

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO**  
**FACULTAD DE AGRONOMÍA Y ZOOTECNIA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**



**TESIS**

**EFFECTO DE TIERRAS DIATOMEA EN EL RENDIMIENTO Y CALIDAD DE GRANOS DE DOS VARIEDADES DE MAIZ (*Zea mays* L.) EN CONDICIONES DE CAMPO, ANDENES - ZURITE, ANTA**

**PRESENTADO POR:**

**BACH. EDSANI SALAS GONZÁLES**

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

**ASESOR:**

**Dr. WILFREDO CATALÁN BAZÁN**

**CUSCO – PERÚ**

**2023**

## DEDICATORIA

A mis padres Ninoska Gonzáles, Edgar Sandro y mi hermano Sebastian, por su continuo apoyo, motivación y paciencia; todo lo que soy, se lo debo a ellos.

A mi abuelo Rómulo Q.E.P.D que guía mis pasos y me llena de bendiciones y oportunidades desde el cielo.

Con mucho amor a mi abuela René Olivo, que me cuidó e impulsó desde muy pequeña, hacia el camino de la responsabilidad y la disciplina.

A mis demás familiares por ser mi ejemplo de superación, humildad y sacrificio.

A mi fuerza interna, que se fortaleció en cada paso; ese paso a paso que es necesario considerar para no abrumarse y desistir rápidamente.

A Víctor Raúl Olivares Casafranca, que estuvo conmigo brindándome su apoyo, paciencia y aliento, te agradezco y deseo compartir contigo este y muchos otros momentos importantes de mi vida.

Finalmente, y no menos importante, a todas las personas que de una manera u otra aportaron al presente trabajo de investigación.

## **AGRADECIMIENTOS**

El presente trabajo de investigación no se hubiera logrado sin la sinergia de la institución, empresa y ayuda de personas generosas, por ello agradezco a mi casa de estudios la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco, de forma especial a la escuela profesional Ciencias Agrarias - Agronomía, sus docentes, personal administrativo y compañeros.

Al círculo de Estudios e Investigación en Desarrollo Rural – Llank'arisun, por ser mi motor de superación constante, potenciando la fuerza interna que necesitaba para impulsar mis sueños más grandes y ambiciosos.

A la empresa JMC Gerencia y construcción, en especial al Ing. Juan Carlos Estrada, por la oportunidad, confianza y apoyo para investigar proyectos innovadores con enfoque de economía circular para el sector agrario.

A mi asesor M. Sc. Wilfredo Catalán Bazán, por sus acertadas orientaciones, paciencia y guía en el desarrollo del proyecto, gracias por creer en la iniciativa.

Al Ing. Ladislao Palomino, del Instituto Nacional de Innovación Agraria, por sus enseñanzas entorno a la agricultura sustentable, responsable y científica, las facilidades prestadas y su gran espíritu altruista.

A mis amigos Marcelo Bueno y Ainara Oxa por sus conocimientos, guía, consejos y contribuciones.

# CONTENIDO

<b>RESUMEN</b>	<b>VI</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>I. PROBLEMA OBJETO DE LA INVESTIGACIÓN</b>	<b>2</b>
1.1. Identificación del problema objeto de investigación (POI)	2
1.2. Planteamiento del problema	2
1.2.1. Problema General	2
1.2.2. Problemas Específicos	2
<b>II. OBJETIVOS Y JUSTIFICACION</b>	<b>4</b>
2.1. Objetivos	4
2.1.1. Objetivos generales	4
2.1.2. Objetivos específicos	4
2.2. Justificación	4
<b>III. HIPÓTESIS</b>	<b>6</b>
3.1. Hipótesis general	6
3.2. Hipótesis específicas	6
<b>IV. MARCO TEÓRICO</b>	<b>7</b>
4.1. TIERRAS DIATOMEA	7
4.1.3. Uso de las tierras diatomea en el sector cervecero	8
4.1.5. El silicio en las plantas	9
4.2. ENMIENDAS ORGÁNICAS	9
4.2.1. Enmiendas como mejoradores de la estructura y textura del suelo	10
4.3. MATERIA ORGÁNICA (M.O.)	11
4.3.1. Microorganismos	12
4.3.3. Mineralización y humificación	13
4.4. QUIMICA DEL SUELO	13
4.4.2. pH	14
4.4.4. Capacidad de intercambio de cationes (C.I.C.)	15

<b>4.5. Degradación del recurso suelo</b>	<b>15</b>
<b>4.7. Normas técnicas para enmiendas, fertilizantes y abonos agrícolas</b>	<b>16</b>
4.7.1. Norma Técnica Peruana	16
4.7.2. Norma Técnica Mexicana	17
4.7.3. Norma Técnica Colombiana	18
<b>4.8. Taxonomía del maíz</b>	<b>18</b>
<b>4.9. Descripción botánica del maíz</b>	<b>19</b>
<b>4.10. Labores culturales</b>	<b>21</b>
<b>4.11. Fenología del maíz</b>	<b>23</b>
4.11.1. Tipos de cosecha del Maíz	25
<b>4.12. Características de las variedades en estudio</b>	<b>26</b>
<b>V. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN</b>	<b>28</b>
<b>5.8. MATERIALES Y MÉTODOS</b>	<b>30</b>
<b>5.8.2. Métodos</b>	<b>32</b>
5.8.3. Diseño experimental	35
5.8.4. Tratamientos	36
<b>5.3. CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO</b>	<b>42</b>
<b>5.4. EVALUACIÓN DE RENDIMIENTO</b>	<b>47</b>
<b>5.5. EVALUACIÓN DE CALIDAD COMERCIAL</b>	<b>47</b>
<b>5.6. EVALUACIÓN DE CRECIMIENTO</b>	<b>48</b>
<b>VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	<b>49</b>
<b>6.1. EVALUACIÓN DE RENDIMIENTO</b>	<b>49</b>
<b>6.2. EVALUACIÓN DE CALIDAD COMERCIAL</b>	<b>59</b>
<b>6.3. EVALUACIÓN DE CRECIMIENTO</b>	<b>73</b>
<b>VII. CONCLUSIONES</b>	<b>83</b>
<b>VIII. BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>86</b>

## RESUMEN

El objetivo de la investigación fue evaluar el efecto de diferentes dosis de tierra diatomea en el rendimiento y calidad comercial de granos de dos variedades de maíz.

El diseño estadístico aplicado fue (DBCA) con 5 tratamientos y 4 repeticiones, conformado por los tratamientos A1 (300 g de humus), A2 (100 g de diatomea), A3 (150 g de diatomea), A4 (200 g de diatomea) y A5 (compomaster).

Los resultados demuestran que, para la evaluación de 100 granos, no existe diferencias significativas entre bloques ni tratamientos, para las dos variedades de maíz. Para rendimiento de grano, A1 de la variedad Amarillo Oro, con 5.99 t/ha es estadísticamente superior a los demás tratamientos, por el contrario, la variedad Blanco Quispicanchi, con el tratamiento A2 con 4.30 t/ha es estadísticamente superior.

De la evaluación de calidad comercial, la calidad primera de la variedad Amarillo Oro obtuvo 78.00 g. con A1. La variedad Blanco Quispicanchi, con el tratamiento A2 obtuvo 219.75 g. Sobre calidad segunda, la variedad Amarillo Oro, con el tratamiento A1 obtuvo 971.25 g., asimismo la variedad Blanco Quispicanchi con el tratamiento A3 obtuvo 1150.75 g.

De la calidad tercera, el mayor peso alcanzado por la variedad INIA 613 - Amarillo Oro fue con el tratamiento A1 con 1378.50 gramos y el tratamiento A5 con 1 270.75 gramos, de la variedad INIA 618 - Blanco Quispicanchi el tratamiento A3 con 407 gramos y el tratamiento A2 con 374.5 gramos son estadísticamente iguales y superiores a los demás tratamientos.

**Palabras clave:** tierra diatomea, rendimiento, calidad comercial, maíz.

## INTRODUCCIÓN

El Ministerio del Ambiente (MINAM), en la sesión de trabajo del 2020, manifestó, que continúa trabajando con el propósito de lograr la neutralidad de la degradación del recurso suelo y su desertificación. Es por ello que, en la actualidad se busca alternativas con enfoque de agricultura de conservación, sustentabilidad y economía circular, que incrementen el potencial productivo del suelo.

Por otra parte, las tierras de diatomea (roca sedimentaria biogénica producto de la fosilización de algas) son fuente de mejora de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo el cual potencializa la diversidad edáfica y optimiza los parámetros ligados a la conservación del suelo.

Siendo el maíz uno de los tres cultivos principales a nivel mundial, registrando una mayor área de superficie sembrada, ocasiona el deterioro progresivo del recurso suelo que, al ser un recurso no renovable, necesita ser conservado y regenerado. Según la Organización De Las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura - FAO (2016), el 33 % del suelo a nivel mundial, se encuentra en un estado de degradación moderada – alta debido a la erosión, compactación, acidificación, salinización y contaminación química de los suelos.

Es importante conocer el efecto de tierras de diatomea proveniente de la industria cervecera como enmienda aplicada al suelo, para conocer su influencia en el rendimiento, calidad y crecimiento del cultivo de maíz, ya que es escasa la información documentada y pública al respecto.

En este sentido se presenta el siguiente trabajo de investigación titulado “Efecto de tierras de diatomea en el rendimiento y calidad de granos de dos variedades de maíz (*Zea mays* L.), en condiciones de campo, Andenes – Zurite, Anta”, esperando brinde una alternativa de mejora y reconversión de los sistemas de producción actual, por una con mayor responsabilidad ambiental, económica y social para el productor agrario.

La autora

## **I. PROBLEMA OBJETO DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.1. Identificación del problema objeto de investigación (POI)**

El uso excesivo de agroquímicos y el uso mínimo de materia orgánica aplicado al suelo, son uno de los causantes principales de su degradación, por ello se busca alternativas de abonamiento que aporten nutrientes, minerales y materia orgánica al suelo, para mejorar consecuentemente el rendimiento, calidad comercial de granos y crecimiento de las plantas.

Sin embargo, en la actualidad no se encuentra investigaciones sobre el efecto de las tierras de diatomea en el cultivo de maíz, variedad INIA – 613 Amarillo Oro e INIA 618- Blanco Quispicanchi, desarrollado en condiciones altoandinas, por tanto, es necesario y útil evaluar la respuesta en cuanto a rendimiento, calidad y crecimiento de dichas variedades, bajo condiciones ambientales actuales.

### **1.2. Planteamiento del problema**

#### **1.2.1. Problema General**

¿Cuál es el efecto de las diferentes dosis de tierra diatomea en el rendimiento, calidad comercial de grano y crecimiento, de las variedades de maíz INIA-613 Amarillo Oro e INIA – 618 Blanco Quispicanchi, en campo, Andenes – Zurite, Anta?

#### **1.2.2. Problemas Específicos**

- ¿Cuánto es el rendimiento de grano, de las variedades de maíz INIA - 613 Amarillo Oro e INIA - 618 Blanco Quispicanchi, por efecto de diferentes dosis de tierra diatomea?
- ¿Cómo es la calidad comercial de granos, de las variedades de maíz INIA - 613 Amarillo Oro e INIA-618 Blanco Quispicanchi, por efecto de las diferentes dosis de tierra diatomea



- ¿Cómo es el crecimiento de las variedades de maíz INIA- 613 Amarillo Oro e INIA 618- Blanco Quispicanchi por efecto de diferentes dosis de tierra diatomea?

## **II. OBJETIVOS Y JUSTIFICACION**

### **2.1. Objetivos**

#### **2.1.1. Objetivos generales**

Evaluar el efecto de diferentes dosis de tierra diatomea en el rendimiento, calidad comercial de grano y crecimiento de las variedades de maíz INIA - 613 Amarillo Oro e INIA 618- Blanco Quispicanchi, en campo, Andenes - Zurite, Anta.

#### **2.1.2. Objetivos específicos**

- 1) Determinar el rendimiento de grano de las variedades de maíz INIA 613- Amarillo Oro e INIA 618 - Blanco Quispicanchi, por efecto de diferentes dosis de tierra diatomea.
- 2) Evaluar la calidad comercial de grano (primera, segunda y tercera) de las variedades de maíz INIA 613 - Amarillo Oro e INIA 618 - Blanco Quispicanchi, por efecto de diferentes dosis de tierra diatomea.
- 3) Evaluar el crecimiento de las variedades de maíz INIA – 613 A Amarillo Oro e INIA 618 - Blanco Quispicanchi, por efecto de diferentes dosis de tierra diatomea.

### **2.2. Justificación**

Es indispensable la promoción del uso sostenible del recurso suelo, detener su degradación y frenar la pérdida de biodiversidad biológica a través de prácticas agrícolas sostenibles.

Siendo la gestión de los residuos orgánicos, un desafío de importancia mundial, al ser considerados focos de contaminación de los recursos naturales, nos lleva a buscar soluciones para mitigar el efecto de los residuos industriales en el medio ambiente. Por lo anterior, la presente investigación busca una alternativa para el uso de tierras diatomea recicladas de la industria cervecera, con el fin de evaluar su efecto en el rendimiento,

calidad de granos y crecimiento de las variedades de maíz INIA 613- Amarillo Oro e INIA 618 - Blanco Quispicanchi, alternativa que, impactará económica, social y ambientalmente de manera favorable.

Asimismo, los agricultores se benefician con la presente investigación, ya que es una alternativa que mejora el suelo, trayendo efectos en el rendimiento, calidad comercial y crecimiento de maíz, que constituye parte fundamental de la alimentación y atribuye a la seguridad alimentaria local, nacional e internacional. De igual manera la presente investigación, contribuye a alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible propuesto por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), correspondientes a fin de la pobreza, salud y bienestar, industria, hambre cero, innovación y acción por el clima.

El mejor tratamiento resultante de la incorporación de dosis de tierra de diatomea en las dos variedades de maíz INIA-613 Amarillo Oro e INIA- 618 Blanco Quispicanchi sirve como fuente de conocimiento para estudiantes, agricultores e investigadores, ya que, hasta la fecha, no se encuentra información al respecto.

### **III. HIPÓTESIS**

#### **3.1. Hipótesis general**

El efecto de diferentes dosis tierras diatomea en el rendimiento y calidad comercial de granos, de las variedades de maíz INIA - 613 Amarillo Oro e INIA - 618 Blanco Quispicanchi son iguales, en condiciones de campo, Andenes – Zurite, Anta.

#### **3.2. Hipótesis específicas**

##### **HE1:**

El efecto de diferentes dosis de tierras diatomea es igual, para rendimiento de grano de las variedades de maíz INIA 613- Amarillo Oro e INIA 618- Blanco Quispicanchis.

##### **HE2:**

El efecto de diferentes dosis de tierra diatomea es igual, para la calidad comercial de granos de la variedad de maíz INIA 613- Amarillo Oro e INIA 618- Blanco Quispicanchis.

##### **HE3:**

El efecto de diferentes dosis de tierra diatomea es igual, para crecimiento de la variedad de maíz INIA 613- Amarillo Oro e INIA 618- Blanco Quispicanchis.

## IV. MARCO TEÓRICO

### 4.1. TIERRAS DIATOMEA

#### 4.1.1. Generalidades de las tierras diatomea

Bakr (2010) citado por Scrivener y Carmical (2019) sostiene que el componente principal de las tierras de diatomea o diatomita es sílice amorfa ( $\text{SiO}_2$ ) además contiene elementos secundarios como óxido de hierro ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), calcita ( $\text{CaO}$ ), magnesia ( $\text{MgO}$ ), materia orgánica y trazas de macro y micronutrientes. (Tabla 1)

**Tabla 1**

*Composición típica de la tierra diatomea*

Elemento	Porcentaje (%)	Elemento	Porcentaje (%)
Potasio	0.067	Zinc	0.004
Calcio	0.12	Níquel	0.0005
Magnesio	0.019	$\text{Al}_2\text{O}_3$	8.75
Fósforo	0.02	$\text{SiO}_2$	90.07
Azufre	0.042	$\text{K}_2\text{O}$	0.08
Cobre	0.0019	$\text{CaO}$	0.168
Hierro	0.5	$\text{MgO}$	0.032
Sodio	0.067	$\text{P}_2\text{O}_5$	0.05

Fuente: Luis Baglione. Director Agrofrix, empresa del grupo Eztrade S.A. (2011).

#### 4.1.2. Origen de la tierra diatomea

Según Jones (2007) citado por Fabila et al. (2013) las acumulaciones de frústulos silicios de diatomeas que se han ido depositando a lo largo de millones de años, se conocen como tierra diatomea o diatomita, estos son de material poroso y ligero, formado de sedimentos de restos fosilizados de algas acuáticas unicelulares.

#### **4.1.3. Uso de las tierras diatomea en el sector cervecero**

Según Zarnkow y McGreger (2016) citado por Scrivener & Carmical (2019) indican que la tierra de diatomeas es y ha sido utilizado como coadyuvante para la filtración de cerveza durante mucho tiempo. El proceso de filtración de cerveza utiliza la técnica de filtración en profundidad, proceso en la cual las impurezas quedan atrapadas dentro del filtro o se adsorben en el medio filtrante para producir cerveza altamente purificada. Se convirtió en una técnica esencial en la industria cervecera para eliminar cualquier turbidez, levaduras y demás microorganismos presentes en la cerveza.

Por tanto, las tierras de diatomea procedente del proceso de filtración de cerveza contienen nutrientes y abundante materia orgánica producto de la absorción de las impurezas en el proceso de filtración de la cerveza.

#### **4.1.4. Tierra de diatomea como enmienda**

Fabila et al. (2013) indica que la biosílice de las tierras de diatomea, funcionan como tampón de pH efectivo, que favorece la conversión enzimática de bicarbonato en CO<sub>2</sub>, ciclo de importancia para la adquisición de carbono inorgánico por estos organismos como las plantas.

La tierra de diatomea aporta las siguientes propiedades:

- Mejora de las propiedades físicas del suelo.
- Mejora la retención del agua en los tejidos vegetales y el suelo. Romero et al. (2006)
- Neutraliza los elementos tóxicos y el exceso de acidez del suelo.
- Reduce el daño oxidativo a las membranas ocasionado por el exceso de iones. Gunes et al. (2007)
- Incide positivamente en la disponibilidad de nutrientes para las plantas.
- Disminuye los efectos inhibitorios del aluminio sobre el alargamiento radicular.
- Mitiga los efectos tóxicos de los diferentes elementos químicos.
- Protege a los cultivos contra factores bióticos y abióticos. Epstein (1994)
- Acumula compuestos fenólicos como: lignina y fitoalexinas.
- Aumenta la síntesis de peroxidasa, polifenoloxidasa, glucanasas y quitinasas.

- Favorece la mayor lignificación de los tejidos.
- Incrementa la producción de quinonas y especies reactivas de oxígeno que tienen propiedades antibióticas.
- Actúa como barrera mecánica, protegiendo granos en almacén.

Ventajas económicas:

- No requiere equipos ni personal especializado para las aplicaciones
- Reduce los costos de producción
- Alta compatibilidad con otros insumos
- Fácil y rápida aplicación
- Conserva sus condiciones físicas en el tiempo

#### **4.1.5. El silicio en las plantas**

Epstein (1994) indica que el silicio es acumulado en grandes cantidades en las gramíneas, pero no es considerado un elemento esencial para las plantas, por tal motivo, no es considerado en los planes de fertilización rutinaria, pero por otro lado existen evidencias de su escasez en suelos, reflejado en el crecimiento débil, reproducción anormal, susceptibilidad frente a estrés abiótico, y bióticos.

Aguirre, et al. (2007) afirma que existen investigadores agrónomos, botánicos, horticultores que expandieron y profundizaron los beneficios del silicio, como referencia, experimentos de fisiología vegetal muestran que el silicio mejora la retención del agua en los tejidos. Según Romero et al. (2006) reduce el daño oxidativo a las membranas ocasionado por exceso de iones. Gunes et al. (2007) lo que contribuye que este elemento sea considerado en la biología de plantas.

#### **4.2. ENMIENDAS ORGÁNICAS**

Según Gross (1986) actúan como mejorador de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo.

Pacheco (1961) afirma que la cantidad para incorporar al suelo, depende de la actividad microbiana, siendo mayor, para suelos con escasez de la misma.

De igual manera Arévalo & Castellano (2009) consideran que las enmiendas orgánicas, son acondicionadores, que pueden inducir a cambios de ciertas características o propiedades del suelo.

#### **4.2.1. Enmiendas como mejoradores de la estructura y textura del suelo**

Finck (1988) sostiene que, para el crecimiento óptimo de las plantas, es necesario que obtenga un suministro de nutrientes, buena aireación y humedad adecuada para una buena penetración radicular, siendo la aplicación de abonos, enmiendas una medida útil para mejorar la estructura.

##### **4.2.1.1. Enmienda para mejorar la estructura**

Finck (1988) menciona que las enmiendas se clasifican como acondicionantes de la estructura del suelo, teniendo por finalidad elevar la capacidad de retención hídrica y brindar estabilidad frente a la erosión en suelos ligeros y creando una estructura que facilita la aireación, en suelos pesados.

##### **- Mejora del estado de agregación**

Según Finck (1988) en los suelos fértiles se producen estructuras de agregación, de forma natural, esto sucede a través de la actividad de organismos del suelo, quedando enlazadas las partículas minerales en agregados estables, de esa manera se crean poros gruesos que facilitan la aireación y drenaje y microporos que retienen agua. En dicha agregación participan:

- Sustancias inorgánicas como: cal o silicato, yeso y recubrimientos de óxido.
- Sustancias orgánicas como: productos “adhesivos” de los microorganismos, hifas de hongos y sustancias húmicas que forman complejos de arcilla y humus, tracto digestivo de las lombrices de tierra, los cuales crean el ambiente propicio para la agregación.

#### **4.2.2. Humus de lombriz**

Tenecela (2012) menciona que es un fertilizante de origen natural, el cual brinda las siguientes propiedades al suelo:

- Protege de la erosión



- Mejora las características fisicoquímicas.
- Mejora la estructura.
- Aumenta la retención hídrica.
- Eleva la temperatura del suelo. Finck (1988)
- Incrementa la población de microorganismos benéficos.
- Libera paulatinamente nutrientes como: nitrógeno, fósforo, potasio, azufre y boro.
- Mejora el drenaje, la aireación y porosidad.

