado a 0,75 m entre surcos.

Siembra

Antes de proceder a la siembra, la semilla se desinfectó con vencetho. La distancia de siembra fue a cada 0,35 m colocando en cada golpe de siembra cinco semillas. A los 15 días después de la siembra se hizo el desahije dejando solo tres plantas por golpe.

Riego

Los riegos fueron ligeros y frecuentes hasta la etapa vegetativa del cultivo, incrementándose la duración del riego en la etapa de floración, desarrollo y llenado de granos.

Control de malezas

El control de las malezas se realizó de forma manual. Las malezas predominantes fueron amor seco (*Bidens pilosa*), chamico (*Datura stramonium*), yuyo (*Amaranthus dubius*), grama dulce (*Cynodon dactylon*) y coquito (*Cyperus rotundus*).

Fertilización

La fertilización química se realizó en dos etapas. La primera se aplicó a los 15 días después de la siembra con la fórmula 100-140-100 de N-P₂O₅-K₂O, respectivamente. Las fuentes usadas fueron urea, FDA y cloruro de potasio. A los 45 días se aplicó el segundo abonamiento con 100-0-0 de N-P₂O₅-K₂O, respectivamente. Se aplicó solo urea.

Control fitosanitario

Se realizó en todo el ciclo del cultivo previa evaluación, principalmente para controlar a cogollero (*Spodoptera frugiperda*). Para el control de esta plaga se aplicaron productos a base cipermetrina y metomil.

Cosecha

La cosecha se realizó de forma manual cuando las mazorcas alcanzaron la madurez correspondiente.

3.2 Técnicas para el procesamiento de la información

Los datos recopilados en el campo fueron procesados a través del software estadístico Infostat versión estudiantil.

CAPITULO IV. RESULTADOS

4.1 Contenido de nutrientes en las hojas

4.1.1 Nitrógeno

En la Tabla 4 se presentan los resultados del análisis de varianza para contenido de nitrógeno en las hojas. Para bloques no se ha presentado diferencias estadísticas; en tanto que para tratamientos sí se presentó diferencias estadísticas. Ello quiere decir que al menos se puede encontrar diferencias estadísticas entre dos genotipos.

En promedio, se puede decir que en las hojas se puede encontrar un contenido de 1,34% de nitrógeno con un coeficiente de variabilidad de 4,57%, considerado como aceptable para trabajos de campo según Pimentel (2015).

Tabla 4

Análisis de varianza para contenido de nitrógeno en las hojas.

FV	GL	SC	CM	Fc	Pr>Fc
Genotipo	2	0,078	0,039	10,456 *	0,026
Bloque	2	0,052	0,026	6,938 ns	0,050
Error experimental	4	0,015	0,004		
Total	8	0,145			

ns: no significativo; *: significativo al 5% de probabilidad

CV: 4,57%

\bar{X} : 1,34%

Para comprobar la existencia de diferencias estadísticas entre los diferentes genotipos se procedió a realizar la prueba de comparación múltiple de Tukey al 5%. Según esta prueba, no se presentaron diferencias estadísticas entre los genotipos Dekalb 7088 y Chuska -INIA 617; de igual manera, tampoco se presentaron diferencias estadísticas entre Chuska -INIA 617 y Drako 212. El mayor contenido de N en las hojas lo obtuvo el Dekalb 7088 con 1,42%; y el menor, le correspondió a Drako 212 con 1,21%

Tabla 5

Prueba de Tukey al 5% para contenido de nitrógeno en las hojas.

Genotipos	Nitrógeno (%)	
Dekalb 7088	1,420	a
Chuska - INIA 617	1,380	a
Drako 212	1,210	b

Promedios con la misma letra no son diferentes

4.1.2 Fósforo

En la Tabla 6 se presenta los resultados del análisis de varianza para contenido de fósforo en las hojas. Para bloques no se ha presentado diferencias estadísticas; en tanto que para tratamientos sí se presentó diferencias estadísticas. Este resultado indica que al menos se puede encontrar diferencias estadísticas entre dos genotipos.

En promedio, se puede decir que en las hojas se puede encontrar un contenido de 0,17% de fósforo con un coeficiente de variabilidad de 11,00%, considerado como aceptable para trabajos de campo según Pimentel (2015).

Tabla 6
Análisis de varianza para contenido de fósforo en las hojas.

FV	GL	SC	CM	Fc	Pr>Fc
Genotipo	2	0,006	0,003	8.930 *	0,033
Bloque	2	0,000	0,000	0.226 ns	0,807
Error experimental	4	0,001	0,000		
Total	8	0,008			

ns: no significativo; *: significativo al 5% de probabilidad

CV: 11,00%

\bar{x} : 0,17

Para comprobar la existencia de diferencias estadísticas entre los diferentes genotipos se procedió a realizar la prueba de comparación múltiple de Tukey al 5%. Según esta prueba, no se presentaron diferencias estadísticas entre los genotipos Chuska -INIA 617 y Drako 212; de igual manera, tampoco se presentaron diferencias estadísticas entre Drako 212 y Dekalb 7088. El mayor contenido de fósforo en las hojas lo obtuvo el Chuska -INIA 617 con 0,203%; y el menor, le correspondió a Dekalb 7088 con 0,14%.

Tabla 7
Prueba de Tukey al 5% para contenido de fósforo en las hojas.

Genotipos	Fósforo (%)	
Chuska - INIA 617	0,203	a
Drako 212	0,163	a
Dekalb 7088	0,140	b

Promedios con la misma letra no son diferentes

4.1.3 Potasio

En la Tabla 8 se presenta los resultados del análisis de varianza para contenido de potasio en las hojas. Para bloques no se ha presentado diferencias estadísticas; en tanto que para tratamientos sí se presentó diferencias estadísticas. Este resultado indica que al menos se puede encontrar diferencias estadísticas entre dos genotipos.

En promedio, se puede decir que en las hojas se puede encontrar un contenido de 1,18% de potasio con un coeficiente de variabilidad de 5,88%, considerado como aceptable para trabajos de campo según Pimentel (2015).

Tabla 8
Análisis de varianza para contenido de potasio en las hojas.

FV	GL	SC	CM	Fc	Pr>Fc
Genotipo	2	0,068	0,034	7.111 *	0,048
Bloque	2	0,014	0,007	1.457 ns	0,335
Error experimental	4	0,019	0,005		
Total	8	0,102			

ns: no significativo; *: significativo al 5% de probabilidad

CV: 5,88%

\bar{x} : 1,18

Para comprobar la existencia de diferencias estadísticas entre los diferentes genotipos se procedió a realizar la prueba de comparación múltiple de Tukey al 5%. Según esta prueba, no se presentaron diferencias estadísticas entre los genotipos Drako 212 y Chuska -INIA 617; de igual manera, tampoco se presentaron diferencias estadísticas entre Chuska -INIA 617 y Dekalb 7088. El mayor contenido de potasio en las hojas lo obtuvo el Drako 212 con 1,266%; y el menor, le correspondió a Dekalb 7088 con 1,060%

Tabla 9
Prueba de Tukey al 5% para contenido de potasio en las hojas.

Genotipos	Potasio (%)		
Drako 212	1,266	a	
Chuska - INIA 617	1,210	a	b
Dekalb 7088	1,060		b

Promedios con la misma letra no son diferentes

4.1.4 Calcio

En la Tabla 10 se presentan los resultados del análisis de varianza para contenido de calcio en las hojas. Para bloques no se ha presentado diferencias estadísticas; en tanto que para tratamientos sí se presentó diferencias estadísticas. Este resultado indica que al menos se puede encontrar diferencias estadísticas entre dos genotipos.

En promedio, se puede decir que en las hojas se puede encontrar un contenido de 1,18% de calcio con un coeficiente de variabilidad de 1,38%, considerado como aceptable para trabajos de campo según Pimentel (2015).

Tabla 10
Análisis de varianza para contenido de calcio en las hojas.

FV	GL	SC	CM	Fc	Pr>Fc
Genotipo	2	0,004	0,002	7.623 *	0,043
Bloque	2	0,000	0,000	0.500 ns	0,640
Error experimental	4	0,001	0,000		
Total	8	0,005			

ns: no significativo; *: significativo al 5% de probabilidad

CV: 1,38%

\bar{x} : 1,18

Para comprobar la existencia de diferencias estadísticas entre los diferentes genotipos se procedió a realizar la prueba de comparación múltiple de Tukey al 5%. Según esta prueba, no se presentaron diferencias estadísticas entre los tres genotipos estudiados. El mayor contenido de calcio en las hojas lo obtuvo el Drako 212 con 1,21%; y el menor, le correspondió a Chuska – INIA 617 con 1,163%

Tabla 11
Prueba de Tukey al 5% para contenido de calcio en las hojas.

Genotipos	Calcio (%)
Drako 212	1,210 a
Dekalb 7088	1,167 a
Chuska - INIA 617	1,163 a

Promedios con la misma letra no son diferentes

4.1.5 Magnesio

En la Tabla 12 se presentan los resultados del análisis de varianza para contenido de magnesio en las hojas. No se ha presentado diferencias estadísticas tanto para tratamientos como para los bloques.

En promedio, se puede decir que en las hojas se puede encontrar un contenido de 0,32% de magnesio con un coeficiente de variabilidad de 9,84%, considerado como aceptable para trabajos de campo según Pimentel (2015).

Tabla 12

Análisis de varianza para contenido de magnesio en las hojas.