**Tabla 2**

*Composición química promedio de humus de lombriz*

<b>Parámetro</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
Nitrógeno	1 – 2.6
Fósforo	2 – 8
Potasio	1 – 2.5
Calcio	2 – 8
Magnesio	1 – 2.5
Materia orgánica	30 – 70
Carbono orgánico	14 – 30
Ácidos fúlvicos	14 – 30
Ácidos húmicos	2.8 – 5.8
Sodio	0.02
Cobre	0.05
Hierro	0.02
Manganeso	0.006
Relación C/N	10 – 11

Fuente: Vásquez & Martínez Vargas (2018).

#### **4.3. MATERIA ORGÁNICA (M.O.)**

Lorente (2007) señala que la materia orgánica es producto de la degradación de restos animales y vegetales que se incorporan al suelo. Diversas formas microbianas, lombrices, insectos, descomponen el material en fragmentos, a través de condiciones químicas oxidantes y reductoras de suelo.

Según Narro (1994) la materia orgánica provoca cambios en la capacidad de retención de la humedad, siendo eficaz en la retención de agua para las plantas, asimismo, modifica la velocidad de infiltración del suelo, disminuye la resistencia del suelo a la penetración

de las raíces y otros órganos subterráneos, facilita las labores de preparación de suelo y reduce el uso de implementos agrícolas, entre otros.

Por otra parte, la incorporación de materia orgánica al suelo, tiene efectos como:

- Aumenta la capacidad de intercambio catiónico.
- Eleva la capacidad amortiguadora en el pH.
- Forma compuestos orgánico-minerales.
- Incrementa la porosidad total del suelo.
- Libera sustancias hormonales que regulan el crecimiento vegetal.
- Es fuente de nutrientes para los microorganismos y otros seres del suelo.

**Tabla 3**

*Clasificación de la materia orgánica del suelo, según el método Walkley – Black*

<b>Clase</b>	<b>Materia Orgánica (%)</b>
Extremadamente pobre	0.00 - 0.60
Pobre	0.61 - 1.20
Medianamente pobre	1.21 - 1.80
Mediano	1.81 - 2.40
Medianamente Rico	2.41 - 3.00
Rico	3.01 - 4.20
<i>Extremadamente rico</i>	<i>Mayor a 4.20</i>

Fuente: Narro (1994).

#### **4.3.1. Microorganismos**

Según Lorente (2007) son los verdaderos responsables de la degradación de la materia orgánica, siendo la biomasa microbiana, la masa total de microorganismos vivos por unidad de suelo, pudiéndose encontrar bacterias, hongos, actinomicetos, algas, y protozoos.

#### **4.3.2. Características del medio**

Lorente (2007) sostiene que la descomposición de la materia orgánica depende de las características micro climáticas del suelo como aireación, temperatura y pH, que tienen incidencia directa sobre los microorganismos.

En suelos secos o muy secos la actividad microbiana es nula, mientras que en suelos húmedos existe la posibilidad de actividad aerobia o anaerobia, según se encuentre el suelo se en capacidad de campo o en suelos completamente saturados de agua.

Asimismo, la temperatura influye en la actividad microbiana, reduciendo en zonas frías y aumentando en zonas cálidas y templadas.

Por otro lado, el pH también tiene incidencia en la actividad microbiana, siendo el medio alcalino donde la mayoría de microorganismos actúan, al contrario, en medios ácidos sólo ciertos microorganismos son capaces de descomponer la materia orgánica.

### **4.3.3. Mineralización y humificación**

Lorente (2007) afirma que los procesos químicos de humificación y mineralización son complejos, asimismo, sintetiza que la materia orgánica fresca se descompone progresivamente en el suelo, siendo los microorganismos los que descomponen esta materia con rapidez o no dependiendo de las características del medio, dicha descomposición se define como la simplificación de las moléculas complejas en unas más simples y asimilables por las plantas.

Esta descomposición de la materia orgánica, incluye una parte que se mineraliza rápidamente y otra que no, ya que sufre una serie de transformaciones químicas complejas, hasta ser dividido finamente, recibiendo el nombre de humus.

## **4.4. QUIMICA DEL SUELO**

### **4.4.1. Relación C/N**

Según Lorente (2007) los organismos están conformados mayormente por carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno y en menor cantidad por fósforo y azufre. Dichos microorganismos descomponen la materia orgánica fresca obteniendo energía a través del carbono orgánico, desprendiendo dióxido de carbono y agua, asegurando así su reproducción, con lo que aumentan sus necesidades de nitrógeno, ya que necesitan proteínas para la formación de nuevos organismos. El nitrógeno puede provenir del material orgánico, de la extracción del suelo o de algunas bacterias fijadoras de nitrógeno atmosférico como el azotobacter.

De la acción conjunta del carbono orgánico y el nitrógeno, se deduce el cociente de relación carbono – nitrógeno que indica el grado de maduración del proceso de degradación de la materia orgánica. Siendo valores de C/N = 50-80 indicador de mucha materia fresca y poca actividad microbiana, C/N = 15-40, degradación próxima al equilibrio y valores de C/N = 10 descomposición de la materia orgánica en equilibrio.

#### 4.4.2. pH

Lorente (2007) afirma que es una medida de concentración de iones H<sup>+</sup> en una solución acuosa, cuanto más ácida es menor es su pH, mientras que, si es básica o alcalina, mayor será su pH.

**Tabla 4**

*Rangos de pH y sus denominaciones*

pH	Denominación
Inferior a 4,0	Extremadamente ácido
4,0 a 5,0	Muy fuertemente ácido
5,0 a 5,5	Fuertemente ácido
5,5 a 6,0	Moderadamente ácido
6,0 a 6,7	Ligeramente ácido
6,7 a 7,3	Rango neutro
7,0	Neutro
7,3 a 8,0	Débilmente alcalino
8,0 a 8,5	Moderadamente alcalino
8,5 a 8,0	Fuertemente alcalino
9,0 a 10,0	Muy fuertemente alcalino
Superior a 10,0	Extremadamente alcalino

Fuente: Lorente (2007).

#### 4.4.3. Conductividad Eléctrica (C.E)

Lorente (2007) indica que es la evaluación de la salinidad, consiste en disolver una alícuota de suelo en agua destilada, que mediante un conductímetro de determina la conductividad en milisiemens a 25°C, dicho valor se multiplica por 0.64, obteniendo la cantidad de sales por totales en miligramos por litro.

**Tabla 5***Valores de conductividad eléctrica*

<b>C.E mS cm<sup>-1</sup> (milisiemens por cm)</b>	<b>Valoración</b>
<0.6	No salino
0.6 - 1,2	Poco salino
1,2 - 2,4	Salino
2,4 - 6,0	Muy salino
>6,0	Hipersalino

Fuente: Lorente (2007).

**4.4.4. Capacidad de intercambio de cationes (C.I.C.)**

Según Lorente (2007) mide la fertilidad del suelo, o sea es el grado de capacidad que tiene para almacenar cationes.

**Tabla 6***Valoraciones de la Capacidad de Intercambio Catiónico*

<b>C.I.C en meq/100 g</b>	<b>Valoración</b>
<5	Pobre
5-10	Bajo
10-15	Normal bajo
15-25	Normal alto
25-40	Alto
>40	Muy alto

Fuente: Lorente (2007).

**4.5. Degradación del recurso suelo**

Este se contempla cuando el suelo disminuye su capacidad para soportar vida, se producen modificaciones en sus propiedades químicas, físicas y biológicas.

La Organización de las Naciones Unidas (2003) citado por Fabila (2013) menciona que al degradarse, disminuye su capacidad de producción tanto en calidad como en cantidad.

Asimismo, impacta los agroecosistemas debido al manejo inadecuado de los recursos naturales y el uso excesivo de agroquímicos.

#### **4.6. Economía circular de residuos sólidos**

Graziani (2018) manifiesta que dicho concepto se basa en el principio de que en la naturaleza todo se transforma y nada se desperdicia. Teniendo en cuenta la escasez de recursos y el crecimiento de la población, es necesario cambiar el paradigma de extraer, producir y desechar, por un modelo donde "residuo" no existe, esto es posible cuando se implementan medidas basadas en la reducción, eliminación y reutilización.

Asimismo, resume que la economía circular permite la reducción de costos de producción, mitigando la presión antrópica frente a los recursos naturales y fomentando la innovación. En el ámbito de la agricultura, los residuos sólidos de origen orgánico pueden utilizar como fertilizante para el suelo, estos pueden ser producidos a partir del pretratamiento o tratamiento.

#### **4.7. Normas técnicas para enmiendas, fertilizantes y abonos agrícolas**

##### **4.7.1. Norma Técnica Peruana**

La Norma Técnica Peruana aprobada por el Instituto Nacional de calidad (INACAL), denominada "Fertilizantes. Compost a partir de residuos sólidos orgánicos municipales"- NTP 201.208:2021, muestra los parámetros y requisitos máximos y mínimos que debe contener el compost, elaborado a partir de residuos sólidos orgánicos municipales provenientes de ferias, domicilios, áreas verdes, restaurantes y establecimientos.

Asimismo, la norma técnica define la terminología de las enmiendas orgánicas, manifestando que su origen puede ser vegetal o animal y que su uso está dirigido a mantener o aumentar la materia orgánica del suelo, así como a mejorar sus propiedades físicas, actividad química y biológica.

Los requisitos físicos y químicos comprenden el contenido de nutrientes (Tabla 7), olores, humedad, densidad, aparente, tamaño de partículas, materiales inertes, conductibilidad eléctrica, pH, materia orgánica, relación C/N, materiales pesados y requisitos microbiológicos.

**Tabla 7***Contenido promedio de nutrientes en compost*

<b>Parámetro</b>	<b>Valor mínimo</b>	<b>Valor Máximo</b>
Nitrógeno	0,3	1,5
Fósforo	0,1	1,0
Potasio	0,3	1,0
Magnesio	0,2	0,7
Calcio	2	6

Fuente: Instituto Nacional de Calidad (2021) - NTP 201.208:2021

**4.7.2. Norma Técnica Mexicana**

La Norma Mexicana NMX-AA-180-SCFI-2008 dispone de métodos y procedimientos para el tratamiento aerobio de residuos sólidos urbanos, así como la información comercial y de sus parámetros de calidad de los productos finales como el compost y humus de lombriz o lombricomposta.

Asimismo, hace énfasis en la promoción del tratamiento aerobio de la fracción orgánica a nivel municipal, local, regional y mundial, a través de la empresa privada y gobiernos públicos, con el fin de reducir y valorizar los residuos.

Por otro lado, propone características de calidad que debe poseer una composta como: humedad, pH, conductividad, materia orgánica, carbono orgánico total, nitrógeno total, relación C/N, granulometría, entre otros. (Tabla 8)

**Tabla 8***Especificaciones de compost terminado*

<b>Parámetro</b>	<b>Valor</b>
Humedad	25% - 45% en peso
pH	6.7 - 8.5
Conductividad eléctrica	0.5 dS/m - 12 dS/m
Materia Orgánica	≥20% MS
Carbono orgánico total	Mínimo 10%
Nitrógeno total	1% - 3% MS

Relación C/N	15 - 25
Granulometría	≤ 30 mm

Fuente: Dirección General De Normas Norma Mexicana (2008) NMX-AA-180-SCFI-2008

#### 4.7.3. Norma Técnica Colombiana

La Norma Técnica Colombiana NTC 5167 (2011), sobre productos industriales para la agricultura y productos orgánicos usados como fertilizantes, abonos o enmiendas/ acondicionantes de suelo, realizado por el Instituto Colombiano de Normas y Técnicas de certificación (ICONTEC), tiene como objeto establecer los requisitos mínimos y máximos de los parámetros para garantizar abonos, fertilizantes y enmiendas.

Entre los parámetros para abonos orgánicos aplicados para abonos de origen animal, vegetal, procedente de lodos de tratamiento de aguas residuales, indica que el contenido de carbono orgánicos total, debe oscilar entre el 5 % - 15%, asimismo, debe registrar un contenido de humedad máximo del 15%.

De igual manera, define a las enmiendas orgánicas húmicas como productos de origen pedogenéticos o geológico, que al ser aplicado al suelo aportan o generan humus, mejorando así sus propiedades físicas, químicas y biológicas.

#### 4.8. Taxonomía del maíz

Takhtajan (1980) clasifica al maíz de la siguiente manera:

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Liliopsida
Orden:	Poales
Familia:	Poaceae
Tribu:	Andropogoneae
Género:	Zea
Especie:	<i>Zea mays</i> L.



## **4.9. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA DEL MAÍZ**

### **4.9.1. Raíz**

Rimache (2008) menciona que después de la germinación, inicia el crecimiento y formación de la raíz, formándose el sistema radicular a los 2 o 3 días de la siembra, conformado por tres pequeñas raíces seminales, con la radícula. Luego de la salida del coleóptilo se da inicio a la formación de las primordias radiculares adventicias que constituirán el sistema radicular fibroso definitivo.

Segovia (1999) citado por Usca (2017) indica que la raíz es de tipo fibrosa, ésta se extiende en todas las direcciones, principalmente en la capa de suelo vegetal. Asimismo, se distinguen 3 tipos de raíz: raíces temporales o seminales, raíces permanentes y raíces adventicias.

### **4.9.2. Tallo**

Rimache (2008) manifiesta que el tallo presenta forma cilíndrica piramidal, terminando en punta, éste está conformado por nudos y entrenudos. Siendo el máximo desarrollo de la planta cuando la panoja ha emergido completamente, a la semana de haber panojado comienza el desarrollo de la mazorca a la altura del séptimo nudo aproximadamente, es en este estado, donde la planta alcanza un máximo de crecimiento de 1.5 m a 3.0 m de altura.

Chunhuay (2017) refiere que está formado por entrenudos separados por nudos más o menos distantes, cerca del suelo los entrenudos son cortos y va disminuyendo su grosor de abajo hacia arriba. Su sección es circular, sin embargo desde la base hasta la inserción de la mazorca se manifiesta una depresión que se hace más profundo conforme se aleja del suelo.

### **4.9.3. Hojas**

Rimache (2008) indica que las hojas son generalmente largas y angostas, envainadoras, formadas por el limbo y la vaina, presenta nervaduras lineales y paralelas a la nervadura central.

El crecimiento de la hoja se realiza en la punta, quedando la parte vieja en la base, por otro lado, el crecimiento de la vaina se desarrolla en la parte superior, asimismo, dentro de las hojas se logra diferenciar parénquima esponjoso y los haces vasculares.

#### **4.9.4. Flores**

León (1987) citado por Usca (2017) indican que el maíz es una planta monoica con flores unisexuales situadas en la panoja y espiga, esto hace que la polinización sea cruzada.

Rimache (2008) señala que las flores son unisexuales y se agrupan en la inflorescencia masculina denominada panoja o penacho y las inflorescencias femeninas o pistiladas se agrupan en una espiga modificada denominada mazorca.

##### **– Inflorescencia masculina**

Bustinza (1990) citado por Usca (2017) afirman que está constituida de una panoja amplia y un raquis central, el cual está conformada por hileras de espiguillas pares, siendo una de estas pedicelada y la otra sésil, generalmente esta espiguilla es biflora, sin embargo, puede ser uniflora cuando la segunda flor aborta. Las flores están conformadas por 3 estambres con filamentos largos y anteras lineales de las cuales se forma el polen. Cada antera posee 2 mil granos de polen aproximadamente, asimismo, una espiga puede llegar a producir 15 a 20 millones de granos de polen.

##### **– Inflorescencia femenina**

Bustinza (1990) citado por Usca (2017) indica que es llamada comúnmente mazorca o espiga, en la cual están situadas las flores femeninas protegidas por hojas superpuestas o brácteas. La espiguilla está formada por dos flores, pero sólo la superior es fértil, en la flor abortada se mantiene la palea y la lenma, que junto con las de la flor fértil constituyen la broza en la base del grano, cada espiguilla está conectada a la tusa por el pedúnculo, llamado raquilla, dando lugar a un grano.

#### **4.9.5. Grano**

Berger (1967) menciona que una mazorca puede contener entre 300 a 1000 semillas, éstas pueden ser dentadas o redondeadas, poseen variados colores propias de la variedad, que va desde blanco, amarillo, rojo, morado hasta casi negro.

La capa exterior de la nucela consiste en una sola capa de células que envuelve al endosperma, siendo su capa exterior, la aleurona, donde se deposita la proteína, que se encuentra en estrecho contacto con el embrión. El endosperma es de dos tipos: duro y vítreo, el cual tiene apariencia blanca y harinosa.

Según Rimache (2008) la acumulación de productos de la fotosíntesis, la absorción de los nutrientes por las raíces y el metabolismo propio de la planta, propicia el desarrollo del grano de maíz.

#### **4.9.6. Mazorca**

Rimache (2008) menciona que es una estructura sólida formada de un eje cilíndrico donde se insertan en pares, las espiguillas o flores. Se encuentra protegida por hojas transformadas, las cuales, en Perú, son llamadas “p’anqa”.

### **4.10. LABORES CULTURALES**

#### **4.10.1. Preparación del terreno**

Manrique (1997) indica que el maíz requiere terrenos fértiles, con alto contenido de materia orgánica (2.5 a 4%), pH 7 aproximadamente y buen drenaje.

Por otra parte, Berger (1967) menciona que los objetivos de la labranza son:

- Obtener una superficie de suelo profundo, con buena textura.
- Favorecer la circulación del aire en el suelo.
- Incitar la actividad de los microorganismos y consiguiente liberación de los nutrientes hacia las plantas.
- Proveer la retención de la humedad del suelo.
- Eliminar las arvenses.
- Reducir los ciclos biológicos de los insectos.

#### **4.10.2. Elección de la semilla**

Rimache (2008) sostiene que el rendimiento de un cultivo, depende del factor genético y del factor ambiental, por tanto, la semilla debe poseer capacidad reconocida de rendimiento y debe sembrarse en una zona idónea para su mejor expresión.

Así pues, la semilla debe contener un alto grado de pureza varietal y grado de germinación, siendo necesario estar libre de plagas y enfermedades, los mismos que deben estar garantizados por una entidad debidamente acreditada.

#### **4.10.3. Tratamiento de la semilla**

Manrique (1997) afirma que, para la siembra de maíz es necesario tratar las semillas con insecticidas que la protejan del daño de gusanos mayores, menores y demás predadores, en el momento de la germinación.

#### **4.10.4. Época de siembra**

Según Rimache (2008) las épocas de siembra difieren de acuerdo a la región y subregiones, de igual manera depende de la temperatura, incidencia de plagas y enfermedades y disponibilidad del recurso hídrico.

La región de la sierra está limitada por la temperatura y disponibilidad hídrica, pudiéndose considerar una región de siembras de primavera (agosto a diciembre), variando de acuerdo a la zona: baja, media o alta.

#### **4.10.5. Sistemas y densidad de siembra**

Berger (1967) plantea que el régimen de siembra es gran importancia en el cultivo de maíz, definido por la cantidad de plantas sobre el área de superficie, éste varía de acuerdo a la variedad, disponibilidad del recurso hídrico, ciclo de madurez y productividad del suelo.

Rimache (2008) refiere que el sistema de maíz más generalizado es “a golpe”, asimismo propone densidades de siembra de acuerdo a la fertilidad de los suelos pudiendo ser suelos de alta fertilidad hasta suelos de baja fertilidad.

En los suelos de baja fertilidad, recomienda densidades de 45 000 plantas/ha, con un distanciamiento entre surcos de 75 cm.

#### **4.10.6. Deshierbo**

Rimache (2008) considera que, en el cultivo de maíz las malezas constituyen uno de los principales competidores de nutrientes, luz y agua, ocasionando plantas débiles, susceptibles y con rendimientos bajos, por ello aconseja mantener el cultivo libre de malezas.

#### 4.10.7. Aporque

León et al. (2004) afirman que el aporque es una atención cultural que consiste en acercar suelo al pie de las plantas en atención a sus características biológicas.

Según el diccionario de la Real Academia Española (RAE, 2022) el acto de aporcar involucra remover de la tierra para amontonarla en torno a los troncos o los tallos de cualquier planta.

#### 4.11. FENOLOGÍA DEL MAÍZ

Rimache (2008) diferencia dos etapas en el desarrollo del maíz. (Tabla 9)

**Tabla 9**

*Etapas en el desarrollo de la planta de maíz*

<b>Estados vegetativos</b>	<b>Estados reproductivos</b>
VE: Emergencia	R1: Emergencia de estigmas
V1: Primera hoja	R2: Ampolla
V2: Segunda hoja	R3: Grano lechoso
V3: Tercera hoja	R4: Grano pastoso
V(n):" n" ésima hoja	R5: Grano dentado
VT: Panojamiento	R6: Madurez fisiológica

Fuente: Rimache (2008)

##### – **Etapas Vegetativa**

Saavedra (2014) refiere que la etapa de germinación y emergencia, es seguida de la fase de desarrollo radicular capaz de sostener y aportar los nutrientes necesarios para la formación de la mazorca y del grano.

Conforme la planta crece, aparecen hojas hasta poco antes de la espigadura, todas estas se forman dentro de la planta a partir del centro de crecimiento ubicado en la base del tallo, antes de comenzar el desarrollo de la panoja.

La función principal de la planta de maíz en esta etapa es crear las estructuras que la sustenten (aproximadamente 30 días después de la siembra) y alcancen una altura de 0.45 a 0.50 m., este proceso puede ser más o menos prolongada, influenciado por la

variedad y los factores ambientales. Si el crecimiento inicial es lento, la espigadura, la emisión de los estigmas y la madurez, pueden retrasarse.

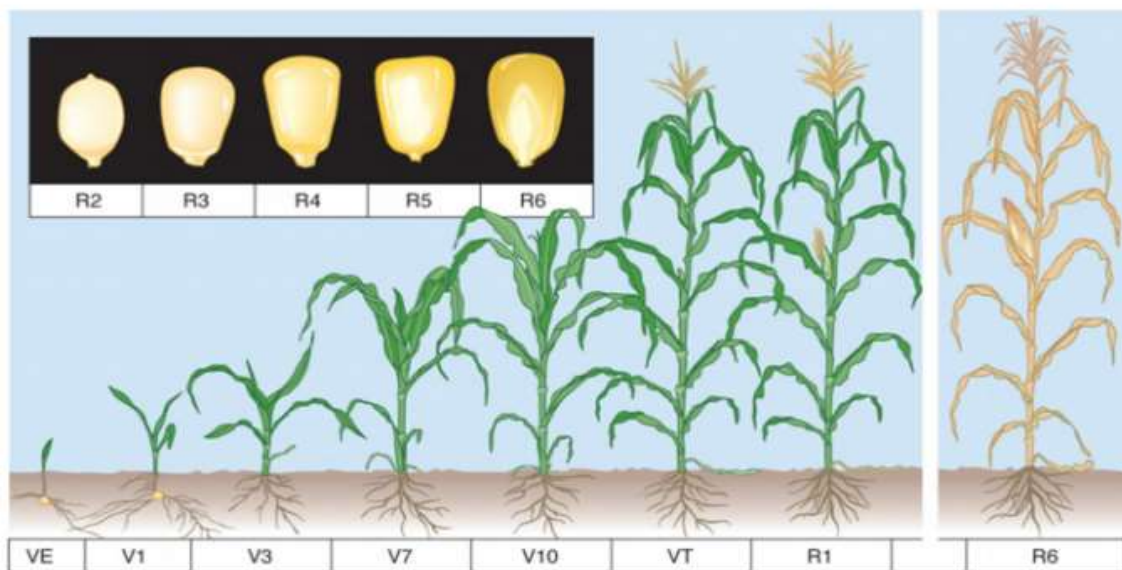
### – **Etapa Reproductiva**

Según el Saavedra (2014) se da inicio cuando se observa la espiga del maíz (órgano reproductor masculino) y termina a la madurez fisiológica del cultivo, esto está representado por una capa negra en el punto de inserción entre el grano y el marlo. Según García (1999) en esta etapa de maduración, la humedad promedio del grano oscila entre 30 – 35 % de humedad.

El número de mazorcas y de granos por mazorca viene determinado genéticamente, sin embargo, las deficiencias de humedad o de nutrientes, ataque de enfermedades u otras condiciones adversas, irán en desmedro de llenado del grano. En casos extremos, la planta puede morir antes de que el grano haya alcanzado su tamaño máximo. Por otro lado, si las condiciones de humedad y fertilidad son excepcionalmente favorables, se produce un mejor llenado del grano, lo cual posiblemente se traduzca en un rendimiento más alto que el esperado.

**Figura 1**

*Etapas fenológicas de la fase vegetativa y reproductiva de maíz cristalino*



Fuente: Emerson Nafziger. Extraído de : <https://www.intagri.com/articulos/fitosanidad/la-fenologia-del-maiz-y-su-relacion-con-la-incidencia-de-plagas>.

#### - **Llenado del grano**

García (1999) indica que inicia luego de ocurrida la fecundación hasta la madurez fisiológica, donde se distinguen cuatro estados del grano durante la etapa de llenado, pudiendo ser: estado de ampolla, donde se evidencia cambios de coloración gradual y contenido de humedad que desciende del 90% al 85%, pasando paulatinamente de un estado acuoso hasta densa y pastosa. En el estado lechoso, los granos presentan una humedad promedio de 71 y 74 % y se produce la acumulación de materia seca.

Durante el estado de masa blanda, la acumulación continúa del almidón al endospermo, adquiriendo una consistencia pastosa, presentando una humedad de 60% aproximadamente, acumulando cerca de la mitad de su peso seco total.

En el estado dentado o de masa dura, los granos empiezan a secarse desde su parte apical, apareciendo la denominada línea de leche, que cada vez se acerca más hacia la q'oronta a medida que avanza la madurez hasta desaparecer, presentando una humedad promedio del 40% y un 90% de su peso seco final.

#### **4.11.1. Tipos de cosecha del Maíz**

Rimache (2008) define que la cosecha, es la última fase del cultivo de maíz, en el cual se debe considerar de gran importancia para la obtención de un grano de alta calidad, así como la reducción de mazorcas en cosechas tardías, el tipo de cosecha es influenciada por el tipo de cultivo, pudiendo ser para choclo, forraje o grano.

#### - **Cosecha de maíz para grano**

Según Rimache (2008) se desarrolla cuando las hojas de la planta se tornan de un color amarillo, seguido de un secamiento, en este estado de madurez las plantas han alcanzado su máximo de materia seca un porcentaje de humedad del 35 al 40%, asimismo el grano posee un 25 a 35% de humedad, endospermo completamente duro y una mancha negra entre la base del grano y el pedicelo.

#### **4.12. CARACTERÍSTICAS DE LAS VARIEDADES EN ESTUDIO**

##### **– Variedad INIA 613 - Amarillo Oro**

Según el INIA (2007) la variedad INIA 613 - Amarillo Oro, es el resultado de trabajos de investigación realizados por el equipo de científicos y técnicos del Programa Nacional de Investigación en Maíz de la Estación Experimental Agraria Andenes – Cusco, del Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA).

La planta alcanza una altura de 200 cm aproximadamente, con tamaño de mazorca mediana de 12 a 15.5 cm, posee 8 hileras por mazorca, color de grano amarillo dorado (oro) tamaño de grano mediano, alcanzando el peso de 68 gramos por cada 100 granos.

En cuanto a sus características agronómicas, tiene un ciclo vegetativo intermedio de 210 a 230 días para su madurez, el rendimiento potencial es de 8.5 t/ha y el rendimiento comercial de hasta 6.3 t/ha.

##### **– Variedad INIA 618 – Blanco Quispicanchi**

Según el INIA (2012) la variedad INIA 618 – Blanco Quispicanchi es el resultado de los trabajos de investigación participativa, desarrollado por el equipo de científicos del Programa Nacional de Innovación Agraria en Maíz de la Estación Experimental Agraria Andenes – Cusco, del Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA).

Las plantas alcanzan una altura de 216 cm aproximadamente, cuenta con 8 hileras por mazorca, grano de coloración blanca, tamaño y forma grande, plano circular, alcanzando un peso de 102 gramos, por cada 100 granos.

El ciclo vegetativo es tardío de 8.0 a 8.5 meses obteniendo un rendimiento potencial de hasta 7 t/ha y rendimiento comercial de hasta 5.3 t/ha.

#### **4.13. PRODUCCIÓN Y RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE MAÍZ EN PERÚ**

Según el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI, 2013) en el IV Censo Nacional Agropecuario del 2012, la superficie agrícola nacional fue de 7 125 008 hectáreas, de las cuales el 58,3% del total poseen cultivos y el 41,7% no presentan cultivos. La superficie agrícola con cultivos de maíz Amarillo Oro constituye el 6,3% del total de la superficie y el maíz amiláceo el 5,8%.



Según el Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MIDAGRI, 2014) citado por Usca (2017) el maíz ha sido y sigue siendo uno de los productos más importantes en la alimentación nacional y de mayor arraigo en la cultura productiva de la población rural de los andes peruanos. En el 2013, se obtuvo en el país una producción de 307 481 toneladas de maíz amiláceo, con una superficie cosechada de 216 832 hectáreas, dando un rendimiento promedio nacional de 1.418 t/ha. La región del Cusco presenta la mayor producción de maíz amiláceo con 68 981 toneladas, seguido de las regiones de Apurímac con 41 456 toneladas y Cajamarca con 34 895 toneladas; la mayor superficie cosechada la obtuvo la región de Cajamarca con 43 367 hectáreas, seguido de Cusco y Apurímac con 25 472 y 25 041 hectáreas respectivamente; los mejores rendimientos promedio de este maíz fueron obtenidos por las regiones de Arequipa (3.699 t/ha), Tacna (2.931 t /ha), Cusco (2.708 t/ha) y Junín (2.193 t/ha) en el mismo año.

## V. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

### 5.1. Tipo de Investigación

Experimental - Exploratoria, ya que la investigación es cuantitativa presentando variables cuantificables, los mismos que buscan obtener resultados preliminares como base para investigaciones futuras.

Descriptiva, por la variable de crecimiento.

### 5.2. Periodo de investigación

El periodo de investigación se realizó durante la campaña agrícola 2020- 2021.

La siembra de maíz variedad INIA – 613 Amarillo Oro e INIA-618 Blanco Quispicanchi, fue el 09 de octubre del 2020. La cosecha de la variedad INIA – 613 Amarillo Oro fue el 14 de mayo y la variedad INIA- 618 Blanco Quispicanchi fue el 18 de junio del 2021.

### 5.3. Ubicación ecológica

Según Holdridge (1987) la Estación experimental agraria Andenes, está ubicado dentro de la zona de vida bosque seco – Montano Bajo Subtropical (bs –MBS) a una altitud de 3 391 m s.n.m.

- Temperatura máxima promedio anual: 18.5°C
- Temperatura mínima Promedio anual: 3.15°C
- Humedad relativa promedio anual : 75 %

Fuente: Chino (2019).

### 5.4. Ubicación Política

Región:	Cusco
Provincia:	Anta
Distrito:	Zurite
Localidad:	Estación Experimental Agraria Andenes

### **5.5. Ubicación geográfica**

Longitud Oeste: 72° 14' 31.9"

Longitud Sur: 13° 26' 32.3"

Altitud: 3 450 m s.n.m.

Fuente: GPS, Garmin, Oregón 650.

### **5.6. Ubicación hidrográfica**

Cuenca: Vilcanota

Micro cuenca: Sambor

### **5.7. Historial de campo experimental**

Los cultivos que antecedieron a la presente investigación fueron:

Campaña agrícola 2017-2018: Maíz

Campaña agrícola 2019-2020: Maíz

Fuente: Santiago, Personal técnico del INIA

## Figura 2

*Mapa de ubicación del campo experimental*



Fuente: Google Earth

## 5.8. MATERIALES Y MÉTODOS

### 5.8.1. Materiales

#### 5.8.1.1. *Procedencia de la semilla*

La semilla fue adquirida del Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA), siendo la variedad INIA 613 - Amarillo Oro, desarrollada a partir de 40 colecciones de cultivares nativos, mediante selección recurrente de medios hermanos. En 1994 se da inicio a la producción comercial en las regiones Cusco y Apurímac.

La variedad de maíz amiláceo INIA 618 - Blanco Quispicanchis, fue mejorada a partir de 484 familias de la raza Paracay o Blanco local de la Raza Cusco y Andahuaylillas, mediante selección recurrente de medios hermanos, el compuesto racial se mejoró hasta el 2011, año en el que se formó la semilla genética. INIA (2012)

#### **5.8.1.2. Procedencia de la Tierra de diatomea**

Durante la conducción del experimento, se utilizó tierra de diatomea calcinada reciclada de la industria cervecera, de la empresa Backus destinada a JMC Gerencia y Construcción en presentación de lodo residual, el cual es secada y envasada para su venta y comercialización.

La empresa JMC Gerencia y construcción es el encargado de su recolección. Dispuso el 30 de octubre del 2022; 140 kg del material, para fines de la presente investigación.

#### **5.8.1.3. Procedencia del Humus de lombriz**

Durante la conducción del experimento se utilizó humus de lombriz, producido por la empresa JMC Gerencia y construcción, elaborado a partir de lodos residuales, levadura de cerveza, cascarilla de cebada y otros sub productos cerveceros de la empresa Backus.

El material fue proporcionado por la empresa JMC Gerencia y construcción, el cual dispuso el 30 de octubre del 2022; 450 kg del material, para fines de la presente investigación.

#### **5.8.1.4. Materiales, equipos y Otros**

- **Abonos y otros**
  - Tierra diatomea
  - Humus de lombriz
  - Homai
  - Compomaster (20 – 20 – 20)
  - Wincha
  - Etiquetas
  
- **Equipos**
  - Software estadístico - R Studio
  - Cámara fotográfica
  - Balanza electrónica de precisión de 5 kg.
  - Seleccionadora de maíz

- Determinador de humedad
- **Materiales para análisis en laboratorio**
  - Muestra de tierra diatomea
  - Muestra de suelo
  - Muestra de humus de lombriz

## 5.8.2. Métodos

### 5.8.2.1. Muestreo para el análisis fisicoquímico de tierra diatomea.

La tierra diatomea procedente de la empresa JMC, se analizó en el laboratorio Mc-Quimicalab, para determinar los valores de nutrientes presentes (Tabla 10). El procedimiento y método se realizó de acuerdo a los protocolos establecidos por dicho laboratorio.

**Tabla 10**

*Análisis fisicoquímico de la muestra de tierra diatomea*

<b>Determinaciones</b>	<b>Unidad</b>	<b>M1</b>	<b>Interpretación</b>
Humedad	%	40.5	Alto
pH		7.4	Débilmente alcalino
Conductividad eléctrica	µS/cm	1740	Salino
Calcio disponible	%	0.0128	Bajo
Magnesio disponible	%	0.00576	Bajo
Sílice	%	0.09	Bajo

Fuente: Laboratorio de ciencias naturales aguas, suelos, minerales y medio ambiente - MC QUIMICALB.

### 5.8.2.2. Muestreo de suelo para el análisis fisicoquímico de suelo

Para el análisis fisicoquímico de suelo, se realizó la toma de muestras de la unidad experimental por el método del “zigzag” colectando muestras de suelo a una profundidad de 30 cm aproximadamente con ayuda de una pala, tomándose en toda el área experimental 7 sub muestras, los cuales fueron mezclados para formar una muestra

representativa de 1 kg, el cual fue llevado al laboratorio “Mc Quimicalab” para su análisis (Tabla 11). El procedimiento y método se realizó de acuerdo a los protocolos establecidos por dicho laboratorio.

**Tabla 11**

*Análisis fisicoquímico de la muestra de suelo*

<b>Determinaciones</b>	<b>Unidad</b>	<b>M1</b>	<b>Interpretación</b>
Nitrógeno total	%	0.3	Medio
Fósforo disponible	mg/100	2	Medio
Potasio disponible	mg/100	8	Medio
Materia orgánica	%	1.7	Medianamente pobre
pH		7.4	Débilmente alcalino
Conductividad eléctrica saturada	μS/cm	1640	Salino
Capacidad intercambio catiónico (C.I.C)	meq/100	17	Normal alto
Arena	%	29	Franco limoso
Arcilla	%	1	
Limo	%	70	
Clase textural			

Fuente: Laboratorio de ciencias naturales aguas, suelos, minerales y medio ambiente- MC QUIMICALAB

### **5.8.2.3. Muestreo para el análisis fisicoquímico de humus de lombriz**

Para el análisis físico – químico, se tomó 1 kg de muestra del humus de lombriz, de la empresa JMC y se llevó al laboratorio químico agrícola” Valle grande” para su análisis. El procedimiento y método se realizó de acuerdo a los protocolos establecidos por dicho laboratorio. (Tabla 12)

**Tabla 12***Análisis fisicoquímico de la muestra de humus*

<b>Parámetro</b>	<b>Resultado</b>	<b>Unidad</b>	<b>Interpretación</b>
pH a T = 23° C (E.S)	7.01		Neutro
Conductividad eléctrica a 25° C	8.97	dS/m	Hipersalino
Carbonato de calcio	1.12	%	Bajo
Humedad	60.33	%	Alto
Materia orgánica	13.89	%	Bajo
Carbono orgánico	8.06	%	Bajo
Cenizas totales	8	%	Bajo
Nitrógeno total	1	%	Alto
Fosforo total	1.21	%	Bajo
Potasio total	0.13	%	Bajo
Calcio total	2.37	%	Medio
Magnesio total	0.33	%	Bajo
Azufre total	0.29	%	Medio
Cobre total	50.99	ppm	Bajo
Zinc total	475.95	ppm	Alto
Manganeso total	112.49	ppm	Bajo
Hierro total	2148.29	ppm	Alto
Boro total	65.99	ppm	Alto
C/N	8.07		Óptimo

Fuente: Laboratorio de análisis de Suelo de Química Agrícola de Cañete, Lima 2018.

#### **5.8.2.4. Condiciones meteorológicas registrados en campo durante la experimentación**

Las condiciones meteorológicas cumplen un factor importante para el cultivo de maíz, por tanto, se obtuvo datos de la estación meteorológica del Instituto Nacional de Investigación Agraria del Cusco, localizada en el centro experimental Andenes – Zurite.



**Tabla 13**

*Datos meteorológicos durante el desarrollo vegetativo del cultivo de maíz (campaña 2020-2021).*

<i>Mes</i>	<i>Año</i>	<i>Temperatura media (°C)</i>	<i>Humedad exterior (%)</i>	<i>Sensación térmica por hum y temp. (C°)</i>
Octubre	2020	12.12	62.80	11.45
Noviembre	2020	12.17	72.02	11.81
Diciembre	2020	12.29	76.20	12.03
Enero	2021	12.15	77.56	11.92
Febrero	2021	12.37	81.53	12.27
Marzo	2021	12.30	74.13	12.10
Abril	2021	11.02	72.49	10.66
Mayo	2021	10.11	67.34	9.58
Junio	2021	9.73	66.36	9.17

Fuente: Estación meteorológica del INIA Andenes - Zurite.

### **5.8.3. Diseño experimental**

El diseño experimental utilizado fue el de bloques completos al azar (DBCA) con 5 tratamientos y 4 repeticiones, haciendo un total de 20 unidades experimentales. Correspondientes a cada variedad de maíz INIA – 613 Amarillo Oro e INIA – 618 Blanco Quispicanchi, instalados en dos campos experimentales contiguos por variedad.

Los tratamientos fueron asignados al azar, por el método de la balota.

Los datos registrados fueron procesados utilizando el software estadístico R 3.6.1 Studio, la prueba utilizada fue Tukey al 95%, los resultados del análisis son mostrados en tablas para el comparativo e interpretación.

#### 5.8.4. Tratamientos

Tabla 14

*Variedad INIA 613 – Amarillo Oro*

Tratamientos	Descripción	Clave
T1 (Test.)	300 g Humus de lombriz	A1HAO
T2	100 g de tierra diatomea + 300 g de humus	A2100AO
T3	150 g de tierra diatomea + 300 g de humus	A3150AO
T4	200 g de tierra diatomea+ 300 g de humus	A4200AO
T5 (Test.)	20 g de Fertilizante Compomaster (20-20-20) + 300 g de humus	A5CAO

Tabla 15

*Variedad INA 618 – Blanco Quispicanchi*

Tratamientos	Descripción	Clave
T1 (Test.)	300 g Humus de lombriz	A1HBQ
T2	100 g de tierra diatomea + 300 g de humus	A2100BQ
T3	150 g de tierra diatomea + 300 g de humus	A3150BQ
T4	200 g de tierra diatomea + 300 g de humus	A4200BQ
T5 (Test.)	20 g de Fertilizante compomaster (20-20-20) + 300 g de humus	A5CBQ

#### 5.8.5. Características del campo experimental

##### 5.8.5.1. Campo experimental - Variedad INIA 613 – Amarillo Oro

Largo	13.4 m
Ancho	13.5 m
Área total	180.9 m <sup>2</sup>

##### ➤ Bloques

Nº de bloques	4
---------------	---

Ancho de bloque	13.5 m
Largo de bloque	3 m
Área de bloque	40.5 m <sup>2</sup>

➤ **Unidad Experimental (parcela)**

Total de unidades experimentales	20
Unidades experimentales por bloque	5
Distanciamiento entre golpes	0.75 m
Largo	3 m
Ancho	2.7 m
Área	8.1 m <sup>2</sup>

➤ **Calles**

Número de calles total	3
Largo	13.5 m
Ancho	0.5 m
Área total de calles	20.25 m <sup>2</sup>

➤ **Surcos**

Número de surcos por parcela	9
Distanciamiento entre surcos	0.30 m
Largo	3 m
Ancho	0.3 m
Área	0.9 m <sup>2</sup>

➤ **Cantidad de semilla**

Por bloque	180 unid.
Por parcela	36 unid.

### 5.2.5.2. *Campo experimental – Variedad INA 618 – Blanco Quispicanchi*

Largo	30.6 m
Ancho	5.9 m
Área total	180.5 m <sup>2</sup>
➤ <b>Bloques</b>	
Nº de bloques	4
Ancho de bloque	2.7 m
Largo de bloque	15 m
Área de bloque	40.5 m <sup>2</sup>
➤ <b>Unidad Experimental (parcela)</b>	
Total, de unidades experimentales	20
Unidades experimentales por bloque	5
Distanciamiento entre golpes	0.75 m
Largo	3 m
Ancho	2.7 m
Área	8.1 m <sup>2</sup>
➤ <b>Calles</b>	
Número de calles total	2
Largo	15 m
Ancho	0.5 m
Área total de calles	15 m <sup>2</sup>
➤ <b>Surcos</b>	
Número de surcos por parcela	9
Distanciamiento entre surcos	0.30 m
Largo	3 m

Ancho	0.30 m
Área	0.9 m <sup>2</sup>

➤ **Cantidad de semilla**

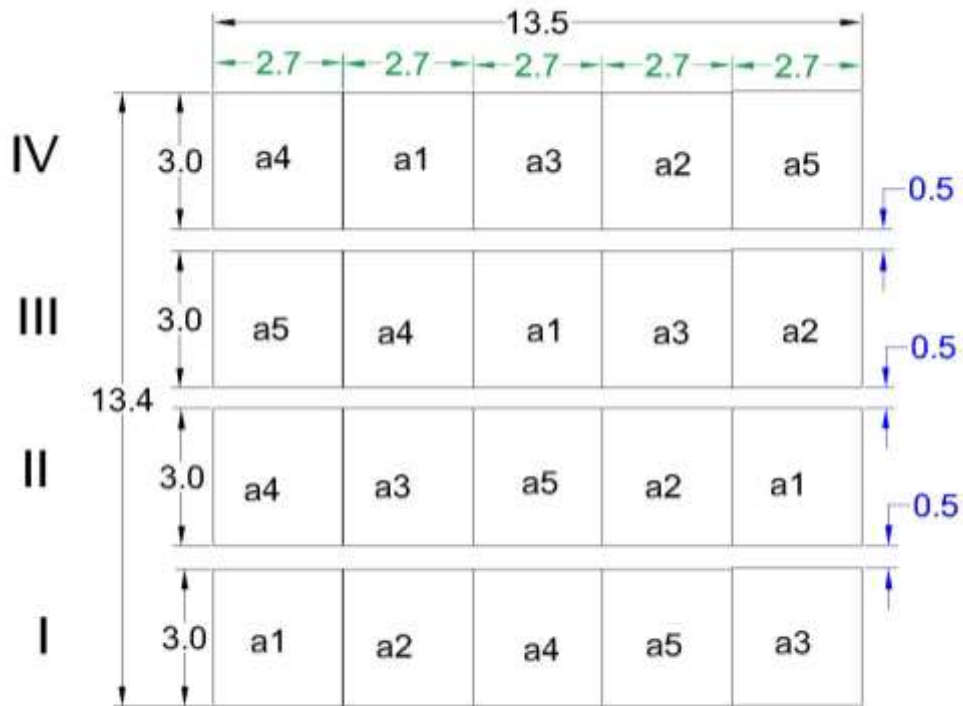
Por bloque	180 unid.
Por parcela	36 unid.