FV	GL	SC	CM	Fc	Pr>Fc
Genotipo	2	0,000	0,000	0.080 ns	0,093
Bloque	2	0,006	0,003	3.318 ns	0,141
Error experimental	4	0,004	0,001		
Total	8	0,011			

ns: no significativo

CV: 9,84%

\bar{x} : 0,32%

Para comprobar la existencia de diferencias estadísticas entre los diferentes genotipos se procedió a realizar la prueba de comparación múltiple de Tukey al 5%. Según esta prueba, no se presentaron diferencias estadísticas entre los tres genotipos estudiados. El mayor contenido de magnesio en las hojas lo obtuvo el Dekalb 7088 con 0,323%; y el menor, le correspondió a Chuska – INIA 617 con 0,313%.

Tabla 13

Prueba de Tukey al 5% para contenido de magnesio en las hojas.

Genotipos	Magnesio (%)
Dekalb 7088	0,323 a
Drako 212	0,316 a
Chuska - INIA 617	0,313 a

Promedios con la misma letra no son diferentes

4.1.6 Azufre

En la Tabla 14 se presentan los resultados del análisis de varianza para contenido de azufre en las hojas. No se ha presentado diferencias estadísticas tanto para tratamientos como para los bloques.

En promedio, se puede decir que en las hojas se puede encontrar un contenido de 0,37% de azufre con un coeficiente de variabilidad de 10,47%, considerado como aceptable para trabajos de campo según Pimentel (2015).

Tabla 14

Análisis de varianza para contenido de azufre en las hojas.

FV	GL	SC	CM	Fc	Pr>Fc
Genotipo	2	0,015	0,008	5.081 ns	0,080
Bloque	2	0,001	0,001	0.360 ns	0,718
Error experimental	4	0,006	0,002		
Total	8	0,022			

ns: no significativo

CV: 10,47%

\bar{x} : 0,37

Para comprobar la existencia de diferencias estadísticas entre los diferentes genotipos se procedió a realizar la prueba de comparación múltiple de Tukey al 5%. Según esta prueba, no se presentaron diferencias estadísticas entre los tres genotipos estudiados. El mayor contenido de azufre en las hojas lo obtuvo el Chuska – INIA 617 con 0,416%; y el menor, le correspondió a Dekalb 7088 con 0,316%

Tabla 15

Prueba de Tukey al 5% para contenido de azufre en las hojas.

Genotipos	Azufre (%)
Chuska - INIA 617	0,416 a
Drako 212	0,380 a
Dekalb 7088	0,316 a

Promedios con la misma letra no son diferentes

4.2 Contenido de nutrientes en los tallos

4.2.1 Nitrógeno

En la Tabla 16 se presentan los resultados del análisis de varianza para contenido de nitrógeno en los tallos. Para bloques no se ha presentado diferencias estadísticas; en tanto que para tratamientos sí se presentó diferencias estadísticas. Ello quiere decir que al menos se puede encontrar diferencias estadísticas entre dos genotipos.

En promedio, se puede decir que en los tallos se puede encontrar un contenido de 0,38% de nitrógeno con un coeficiente de variabilidad de 15,15%, considerado como aceptable para trabajos de campo según Pimentel (2015).

Tabla 16

Análisis de varianza para contenido de nitrógeno en los tallos.

FV	GL	SC	CM	Fc	Pr>Fc
Genotipo	2	0,068	0,034	10.078 *	0,027
Bloque	2	0,022	0,011	3.185 ns	0,149
Error experimental	4	0,014	0,003		
Total	8	0,104			

ns: no significativo; *: significativo al 5% de probabilidad

CV: 15,15%

\bar{x} : 0,38%

Para comprobar la existencia de diferencias estadísticas entre los diferentes genotipos se procedió a realizar la prueba de comparación múltiple de Tukey al 5%. Según esta prueba, no se presentaron diferencias estadísticas entre los genotipos Chuska -INIA 617 y Drako 212; de igual manera, tampoco se presentaron diferencias estadísticas entre Drako 212 y Dekalb 7088. El mayor contenido de nitrógeno en las hojas lo obtuvo el Chuska -INIA 617 con 0,503%; y el menor, le correspondió a Dekalb 7088 con 0,297%

Tabla 17

Prueba de Tukey al 5% para contenido de nitrógeno en los tallos.

Genotipos	Nitrógeno (%)	
Chuska - INIA 617	0,503	a
Drako 212	0,353	a b
Dekalb 7088	0,297	b

Promedios con la misma letra no son diferentes

4.2.2 Fósforo

En la Tabla 6 se presenta los resultados del análisis de varianza para contenido de fósforo en los tallos. Para bloques no se ha presentado diferencias estadísticas; en tanto que para tratamientos sí se presentó diferencias estadísticas. Este resultado indica que al menos se puede encontrar diferencias estadísticas entre dos genotipos.

En promedio, se puede decir que en los tallos se puede encontrar un contenido de 0,11% de fósforo con un coeficiente de variabilidad de 28,86%, considerado como alto para trabajos de campo según Pimentel (2015), lo que indica que los resultados deben ser tomados con cautela.

Tabla 18
Análisis de varianza para contenido de fósforo en los tallos.

FV	GL	SC	CM	Fc	Pr>Fc
Genotipo	2	0,022	0,011	12.084 *	0,027
Bloque	2	0,001	0,000	0.371 ns	0,149
Error experimental	4	0,004	0,001		
Total	8	0,027			

ns: no significativo; *: significativo al 5% de probabilidad

CV: 28,86%

\bar{x} : 0,11%

Para comprobar la existencia de diferencias estadísticas entre los diferentes genotipos se procedió a realizar la prueba de comparación múltiple de Tukey al 5%. Según esta prueba, el genotipo Drako 212 presentó el mayor valor y fue superior estadísticamente a los otros genotipos. Entre los genotipos Chuska -INIA 617 y Dekalb 7088 no se presentaron diferencias estadísticas. El mayor contenido de fósforo en las hojas lo obtuvo el Drako 212 con 0,153%; y el menor, le correspondió a Dekalb 7088 con 0,037%.

Tabla 19
Prueba de Tukey al 5% para contenido de fósforo en los tallos.

Genotipos	Fósforo (%)
Drako 212	0,153 a
Chuska - INIA 617	0,127 b
Dekalb 7088	0,037 b

Promedios con la misma letra no son diferentes

4.2.3 Potasio

En la Tabla 20 se presenta los resultados del análisis de varianza para contenido de potasio en los tallos. Para bloques no se ha presentado diferencias estadísticas; en tanto que para tratamientos sí se presentó diferencias estadísticas. Este resultado indica que al menos se puede encontrar diferencias estadísticas entre dos genotipos.

En promedio, se puede decir que en los tallos se puede encontrar un contenido de 2,99% de potasio con un coeficiente de variabilidad de 15,97%, considerado como aceptable para trabajos de campo según Pimentel (2015).

Tabla 20

Análisis de varianza para contenido de potasio en tallos.

FV	GL	SC	CM	Fc	Pr>Fc
Genotipo	2	0,679	0,340	1.491 *	0,027
Bloque	2	0,682	0,341	1.498 ns	0,149
Error experimental	4	0,911	0,228		
Total	8	2,273			

ns: no significativo; *: significativo al 5% de probabilidad

CV: 15,97%

\bar{x} : 2,99%

Para comprobar la existencia de diferencias estadísticas entre los diferentes genotipos se procedió a realizar la prueba de comparación múltiple de Tukey al 5%. Según esta prueba, no se presentaron diferencias estadísticas entre los tres genotipos. El mayor contenido de potasio en las hojas lo obtuvo el Drako 212 con 3,373%; y el menor, le correspondió a Chuska - INIA 617 con 2,753%.

Tabla 21

Prueba de Tukey al 5% para contenido de potasio en los tallos.

Genotipos	Potasio (%)
Drako 212	3,373 a
Dekalb 7088	2,837 a
Chuska - INIA 617	2,753 a

Promedios con la misma letra no son diferentes

4.2.4 Calcio

En la Tabla 22 se presentan los resultados del análisis de varianza para contenido de calcio en los tallos. Para bloques y tratamientos no se ha presentado diferencias estadísticas.

En promedio, se puede decir que en los tallos se puede encontrar un contenido de 0,12% de calcio con un coeficiente de variabilidad de 25,23%, considerado como alto para trabajos de campo según Pimentel (2015), por lo que sus resultados deben ser tomados con cautela.

Tabla 22
Análisis de varianza para contenido de calcio en los tallos

FV	GL	SC	CM	Fc	Pr>Fc
Genotipo	2	0,000	0,000	0.269 ns	0,77
Bloque	2	0,006	0,003	3.731 ns	0,13
Error experimental	4	0,003	0,001		
Total	8	0,010			

ns: no significativo

CV: 25,23%

\bar{x} : 0,12%

Para comprobar la existencia de diferencias estadísticas entre los diferentes genotipos se procedió a realizar la prueba de comparación múltiple de Tukey al 5%. Según esta prueba, no se presentaron diferencias estadísticas entre los tres genotipos estudiados. El mayor contenido de calcio en las hojas lo obtuvo el Drako 212 con 0,123%; y el menor, le correspondió a Dekalb 7088 con 0,107%.

Tabla 23
Prueba de Tukey al 5% para contenido de calcio en los tallos.

Genotipos	Calcio (%)
Drako 212	0,123 a
Chuska - INIA 617	0,120 a
Dekalb 7088	0,107 a

Promedios con la misma letra no son diferentes

4.2.5 Magnesio

En la Tabla 24 se presentan los resultados del análisis de varianza para contenido de magnesio en los tallos. No se ha presentado diferencias estadísticas tanto para tratamientos como para los bloques.