**5.2.6. Croquis de distribución aleatoria de tratamientos en el campo experimental.**

- Variedad INIA 613- Amarillo Oro

**Figura 3**

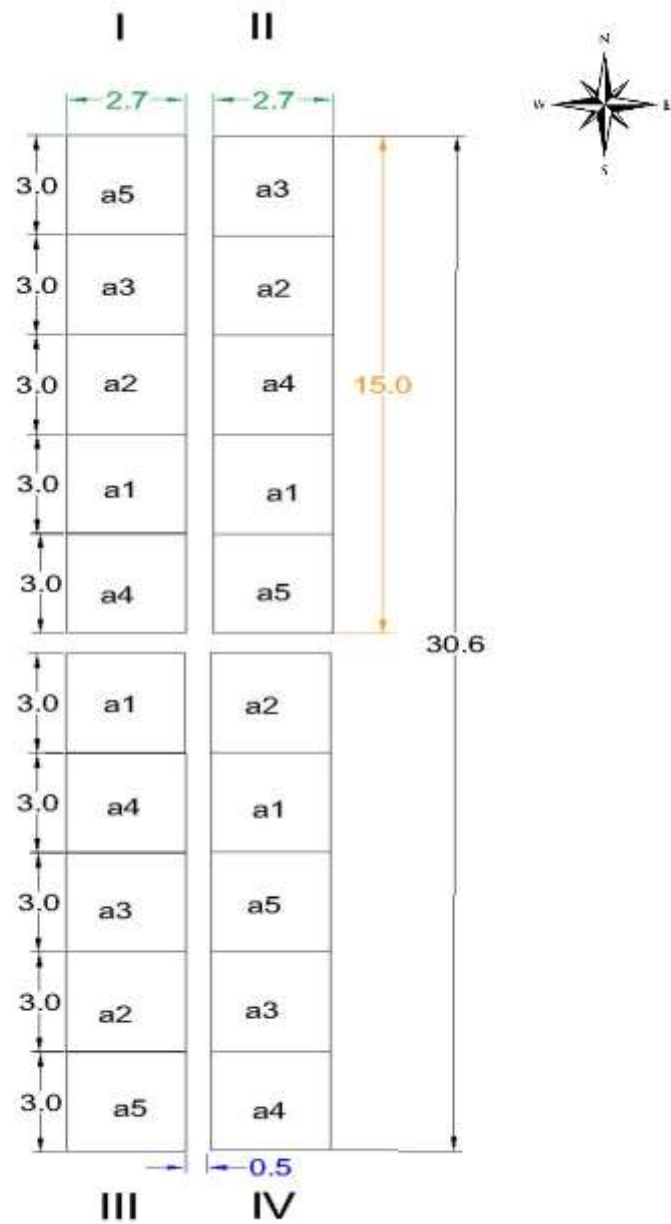
*Croquis y distribución de tratamientos de la variedad INIA 613- Amarillo Oro*



➤ Variedad INIA 618 - Blanco Quispicanchis

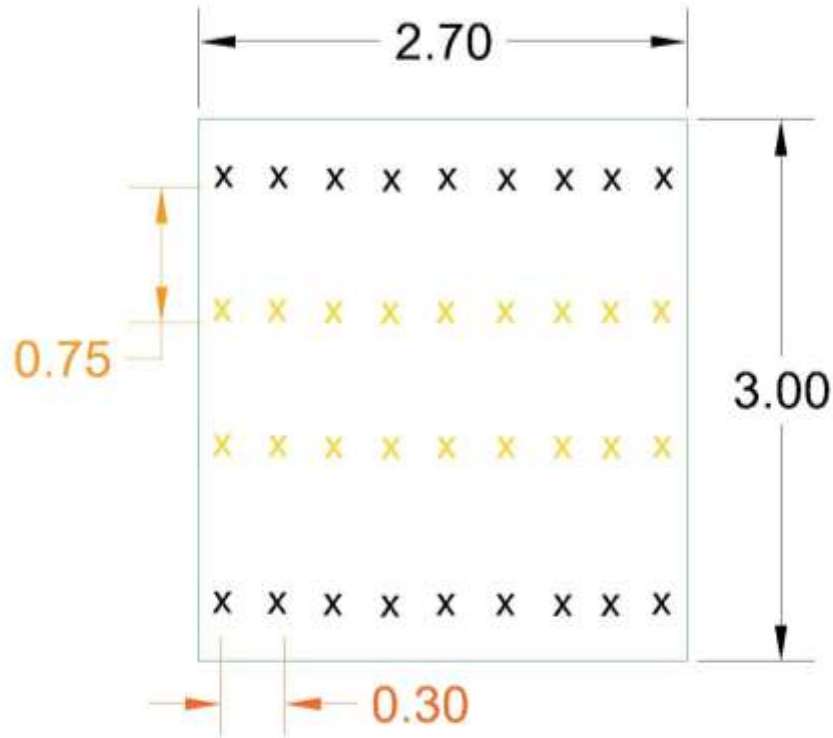
**Figura 4**

*Croquis y distribución de tratamientos de la variedad INIA 618 - Blanco Quispicanchi(m)*



## Figura 5

*Distribución de plantas por unidad experimental (parcela)*



### 5.2.7. Variables e indicadores

- **A: Rendimiento**
  - Peso de 100 granos (g)
  - Rendimiento de grano (t/ha)
- **B: Calidad comercial**
  - Peso de granos de primera calidad, por tratamiento (g)
  - Peso de granos de segunda calidad, por tratamiento (g)
  - Peso de granos de tercera calidad, por tratamiento (g)
- **C: Crecimiento**
  - Altura de planta (cm)
  - Longitud de marlo (cm)

### 5.3. CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO

#### 5.3.1. Preparación del terreno

##### – Arado, rastrado y surcado

Se usó tractor agrícola para las labores de arado, rastrado y surcado del área experimental, actividad realizada el 02 de octubre del 2020.

#### Figura 6

*Preparación de terreno con tractor agrícola*



##### – Desinfección de la semilla

Para la desinfección de las semillas se usó 20gr/ 10 kg se semilla del fungicida Homai,<sup>®</sup>, el cual brindó protección frente a ataques de hongos, durante las primeras etapas de desarrollo.



– **Siembra**

Se colocó tres semillas por golpe, a una profundidad de 10 cm aprox., con una densidad de siembra de 0.75 m entre golpes y 0.30 m entre surcos. Dicha actividad se realizó de forma manual, el día 09 de octubre del 2020.

**5.3.2. Manejo agronómico del cultivo**

– **Raleo o desahije**

Se realizó un mes después de la siembra, dejando 2 plantas por golpe.

– **Aporque**

Se realizó dos veces, la primera de forma mecanizada con tractor agrícola implementado con surcadora de 3 rejas y la segunda de forma manual cuando la planta alcanzó 1 metro de altura aprox. Se incluyó las malezas desprendidas, como fuente de abono verde.

– **Aplicación de enmiendas**

Constó de dosis de 100, 150 y 200 g de tierra de diatomea por planta, el cual fue colocado adjunto con la semilla, adicionalmente se incluyó 300 gramos de humus de lombriz por planta, al momento de la siembra.

Dicha actividad se realizó el 09 de noviembre del 2020.

**Tabla 16**

*Dosis de aplicación de tratamientos*

<b>Tratamiento</b>	<b>Producto</b>	<b>Dosis aplicada por parcela</b>	<b>Dosis de aplicación (t/ha)</b>
A1	humus	10.8 kg/8.1 m <sup>2</sup>	13.3
A2	Diatomea + humus	3.6 kg + 10.8 kg/8.1 m <sup>2</sup>	4.4 diatomea + 13.3 humus
A3	Diatomea + humus	5.4 kg + 10.8 kg /8.1 m <sup>2</sup>	6.6 diatomea + 13.3 humus
A4	Diatomea + humus	7.2 kg+ 10.8 kg/8.1 m <sup>2</sup>	8.8 diatomea + 13.3 humus
A5	Compomaster + humus	(20-20-20) + 10.8 kg/8.1 m <sup>2</sup>	Nivel de fertilización 88 -88-88 + 13.3 humus

## Figura 7

Aplicación de enmiendas (tierras diatomea y humus de lombriz)



### - Deshierbo

Se realizó 2 meses después de la siembra, para evitar que otras plantas compitan por la absorción de nutrientes, agua, luz solar y minerales, asimismo, las malezas también albergan plagas y enfermedades que ocasionan una considerable disminución en el rendimiento del cultivo.

<b>Nombre común</b>	<b>Nombre científico</b>	<b>Familia</b>
Trébol carretilla	<i>Medicago hispida</i>	Fabaceae
Nabo o yuyo	<i>Brassica campestris</i>	Brassicaceae
Kikuyo	<i>Pennisetum clandestinum</i>	Poaceae
Trébol blanco	<i>Trifolium repens</i>	Fabaceae
Diente de león	<i>Taraxacum officinalis</i>	Asteraceae

## – Cosecha

Se realizó al finalizar el desarrollo fenológico de las plantas (madurez fisiológica) presentándose un amarillamiento intenso y secamiento de las hojas. El grano de la variedad Amarillo Oro, presentó un aspecto ceroso y duro, observándose una mancha negra entre la base del grano y el pedicelo.

Todas las parcelas fueron cosechadas de forma manual y separadas en sacos, con sus códigos respectivos.

La cosecha de la variedad INIA 613 - Amarillo Oro se realizó el 14 de mayo del 2020, mientras que la variedad INIA 618- Blanco Quispicanchi se realizó el 18 de junio.

Realizada la cosecha, se deshojó las mazorcas y se expusieron al sol para su secado, hasta que el grano alcance un porcentaje de humedad del 11-13% para su evaluación

### **Figura 8**

*Estado de maduración de maíz variedad Amarillo Oro*



**Figura 9**

*Desprendimiento de marlo del tallo de maíz*



**Figura 10**

*Estado de maduración de maíz variedad Blanco Quispicanchi*



#### - **Plagas y Enfermedades**

- ✓ Plagas: Durante el desarrollo del cultivo, se observó la presencia de pulgón del maíz (*Rhopalosiphum maidis*), en las inflorescencias masculinas y lorito verde (*Diabrotica spp.*) en las hojas, causando agujeros grandes e irregulares. Los insectos registrados tenían poblaciones mínimas que no ocasionaron daños relevantes.
- ✓ Enfermedades: Durante el desarrollo del cultivo se observó a nivel de mazorca, la enfermedad comúnmente llamada pacorma o hat'upa, causado por el hongo *Ustilago maydis*. De igual manera, se registró la roya de maíz causado por el hongo *Puccinia sorghi* caracterizada por la formación de pústulas alargadas de color marrón rojizo, tanto en el haz como en el envés de la hoja. La presencia de estas enfermedades no alcanzó niveles de importancia.

#### **5.4. EVALUACIÓN DE RENDIMIENTO**

El secado de las mazorcas se realizó durante 25 días, hasta llegar a la humedad de desgrane del 11 a 13 %, luego se desgranaron en sacos independientes con su codificación respectiva.

Para la evaluación de peso de 100 granos expresado en gramos (g), se tomaron al azar 100 granos por parcela, correspondiente a las variedades INIA 613- Amarillo Oro e INIA 618 – Blanco Quispicanchi, de manera independiente.

Para determinar el rendimiento de grano por hectárea, se proyectó el peso de granos alcanzado en kilogramos, en el área ocupada (8.1 m<sup>2</sup>), para luego ser proyectados a hectárea (10 000 m<sup>2</sup>) mediante regla de tres simple y expresados en toneladas por hectárea (t/ha), para cada variedad.

#### **5.5. EVALUACIÓN DE CALIDAD COMERCIAL**

Para la evaluación de calidad comercial de grano, se evaluaron granos de los dos surcos centrales de cada parcela, los mismos que fueron dispuestos en una máquina seleccionadora con 3 zarandas; la primera con diámetro de orificios de 15 mm, la segunda con 13 mm y la tercera con 10 mm, correspondiente a calidad primera, segunda y tercera respectivamente. La caída de granos fue por gravedad a través del movimiento vibracional de las zarandas, de forma unidireccional, generando así su clasificación.

Finalmente, se registró el peso en gramos obtenido por cada calibre. El procedimiento fue realizado de forma independiente para la variedad INIA 613- Amarillo Oro e INIA 618 – Blanco Quispicanchi.

#### **5.6. EVALUACIÓN DE CRECIMIENTO**

Las plantas evaluadas correspondieron a los dos surcos centrales de la parcela, correspondientes a la variedad INIA 613- Amarillo Oro e INIA 618 – Blanco Quispicanchi de forma independiente

Para la evaluación de la altura de planta expresado en centímetros (cm), se midió 10 plantas tomadas al azar, desde el suelo hasta la base de la espiga. El instrumento de medición utilizado, fue la wincha.

La evaluación de longitud de marlo expresado en centímetros (cm), se realizó después del desgrane, midiendo 10 marlos tomados al azar, de un extremo al otro.

## VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 6.1. EVALUACIÓN DE RENDIMIENTO

#### 6.1.1. Peso de 100 granos (g)

##### 6.1.1.1. *Peso de 100 granos de la variedad Amarillo Oro (g)*

**Tabla 17**

*Peso de 100 granos de la variedad Amarillo Oro (g)*

<b>Bloque</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>T5</b>	<b>Σ</b>
<b>I</b>	51	63	66	65	63	308
<b>II</b>	58	55	63	49	61	286
<b>III</b>	61	64	60	61	67	313
<b>IV</b>	63	74	60	61	64	326
<b>Σ</b>	233	256	249	236	255	1 233
<b>Promedio</b>	<b>58.25</b>	<b>64</b>	<b>62.25</b>	<b>59</b>	<b>63.75</b>	<b>61.45</b>

**Tabla 18**

*Análisis de Varianza para peso de 100 granos de la variedad Amarillo Oro*

<b>F de V</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>FC</b>	<b>FT (0.05)</b>	<b>SIG.</b>
Bloques	3	140.6	46.85	1.80	3.49	NS
Tratamientos	4	114.7	28.67	1.10	3.26	NS
Error	12	311.7	25.98			
Total	19	567				

CV = 8.29 %

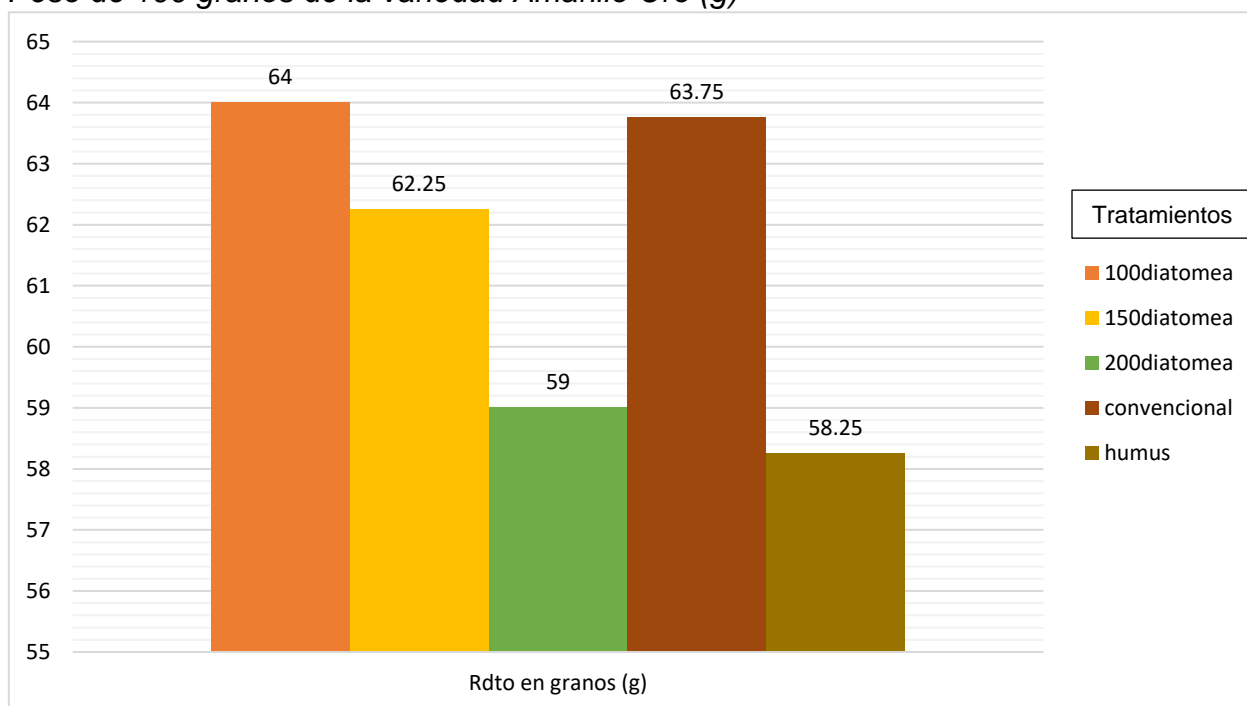
**Tabla 19**

*Ordenamiento para peso de 100 granos de la variedad Amarillo Oro (g)*

<b>N.º de Orden</b>	<b>Tratamientos</b>	<b>Peso de 100 granos (g)</b>
I	100 diatomea+ 300 humus	64.00
II	150 diatomea+ 300 humus	62.25
III	200 diatomea+ 300 humus	59.00
IV	compomaster+ 300 humus	63.75
V	300 Humus	58.25

**Figura 11**

*Peso de 100 granos de la variedad Amarillo Oro (g)*



El resultado promedio para la evaluación de 100 granos para la variedad INIA 613- Amarillo Oro, fue de 61.45 gramos. (Tabla 17).

En el Tabla 18, del análisis de varianza (ANVA), se resume que no existe diferencias estadísticas para tratamientos ni bloques, indicando la homogeneidad de ambas



variantes, con un coeficiente de variabilidad del 8.29%, el cual se encuentra dentro de los márgenes de aceptabilidad, con un 95% de confianza.

En el Tabla 19, sobre ordenamiento para peso de 100 granos de la variedad INIA 613-Amarillo oro, el tratamiento A2 (100 gramos de diatomea + 300 gramos de humus) con 64.00 gramos, es aritméticamente superior a los demás tratamientos, mientras que el tratamiento A1 (300 gramos de humus de lombriz) con 58.25, es inferior a los demás tratamientos (Figura 11).

Según INIA (2007) indica que el peso promedio por cada 100 granos de maíz de la variedad INIA-613 Amarillo Oro es de 68 gramos, se mostró influencia de tierras de diatomea alcanzando un peso promedio de 61.650 gramos, esto podría deberse al proceso de descomposición paulatino de la tierra de diatomea y la incorporación de humus de lombriz, ya que al tratarse de un sustrato de naturaleza orgánica pasa por un proceso de descomposición progresiva, por accionar de la microfauna edáfica. Asimismo, el retraso de lluvias en el periodo de llenado de grano pudo disminuir el peso alcanzado para 100 granos de maíz de la variedad INIA 613-Amarillo Oro

#### **6.1.1.2. Peso de 100 granos de la variedad Blanco Quispicanchi (g)**

**Tabla 20**

*Peso de 100 granos de la variedad Blanco Quispicanchi (g)*

<b>Bloques</b>	<b>A1</b>	<b>A2</b>	<b>A3</b>	<b>A4</b>	<b>A5</b>	<b>Σ</b>
<b>I</b>	75	64	65	63	62	329
<b>II</b>	61	71	65	73	81	351
<b>III</b>	61	72	71	70	61	335
<b>IV</b>	58	68	90	61	68	345
<b>Σ</b>	255	275	291	267	272	1360
<b>Promedio</b>	<b>63.75</b>	<b>68.75</b>	<b>72.75</b>	<b>66.75</b>	<b>68</b>	<b>68</b>

**Tabla 21***Análisis de varianza para peso de 100 granos de la variedad Blanco Quispicanchi*

<b>F de V</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>FC</b>	<b>FT (0.05)</b>	<b>SIG.</b>
<b>Bloques</b>	3	58.4	19.47	0.252	3.49	NS
<b>Tratamientos</b>	4	171.0	42.75	0.553	3.26	NS
<b>Error</b>	12	926.6	77.22			
<b>Total</b>	19	1156				

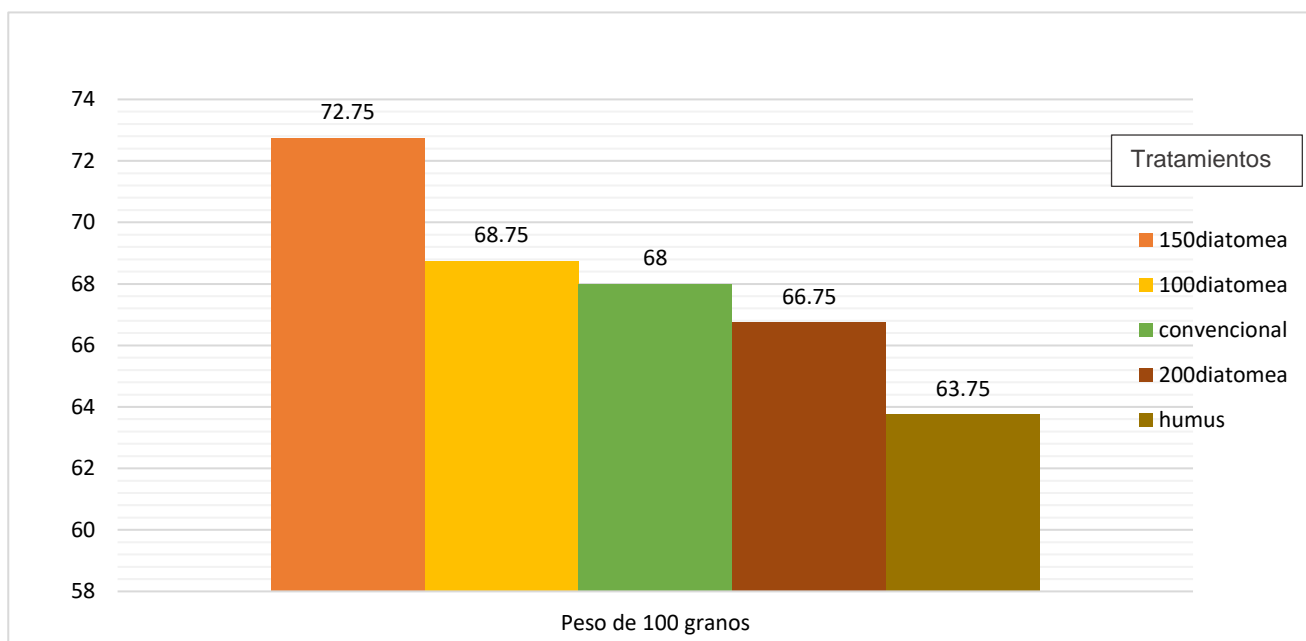
CV = 12.92%

**Tabla 22***Ordenamiento para peso de 100 granos de la variedad Blanco Quispicanchi (g)*

<b>N.º de Orden</b>	<b>Tratamientos</b>	<b>Peso de 100 granos (g)</b>
I	150 diatomea+ 300 humus	72.75
II	100 diatomea+ 300 humus	68.75
III	compomaster+ 300 humus	68.00
IV	200 diatomea+ 300 humus	66.75
V	300 humus	63.75

**Figura 12**

*Peso de 100 granos de la variedad Blanco Quispicanchi (g).*



El resultado promedio para peso de 100 granos para la variedad INIA 618- Blanco Quispicanchi, fue de 68 gramos. (Tabla 20)

En el Tabla 21, del análisis de varianza (ANVA), se resume que no existe diferencias estadísticas para tratamientos ni bloques, indicando la homogeneidad de ambas variantes, con un coeficiente de variabilidad del 12.92%, el cual se encuentra dentro de los márgenes de aceptabilidad, con un 95% de confianza.

En el Tabla 22 sobre ordenamiento para peso de 100 granos de la variedad INIA 618 - Blanco Quispicanchi, el tratamiento A3 (150 gramos de diatomea + 300 gramos de humus) con 72.75 gramos, es aritméticamente superior a los demás tratamientos, mientras que el tratamiento A1 (300 gramos de humus de lombriz) con 63.75 gramos, es inferior a los demás. (Figura 12)

INIA (2012) sostiene que el peso promedio por cada 100 granos de maíz, de la variedad INIA 618- Blanco Quispicanchi es de 102 gramos, en tanto el peso promedio alcanzado bajo la influencia de tierra de diatomea y humus de lombriz, fue de 68 gramos, esto podría

deberse al proceso de descomposición paulatino de la tierra de diatomea, ya que al tratarse de un sustrato de naturaleza orgánica pasa por un proceso de descomposición progresiva por accionar de la microfauna edáfica. Asimismo, el retraso de lluvias en el periodo de llenado de grano pudo disminuir el peso alcanzado por 100 granos de maíz de la variedad INIA 618- Blanco Quispicanchi.

### 6.1.2. Rendimiento de grano (t/ha)

#### 6.1.2.1. Rendimiento de grano para la variedad Amarillo Oro, transformado a (t/ha).

**Tabla 23**

*Rendimiento de grano para la variedad Amarillo Oro (t/ha) en parcela neta (8.1 m<sup>2</sup>)*

<b>Bloques</b>	<b>A1</b>	<b>A2</b>	<b>A3</b>	<b>A4</b>	<b>A5</b>	<b>Σ</b>
<b>I</b>	6.28	4.95	4.83	4.64	5.5	26.2
<b>II</b>	5.97	4.87	5.09	4.28	4.75	24.96
<b>III</b>	5.73	4.65	5.03	4.53	5.64	25.58
<b>IV</b>	6	4.83	4.92	4.29	5.48	25.52
<b>Σ</b>	23.98	19.29	19.87	17.74	21.37	102.26
<b>Promedio</b>	<b>5.995</b>	<b>4.825</b>	<b>4.9675</b>	<b>4.435</b>	<b>5.3425</b>	<b>5.113</b>

**Tabla 24**

*Análisis de varianza para rendimiento de granos de la variedad Amarillo Oro*

<b>F de V</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>FC</b>	<b>FT (0.05)</b>	<b>SIG.</b>
<b>Bloques</b>	3	0.158	0.0526	0.948	3.49	NS
<b>Tratamientos</b>	4	5.571	1.3928	25.089	3.26	***
<b>Error</b>	12	0.666	0.0555			
<b>Total</b>	19	6.395				

CV= 4.61 %

**Tabla 25**

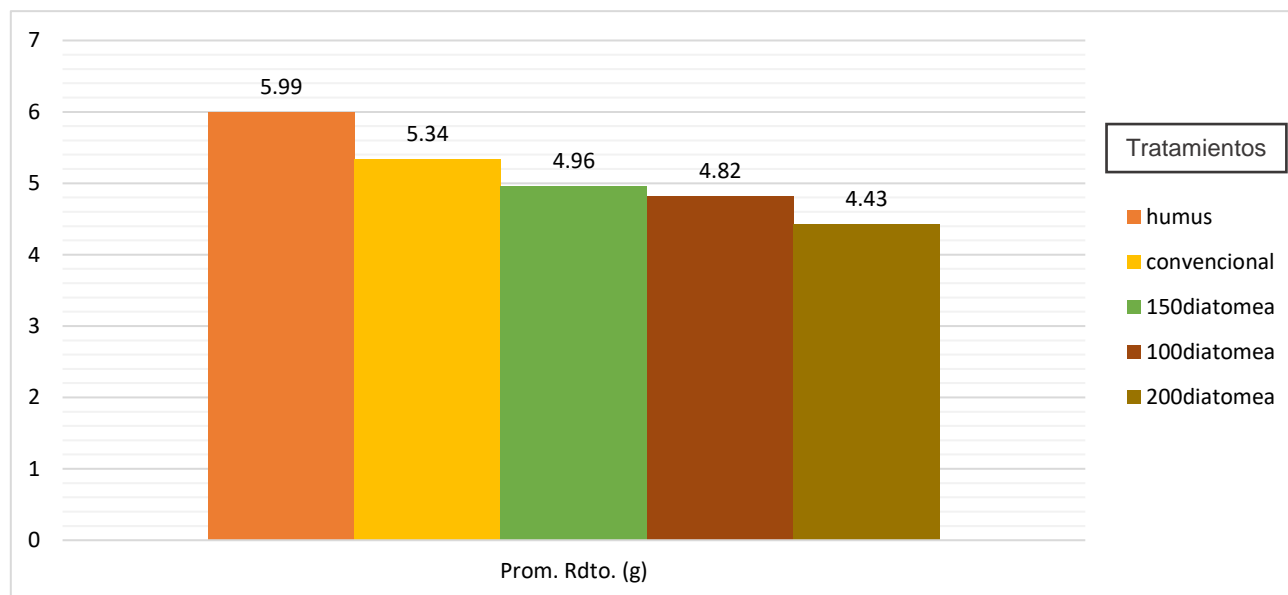
*Prueba - Tukey al 95% para rendimiento de granos de la variedad Amarillo Oro (t/ha)*

N° de Orden	Tratamientos	Promedios	ALS (T) 0.05
I	300 humus	5.99	a
II	compomaster+ 300 humus	5.34	b
III	150 diatomea+ 300 humus	4.96	c
IV	100 diatomea+ 300 humus	4.82	c
V	200 diatomea+ 300 humus	4.43	d

ALS (T) 0.05 = 0.53

**Figura 13**

*Rendimiento de granos de la variedad Amarillo Oro (t/ha)*



El resultado promedio para rendimiento de granos para la variedad INIA 613 – Amarillo Oro, fue de 5.113 t/ha. (Tabla 23)

En el Tabla 24, del análisis de varianza (ANVA), se resume que no existe diferencias estadísticas para bloques, indicando su homogeneidad, sin embargo, si existe diferencias

entre tratamientos, a un 95% de confianza, con un coeficiente de variabilidad del 4.61%, el cual se encuentra dentro de los márgenes de aceptabilidad.

En el Tabla 25, sobre la prueba de Tukey para rendimiento de granos de la variedad INIA 613- Amarillo Oro , el tratamiento A1 (300 gramos de humus) es estadísticamente superior a los demás tratamientos con 5.99 t/ha, mientras que el tratamiento A4 (200 gramos de diatomea + 300 gramos de diatomea) es inferior a los demás, a un 95% de confianza. (Figura 13)

INIA (2007) afirma que el rendimiento comercial por hectárea de la variedad Amarillo Oro alcanza las 6.3 toneladas por hectárea, mostrando bajo la influencia de las tierras de diatomea un rendimiento promedio de 5.11 toneladas por hectárea. (Tabla 23), esto podría deberse a las condiciones climáticas adversas (escasez de lluvia) durante la campaña agrícola.

Westgate (1994) indica que la sequía cerca de la época de floración contribuye al detenimiento en el crecimiento de los óvulos fertilizados que según comenta INIA (2007) irían en desmedro del llenado de granos, los cuales podrían tener influencia en bajos rendimientos.

#### **6.1.2.2. Rendimiento de grano para la variedad Blanco Quispicanchi, transformado a t/ha**

**Tabla 26**

*Rendimiento grano de la variedad Blanco Quispicanchi (t/ha) en parcela neta (8.1 m<sup>2</sup>)*

<b>Bloques</b>	<b>A1</b>	<b>A2</b>	<b>A3</b>	<b>A4</b>	<b>A5</b>	<b>Σ</b>
<b>I</b>	1.89	4.27	4.31	2.12	2.6	15.19
<b>II</b>	2.17	4.03	4.19	2.22	2.48	15.09
<b>III</b>	1.44	4.33	4.32	1.88	2.6	14.57
<b>IV</b>	1.55	4.57	4.09	1.77	2.53	14.51
<b>Σ</b>	7.05	17.2	16.91	7.99	10.21	59.36
<b>Promedio</b>	<b>1.76</b>	<b>4.30</b>	<b>4.23</b>	<b>2.00</b>	<b>2.55</b>	<b>2.97</b>

**Tabla 27***Análisis de varianza para rendimiento de granos de la variedad Blanco Quispicanchi*

<b>F de V</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>FC</b>	<b>FT (0.05)</b>	<b>SIG.</b>
<b>Bloques</b>	3	0.071	0.024	0.491	3.49	NS
<b>Tratamientos</b>	4	23.761	5.940	122.851	3.26	***
<b>Error</b>	12	0.580	0.048			
<b>Total</b>	19	24.412				

CV= 7.41 %

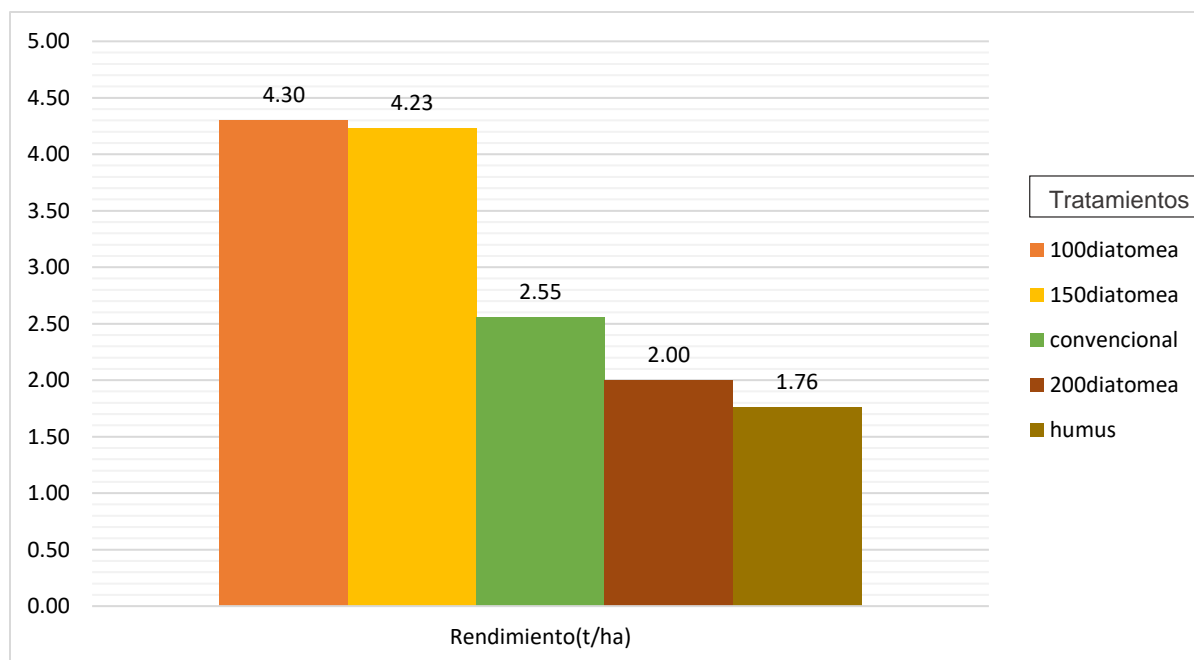
**Tabla 28***Prueba Tukey al 95% para rendimiento de granos de la variedad Blanco Quispicanchi (t/ha)*

<b>N° de Orden</b>	<b>Tratamientos</b>	<b>Rendimiento (t/ha)</b>	<b>ALS (T) 0.05</b>
I	100 diatomea+ 300 humus	4.30	a
II	150 diatomea+ 300 humus	4.23	a
III	compomaster+ 300 humus	2.55	b
IV	200 diatomea+ 300 humus	2.00	c
V	300 humus	1.76	c

ALS (T) 0.05 = 0.49

**Figura 14**

*Rendimiento de granos de la variedad Blanco Quispicanchi (t/ha)*



El resultado promedio para la evaluación de rendimiento de granos para la variedad INIA 618 - Blanco Quispicanchi, fue de 2.97 t/ha (Tabla 26)

En el Tabla 27, del análisis de varianza (ANVA), se resume que no existe diferencias estadísticas bloques, sin embargo si existe significancia para tratamientos al 95% de confianza, con un coeficiente de variabilidad del 7.41%, el cual se encuentra dentro de los márgenes de aceptabilidad.

En el Tabla 28 sobre prueba de Tukey para rendimiento de granos de la variedad INIA 618- Blanco Quispicanchi, el tratamiento A2 (100 gramos de diatomea + 300 gramos de humus) con 4.30 t/ha, es superior e igual al tratamiento A3 (150 gramos de diatomea + 300 gramos de humus) con 4.23 t/ha, por el contrario, el tratamiento con menor rendimiento fue A5 (300 gramos de humus) con 1.76 t/ha y A4 (200 gramos de diatomea + 300 gramos de humus) con 2.00 t/ha. (Figura 14)

Según Gamarra et al. (2020) el rendimiento alcanzado por la variedad Blanco Quispicanchi producido en el valle de Mantaro, Huancayo – Perú fue de 5.92 toneladas por hectárea.



De igual manera de acuerdo a INIA (2012) el rendimiento comercial por hectárea de la variedad INIA 618- Blanco Quispicanchi es de 5.3 toneladas por hectárea, resultando por influencia de la tierra de diatomea y humus de lombriz un rendimiento de 2.97 toneladas por hectárea.

Mamani (2017) en su tesis “factores que ocasionan pérdidas y deterioro de la calidad de grano de maíz gigante Cusco, en el valle sagrado de los incas”, indica que el mejor rendimiento promedio alcanzado por el maíz Blanco Gigante, fue de 4 364.80 kg/ha y 1880 kg/ha fue el rendimiento más bajo.

Según el MIDAGRI (2022) afirma que el rendimiento promedio alcanzado en la campaña agrícola 2021- 2022 para maíz amiláceo, en el departamento del Cusco, fue de 2. 629 t/ha, Asimismo, durante la campaña agrícola 2019-2020 el rendimiento promedio en la ciudad del Cusco fue de 2 t/ha, mostrando similitud con los rendimientos alcanzados por el cultivo durante la experimentación, esto debido probablemente a las condiciones meteorológicas adversas (escasez de lluvia), que disminuyeron el rendimiento del maíz.

## 6.2. EVALUACIÓN DE CALIDAD COMERCIAL

### 6.2.1. Calidad primera

#### 6.2.1.1. Calidad primera, para la variedad Amarillo Oro (g)

**Tabla 29**

*Calidad primera, para la variedad Amarillo Oro (g), en parcela neta (4.05 m<sup>2</sup>)*

<b>Bloques</b>	<b>A1</b>	<b>A2</b>	<b>A3</b>	<b>A4</b>	<b>A5</b>	<b>Σ</b>
I	76	44	76	48	56	300
II	85	69	68	56	72	350
III	72	47	64	38	76	297
IV	79	73	57	68	54	331
Σ	312	233	265	210	258	1278
<b>Promedio</b>	<b>78</b>	<b>58.25</b>	<b>66.25</b>	<b>52.5</b>	<b>64.5</b>	<b>63.9</b>

**Tabla 30***Análisis de varianza de calidad primera para la variedad Amarillo Oro*

<b>F de V</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>FC</b>	<b>FT (0.05)</b>	<b>SIG.</b>
<b>Bloques</b>	3	389.8	129.9	1.109	3.49	NS
<b>Tratamientos</b>	4	1466.3	366.6	3.129	3.26	NS
<b>Error</b>	12	1405.7	117.1			
<b>Total</b>	19	3 261.8				

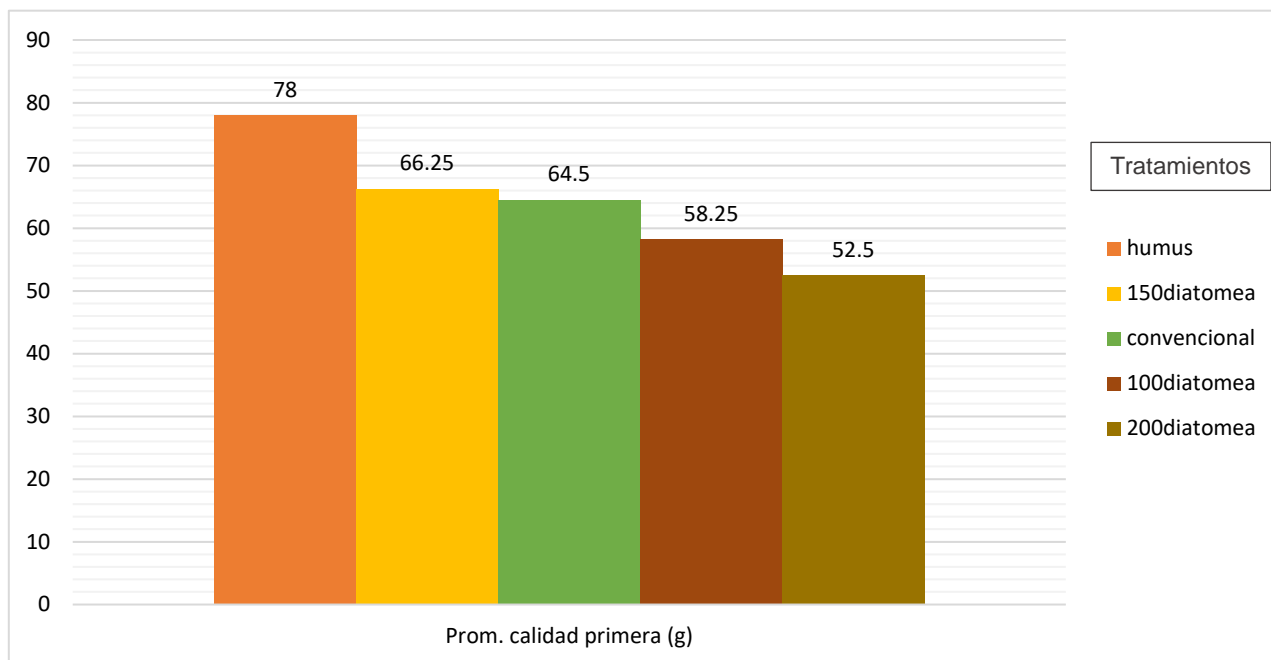
CV= 16.94%

**Tabla 31***Ordenamiento para calidad primera de la variedad Amarillo Oro (g)*

<b>N° de Orden</b>	<b>Tratamientos</b>	<b>Peso Calidad primera (g)</b>
I	300 humus	78.00
II	150 diatomea+ 300 humus	66.25
III	compomaster+ 300 humus	64.50
IV	100 diatomea+ 300 humus	58.25
V	200 diatomea+ 300 humus	52.50

**Figura 15**

*Calidad primera para la variedad Amarillo Oro (g)*



El resultado promedio de la evaluación de calidad primera, para la variedad INIA 613 - Amarillo Oro fue de 63.9 gramos. (Tabla 29)

En el Tabla 30, del análisis de varianza (ANVA), se resume que no existe diferencias estadísticas para bloques, indicando su homogeneidad, al contrario, si existe diferencias estadísticas para tratamientos, al 95% de confianza, con un coeficiente de variabilidad del 16.94%, el cual se encuentra dentro de los márgenes de aceptabilidad.

En el Tabla 31, sobre comparación de medias en Tukey para calidad primera, de la variedad INIA 613 - Amarillo Oro, se evidencia que el tratamiento A1 (300 g de humus) con 78.00 g es aritméticamente superior a los demás tratamientos, a un 95% de confianza. (Figura 15).

Méndez, et al. (2010) afirma que el efecto positivo del humus de lombriz, está relacionado al mayor consumo de agua y minerales, éstos promovidos por los ácidos húmicos, por tanto, el mayor peso alcanzado por la influencia de humus, podría deberse a la mayor asimilación de nutrientes por la planta que fueron distribución de estos, hacia los granos.