En promedio, se puede decir que en los tallos se puede encontrar un contenido de 0,10% de magnesio con un coeficiente de variabilidad de 24,63%, considerado como alto para trabajos de campo según Pimentel (2015), por lo que sus resultados deben ser tomados con cautela.

Tabla 24

Análisis de varianza para contenido de magnesio en los tallos.

FV	GL	SC	CM	Fc	Pr>Fc
Genotipo	2	0,001	0,001	0.941 ns	0,462
Bloque	2	0,005	0,003	4.647 ns	0,091
Error experimental	4	0,002	0,001		
Total	8	0,009			

ns: no significativo

CV: 24,63%

\bar{x} : 0,10%

Para comprobar la existencia de diferencias estadísticas entre los diferentes genotipos se procedió a realizar la prueba de comparación múltiple de Tukey al 5%. Según esta prueba, no se presentaron diferencias estadísticas entre los tres genotipos estudiados. El mayor contenido de magnesio en las hojas lo obtuvo el Drako 212 con 0,110%; y el menor, le correspondió a Dekalb 7088 con 0,083%.

Tabla 25

Prueba de Tukey al 5% para contenido de magnesio en los tallos.

Genotipos	Magnesio (%)	
Drako 212	0,110	a
Chuska - INIA 617	0,097	a
Dekalb 7088	0,083	a

Promedios con la misma letra no son diferentes

4.2.6 Azufre

En la Tabla 26 se presentan los resultados del análisis de varianza para contenido de azufre en los tallos. Para bloques no se ha presentado diferencias estadísticas; en tanto que para tratamientos sí se presentó diferencias estadísticas. Ello quiere decir que al menos se puede encontrar diferencias estadísticas entre dos genotipos.

En promedio, se puede decir que en los tallos se puede encontrar un contenido de 0,34% de azufre con un coeficiente de variabilidad de 18,47%, considerado como aceptable para trabajos de campo según Pimentel (2015).

Tabla 26

Análisis de varianza para contenido de azufre en los tallos.

FV	GL	SC	CM	Fc	Pr>Fc
Genotipo	2	0,234	0,117	29.277 **	0,004
Bloque	2	0,055	0,028	6.896 ns	0,051
Error experimental	4	0,016	0,004		
Total	8	0,305			

ns: no significativo; **: significativo al 1% de probabilidad

CV: 18,47%

\bar{x} : 0,34%

Para comprobar la existencia de diferencias estadísticas entre los diferentes genotipos se procedió a realizar la prueba de comparación múltiple de Tukey al 5%. Según esta prueba, el genotipo Drako 212 fue superior estadísticamente a los otros genotipos. Entre los genotipos Dekalb 7088 y Chuska -INIA 617 no hubo diferencias estadísticas. El mayor contenido de azufre en las hojas lo obtuvo el Drako 212 con 0,570%; y el menor, le correspondió a Chuska -INIA 617 con 0,220%.

Tabla 27

Prueba de Tukey al 5% para contenido de azufre en los tallos.

Genotipos	Azufre (%)	
Drako 212	0,570	a
Dekalb 7088	0,237	b
Chuska - INIA 617	0,220	b

Promedios con la misma letra no son diferentes

4.3 Contenido de nutrientes en los granos

4.3.1 Nitrógeno

En la Tabla 28 se presentan los resultados del análisis de varianza para contenido de nitrógeno en los granos. Para bloques y tratamientos no se ha presentado diferencias estadísticas.

En promedio, se puede decir que en los granos se puede encontrar un contenido de 1,63% de nitrógeno con un coeficiente de variabilidad de 9,10%, considerado como aceptable para trabajos de campo según Pimentel (2015).

Tabla 28
Análisis de varianza para contenido de nitrógeno en los granos

FV	GL	SC	CM	Fc	Pr>Fc
Genotipo	2	0,223	0,112	5.073 ns	0,080
Bloque	2	0,036	0,018	0.823 ns	0,502
Error experimental	4	0,088	0,022		
Total	8	0,347			

ns: no significativo

CV: 9,10%

\bar{X} : 1,63%

Para comprobar la existencia de diferencias estadísticas entre los diferentes genotipos se procedió a realizar la prueba de comparación múltiple de Tukey al 5%. Según esta prueba, no se presentaron diferencias estadísticas entre los tres genotipos estudiados. El mayor contenido de nitrógeno en los granos lo obtuvo el Drako 212 con 1,850%; y el menor, le correspondió a Chuska - INIA 617 con 1,490%.

Tabla 29
Prueba de Tukey al 5% para contenido de nitrógeno en los granos.

Genotipos	Nitrógeno (%)	
Drako 212	1,850	a
Dekalb 7088	1,550	a
Chuska - INIA 617	1,490	a

Promedios con la misma letra no son diferentes

4.3.2 Fósforo

En la Tabla 30 se presentan los resultados del análisis de varianza para contenido de fósforo en los granos. Para bloques y tratamientos no se ha presentado diferencias estadísticas.

En promedio, se puede decir que en los granos se puede encontrar un contenido de 0,57% de fósforo con un coeficiente de variabilidad de 8,87%, considerado como aceptable para trabajos de campo según Pimentel (2015).

Tabla 30

Análisis de varianza para contenido de fósforo en los granos

FV	GL	SC	CM	Fc	Pr>Fc
Genotipo	2	0,001	0,000	0.122 ns	0,888
Bloque	2	0,001	0,001	0.293 ns	0,761
Error experimental	4	0,010	0,003		
Total	8	0,012			

ns: no significativo

CV: 8,87%

\bar{x} : 0,57%

Para comprobar la existencia de diferencias estadísticas entre los diferentes genotipos se procedió a realizar la prueba de comparación múltiple de Tukey al 5%. Según esta prueba, no se presentaron diferencias estadísticas entre los tres genotipos estudiados. El mayor contenido de fósforo en los granos lo obtuvo el Dekalb 7088 con 0,580%; y el menor, le correspondió a Drako 212 con 0,560%.

Tabla 31

Prueba de Tukey al 5% para contenido de fósforo en los granos.

Genotipos	Fósforo (%)	
Dekalb 7088	0,580	a
Chuska - INIA 617	0,567	a
Drako 212	0,560	a

Promedios con la misma letra no son diferentes

4.3.3 Potasio

En la Tabla 32 se presentan los resultados del análisis de varianza para contenido de potasio en los granos. Para bloques y tratamientos no se ha presentado diferencias estadísticas.

En promedio, se puede decir que en los granos se puede encontrar un contenido de 0,76% de potasio con un coeficiente de variabilidad de 12,47%, considerado como aceptable para trabajos de campo según Pimentel (2015).

Tabla 32

Análisis de varianza para contenido de potasio en los granos

FV	GL	SC	CM	Fc	Pr>Fc
Genotipo	2	0,001	0,000	0.038 ns	0,963
Bloque	2	0,014	0,007	0.763 ns	0,524
Error experimental	4	0,036	0,009		
Total	8	0,050			

ns: no significativo

CV: 12,47%

\bar{x} : 0,76%

Para comprobar la existencia de diferencias estadísticas entre los diferentes genotipos se procedió a realizar la prueba de comparación múltiple de Tukey al 5%. Según esta prueba, no se presentaron diferencias estadísticas entre los tres genotipos estudiados. El mayor contenido de potasio en los granos lo obtuvo el Chuska - INIA 617 con 0,773%; y el menor, le correspondió a Drako 212 con 0,753%.

Tabla 33

Prueba de Tukey al 5% para contenido de potasio en los granos.

Genotipos	Potasio (%)	
Chuska - INIA 617	0,773	a
Dekalb 7088	0,757	a
Drako 212	0,753	a

Promedios con la misma letra no son diferentes

4.3.4 Calcio

En la Tabla 34 se presentan los resultados del análisis de varianza para contenido de calcio en los granos. Para bloques y tratamientos no se ha presentado diferencias estadísticas.

En promedio, se puede decir que en los granos se puede encontrar un contenido de 0,016% de calcio con un coeficiente de variabilidad de 34,47%, considerado como alto para trabajos de campo según Pimentel (2015), por lo que indica que estos resultados deben ser tomados con cautela.

Tabla 34
Análisis de varianza para contenido de calcio en los granos

FV	GL	SC	CM	Fc	Pr>Fc
Genotipo	2	0,000	0,000	0.000 ns	1,000
Bloque	2	0,000	0,000	1.000 ns	0,444
Error experimental	4	0,000	0,000		
Total	8	0,000			

CV: 34,47%

\bar{x} : 0,016%

ns: no significativo

Para comprobar la existencia de diferencias estadísticas entre los diferentes genotipos se procedió a realizar la prueba de comparación múltiple de Tukey al 5%. Según esta prueba, no se presentaron diferencias estadísticas entre los tres genotipos estudiados. Todos presentaron valores similares.

Tabla 35
Prueba de Tukey al 5% para contenido de calcio en los granos.

Genotipos	Calcio (%)
Drako 212	0,017 a
Dekalb 7088	0,017 a
Chuska - INIA 617	0,017 a

Promedios con la misma letra no son diferentes

4.3.5 Magnesio

En la Tabla 36 se presentan los resultados del análisis de varianza para contenido de magnesio en los granos. Para bloques y tratamientos no se ha presentado diferencias estadísticas.

En promedio, se puede decir que en los granos se puede encontrar un contenido de 0,21% de magnesio con un coeficiente de variabilidad de 7,65%, considerado como aceptable para trabajos de campo según Pimentel (2015).

Tabla 36

Análisis de varianza para contenido de magnesio en los granos

FV	GL	SC	CM	Fc	Pr>Fc
Genotipo	2	0,001	0,001	2.085 ns	0,240
Bloque	2	0,001	0,000	1.064 ns	0,426
Error experimental	4	0,001	0,000		
Total	8	0,003			

ns: no significativo

CV: 7,65%

\bar{x} : 0,21%

Para comprobar la existencia de diferencias estadísticas entre los diferentes genotipos se procedió a realizar la prueba de comparación múltiple de Tukey al 5%. Según esta prueba, no se presentaron diferencias estadísticas entre los tres genotipos estudiados. El mayor contenido de magnesio en los granos lo obtuvo el Chuska - INIA 617 con 0,223%; y el menor, le correspondió a Dekalb 7088 con 0,197%.

Tabla 37

Prueba de Tukey al 5% para contenido de magnesio en los granos.

Genotipos	Magnesio (%)	
Chuska - INIA 617	0,223	a
Drako 212	0,213	a
Dekalb 7088	0,197	a

Promedios con la misma letra no son diferentes

4.3.6 Azufre

En la Tabla 38 se presentan los resultados del análisis de varianza para contenido de azufre en los granos. Para bloques y tratamientos no se ha presentado diferencias estadísticas.

En promedio, se puede decir que en los granos se puede encontrar un contenido de 0,07% de azufre con un coeficiente de variabilidad de 35,69%, considerado como alto para trabajos de campo según Pimentel (2015), por lo que indica que estos resultados deben ser tomados con cautela.

Tabla 38
Análisis de varianza para contenido de azufre en los granos

FV	GL	SC	CM	Fc	Pr>Fc
Genotipo	2	0,002	0,001	1.931 ns	0,259
Bloque	2	0,000	0,000	0.017 ns	0,983
Error experimental	4	0,003	0,001		
Total	8	0,005			

ns: no significativo

CV: 35,69%

\bar{x} : 0,07%

Para comprobar la existencia de diferencias estadísticas entre los diferentes genotipos se procedió a realizar la prueba de comparación múltiple de Tukey al 5%. Según esta prueba, no se presentaron diferencias estadísticas entre los tres genotipos estudiados. El mayor contenido de azufre en los granos lo obtuvo el Drako 212 con 0,093%; y el menor, le correspondió a Dekalb 7088 con 0,053%.

Tabla 39
Prueba de Tukey al 5% para contenido de azufre en los granos.

Genotipos	Azufre (%)	
Drako 212	0,093	a
Chuska - INIA 617	0,067	a
Dekalb 7088	0,053	a

Promedios con la misma letra no son diferentes

4.4 Contenido de nutrientes en las raíces

4.4.1 Nitrógeno

En la Tabla 40 se presentan los resultados del análisis de varianza para contenido de nitrógeno en las raíces. Para bloques y tratamientos no se ha presentado diferencias estadísticas.

En promedio, se puede decir que en las raíces se puede encontrar un contenido de 0,58% de nitrógeno con un coeficiente de variabilidad de 13,89%, considerado como aceptable para trabajos de campo según Pimentel (2015).

Tabla 40

Análisis de varianza para contenido de nitrógeno en las raíces

FV	GL	SC	CM	Fc	Pr>Fc
Genotipo	2	0,012	0,006	0.954 ns	0,458
Bloque	2	0,009	0,004	0.662 ns	0,564
Error experimental	4	0,026	0,007		
Total	8	0,047			

ns: no significativo

CV: 13,89%

\bar{x} : 0,58%

Para comprobar la existencia de diferencias estadísticas entre los diferentes genotipos se procedió a realizar la prueba de comparación múltiple de Tukey al 5%. Según esta prueba, no se presentaron diferencias estadísticas entre los tres genotipos estudiados. El mayor contenido de nitrógeno en las raíces lo obtuvo el Dekalb 7088 con 0,633%; y el menor, le correspondió a Chuska - INIA 617 con 0,550%.

Tabla 41

Prueba de Tukey al 5% para contenido de nitrógeno en las raíces.

Genotipos	Nitrógeno (%)	
Dekalb 7088	0,633	a
Drako 212	0,560	a
Chuska - INIA 617	0,550	a

Promedios con la misma letra no son diferentes

4.4.2 Fósforo

En la Tabla 42 se presentan los resultados del análisis de varianza para contenido de fósforo en las raíces. Para bloques y tratamientos no se ha presentado diferencias estadísticas.

En promedio, se puede decir que en las raíces se puede encontrar un contenido de 0,09% de fósforo con un coeficiente de variabilidad de 20,09%, considerado como aceptable para trabajos de campo según Pimentel (2015).

Tabla 42

Análisis de varianza para contenido de fósforo en las raíces

FV	GL	SC	CM	Fc	Pr>Fc
Genotipo	2	0,000	0,000	0.464 ns	0,659
Bloque	2	0,001	0,000	1.000 ns	0,444
Error experimental	4	0,001	0,000		
Total	8	0,002			

ns: no significativo

CV: 20,09%

\bar{x} : 0,09%

Para comprobar la existencia de diferencias estadísticas entre los diferentes genotipos se procedió a realizar la prueba de comparación múltiple de Tukey al 5%. Según esta prueba, no se presentaron diferencias estadísticas entre los tres genotipos estudiados. El mayor contenido de fósforo en las raíces lo obtuvo el Drako 212 con 0,093%; y el menor, le correspondió a Dekalb 7088 con 0,080%.

Tabla 43

Prueba de Tukey al 5% para contenido de fósforo en las raíces.

Genotipos	Fósforo (%)	
Drako 212	0,093	a
Chuska - INIA 617	0,090	a
Dekalb 7088	0,080	a

Promedios con la misma letra no son diferentes

4.4.3 Potasio

En la Tabla 44 se presentan los resultados del análisis de varianza para contenido de potasio en las raíces. Para bloques y tratamientos no se ha presentado diferencias estadísticas.

En promedio, se puede decir que en las raíces se puede encontrar un contenido de 1,06% de potasio con un coeficiente de variabilidad de 28,85%, considerado como alto para trabajos de campo según Pimentel (2015), por lo que sus resultados deberán ser tomados con cautela.

Tabla 44

Análisis de varianza para contenido de potasio en las raíces

FV	GL	SC	CM	Fc	Pr>Fc
Genotipo	2	0,126	0,063	0.678 ns	0,558
Bloque	2	0,016	0,008	0.083 ns	0,922
Error experimental	4	0,373	0,093		
Total	8	0,515			

CV: 28,85%

\bar{X} : 1,06%

ns: no significativo

Para comprobar la existencia de diferencias estadísticas entre los diferentes genotipos se procedió a realizar la prueba de comparación múltiple de Tukey al 5%. Según esta prueba, no se presentaron diferencias estadísticas entre los tres genotipos estudiados. El mayor contenido de potasio en las raíces lo obtuvo el Drako 212 con 1,177%; y el menor, le correspondió a Chuska - INIA 617 con 0,897%.

Tabla 45

Prueba de Tukey al 5% para contenido de potasio en las raíces.

Genotipos	Potasio (%)	
Drako 212	1,177	a
Dekalb 7088	1,103	a
Chuska - INIA 617	0,897	a

Promedios con la misma letra no son diferentes

4.4.4 Calcio

En la Tabla 46 se presentan los resultados del análisis de varianza para contenido de calcio en las raíces. Para bloques y tratamientos no se ha presentado diferencias estadísticas.

En promedio, se puede decir que en las raíces se puede encontrar un contenido de 4,50% de calcio con un coeficiente de variabilidad de 29,22%, considerado como alto para trabajos de campo según Pimentel (2015), por lo que sus resultados deberán ser tomados con cautela.

Tabla 46

Análisis de varianza para contenido de calcio en las raíces

FV	GL	SC	CM	Fc	Pr>Fc
Genotipo	2	4,873	2,437	1.410 ns	0,344
Bloque	2	0,538	0,269	0.156 ns	0,861
Error experimental	4	6,914	1,729		
Total	8	12,325			

CV: 29,22%

\bar{x} : 4,50%

ns: no significativo

Para comprobar la existencia de diferencias estadísticas entre los diferentes genotipos se procedió a realizar la prueba de comparación múltiple de Tukey al 5%. Según esta prueba, no se presentaron diferencias estadísticas entre los tres genotipos estudiados. El mayor contenido de calcio en las raíces lo obtuvo el Chuska - INIA 617 con 5,533%; y el menor, le correspondió a Drako 212 con 3,883%.

Tabla 47

Prueba de Tukey al 5% para contenido de calcio en las raíces.

Genotipos	Calcio (%)	
Chuska - INIA 617	5,533	a
Dekalb 7088	4,080	a
Drako 212	3,883	a

Promedios con la misma letra no son diferentes

4.4.5 Magnesio

En la Tabla 48 se presentan los resultados del análisis de varianza para contenido de magnesio en las raíces. Para bloques y tratamientos no se ha presentado diferencias estadísticas.

En promedio, se puede decir que en las raíces se puede encontrar un contenido de 0,34% de magnesio con un coeficiente de variabilidad de 23,77%, considerado como alto para trabajos de campo según Pimentel (2015), por lo que sus resultados deberán ser tomados con cautela.