### 6.2.1.2. Calidad primera para la variedad Blanco Quispicanchi.

**Tabla 32**

*Calidad primera para la variedad Blanco Quispicanchi (g), en parcela neta (4.05 m<sup>2</sup>)*

Bloques	A1	A2	A3	A4	A5	Σ
I	142	210	174	122	178	826
II	206	230	134	214	148	932
III	130	225	164	102	166	787
IV	145	214	144	110	214	827
Σ	623	879	616	548	706	3372
<b>Promedio</b>	<b>155.75</b>	<b>219.75</b>	<b>154.00</b>	<b>137.00</b>	<b>176.50</b>	<b>168.60</b>

**Tabla 33**

*Análisis de varianza de calidad primera para la variedad Blanco Quispicanchi*

F de V	GL	SC	CM	FC	FT (0.05)	SIG.
<b>Bloques</b>	3	2320	773	0.721	3.49	NS
<b>Tratamientos</b>	4	16222	4056	3.781	3.26	*
<b>Error</b>	12	12872	1073			
<b>Total</b>	19	3 1414				

CV = 19.42%

**Tabla 34**

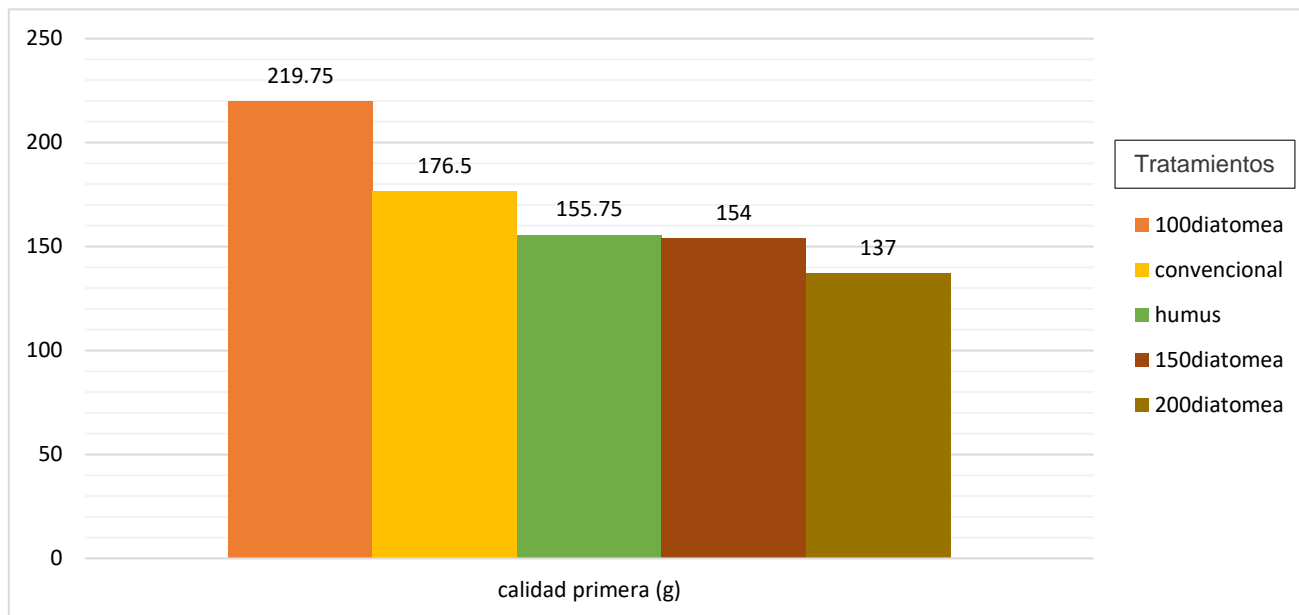
*Prueba - Tukey al 95% para calidad primera de la variedad Blanco Quispicanchi (g)*

N° de Orden	Tratamientos	Calidad primera (g)	ALS (T) 0.05
I	100 diatomea+ 300 humus	219.75	a
II	compomaster+ 300 humus	176.5	ab
III	300 humus	155.75	b
IV	150 diatomea+ 300 humus	154	b
V	200 diatomea+ 300 humus	137	b

ALS (T) 0.05 = 73.86

**Figura 16**

*Calidad primera para la variedad Blanco Quispicanchi (g)*



El resultado promedio de la evaluación de calidad primera para la variedad INIA 618- Blanco Quispicanchi fue de 168.60 gramos. (Tabla 32)

En el Tabla 33, del análisis de varianza (ANVA), se resume que no existe diferencias estadísticas para bloques, indicando su homogeneidad, al contrario, si existe diferencias estadísticas para tratamientos a un nivel de confianza de 95%, con un coeficiente de variabilidad del 19.42 %, el cual se encuentra dentro de los márgenes de aceptabilidad.

En el Tabla 34, sobre comparación de medias en Tukey para calidad primera, de la variedad INIA 618- Blanco Quispicanchi, se evidencia que el tratamiento A2 (100 gramos de diatomea + 300 gramos de humus) con 219.75 g es superior e igual al tratamiento A5 (compomaster + 300 g humus) con 176.50 g. (Figura 16).

La dosis de 100 gramos de diatomea + 300 gramos de humus, podría aportar e influir sobre la liberación de nutrientes en el suelo, similar a los ofrecidos por la fertilización con el producto compomaster, para la variedad INIA 618 – Blanco Quispicanchis.

## 6.2.2. Calidad segunda

### 6.2.2.1. Calidad segunda de la variedad Amarillo Oro (g)

**Tabla 35**

*Calidad segunda de la variedad Amarillo Oro (g), en parcela neta (4.05 m<sup>2</sup>)*

Bloques	A1	A2	A3	A4	A5	Σ
I	982	714	815	724	879	4114
II	981	303	758	611	685	3338
III	960	408	820	646	936	3770
IV	962	940	875	675	815	4267
Σ	3885	2365	3268	2656	3315	15489
<b>Promedio</b>	<b>971.25</b>	<b>591.25</b>	<b>817</b>	<b>664</b>	<b>828.75</b>	<b>774.45</b>

**Tabla 36**

*Análisis de varianza para calidad segunda de la variedad Amarillo Oro*

F de V	GL	SC	CM	FC	FT (0.05)	SIG.
<b>Bloques</b>	3	9218	3073	0.795	3.49	NS
<b>Tratamientos</b>	4	212448	53112	13.747	3.26	***
<b>Error</b>	12	46363	3864			
<b>Total</b>	19	268029				

CV = 7.42%

**Tabla 37**

*Prueba - Tukey al 95% para calidad segunda de la variedad Amarillo Oro (g)*

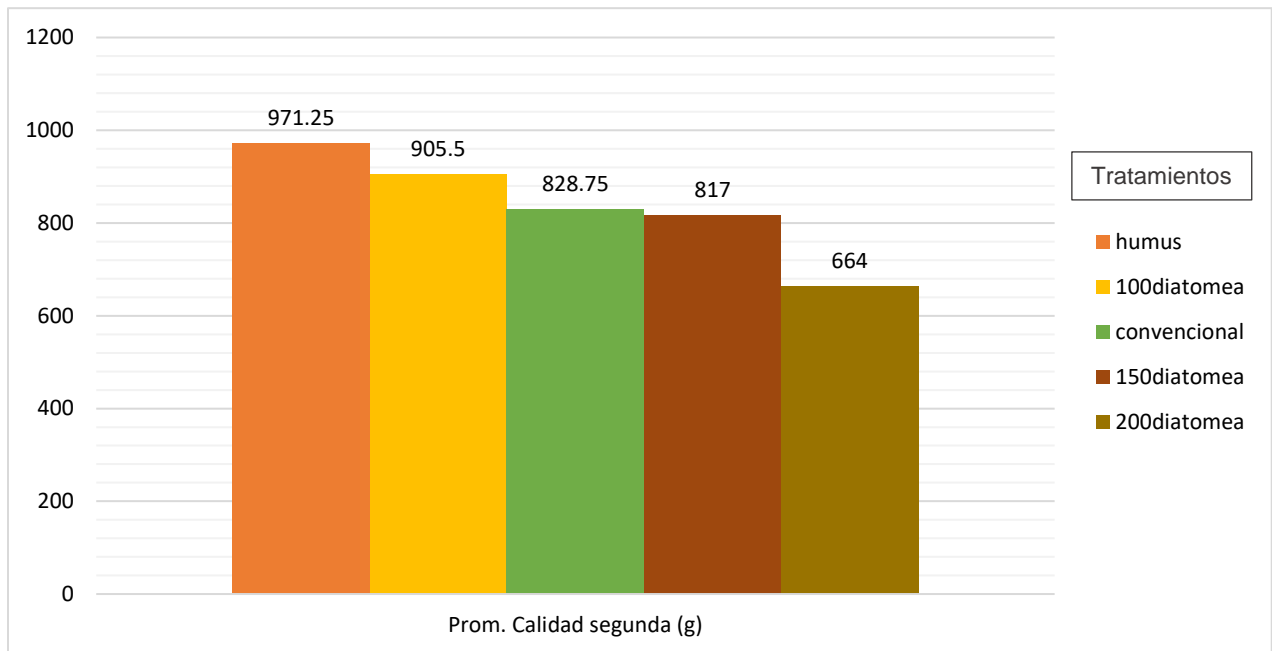
N°. de Orden	Tratamientos	Calidad segunda (g)	ALS (T) 0.05
I	300 humus	971.25	a
II	100 diatomea+ 300 humus	905.50	ab
III	compomaster+ 300 humus	828.75	b

IV	150 diatomea+ 300 humus	817.00	b
V	200 diatomea+ 300 humus	664.00	c

ALS (T) 0.05 = 140.17

**Figura 17**

*Calidad segunda de la variedad Amarillo Oro (g)*



El resultado promedio para calidad segunda de la variedad INIA 613- Amarillo Oro, fue de 774.45 gramos. (Tabla 35)

En el Tabla 36, del análisis de varianza (ANVA), se resume que no existe significancia para bloques, indicando su homogeneidad, mientras que, si existe significancia para tratamientos, a un nivel del 95% de confianza, con un coeficiente de variabilidad del 7.42%, el cual se encuentra dentro de los márgenes de aceptabilidad.

En el Tabla 37, sobre comparación de medias en Tukey para calidad segunda, de la variedad INIA 613- Amarillo Oro (gramos), el tratamiento A1(300 gramos de humus) con 971.25 g es aritméticamente superior a los demás tratamientos y estadísticamente igual al tratamiento A2(100 gramos de diatomea + 300 gramos de humus) con 905.50 g. Por

otro lado, el tratamiento A4 (200 g de diatomea + 300 g de humus), resultó inferior a los demás tratamientos, con un 95% de confianza. (Figura 17)

Méndez et al. (2010) afirma que el efecto positivo del humus de lombriz, está relacionado al mayor consumo de agua y minerales, éstos promovidos por los ácidos húmicos, por tanto, el mayor peso alcanzado por la influencia de humus, podría deberse a la mayor asimilación de nutrientes por la planta que fueron distribución de estos, hacia los granos, para calidad segunda de la variedad INIA 613- Amarillo Oro.

#### 6.2.2.2. *Calidad segunda de la variedad Blanco Quispicanchi*

**Tabla 38**

*Resultados de calidad segunda de la variedad Blanco Quispicanchi (g), en parcela neta (4.05 m<sup>2</sup>)*

<b>Bloques</b>	<b>A1</b>	<b>A2</b>	<b>A3</b>	<b>A4</b>	<b>A5</b>	<b>Σ</b>
I	366	1048	1178	460	666	3352
II	328	1068	1131	514	602	3315
III	328	1156	1168	424	616	3364
IV	334	1320	1126	378	524	3348
Σ	1356	4592	4603	1776	2408	13379
<b>Promedio</b>	<b>339</b>	<b>1148</b>	<b>1150.75</b>	<b>444</b>	<b>602</b>	<b>736.75</b>

**Tabla 39**

*Análisis de varianza para calidad segunda de la variedad Blanco Quispicanchi*

<b>F de V</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>FC</b>	<b>FT (0.05)</b>	<b>SIG.</b>
<b>Bloques</b>	3	581	194	0.034	3.49	NS
<b>Tratamientos</b>	4	2410351	602588	105.112	3.26	***
<b>Error</b>	12	68794	5733			
<b>Total</b>	19	2479726				

CV = 10.28%



**Tabla 40**

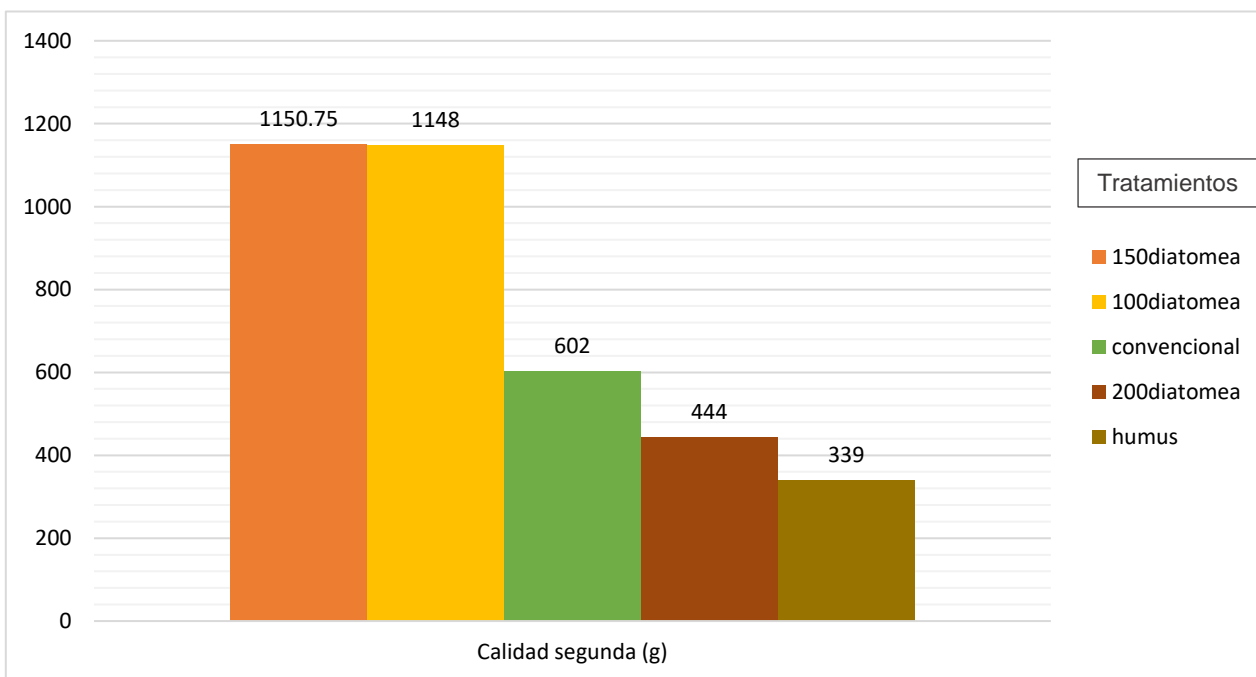
*Comparación de medias en Tukey al 95% para calidad segunda de la variedad Blanco Quispicanchi (g)*

<b>N°. de Orden</b>	<b>Tratamientos</b>	<b>Calidad segunda (g)</b>	<b>ALS (T) 0.05</b>
I	150 diatomea+ 300 humus	1150.75	a
II	100 diatomea+ 300 humus	1148	a
III	compomaster+ 300 humus	602	b
IV	200 diatomea+ 300 humus	444	c
V	300 humus	339	c

ALS (T) 0.05 = 170.74

**Figura 18**

*Calidad segunda de la variedad Blanco Quispicanchi (g)*



El resultado promedio para calidad segunda de la variedad INIA 618- Blanco Quispicanchi, fue de 736.75 gramos. (Tabla 38)

En el Tabla 39, del análisis de varianza (ANVA), se resume que no existe significancia para bloques, indicando su homogeneidad, mientras que, si existe significancia para tratamientos, con un 95% de confianza, con un coeficiente de variabilidad del 10.28 %, el cual se encuentra dentro de los márgenes de aceptabilidad.

En el Tabla 40 sobre comparación de medias en Tukey para calidad segunda de la variedad INIA 618- Blanco Quispicanchi, el tratamiento A3 (150 gramos de diatomea + 300 gramos de humus) con 1150.75 g y el tratamiento A2(100 gramos de diatomea + 300 gramos de humus) con 1148 gramos, son estadísticamente iguales y superiores a los demás tratamientos. (Figura 18)

La aplicación de 150 gramos de diatomea + 300 gramos de humus y 100 gramos de diatomea + 300 gramos de humus podrían favorecer a la disponibilidad de nutrientes presentes en el suelo, por aporte de macro y micronutrientes presentes en la tierra diatomea y humus de lombriz para la variedad INIA 618- Blanco Quispicanchi.

### 6.2.3. Calidad tercera

#### 6.2.3.1. Calidad tercera para la variedad Amarillo Oro

**Tabla 41**

*Calidad tercera de la variedad Amarillo Oro (g), en parcela neta (4.05 m<sup>2</sup>)*

<b>Bloques</b>	<b>A1</b>	<b>A2</b>	<b>A3</b>	<b>A4</b>	<b>A5</b>	<b>Σ</b>
<b>I</b>	1485	1229	1067	1108	1293	6182
<b>II</b>	1351	771	1235	1068	1165	5590
<b>III</b>	1289	1311	1152	1150	1273	6175
<b>IV</b>	1389	647	1060	995	1352	5443
<b>Σ</b>	5514	3958	4514	4321	5083	23390
<b>Promedio</b>	<b>1378.5</b>	<b>989.5</b>	<b>1128.5</b>	<b>1080.25</b>	<b>1270.75</b>	<b>1169.5</b>

**Tabla 42***Análisis de varianza para calidad tercera de la variedad Amarillo Oro*

<b>F de V</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>FC</b>	<b>FT (0.05)</b>	<b>SIG.</b>
<b>Bloques</b>	3	11877	3959	0.617	3.49	NS
<b>Tratamientos</b>	4	383557	95889	14.944	3.26	***
<b>Error</b>	12	77000	6417			
<b>Total</b>	19	472434				

CV = 6.85%

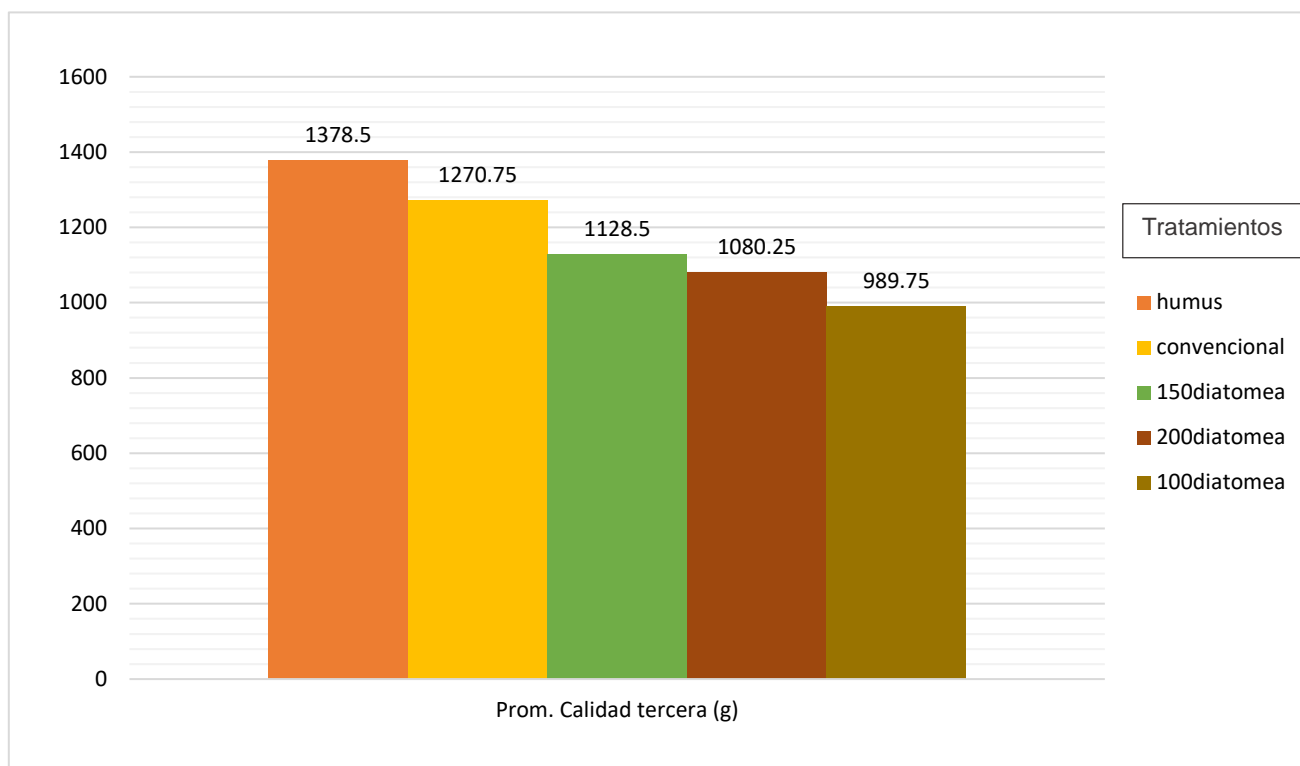
**Tabla 43***Prueba - Tukey al 95% para calidad tercera de la variedad Amarillo Oro (g)*

<b>N°. de Orden</b>	<b>Tratamientos</b>	<b>Calidad tercera (g)</b>	<b>ALS (T) 0.05</b>
I	300 humus	1378.50	a
II	compomaster+ 300 humus	1270.75	a
III	150 diatomea+ 300 humus	1128.50	b
IV	200 diatomea+ 300 humus	1080.25	bc
V	100 diatomea+ 300 humus	989.75	c

ALS (T) 0.05 = 180.64

**Figura 19**

*Calidad tercera de la variedad Amarillo Oro (g)*



El resultado promedio para la evaluación de calidad tercera para la variedad Amarillo Oro, fue de 1169.5 gramos. (Tabla 41)

En el Tabla 42, del análisis de varianza (ANVA), se resume que no existe diferencias estadísticas para bloques, indicando su homogeneidad, sin embargo, es significativo para tratamientos, a un 95% de confianza, con un coeficiente de variabilidad del 6.85% el cual se encuentra dentro de los márgenes de aceptabilidad,

En el Tabla 43 sobre comparación de medias en Tukey, para calidad tercera de la variedad INIA -613 Amarillo oro, el tratamiento A1(300 gramos de humus) con 1270.75 gramos es superior e igual al tratamiento A5 (compomaster+ 300 g de humus), así mismo el tratamiento A2 (100 gramos de diatomea + 300 gramos de humus) con 989.75 gramos es estadísticamente inferior. (Figura 19)

El aporte de humus de lombriz aplicado al suelo, podría brindar mayores beneficios por la disponibilidad de microorganismos presentes en el, ya que interactúan con las raíces de las plantas y con otras sustancias del suelo, promoviendo y beneficiando la nutrición del cultivo.

Por el contrario, la dosis de 100 gramos de diatomea + 300 gramos de humus, podrían tener un efecto adverso, en la disponibilidad de nutrientes en el suelo, para la variedad INIA -613 Amarillo Oro, calidad tercera.