Tabla 48

Análisis de varianza para contenido de magnesio en las raíces

FV	GL	SC	CM	Fc	Pr>Fc
Genotipo	2	0,016	0,008	1.207 ns	0,389
Bloque	2	0,001	0,000	0.048 ns	0,953
Error experimental	4	0,026	0,006		
Total	8	0,042			

ns: no significativo

CV: 23,77%

\bar{x} : 0,34%

Para comprobar la existencia de diferencias estadísticas entre los diferentes genotipos se procedió a realizar la prueba de comparación múltiple de Tukey al 5%. Según esta prueba, no se presentaron diferencias estadísticas entre los tres genotipos estudiados. El mayor contenido de magnesio en las raíces lo obtuvo el Chuska - INIA 617 con 0,393%; y el menor, le correspondió a Drako 212 con 0,293%.

Tabla 49

Prueba de Tukey al 5% para contenido de magnesio en las raíces.

Genotipos	Magnesio (%)	
Chuska - INIA 617	0,393	a
Dekalb 7088	0,327	a
Drako 212	0,293	a

Promedios con la misma letra no son diferentes

4.4.6 Azufre

En la Tabla 50 se presentan los resultados del análisis de varianza para contenido de azufre en las raíces. Para bloques y tratamientos no se ha presentado diferencias estadísticas.

En promedio, se puede decir que en las raíces se puede encontrar un contenido de 0,73% de azufre con un coeficiente de variabilidad de 19,63%, considerado como alto para trabajos de campo según Pimentel (2015), por lo que sus resultados deberán ser tomados con cautela.

Tabla 50
Análisis de varianza para contenido de azufre en las raíces

FV	GL	SC	CM	Fc	Pr>Fc
Genotipo	2	0,024	0,012	0.595 ns	0,594
Bloque	2	0,006	0,003	0.138 ns	0,875
Error experimental	4	0,081	0,020		
Total	8	0,111			

ns: no significativo

CV: 19,63%

\bar{x} : 0,73%

Para comprobar la existencia de diferencias estadísticas entre los diferentes genotipos se procedió a realizar la prueba de comparación múltiple de Tukey al 5%. Según esta prueba, no se presentaron diferencias estadísticas entre los tres genotipos estudiados. El mayor contenido de azufre en las raíces lo obtuvo el Chuska - INIA 617 con 0,800%; y el menor, le correspondió a Dekalb 7088 con 0,690%.

Tabla 51
Prueba de Tukey al 5% para contenido de azufre en las raíces.

Genotipos	Azufre (%)	
Chuska - INIA 617	0,800	a
Drako 212	0,690	a
Dekalb 7088	0,690	a

Promedios con la misma letra no son diferentes

Resumiendo, los contenidos de nutrientes en los distintos órganos de la planta, en la Tabla 52 se puede observar lo siguiente:

- a) Para el nitrógeno y el fósforo, los mayores contenidos porcentuales se presentan en los granos y en las hojas.
- b) Para el potasio, los mayores contenidos porcentuales se presentan en los tallos y en las hojas.
- c) Para el calcio, magnesio y azufre, los mayores contenidos porcentuales se presentan en las raíces y en las hojas.

Tabla 52
Resumen de contenido de nutrientes (%) según órgano

Órgano	Genotipos	N	P	K	Ca	Mg	S
Hojas	Dekalb 7088	1,420	0,140	1,060	1,167	0,323	0,316
	Chuska - INIA 617	1,380	0,203	1,210	1,163	0,313	0,416
	Drako 212	1,210	0,163	1,266	1,210	0,316	0,380
	Promedio	1,337	0,170	1,179	1,180	0,317	0,371
Tallos	Dekalb 7088	0,297	0,037	2,837	0,107	0,083	0,237
	Chuska - INIA 617	0,503	0,127	2,753	0,120	0,097	0,220
	Drako 212	0,353	0,153	3,373	0,123	0,110	0,570
	Promedio	0,384	0,106	2,988	0,117	0,097	0,342
Granos	Dekalb 7088	1,550	0,580	0,757	0,017	0,197	0,053
	Chuska - INIA 617	1,490	0,567	0,773	0,017	0,223	0,067
	Drako 212	1,850	0,560	0,753	0,017	0,213	0,093
	Promedio	1,630	0,569	0,761	0,017	0,211	0,071
Raíces	Dekalb 7088	0,633	0,080	1,103	4,080	0,327	0,690
	Chuska - INIA 617	0,550	0,090	0,897	5,533	0,393	0,800
	Drako 212	0,560	0,093	1,177	3,883	0,293	0,690
	Promedio	0,581	0,088	1,059	4,499	0,338	0,727

4.5 Rendimiento

En la Tabla 53 se presentan los resultados del análisis de varianza para rendimiento. Para bloques y tratamientos no se ha presentado diferencias estadísticas.

En promedio, se puede decir que el rendimiento es de 10 861,75 kg ha⁻¹, con un coeficiente de variabilidad de 15,39%, considerado como aceptable para trabajos de campo según Pimentel (2015).

Tabla 53
Análisis de varianza para rendimiento

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Genotipos	942692,49	2	471346,25	0,17 ns	0,846
Bloque	1125168,25	2	562584,12	0,21 ns	0,8204
Error	10812237,3	4	2703059,33		
Total	12880098,1	8			

ns: no significativo

CV: 15,39%

\bar{x} : 10 861,75 kg ha⁻¹

Para comprobar la existencia de diferencias estadísticas entre los diferentes genotipos se procedió a realizar la prueba de comparación múltiple de Tukey al 5%. Según esta prueba, no se presentaron diferencias estadísticas entre los tres genotipos estudiados. El mayor rendimiento lo obtuvo Drako 212 con 11 055,57 kg ha⁻¹; y el menor, le correspondió a Chuska -INIA 617 con 10 266,13 kg ha⁻¹.

Tabla 54
Prueba de Tukey al 5% para rendimiento.

Genotipos	Rendimiento (kg ha ⁻¹)	
Drako 212	11 055,57	a
Dekalb 7088	10 723,55	a
Chuska -INIA 617	10 266,13	a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

4.6 Extracción de nutrientes

4.6.1 Nitrógeno

En la Tabla 55 se presentan los resultados del análisis de varianza para extracción de nitrógeno. Para bloques y tratamientos no se ha presentado diferencias estadísticas.

En promedio, se puede decir que la extracción de nitrógeno fue de 243,08 kg ha⁻¹, con un coeficiente de variabilidad de 7,62%, considerado como aceptable para trabajos de campo según Pimentel (2015).

Tabla 55
Análisis de varianza para extracción de nitrógeno

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Genotipos	2337,17	2	1168,59	3,41 ns	0,1367
Bloque	3153,08	2	1576,54	4,60 ns	0,0919
Error	1371,17	4	342,79		
Total	6861,41	8			

ns: no significativo

CV: 7,62%

\bar{x} : 243,08 kg ha⁻¹

Para comprobar la existencia de diferencias estadísticas entre los diferentes genotipos se procedió a realizar la prueba de comparación múltiple de Tukey al 5%. Según esta prueba, no se presentaron diferencias estadísticas entre los tres genotipos estudiados. La mayor extracción de nitrógeno lo obtuvo Drako 212 con 265,59 kg ha⁻¹; y el menor, le correspondió a Chuska -INIA 617 con 228,75 kg ha⁻¹.

Tabla 56
Prueba de Tukey al 5% para extracción de nitrógeno.

Genotipos	Nitrógeno (kg ha ⁻¹)	
Drako 212	265,59	a
Dekalb 7088	234,90	a
Chuska -INIA 617	228,75	a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

4.6.2 Fósforo

En la Tabla 57 se presentan los resultados del análisis de varianza para extracción de fósforo. Para bloques y tratamientos no se ha presentado diferencias estadísticas.

En promedio, se puede decir que la extracción de fósforo fue de 66,82 kg ha⁻¹ con un coeficiente de variabilidad de 14,07%, considerado como aceptable para trabajos de campo según Pimentel (2015).

Tabla 57
Análisis de varianza para extracción de fósforo

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Genotipos	84,15	2	42,08	0,48 ns	0,6523
Bloque	61,9	2	30,95	0,35 ns	0,7241
Error	353,34	4	88,33		
Total	499,39	8			

ns: no significativo

CV: 14,07%

\bar{x} : 66,82 kg ha⁻¹

Para comprobar la existencia de diferencias estadísticas entre los diferentes genotipos se procedió a realizar la prueba de comparación múltiple de Tukey al 5%. Según esta prueba, no se presentaron diferencias estadísticas entre los tres genotipos estudiados. La mayor extracción de fósforo lo obtuvo Drako 212 con 70,56 kg ha⁻¹; y el menor, le correspondió a Dekalb 7088 con 63,07 kg ha⁻¹.

Tabla 58
Prueba de Tukey al 5% para extracción de fósforo.

Genotipos	Fósforo (kg ha ⁻¹)	
Drako 212	70,56	a
Chuska -INIA 617	66,83	a
Dekalb 7088	63,07	a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

4.6.3 Potasio

En la Tabla 59 se presentan los resultados del análisis de varianza para extracción de potasio. Para bloques y tratamientos no se ha presentado diferencias estadísticas.

En promedio, se puede decir que la extracción de potasio fue de 66,82 kg ha⁻¹ con un coeficiente de variabilidad de 9,76%, considerado como aceptable para trabajos de campo según Pimentel (2015).