### 6.2.3.2. Calidad tercera para la variedad Blanco Quispicanchi

**Tabla 44**

*Calidad tercera de la variedad Blanco Quispicanchi (g), en parcela neta (4.05 m<sup>2</sup>)*

<b>Bloques</b>	<b>A1</b>	<b>A2</b>	<b>A3</b>	<b>A4</b>	<b>A5</b>	<b>Σ</b>
<b>I</b>	248	472	392	276	208	1596
<b>II</b>	346	336	432	172	256	1542
<b>III</b>	126	372	418	236	270	1422
<b>IV</b>	148	318	386	228	288	1368
<b>Σ</b>	868	1498	1628	912	1022	5928
<b>Promedio</b>	<b>217</b>	<b>374.5</b>	<b>407</b>	<b>228</b>	<b>255.5</b>	<b>296.4</b>

**Tabla 45**

*Análisis de varianza de calidad tercera de la variedad Blanco Quispicanchi*

<b>F de V</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>FC</b>	<b>FT (0.05)</b>	<b>SIG.</b>
<b>Bloques</b>	3	6730	2243	0.552	3.49	NS
<b>Tratamientos</b>	4	123678	30919	7.613	3.26	**
<b>Error</b>	12	48735	4061			
<b>Total</b>	19	179143				

CV = 21.50%

**Tabla 46**

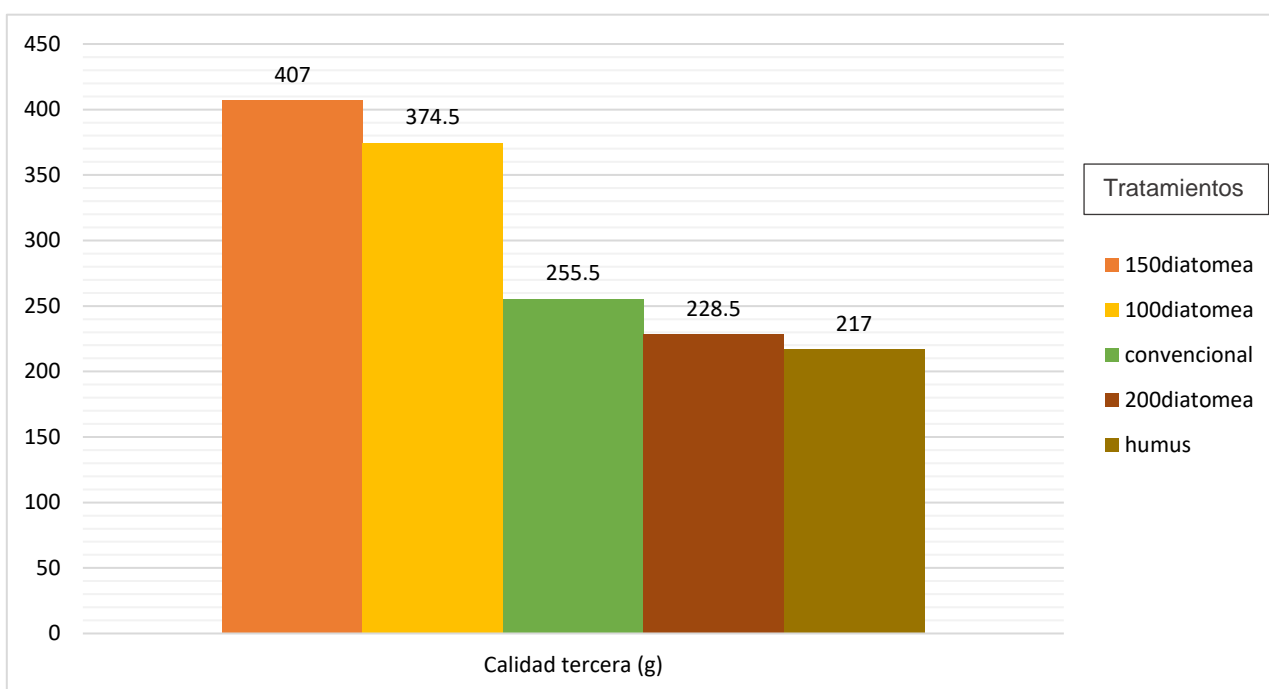
*Prueba - Tukey al 95% para calidad tercera de la variedad Blanco Quispicanchi (g)*

<b>N° de Orden</b>	<b>Tratamientos</b>	<b>Calidad tercera (g)</b>	<b>ALS (T) 0.05</b>
I	150 diatomea	407	a
II	100 diatomea	374.5	a
III	convencional	255.5	b
IV	200 diatomea	228.5	b
V	humus	217	b

ALS (T) 0.05 = 143.7

**Figura 20**

*Calidad tercera de la variedad Blanco Quispicanchi (g)*



El resultado promedio para la evaluación de calidad tercera para la variedad INIA 618-Blanco Quispicanchi, fue de 296.4 gramos. (Tabla 44)

En el Tabla 45, del análisis de varianza (ANVA), se resume que no existe diferencias estadísticas para bloques, indicando su homogeneidad, sin embargo, es significativo para tratamientos, a un 95% de confianza, con un coeficiente de variabilidad del 21.50 % el cual se encuentra dentro de los márgenes de aceptabilidad,

En el Tabla 46 sobre comparación de medias en Tukey, para calidad tercera de la variedad INIA 618- Blanco Quispicanchi, el tratamiento A3 (150 gramos de diatomea + 300 gramos de humus) con 407 gramos y el tratamiento A2 (100 gramos de diatomea + 300 gramos de humus) con 374.50 gramos son estadísticamente iguales y superiores a los demás tratamientos. (Figura 20)

El aporte de 150 gramos de diatomea + 300 gramos de humus (A3) y 100 gramos de diatomea + 300 gramos de humus (A2), en la variedad INIA 618- Blanco Quispicanchi, podría aportar a la disponibilidad de nutrientes en el suelo, para la producción de granos de calidad tercera.

### 6.3. EVALUACIÓN DE CRECIMIENTO

#### 6.3.1. Altura de planta

##### 6.3.1.1. *Altura de planta para la variedad Amarillo Oro (cm)*

**Tabla 47**

*Altura promedio de diez plantas por parcela, de la variedad Amarillo Oro (cm)*

<b>Bloque</b>	<b>A1</b>	<b>A2</b>	<b>A3</b>	<b>A4</b>	<b>A5</b>	<b>Σ</b>
<b>I</b>	108.6	177.4	196.8	199.6	223.2	905.6
<b>II</b>	185	207.2	199.2	197.4	221.8	1010.6
<b>III</b>	181	179.2	196.2	204.4	224.6	985.4
<b>IV</b>	184.4	194	199.4	198.2	224.6	1000.6
<b>Σ</b>	659	757.8	791.6	799.6	894.2	3902.2
<b>Promedio</b>	<b>164.75</b>	<b>189.45</b>	<b>197.9</b>	<b>199.9</b>	<b>223.55</b>	<b>195.11</b>

**Tabla 48***Análisis de varianza para altura de planta de la variedad Amarillo Oro.*

<b>F de V</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>FC</b>	<b>FT (0.05)</b>	<b>SIG.</b>
<b>Bloques</b>	3	132	44.1	1.033	3.49	NS
<b>Tratamientos</b>	4	3838	959.6	22.483	3.26	***
<b>Error</b>	12	512	42.7			
<b>Total</b>	19	4482				

CV = 3.35%

**Tabla 49***Prueba - Tukey al 95% para altura de planta de la variedad Amarillo Oro (cm)*

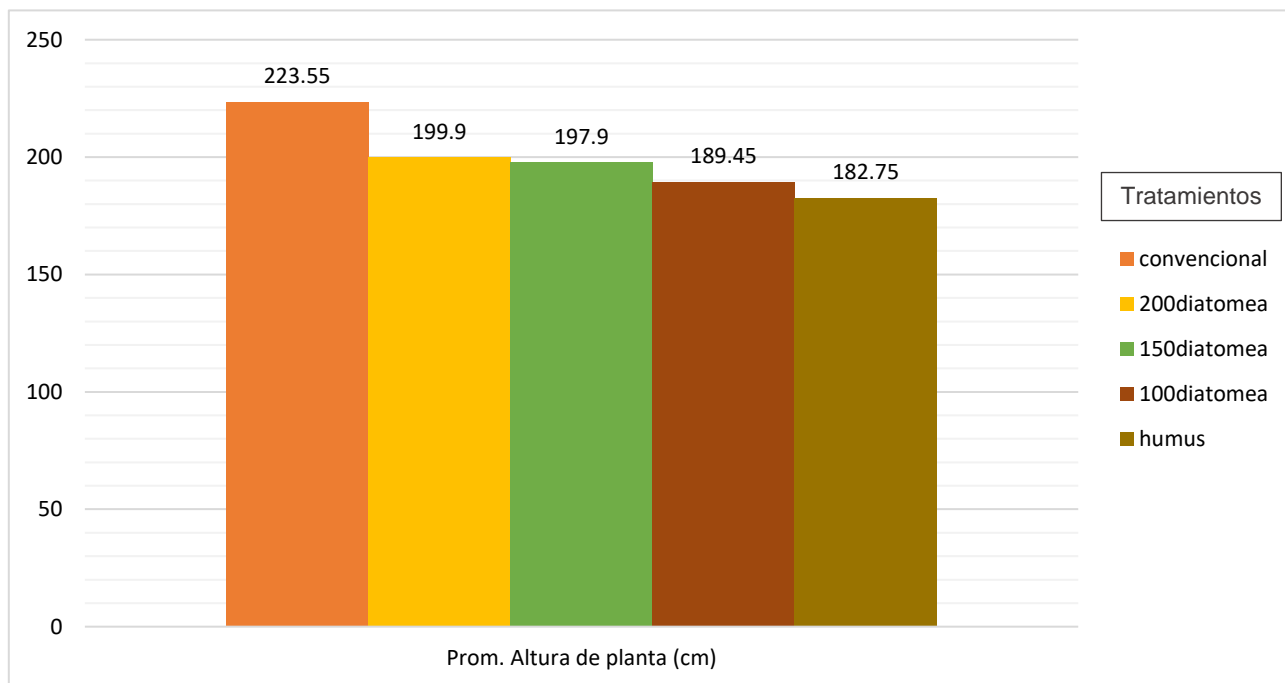
<b>N°. de Orden</b>	<b>Tratamientos</b>	<b>Altura de planta (cm)</b>	<b>ALS (T) 0.05</b>
I	convencional	223.55	a
II	200 diatomea	199.90	b
III	150 diatomea	197.90	b
IV	100 diatomea	189.45	bc
V	humus	182.75	c

ALS (T) 0.05 = 14.73



**Figura 21**

*Altura de planta de la variedad Amarillo Oro (cm)*



El resultado promedio de la evaluación de altura de planta para la variedad Amarillo Oro, fue de 195.11 centímetros. (Tabla 47)

En el Tabla 48, del análisis de varianza (ANVA), se resume que no existe diferencias estadísticas para bloques, indicando su homogeneidad, sin embargo, es significativo para tratamientos, a un 95% de confianza, con un coeficiente de variabilidad del 3.35 % el cual se encuentra dentro de los márgenes de aceptabilidad,

En el Tabla 49 sobre Ordenamiento para altura de planta para la variedad INIA 613- Amarillo oro, el tratamiento A5 (fertilización convencional) con 223.55 cm es superior a los demás tratamientos, siendo el tratamiento A1 (300 gramos de humus) con 182.75 cm, inferior a los demás. (Figura 21)

De acuerdo al INIA (2007) la altura de planta de maíz alcanzado por la variedad INIA 613- Amarillo Oro es de 200 cm, mostrando por influencia de las tierras diatomea una altura promedio de 195.11 cm.

### 6.3.1.2. *Altura de planta para la variedad Blanco Quispicanchi*

**Tabla 50**

*Altura promedio de diez plantas por parcela, de la variedad Blanco Quispicanchi (cm)*

<b>Bloques</b>	<b>A1</b>	<b>A2</b>	<b>A3</b>	<b>A4</b>	<b>A5</b>	<b>Σ</b>
I	174	156.2	185.2	153.4	221.8	890.6
II	172.4	159.8	186.4	150.8	220	889.4
III	171.8	154	185.8	165.8	220.4	897.8
IV	176.2	159.6	189.2	152.4	219	896.4
Σ	694.4	629.6	746.6	622.4	881.2	3574.2
<b>Promedio</b>	<b>173.6</b>	<b>157.4</b>	<b>186.65</b>	<b>155.6</b>	<b>220.3</b>	<b>178.71</b>

**Tabla 51**

*Análisis de varianza para altura de planta de la variedad Blanco Quispicanchis*

<b>F de V</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>FC</b>	<b>FT (0.05)</b>	<b>SIG.</b>
<b>Bloques</b>	3	10	3.5	0.231	3.49	NS
<b>Tratamientos</b>	4	11228	2807.1	186.756	3.26	***
<b>Error</b>	12	180	15.0			
<b>Total</b>	19	11418				

CV = 2.17%

**Tabla 52**

*Prueba - Tukey al 95% para altura de planta de la variedad Blanco Quispicanchis (cm)*

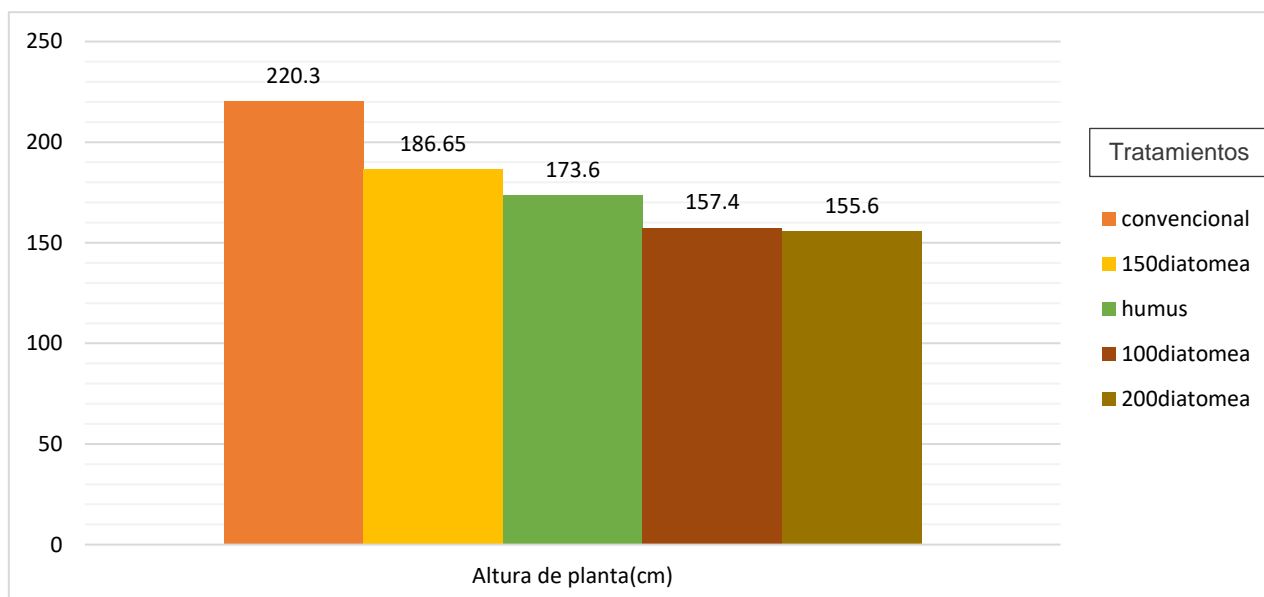
<b>N° de Orden</b>	<b>Tratamientos</b>	<b>Altura de planta(cm)</b>	<b>ALS (T) 0.05</b>
I	compomaster+ 300 humus	220.3	a
II	150 diatomea+ 300 humus	186.65	b
III	300 humus	173.6	c
IV	100 diatomea+ 300 humus	157.4	d

V	200 diatomea+ 300 humus	155.6	d
---	-------------------------	-------	---

ALS (T) 0.05 = 8.73

**Figura 22**

*Altura de planta de la variedad Blanco Quispicanchi (cm)*



El resultado promedio de la evaluación de altura de planta para la variedad INIA 618- Blanco Quispicanchi, fue de 178.71 centímetros. (Tabla 50)

En el Tabla 51, del análisis de varianza (ANVA), se resume que no existe diferencias estadísticas para bloques, indicando su homogeneidad, sin embargo, es significativo para tratamientos, a un 95% de confianza, con un coeficiente de variabilidad del 2.17 % el cual se encuentra dentro de los márgenes de aceptabilidad,

En el Tabla 52 sobre ordenamiento para altura de planta, de la variedad INIA 618- Blanco Quispicanchi, el tratamiento A5 (fertilización convencional) con 220.30 cm es estadísticamente superior a los demás tratamientos, siendo el tratamiento A4 (200 gramos de diatomea + 300 gramos de humus) con 155.60 cm, inferior a los demás. (Figura 22)

De igual manera, según INIA (2012), la altura de planta de maíz alcanzado por la variedad Blanco Quispicanchi es de 216 cm, bajo la influencia de la tierra de diatomea alcanzó una altura promedio de 178.11 cm.

Asimismo, Gamarra et al. (2020) refiere que la altura de planta alcanzado por la variedad Blanco Quispicanchi producido en el valle de Mantaro, Huancayo – Perú fue de 272 centímetros en promedio.

### 6.3.2. Longitud de marlo

Para la variable longitud de marlo se evaluaron los marlos correspondientes a las plantas de los surcos centrales de cada tratamiento, expresado en centímetros.

#### 6.3.2.1. Longitud de marlo para la variedad Amarillo Oro (cm)

**Tabla 53**

*Longitud de marlo promedio de diez plantas por parcela, de la variedad Amarillo Oro (cm)*

Bloque	A1	A2	A3	A4	A5	Σ
I	9.96	10.1	12.56	9.98	11.84	54.44
II	11.06	10.16	10.46	9.98	11.9	53.56
III	11.18	12.16	9.5	12.3	11.8	56.94
IV	13.44	10.44	11.04	10.52	11.3	56.74
Σ	45.64	42.86	43.56	42.78	46.84	221.68
<b>Promedio</b>	<b>11.41</b>	<b>10.715</b>	<b>10.89</b>	<b>10.695</b>	<b>11.71</b>	<b>11.084</b>

**Tabla 54**

*Análisis de varianza para longitud de marlo de la variedad Amarillo Oro.*

F de V	GL	SC	CM	FC	FT (0.05)	SIG.
<b>Bloques</b>	3	1.695	0.5649	0.415	3.49	NS
<b>Tratamientos</b>	4	3.293	0.8233	0.605	3.26	NS
<b>Error</b>	12	16.341	1.3617			
<b>Total</b>	19	21.329				

CV = 2.17%

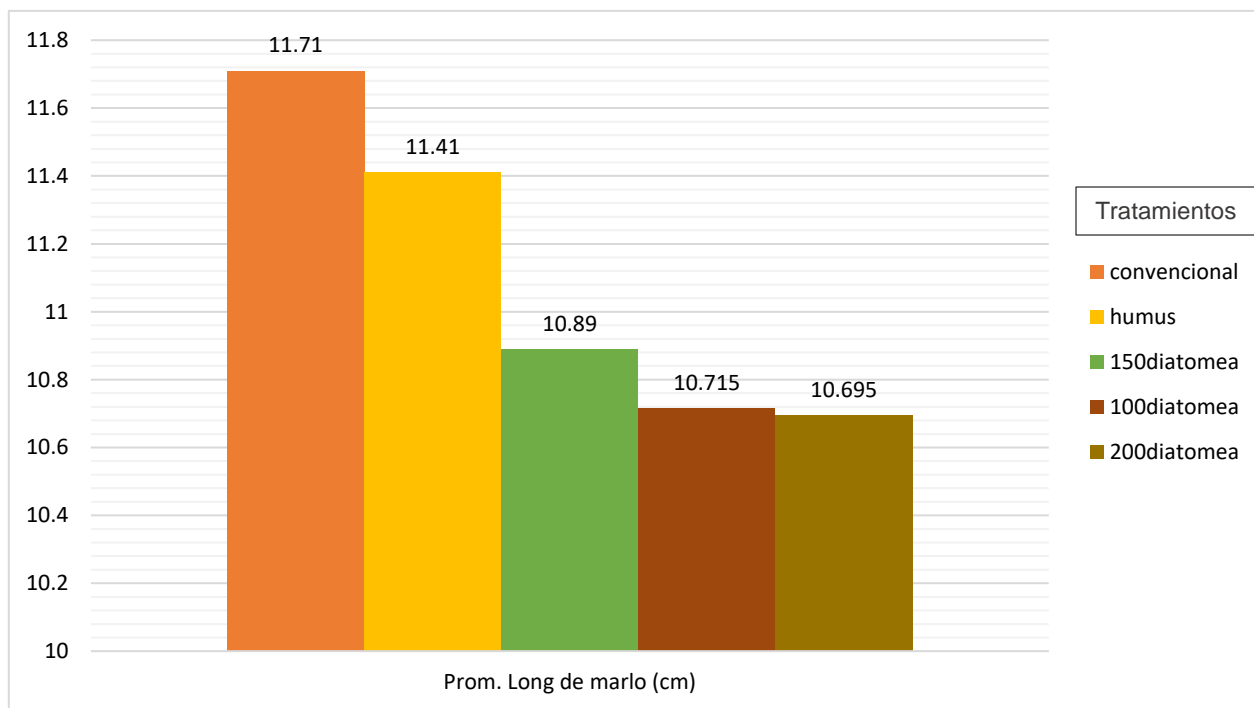
**Tabla 55**

*Ordenamiento para longitud de marlo de la variedad Amarillo Oro (cm)*

N°. de Orden	Tratamientos	Long. de marlo (cm)
I	compomaster+ 300 humus	11.710
II	300 humus	11.410
III	150 diatomea+ 300 humus	10.890
IV	100 diatomea+ 300 humus	10.715
V	200 diatomea+ 300 humus	10.695

**Figura 23**

*Longitud de marlo de la variedad Amarillo Oro (cm)*



El resultado promedio para la evaluación de longitud de marlo para la variedad Amarillo Oro, fue de 11.084. cm (Tabla 53)

En la Tabla 54, del análisis de varianza (ANVA), se resume que no existe diferencias estadísticas para bloques ni tratamientos, a un 95% de confianza, con un coeficiente de variabilidad del 2.17 % el cual se encuentra dentro de los márgenes de aceptabilidad,