Tabla 59
Análisis de varianza para extracción de potasio

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Genotipos	7430,68	2	3715,34	5,05 ns	0,0804
Bloque	6832,66	2	3416,33	4,65 ns	0,0906
Error	2941,22	4	735,31		
Total	17204,56	8			

ns: no significativo

CV: 9,76%

\bar{x} : 277,75 kg ha⁻¹

Para comprobar la existencia de diferencias estadísticas entre los diferentes genotipos se procedió a realizar la prueba de comparación múltiple de Tukey al 5%. Según esta prueba, no se presentaron diferencias estadísticas entre los tres genotipos estudiados. La mayor extracción de potasio lo obtuvo Drako 212 con 318,30 kg ha⁻¹; y el menor, le correspondió a Dekalb 7088 con 255,22 kg ha⁻¹.

Tabla 60
Prueba de Tukey al 5% para extracción de potasio.

Genotipos	Potasio (kg ha ⁻¹)	
Drako 212	318,30	a
Chuska -INIA 617	259,73	a
Dekalb 7088	255,22	a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

4.6.4 Calcio

En la Tabla 61 se presentan los resultados del análisis de varianza para extracción de calcio. Para bloques y tratamientos no se ha presentado diferencias estadísticas.

En promedio, se puede decir que la extracción de calcio fue de 119,89 kg ha⁻¹ con un coeficiente de variabilidad de 30,27%, considerado como alto para trabajos de campo según Pimentel (2015), por lo que sus resultados deben ser tomados con mucho cuidado.

Tabla 61
Análisis de varianza para extracción de calcio

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Genotipos	632,82	2	316,41	0,24 ns	0,7970
Bloque	4171,03	2	2085,52	1,58 ns	0,3115
Error	5268,83	4	1317,21		
Total	10072,68	8			

ns: no significativo

CV: 30,27%

\bar{x} : 119,89 kg ha⁻¹

Para comprobar la existencia de diferencias estadísticas entre los diferentes genotipos se procedió a realizar la prueba de comparación múltiple de Tukey al 5%. Según esta prueba, no se presentaron diferencias estadísticas entre los tres genotipos estudiados. La mayor extracción de calcio lo obtuvo Drako 212 con 127,45 kg ha⁻¹; y el menor, le correspondió a Dekalb 7088 con 108,20 kg ha⁻¹.

Tabla 62
Prueba de Tukey al 5% para extracción de calcio.

Genotipos	Calcio (kg ha ⁻¹)	
Drako 212	127,45	a
Chuska -INIA 617	124,01	a
Dekalb 7088	108,20	a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

4.6.5 Magnesio

En la Tabla 63 se presentan los resultados del análisis de varianza para extracción de magnesio. Para bloques y tratamientos no se ha presentado diferencias estadísticas.

En promedio, se puede decir que la extracción de magnesio fue de 43,61 kg ha⁻¹ con un coeficiente de variabilidad de 13,59%, considerado como aceptable para trabajos de campo según Pimentel (2015).

Tabla 63
Análisis de varianza para extracción de magnesio

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Genotipos	52,17	2	26,08	0,74 ns	0,5317
Bloque	284,67	2	142,34	4,05 ns	0,1091
Error	140,43	4	35,11		
Total	477,27	8			

ns: no significativo

CV: 13,59%

\bar{X} : 43,61 kg ha⁻¹

Para comprobar la existencia de diferencias estadísticas entre los diferentes genotipos se procedió a realizar la prueba de comparación múltiple de Tukey al 5%. Según esta prueba, no se presentaron diferencias estadísticas entre los tres genotipos estudiados. La mayor extracción de magnesio lo obtuvo Drako 212 con 46,75 kg ha⁻¹; y la menor, le correspondió a Dekalb 7088 con 40,90 kg ha⁻¹.

Tabla 64
Prueba de Tukey al 5% para extracción de magnesio.

Genotipos	Magnesio (kg ha ⁻¹)	
Drako 212	46,75	a
Chuska -INIA 617	43,18	a
Dekalb 7088	40,90	a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

4.6.6 Azufre

En la Tabla 65 se presentan los resultados del análisis de varianza para extracción de azufre. Para bloques y tratamientos se ha presentado diferencias estadísticas.

En promedio, se puede decir que la extracción de azufre fue de 50,36 kg ha⁻¹ con un coeficiente de variabilidad de 10,06%, considerado como aceptable para trabajos de campo según Pimentel (2015).

Tabla 65
Análisis de varianza para extracción de azufre

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Genotipos	1319,71	2	659,85	25,73 **	0,0052
Bloque	765,21	2	382,61	14,92 *	0,0140
Error	102,57	4	25,64		
Total	2187,49	8			

*: significativo al 5%; **: significativo al 1%

CV: 10,06%

\bar{x} : 50,36 kg ha⁻¹

Para comprobar la existencia de diferencias estadísticas entre los diferentes genotipos se procedió a realizar la prueba de comparación múltiple de Tukey al 5%. Según esta prueba, se presentaron diferencias estadísticas entre los tres genotipos estudiados. La mayor extracción de azufre lo obtuvo Drako 212 con 67,02 kg ha⁻¹ y fue superior estadísticamente a los otros genotipos. Los genotipos Chuska -INIA 617 y Dekalb 7088 obtuvieron valores similares con 45,48 y 38,59 kg ha⁻¹, respectivamente.

Tabla 66
Prueba de Tukey al 5% para extracción de azufre.

Genotipos	Azufre (kg ha ⁻¹)	
Drako 212	67,02	a
Chuska -INIA 617	45,48	b
Dekalb 7088	38,59	b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

En la Tabla 67 se presenta el resumen de la extracción de nutrientes por cada genotipo. Se aprecia que existe cierta relación directa entre el rendimiento en granos y la extracción total de los nutrientes, como es observado con el genotipo Drako 212. Sin embargo, no ocurre lo mismo con el Chuska – INIA 617, que, a pesar de obtener menor rendimiento, presenta mayor extracción de nutrientes que el Dekalb 7088.

Tabla 67
Resumen de rendimiento y extracción de nutrientes según genotipo.

Genotipo	Rdto (kg ha ⁻¹)	N	P	K	Ca	Mg	S
Drako 212	11 055,57	265,59	70,56	318,30	127,45	46,75	67,02
Dekalb 7088	10 723,55	234,90	63,07	255,22	108,20	40,90	38,59
Chuska -INIA 617	10 266,13	228,75	66,83	259,73	124,01	43,18	45,48
Promedio	10 681,75 ns	243,08 ns	66,82 ns	277,75 ns	119,89 ns	43,61 ns	50,36 **

Relacionando la extracción de nutrientes y el rendimiento, se pueden obtener indicadores, las mismas que se muestran en la Tabla 68. Así, por ejemplo, por cada tonelada de grano producido con el genotipo Drako 212, la planta como tal, ha extraído 24,02 kg de N; 6,38 kg de P; 28,79 kg de K; 11,53 kg de Ca; 4,23 kg de Mg; y 6,06 kg de S. Esta información es relevante cuando se trata de proyectar rendimientos.

Tabla 68
Extracción de nutrientes según genotipo por cada tonelada de grano producido.

Genotipo	N	P	K	Ca	Mg	S
	----- kg t ⁻¹ -----					
Drako 212	24,02	6,38	28,79	11,53	4,23	6,06
Dekalb 7088	21,91	5,88	23,80	10,09	3,81	3,60
Chuska -INIA 617	22,28	6,51	25,30	12,08	4,21	4,43

CAPITULO V. DISCUSIÓN

De acuerdo a los resultados obtenidos, se observa con claridad que los mayores contenidos porcentuales de nitrógeno y fósforo se presentan en los granos y en las hojas. En el caso de potasio, los mayores contenidos porcentuales se presentan en los tallos y en las hojas; y para calcio, magnesio y azufre, los mayores contenidos porcentuales se presentan en las raíces y en las hojas. Con respecto a los genotipos, las diferencias entre ellas no fueron muy marcadas en lo relacionado a los contenidos porcentuales de los nutrientes. En lo referente al rendimiento y a la extracción de los nutrientes, tampoco se pudo encontrar con claridad diferencias estadísticas con respecto al N, P, K, Ca, Mg y S.

Estos resultados se corroboran con lo mencionado por Menguel y Kirkby (2000), Meléndez y Molina (2002) y Gárate y Bonilla (2013), quienes manifiestan que el desarrollo óptimo de un cultivo viene genéticamente determinado, al igual que su capacidad para absorber nutrientes del medio externo; y que esa capacidad de absorber nutrientes está limitada por la disponibilidad de los nutrientes en el medio y, también, por otros factores como el estrés. Así por ejemplo con el hierro, que a pesar de ser abundante en el suelo, las plantas solo consiguen aprovechar una mínima parte.

Con respecto a la extracción de nutrientes por tonelada de grano producido, los resultados encontrados en esta investigación se encuentran en el rango reportado por García et al. (2023) para los casos de nitrógeno y magnesio; en tanto que los valores para fósforo, potasio, calcio y azufre, se encuentran muy por encima. Ello es explicable porque las características de los suelos son diferentes.

De igual manera, en la investigación desarrollada por Bender et al. (2013), los autores encontraron que los nutrientes totales necesarios por hectárea para producir 23,0 Mg ha⁻¹ de biomasa total con 12,0 Mg ha⁻¹ de grano incluyen 286 kg N, 114 kg P₂O₅, 202 kg K₂O, 59 kg Mg y 26 kg S, valores casi similares a los encontrados en este estudio. Valores menores a los encontrados en esta investigación fueron reportados por Xu et al. (2013), los que manifiestan haber encontrado 16,7 kg de N, 3,8 kg de P y 11,4 kg de K para producir 1000 kg de grano.

CAPITULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones:

Al culminar la investigación se presentan las siguientes conclusiones:

- a) Se concluye que para la hipótesis general planteada no existen diferencias estadísticas marcadas entre los diferentes genotipos estudiados.
- b) Se concluye que para la hipótesis específica 1, concerniente a los contenidos porcentuales de los macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg y S) en los diferentes órganos de la planta, no existen diferencias estadísticas marcadas entre los diferentes genotipos estudiados. Sin embargo, al compararlo entre los diferentes órganos evaluados, se aprecia que, para el nitrógeno y el fósforo, los mayores contenidos porcentuales se presentan en los granos y en las hojas; para el potasio, los mayores contenidos porcentuales se presentan en los tallos y en las hojas; y para el calcio, magnesio y azufre, los mayores contenidos porcentuales se presentan en las raíces y en las hojas.
- c) Se concluye que para la hipótesis específica 2, concerniente a extracción de los macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg y S), no existen diferencias estadísticas marcadas entre los diferentes genotipos estudiados. Sin embargo, es posible observar que el orden de extracción de nutrientes de mayor a menor es $K > N > Ca > P > S > Mg$.
- d) Se concluye que para la hipótesis específica 3, concerniente a la producción, no existen diferencias estadísticas marcadas entre los diferentes genotipos estudiados.

6.2 Recomendaciones:

Al culminar la investigación se presentan las siguientes recomendaciones:

- a) Repetir el experimento en otras condiciones de suelo utilizando los mismos genotipos.
- b) Evaluar densidades de siembra.
- c) Incluir niveles de fertilización
- d) Incluir frecuencias de riego.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguinaga, J. P. (2014). Manejo de Nutrientes por Sitio Específico con dos variedades de maíz (INIAP-122 y Chaucho Guandango), en la provincia de Imbabura. IX Congreso de Ciencia y Tecnología. Escuela Politécnica Nacional, Ecuador. Recuperado de <https://journal.espe.edu.ec/ojs/index.php/cienciaytecnologia/article/view/84/82>
- Barandiarán, M. A. (2020). *Manual técnico del cultivo de maíz amarillo duro*. Recuperado de <https://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/20.500.12955/1643/1/Manual%20T%C3%A9cnico%20del%20Cultivo%20de%20Ma%C3%ADz%20Amarillo%20Duro.pdf>
- Barbazán, M. (1998). *Análisis de Plantas y Síntomas Visuales de Deficiencias de Nutrientes*. Recuperado de <http://www.fagro.edu.uy/fertilidad/publica/AnPlantas.pdf>
- Barreto, N. (2014). *Marcha de acúmulo de matéria-seca e de nutrientes pelo milho superdoce* (tesis de pregrado). Recuperado de <https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/122020/000817737.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Bender R., J. W. Haegele, M. L. Ruffo, y F. E. Below. (2013). Nutrient Uptake, Partitioning, and Remobilization in Modern, Transgenic Insect-Protected Maize Hybrids. *Agron. J.* 105, 161-170. <https://doi.org/10.2134/agronj2012.0352>
- Bernal, J. y Espinoza, J. (2003). *Manual de nutrición y fertilización de pastos*. Recuperado de https://www.academia.edu/6676325/MANUAL_DE_NUTRICION_Y_FERTILIZACION_DE_PASTOS
- Campos, H. M. (2017). *Cálculo de requerimientos nutricionales para el cultivo de maíz amarillo duro en suelos de restinga*. Recuperado de https://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/20.500.12955/965/1/Campos-C%C3%A1lculo_requerimientos_nutricionales_para_cultivo_MAD_suelos_restinga.pdf
- Deras, H. (2020). *El cultivo del maíz*. Recuperado de <http://repiica.iica.int/docs/b3469e/b3469e.pdf>

- Dias, K. (2012). *Caraterísticas morfoanatômicas de raízes de milho e de sorgo cultivados sob diferentes concentrações de fosforo*. (Tesis de posgrado). Recuperado de http://repositorio.ufla.br/jspui/bitstream/1/1101/1/TESE_Caracter%C3%ADsticas%20morfoanat%C3%B4micas%20de%20ra%C3%ADzes%20de%20milho%20e%20de%20sorgo%20cultivados%20sob%20diferentes%20concentra%C3%A7%C3%B5es%20de%20f%C3%B3sforo.pdf
- Espinoza, E. E. (2019). Las variables y su operacionalización en la investigación educativa. Segunda parte. *Revista Conrado*, 15(69), 171-180. Recuperado de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1990-86442018000500039
- FAOSTAT (2021). *Food and Agriculture data*. Recuperado de <https://www.fao.org/faostat/en/#home>
- Flores, D., Navarro, H., y Pérez, M. A. (2020). Balance de nutrientes en sistemas de cultivo de maíz y retos para su sustentabilidad. *Ingeniería agrícola y biosistemas*, 11(2), 97-109. <https://doi.org/10.5154/r.inagbi.2017.11.017>
- Gárate, A., y Bonilla, I. (2013). Nutrición mineral y producción vegetal. En J. Azcon y M. Talón (Eds), *Fundamentos de Fisiología Vegetal* (pp. 143-164). Madrid, España: McGRAW-HILL - INTERAMERICANA DE ESPAÑA, S. L.
- García, F., Correndo, A., Calvo, N. R., Monzón, J. P., Ciampitti, I., y Salvagiotti, F., (2023). *Nutrición del cultivo*. Recuperado de http://www.maizar.org.ar/documentos/cultivo%20de%20maiz_version%20digital.pdf
- García, P. (2017). El cultivo del maíz en el mundo y en Perú. *Revista de Investigaciones de la Universidad Le Cordon Bleu*, 4(2), 73-79. <https://doi.org/10.36955/RIULCB.2017v4n2.005>
- Hasang, E. S., Carrillo, M. D., Durango, W. D. y Morales, F. L. (2018). Omisión de nutrientes: eficiencias de absorción, rendimiento y calidad de semilla en la formación de un híbrido de maíz. *Journal of Science and Research*, 3(11), 44-50. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7355013.pdf>
- Huamanchumo, C. (2013). *La cadena de valor de maíz en el Perú: diagnóstico del estado actual, tendencias y perspectivas*. Recuperado de

<https://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/2654/BVE17038732e.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

López, J. F. (2020). Coeficiente de determinación (R cuadrado). Recuperado de <https://economipedia.com/definiciones/r-cuadrado-coeficiente-determinacion.html>

MacRobert, J. F., James, P., y Worku, M. (2015). Manual de producción de semilla de maíz híbrido. Recuperado de <https://repository.cimmyt.org/bitstream/handle/10883/16849/57179.pdf>

Marco, F. J. (2020). Coeficiente de variación. Recuperado de <https://economipedia.com/definiciones/coeficiente-de-variacion.html>

Martínez, S. J. (2022). *Rendimiento de cuatro híbridos de maíz amarillo para grano y forraje, bajo tres densidades de siembra*. (tesis de pregrado). Recuperado de <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/5388/martinez-vidal-sandro-joe.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Meléndez, G. y Molina, E. (2002). *Fertilización foliar: Principios y Aplicaciones*. Recuperado de https://www.nutricaoedplantas.agr.br/site/downloads/unesp_jaboticabal/Memoria_CursoFertilizacionFoliar.pdf

Mengel, K y Kirkby, E. A. (2000). *Principios de nutrición vegetal*. Recuperado de https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/66737/mod_resource/content/2/PRINCIPIOS%20DE%20NUTRICI%C3%93N%20VEGETAL.pdf

Ministerio de Agricultura y Riego-Midagri. (2022). *Compendio anual de Producción Agrícola*. Recuperado de <https://www.gob.pe/institucion/midagri/informes-publicaciones/2730325-compendio-anual-de-produccion-agricola>

Pérez, A., y Vásquez, D. (2018). *Evaluación del comportamiento de 06 genotipos de maíz amarillo (Zea mays L.) bajo condiciones de temporal y riego, en el Centro Poblado de Yatún, Cutervo, Cajamarca*. (tesis de pregrado). Recuperado de <https://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12893/999/BC-TES-5762.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Remache, M., Carrillo, M., Mora, R., Durango, W., & Morales, F. (2017). Absorción de macronutrientes y eficiencia del N, en híbrido promisorio de maíz. Patricia pilar, ecuador. *Agronomía Costarricense*, 41(2), 103-115. <https://dx.doi.org/10.15517/rac.v41i2.31303>

- Reyes, J. (2001). *Diccionario de biología*. Puebla, México: Benemérita Universidad Autónoma De Puebla.
- Saavedra, G. y Gonzales, M. (2014). *El cultivo del maíz chochero y dulce*. Recuperado de <https://biblioteca.inia.cl/handle/20.500.14001/7802>
- Satorre, E. y Andrade, J. (2023). *El maíz en los sistemas productivos de Argentina: Un análisis global y regional de su desarrollo reciente*. En *Ecofisiología y manejo del cultivo de maíz*. Recuperado de http://www.maizar.org.ar/documentos/cultivo%20de%20maiz_version%20digital.pdf
- Taiz, L., Zeiger, E., Max, I., y Murphy, A. (2017). *Fisiología e desenvolvimiento vegetal*. Porto Alegre, Brasil: Artmed.
- Xu X., P. He, M. F. Pampolino, L. Chuan, A. M. Johnston, S. Qiu, S. Zhao y W. Zhou. (2013). Nutrient requirements for maize in China based on QUEFTS analysis. *Field Crops Research*, 150: 115-125. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2013.06.006>
- Yesquén, C. A. (2021). Evaluación agronómica de cuatro genotipos de maíz (zea mays l.) En el valle de Pativilca. (tesis de pregrado). Recuperado de <http://repositorio.unjfsc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14067/6069/CARLOS%20ALBERTO%20ELIAS%20YESQU%c3%89N.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

ANEXOS

Tabla 69

Contenido porcentual de nitrógeno por órgano, según genotipo

Genotipo	Bloque	Nitrógeno (%)			
		Hojas	Tallos	Granos	Raíces
CHUSKA -INIA 617	1	1,40	0,64	1,48	0,64
CHUSKA -INIA 617	2	1,43	0,45	1,34	0,45
CHUSKA -INIA 617	3	1,32	0,42	1,65	0,56
DEKALB 7088	1	1,57	0,36	1,54	0,67
DEKALB 7088	2	1,43	0,28	1,46	0,70
DEKALB 7088	3	1,26	0,25	1,65	0,53
DRAKO 212	1	1,27	0,36	1,68	0,56
DRAKO 212	2	1,23	0,34	2,02	0,56
DRAKO 212	3	1,12	0,36	1,85	0,56

Tabla 70

Contenido porcentual de fósforo por órgano, según genotipo

Genotipo	Bloque	Fósforo (%)			
		Hojas	Tallos	Granos	Raíces
CHUSKA -INIA 617	1	0,22	0,11	0,60	0,09
CHUSKA -INIA 617	2	0,20	0,12	0,58	0,09
CHUSKA -INIA 617	3	0,19	0,15	0,52	0,09
DEKALB 7088	1	0,13	0,03	0,60	0,08
DEKALB 7088	2	0,14	0,03	0,58	0,08
DEKALB 7088	3	0,15	0,05	0,56	0,08
DRAKO 212	1	0,14	0,20	0,49	0,06
DRAKO 212	2	0,18	0,13	0,60	0,10
DRAKO 212	3	0,17	0,13	0,59	0,12

Tabla 70

Contenido porcentual de potasio por órgano, según genotipo

Genotipo	Bloque	Potasio (%)			
		Hojas	Tallos	Granos	Raíces
CHUSKA -INIA 617	1	1,21	2,78	0,79	0,87
CHUSKA -INIA 617	2	1,18	2,93	0,73	0,71
CHUSKA -INIA 617	3	1,24	2,55	0,80	1,11
DEKALB 7088	1	1,13	2,85	0,81	0,89
DEKALB 7088	2	1,00	2,78	0,77	1,35
DEKALB 7088	3	1,05	2,88	0,69	1,07
DRAKO 212	1	1,20	3,40	0,74	1,45
DRAKO 212	2	1,21	4,23	0,62	1,25
DRAKO 212	3	1,39	2,49	0,90	0,83

Tabla 71

Contenido porcentual de calcio por órgano, según genotipo

Genotipo	Bloque	Calcio (%)			
		Hojas	Tallos	Granos	Raíces
CHUSKA -INIA 617	1	1,18	0,10	0,02	5,70
CHUSKA -INIA 617	2	1,15	0,09	0,02	5,80
CHUSKA -INIA 617	3	1,16	0,17	0,01	5,10
DEKALB 7088	1	1,17	0,08	0,01	5,15
DEKALB 7088	2	1,16	0,08	0,02	3,38
DEKALB 7088	3	1,17	0,16	0,02	3,71
DRAKO 212	1	1,19	0,09	0,01	2,44
DRAKO 212	2	1,21	0,15	0,02	3,54
DRAKO 212	3	1,23	0,13	0,02	5,67

Tabla 72

Contenido porcentual de magnesio por órgano, según genotipo

Genotipo	Bloque	Magnesio (%)			
		Hojas	Tallos	Granos	Raíces
CHUSKA -INIA 617	1	0,26	0,11	0,24	0,38
CHUSKA -INIA 617	2	0,32	0,05	0,20	0,44
CHUSKA -INIA 617	3	0,36	0,13	0,23	0,36
DEKALB 7088	1	0,32	0,05	0,21	0,40
DEKALB 7088	2	0,34	0,07	0,19	0,29
DEKALB 7088	3	0,31	0,13	0,19	0,29
DRAKO 212	1	0,26	0,10	0,20	0,20
DRAKO 212	2	0,34	0,10	0,21	0,31
DRAKO 212	3	0,35	0,13	0,23	0,37

Tabla 73

Contenido porcentual de azufre por órgano, según genotipo

Genotipo	Bloque	Azufre (%)			
		Hojas	Tallos	Granos	Raíces
CHUSKA -INIA 617	1	0,39	0,32	0,09	0,80
CHUSKA -INIA 617	2	0,38	0,14	0,04	0,85
CHUSKA -INIA 617	3	0,48	0,20	0,07	0,75
DEKALB 7088	1	0,33	0,32	0,05	0,78
DEKALB 7088	2	0,31	0,12	0,05	0,65
DEKALB 7088	3	0,31	0,27	0,06	0,64
DRAKO 212	1	0,40	0,71	0,07	0,52
DRAKO 212	2	0,38	0,54	0,12	0,66
DRAKO 212	3	0,36	0,46	0,09	0,89

Tabla 74

Rendimiento y extracción de nutrientes según genotipo

Genotipos	Bloque	Rdto	N	P	K	Ca	Mg	S
----- kg ha ⁻¹ -----								
Chuska - INIA 617	1	9528,92	247,39	69,68	311,20	141,46	44,79	57,74
Chuska - INIA 617	2	11812,35	215,06	71,96	227,10	103,20	38,97	32,06
Chuska - INIA 617	3	9457,12	223,80	58,86	240,89	127,38	45,78	46,63
Dekalb 7088	1	9905,81	238,15	60,51	263,18	127,33	41,30	44,88
Dekalb 7088	2	10302,33	207,68	59,60	219,76	81,96	35,76	27,60
Dekalb 7088	3	11962,50	258,88	69,10	282,72	115,30	45,64	43,28
Drako 212	1	11985,03	264,87	68,48	331,33	86,32	40,25	70,28
Drako 212	2	9062,50	229,64	60,29	270,72	97,78	38,05	52,39
Drako 212	3	12119,19	302,27	82,91	352,86	198,26	61,95	78,38

Tabla 75

Producción de materia seca según genotipo

Genotipos	Bloque	Hojas	Raíces	Tallo	Granos	Total
----- kg ha ⁻¹ -----						
Chuska -INIA 617	1	5650,50	1189,75	6057,00	8194,88	21092,13
Chuska -INIA 617	2	4181,50	867,75	3332,75	10158,63	18540,63
Chuska -INIA 617	3	4998,75	1216,00	3963,13	8133,13	18311,00
Dekalb 7088	1	5300,50	1189,88	4355,13	8519,00	19364,50
Dekalb 7088	2	4445,13	772,25	3499,13	8860,00	17576,50
Dekalb 7088	3	5627,36	1059,54	4915,16	10287,75	21889,80
Drako 212	1	5386,63	673,25	5336,63	10307,13	21703,63
Drako 212	2	4402,75	1043,25	3699,50	7793,75	16939,25
Drako 212	3	6946,63	1823,25	5947,50	10422,50	25139,88

Procedimiento para calcular la extracción:

$N \text{ (kg ha}^{-1}\text{)} = \text{peso de hojas} * \% + \text{peso de tallo} * \% + \text{peso de raíces} * \% + \text{peso de granos} * \%$

$N \text{ (kg ha}^{-1}\text{)} = (5650,50) (0,014) + (6057,00) (0,0064) + (1189,75) (0,0064) + (8194,88) (0,0148)$

$N \text{ (kg ha}^{-1}\text{)} = 247,38$



Ministerio de Agricultura e Irrigación

"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"
Estación Experimental Agraria de Huaral "Donoso"
Laboratorio de análisis de suelos, agua y foliares



ANÁLISIS BÁSICO DE FERTILIDAD

NOMBRE: HECTOR ROMÁN OLIVAS
DIRECCIÓN: PREDIO MARIBEL - VEGUETA - HUAJIRA

FECHA: 20/09/2022

Nº LAB.	C.E. mS/cm 1:2.5	pH 1:2.5	M.O. %	N %	P ppm	K ppm	CaCO3 %	CATIONES (KNO3) mg/100 g suelo				CIC-E
								Ca	Mg	Na	K	
507	2.49	7.91	1.09	0.05	10	131	0.44	11.28	0.23	0.10	0.33	11.95

REACCIÓN DEL SUELO (pH) : Ligeramente alcalino
SALINIDAD (C.E.) : Moderadamente salino
MATERIA ORGÁNICA (M.O.) : Bajo
NITRÓGENO (N) : Bajo
FOSFORO DISPONIBLE (P) : Medio
POTASIO DISPONIBLE (K) : Medio
CARBONATO DE CALCIO (CaCO3) : Normal

SUGERENCIAS:

CULTIVO	CHALA			BRÓCOLI			ARVEJA		
	N	P2O5	K2O	N	P2O5	K2O	N	P2O5	K2O
kg/ha	200	140	100	180	120	180	120	80	100

OBSERVACIONES:

Proceder a fertilizar e incorporar aprox. 20 tm/ha de guano de aves, estiércol de vacuno, compost, humus de lombriz o guano de isla.

INIA
Estación Experimental Agraria
Donoso Kiyotada Miyagawa - Huaral

Dra. BEATRIZ SALES DAVILA
LABORATORIO DE AGUA, SUELOS, FOLIARES Y
ABONOS ORGÁNICOS

Calletera Chancay-Huaral km 5,6
Huaral - Lima-Perú
www.inia.gob.pe
Email: ventas@inia.gob.pe
Contacto: 961992611