En el Tabla 55, sobre ordenamiento para longitud de marlo de la variedad Amarillo oro, el tratamiento A5 (compomaster + 300 g de humus) con 11.710 cm es aritméticamente superior a los demás tratamientos, mientras que el tratamiento A4 (200 gramos de diatomea + 300 gramos de humus) con 10.695 es inferior a los demás. (Figura 23)

### 6.3.2.2. Longitud de marlo de la variedad Blanco Quispicanchi

**Tabla 56**

*Longitud de marlo promedio de diez plantas por parcela, de la variedad Blanco Quispicanchi (cm)*

<b>Bloques</b>	<b>A1</b>	<b>A2</b>	<b>A3</b>	<b>A4</b>	<b>A5</b>	<b>Σ</b>
<b>I</b>	9.96	9.66	9.36	8.24	9.56	46.78
<b>II</b>	9.06	9.36	10.16	10.84	11.32	50.74
<b>III</b>	8.72	10.16	10.86	11.18	8.44	49.36
<b>IV</b>	9.56	9.34	9.2	8.4	8.4	44.9
<b>Σ</b>	37.3	38.52	39.58	38.66	37.72	191.7
<b>Promedio</b>	<b>9.325</b>	<b>9.63</b>	<b>9.895</b>	<b>9.665</b>	<b>9.43</b>	<b>9.589</b>

**Tabla 57**

*Análisis de varianza para longitud de marlo de la variedad Blanco Quispicanchis*

<b>F de V</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>FC</b>	<b>FT (0.05)</b>	<b>SIG.</b>
<b>Bloques</b>	3	4.089	1.3629	1.368	3.49	NS
<b>Tratamientos</b>	4	0.784	0.1961	0.197	3.26	NS
<b>Error</b>	12	11.952	0.9960			
<b>Total</b>	19	16.825				

CV = 10.41%

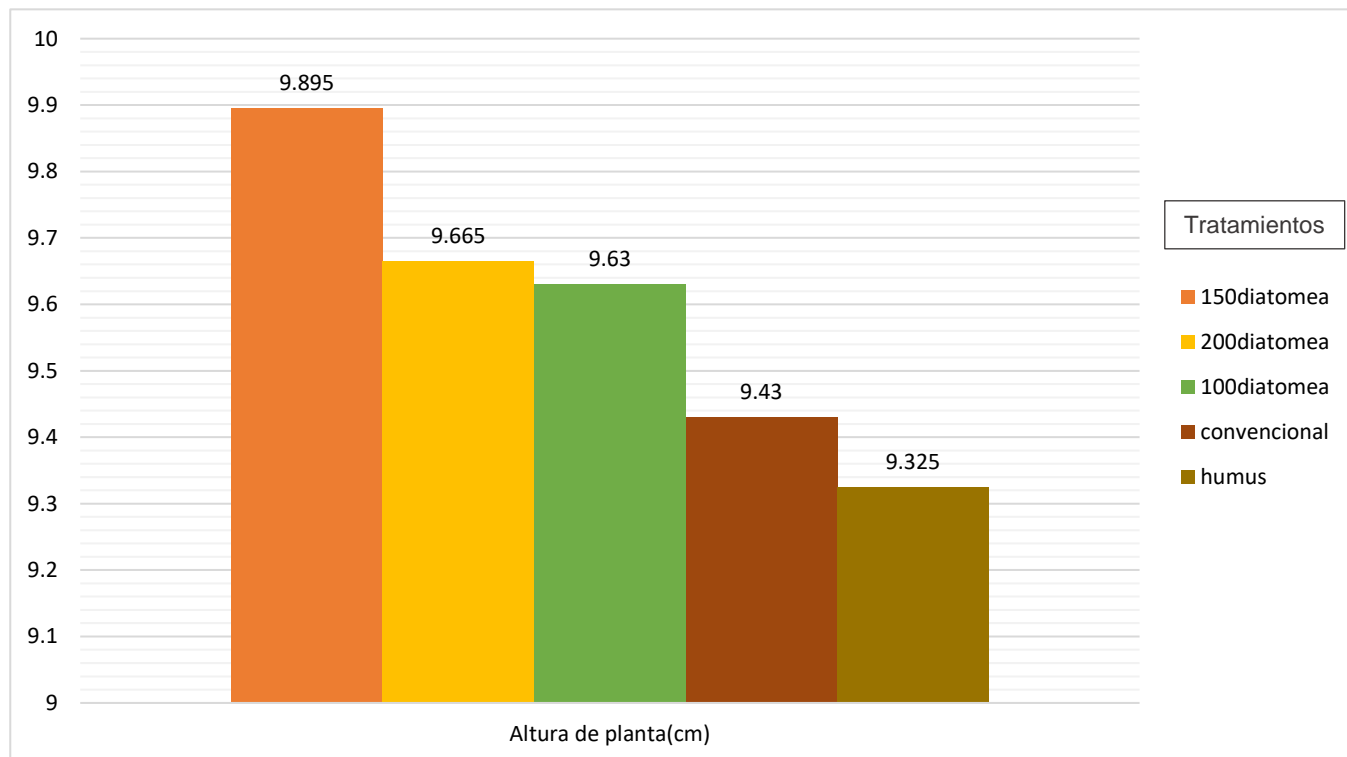
**Tabla 58**

*Ordenamiento para longitud de marlo de la variedad Blanco Quispicanchi (cm)*

N° de Orden	Tratamientos	Altura de planta(cm)
I	150 diatomea+ 300 humus	9.895
II	200 diatomea+ 300 humus	9.665
III	100 diatomea+ 300 humus	9.63
IV	compomaster+ 300 humus	9.43
V	300 humus	9.325

**Figura 24**

*Longitud de marlo de la variedad Blanco Quispicanchi*



El resultado promedio para la evaluación de longitud de marlo para la variedad INIA 618-Blanco Quispicanchi, fue de 9.589. cm (Tabla 56)

En el Tabla 57, del análisis de varianza (ANVA), se resume que no existe diferencias estadísticas para bloques ni tratamientos, a un 95% de confianza, con un coeficiente de variabilidad del 10.41 % el cual se encuentra dentro de los márgenes de aceptabilidad,

En el Tabla 58, sobre ordenamiento para longitud de marlo de la variedad INIA 618-Blanco Quispicanchi, el tratamiento A3 (150 gramos de diatomea + 300 gramos de humus) con 9.895 gramos es aritméticamente superior a los demás tratamientos, mientras que el tratamiento A5 (compomaster + 300 gramos de humus) con 9.325 es inferior a los demás. (Figura 24)

La inclusión de 150 gramos de diatomea + 300 gramos de humus, podría tener una mejor respuesta en cuanto a la longitud de marlo para la variedad INIA 618- Blanco Quispicanchi, por el aporte del silicio proveniente de la tierra diatomea y la influencia de humus de lombriz, el cual beneficiaría en la estructura y elongación del marlo.



## VII. CONCLUSIONES

1. Se determinó que, para la evaluación de 100 granos, no existe diferencias significativas entre bloques ni tratamientos, para las variedades INIA 613 - Amarillo Oro e INIA 618 - Blanco Quispicanchi, a un 95% de confianza.

Se determinó que para rendimiento de grano (t/ha), el tratamiento A1(300 g de humus) de la variedad INIA 613 - Amarillo Oro con 5.99 t/ha es estadísticamente superior a los demás tratamientos, por el contrario, la variedad INIA 618 - Blanco Quispicanchi con el tratamiento A2 (100 g de diatomea + 300 g de humus) obtuvo 4.30 t/ha y el tratamiento A3 (150 g de diatomea + 300 g de humus) con 4.23 t /ha son estadísticamente superiores a los demás tratamientos, a un 95% de confianza.

2. Se concluye que, para la evaluación de calidad comercial primera, la variedad INIA 613 - Amarillo Oro no existe significancia entre bloques ni tratamientos, con respecto a la variedad INIA 618 - Blanco Quispicanchi, el tratamiento A2 (100 g de diatomea+ 300 g de humus) obtuvo 219.75 gramos y el tratamiento A5 (compomaster + 300 g de humus) son estadísticamente iguales y superiores a los demás tratamientos, con un 95% de confianza.

Se determinó que, para la evaluación de calidad comercial segunda, la variedad INIA 613 - Amarillo Oro con el tratamiento A1(300 g de humus) con 971.25 gramos y A2 (100 g de diatomea + 300 g de humus) con 905.50 son estadísticamente iguales y superiores a los demás tratamientos, asimismo la variedad Blanco Quispicanchi – 618, con el tratamiento A3(150 g de diatomea + 300 g de humus) obtuvo 1150.75 gramos y con el tratamiento A2(100 g de diatomea + 300 g de humus) obtuvo 1148 gramos, siendo estadísticamente iguales y superiores a los demás tratamientos, a un 95% de confianza.

Se determinó que, para la evaluación de calidad comercial tercera, la variedad INIA 613 - Amarillo Oro con el tratamiento A1 (300 g de humus) obtuvo 1378.50 gramos y el tratamiento A5 (compomaster + 300 g de humus) con 1270.75 gramos son estadísticamente iguales y superiores a los demás tratamientos.

Por otro lado, la variedad INIA 618 - Blanco Quispicanchi con el tratamiento A3 (150 g de diatomea + 300 g de humus) obtuvo 407 gramos y el tratamiento A2 (100 g de diatomea+ 300 g de humus) obtuvo 374.5 gramos, siendo

estadísticamente iguales y superiores a los demás tratamientos, a un 95% de confianza.

3. Para la evaluación de altura de planta, la variedad INIA 613 - Amarillo Oro con el tratamiento A5 (compomaster + 300 g de humus) obtuvo 223.55 cm de altura de planta, siendo estadísticamente superior a los demás tratamientos, asimismo, la variedad INIA 618 - Blanco Quispicanchi con el tratamiento A5 (compomaster + 300 g de humus) obtuvo 220.3 cm de altura de planta, es estadísticamente superior a los demás tratamientos, a un 95% de confianza.

Se determinó que, para la evaluación de longitud de marlo, no existe diferencias estadísticas entre bloques y tratamientos para la variedad INIA 613- Amarillo Oro, e INIA 618 – Blanco Quispicanchi , a un 95% de confianza.

## SUGERENCIAS

- La aplicación de 100 y 150 gramos de tierra de diatomea por planta para la Variedad INIA – 618 Blanco Quispicanchi es favorable en cuanto al incremento en el rendimiento (t/ha), Asimismo la incorporación de 100 gramos de tierra de diatomeas por planta es beneficioso para obtener mayor porcentaje de granos de calidad primera para la variedad Blanco Quispicanchis. La dosificación a aplicar debe ir acompañada de un análisis previo de suelo para conocer la dosificación a emplear, que se acondicione a las necesidades propias del campo.
- Probar la efectividad de tierra de diatomea como insecticida de origen natural en campo y almacén para el cultivo de maíz.
- Evaluar la interacción de tierra de diatomea con otras fuentes de nutrientes, que le brinden mayor abastecimiento de macro y micronutrientes.
- Los efectos positivos de las tierras de diatomea pueden ser alcanzados a largo plazo, por tanto, su incorporación al suelo, debería ser con mayor antelación a la producción del cultivo.
- Estudiar la respuesta de diferentes dosis de tierra diatomea acorde a un correcto plan de abonamiento por zona geográfica.
- Evaluar el efecto de tierras diatomea sin aplicación de otras enmiendas ni fertilizantes para conocer con exactitud cual es su influencia en las plantas.

## VIII. BIBLIOGRAFÍA

- Arévalo, G. y Castellano, M. (2009). Manual de Fertilizantes y Enmiendas. Programa para la Agricultura Sostenible en Laderas de América Central. Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras. 57p.
- Aguirre, C., Chévez, T., García, P. y Raya, J. (2007). El Silicio en los organismos vivos. Scielo, Caracas. Disponible en [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S037818442007000800004](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S037818442007000800004).
- Baglione, L. (2011). Usos de la tierra diatomea. Revista técnicaña N° 27. Disponible en [www.tecnicana.org](http://www.tecnicana.org).
- Berger, J. (1967). Maíz su producción y abonamiento. Agrónomo. Centre d'Etude de l'zote Suiza. Agricultura de las Américas. Kansas City, Missouri.
- Catalogue of Life. (1753). *Zea mays* L. Disponible en: <https://www.catalogueoflife.org/data/taxon/5CXX5>.
- Chávez, Á., Velásquez, J. y Casallas, N. (2017). Características físico-químicas de humus obtenido de biosólidos provenientes de procesos de tratamiento de aguas residuales. Informador Técnico, Colombia doi: <http://doi.org/10.23850/22565035.939>
- Choque, N. (2015). Evaluación actual del suelo con relación a su fertilidad y su efecto en el maíz Blanco Gigante Cusco (*Zea mays* L.) en el valle sagrado de los incas. Tesis para optar al título profesional de ingeniero agrónomo. Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco. Cusco, Perú.
- Chunhuay, Y. (2017). Rendimiento de Maíz Amiláceo. Huancavelica: Tesis para Optar el Grado de Ingeniero Agrónomo.
- Contreras, J., Rojas, J., Acevedo, I. y Adams, M. (2014). Caracterización de las propiedades físicas y bioquímicas del vermicompost de pergamino de café y estiércol de bovino. Universidad Centroccidental Lizandro Alvarado. Revista de la Facultad de Agronomía (LUZ).495 p.

- Dirección General de Normas - Norma Mexicana. (2008). Que establece los métodos y procedimientos para el tratamiento aerobio de la fracción orgánica de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, así como la información comercial y de sus parámetros de calidad de los productos finales. México. 28 p.
- Epstein, E. (1994). The anomaly of silicon in plant biology. 91, 11–17.
- Finck, A. (1988). Fertilizantes y fertilización: Fundamentos y métodos para la fertilización de los cultivos. Editorial Reverté. Barcelona, España. Cap. 4.
- Fabila, L., Adame, S. y Serrato, R. (2013). Efecto de la tierra de diatomeas en las propiedades químicas del suelo en el cultivo de maíz (*Zea mays*, L.). Revista de Investigación Agraria y Ambiental. 4p.
- Fabila, L. (2013). Efecto de la diatomita en las propiedades del suelo para reducir el impacto ambiental causado por el uso de fertilizantes químicos. Tesis para obtener el grado de maestra en ciencias ambientales. UAEM. Toluca, México.
- García, H. (1999). Evaluación de tecnologías de secado de maíz (*Zea mays* L.) variedad Blanco Urubamba. Conclusiones del secado de maíz. 93 p.
- Garrido, S. (1994). Interpretación de análisis de suelos. Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación: guía práctica para muestrear los suelos e interpretar sus análisis. Madrid. Disponible en [https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd\\_1993\\_05.pdf](https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1993_05.pdf)
- Google Earth (2020). Disponible en <https://earth.google.com>
- Graziani, P. (2018). Economía circular e innovación tecnológica en residuos sólidos: Oportunidades en América Latina. disponible en: [https://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1247/Economia\\_circular\\_e\\_innovacion\\_tecnologica\\_en\\_residuos\\_solidos\\_Oportunidades\\_en\\_America\\_Latina.pdf?sequence=9&isAllowed=y](https://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1247/Economia_circular_e_innovacion_tecnologica_en_residuos_solidos_Oportunidades_en_America_Latina.pdf?sequence=9&isAllowed=y)
- Gross, A. (1986). Abonos. Guía práctica de la fertilización Ed. Mundi-Prensa. Madrid, España 560 p

- Gunes, A; Inal, A; Bagci, G; Coban, S. (2007). Silicon mediated changes on some physiological and enzymatic parameters symptomatic of oxidative stress in barley grown in sodic-B toxic soil. *Journal of Plant Physiology*. 807–811 .  
Disponible en: <https://doi.org/10.1016/J.JPLPH.2006.07.011>
- Holdridge, L. (1987). *Ecología basada en zonas de vida*. Instituto Americano de Cooperación para la Agricultura. San José, Costa Rica. ISBN 92- 9039-131 6
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación - ICONTEC. (2011). NTC 5167: Productos para la industria agrícola. Productos orgánicos usados como abonos o fertilizantes y enmiendas de suelo. 43 p.
- INACAL (Instituto Nacional de Calidad). (2021). Norma Técnica Peruana NTP 201.208:2021. Fertilizantes. Compost elaborado a partir de residuos sólidos municipales. Requisitos, 1ª Edición. Lima, Perú.
- INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática). (2013). *Compendio estadístico Perú*.
- INIA (Instituto Nacional de Innovación Agraria). (2012). Maíz amiláceo INIA 618 Blanco Quispicanchi.
- INIA (Instituto Nacional de Innovación Agraria). (2007). Maíz cristalino INIA 613- Amarillo Oro.
- INIA (Instituto Nacional de Innovación Agraria).s.f .El cultivo de maíz choclero y dulce. *Boletín INIA* 303, 13–20.
- INTAGRI (Instituto para la Innovación Tecnológica en la Agricultura). *La Fenología del Maíz y su Relación con la Incidencia de Plagas*. Disponible en <https://www.intagri.com/articulos/fitosanidad/la-fenologia-del-maiz-y-su-relacion-con-la-incidencia-de-plagas>.
- Lorente, J. (2007). *Biblioteca de la agricultura*. Barcelona: Idea Books - Lexus.
- Manrique, A. (1997). *El maíz en el Perú*. Fondo de Promoción de la Cultura Agraria. Banco Agrario del Perú. Lima, Perú: Ediciones gráficas Lima S.A.
- Mamani, E. (2007). Factores que ocasionan pérdidas y deterioro de la calidad de grano del maíz Gigante Cusco en el valle sagrado de los incas. Tesis para

- optar el título profesional de ing. Agrónomo. Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco. K'ayra, Cusco.
- MIDAGRI (Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego). (2020). Boletín estadístico mensual "El agro en cifras". Lima, Perú. 42 p.
- Méndez, O., León, M., Gutiérrez, F., Rincón, R. y Álvarez, J. (2010). Efecto de la aplicación de humus de lombriz en el crecimiento y rendimiento de grano del cultivo de maíz. Departamento de Ing. Química y Bioquímica, Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.49- 54 p.
- Narro, E. (1994). Física de suelos: con enfoque agrícola. Editorial Trillas. México. ISBN 968-24.4672-4.
- National Maize Research Program. Revista de Investigación y Desarrollo de Maíz. ISSN: 2467-9305. DOI: 10.3126/jmrd
- León, P., Díaz, Luisa. y Cea, María. (2004). Efecto del aporque en el rendimiento del cultivo del maíz. Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias. Universidad Agraria de La Habana Fructuoso Rodríguez Pérez. La Habana, Cuba.
- Pacheco, J. (1961). Efecto del estiércol, turba. y sulfato de amonio, sobre la producción de materia seca y contenido de elementos mayores en un cultivo de cebada. Ing. Agron. UNALM. 75 p.
- Palacios, R. y Molina, A. (2017). Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. ¿Qué es la calidad del grano de maíz? Disponible en <https://idp.cimmyt.org/que-es-la-calidad-del-grano-de-maiz/>
- Real Academia Española. Diccionario de la lengua española, 23.<sup>a</sup> ed., (versión 23.6 en línea, sitio web). Consultado 14 nov. 2022. Disponible en <https://dle.rae.es>.
- Rimache, M. (2008). Cultivo del maíz. Colección de cereales. Empresa editora Macro
- Romero, A., Jurado, O. y Cuartero, J. (2006). Silicon alleviates the deleterious salt effect on tomato plant growth by improving plant water status. Journal of Plant Physiology, 163(8), 847–855. Disponible en <https://doi.org/10.1016/J.JPLPH.2005.05.010>

- Saavedra, G. (2014). El Cultivo de Maíz Choclero y Dulce. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Boletín N° 303. 146p. Santiago, Chile.
- Sánchez, P. (2016). Manejo de la materia orgánica para la producción sostenible. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. Aporte técnico. Universidad de Columbia, Estados Unidos.
- Scrivener, M; Carmical, P. (2019). Diatoms: Fundamentals and Applications. Scrivener Publising LLC.
- Takhtajan, A. (1980). Outline of classification of :flowering plants (Magnoliophyta). The Botanical Review. New York, Estados Unidos. 46: 225-226, 316 - 318.
- Tenecela, X. (2012). Producción de humus de lombriz mediante el aprovechamiento y manejo de los residuos orgánicos. Universidad de Cuenca, Facultad de Ciencias Agropecuarias. Scrivener Publising LLC.
- Usca, I. (2017). Caracterización agro botánica de sesenta y ocho entradas de maíz (*Zea mays L.*) procedentes de Curahuasi-Abancay, bajo condiciones K'ayra. Tesis Ingeniero Agrónomo. Cusco, UNSAAC.
- Vásquez, P. y Martínez, G. (2018). Aprovechamiento de lodos planta de tratamiento de aguas residuales municipio de Funza, como insumo de cultivo y mejoramiento del suelo. Universidad Católica de Colombia, Bogotá.



## **IX. ANEXOS**

## Anexo 01. Análisis fisicoquímico de tierra de diatomea



# MC QUIMICALAB

De: Ing. Gury Manuel Cumpa Gutierrez  
LABORATORIO DE CIENCIAS NATURALES  
AGUAS, SUELOS, MINERALES Y MEDIO AMBIENTE  
RUC N° 10465897711 - COVIDUC A4 - SAN SEBASTIÁN CEL: 974 673993 - 946 688776

### INFORME N° LQ 0143-20

#### ANÁLISIS FISICOQUÍMICO DE TIERRA DE DIATOMEAS

SOLICITA : JMC GERENCIA Y CONSTRUCCION S.A.C

PROYECTO : Aprovechamiento de Sub Productos Cerveceros.

DISTRITO : Cusco

PROVINCIA : Cusco

DEPARTAMENTO : Cusco

MUESTRA : Análisis Fisicoquímico de Tierra de Diatomeas.

FECHA DE INFORME : 27/08/20

#### RESULTADOS:

DETERMINACIONES	UNIDAD	MI
Humedad	%	40.5
pH		7.4
Conductividad eléctrica	$\mu\text{S}/\text{cm}$	1740
Calcio disponible Ca	mg/100	12.8
Cloruros disponible Cl <sup>-</sup>	mg/100	29.9
Magnesio disponible Mg	mg/100	5.76
Silice SiO <sub>2</sub>	mg/100	90


**MÉTODOS DE ANÁLISIS:** El trabajo de análisis se ha realizado bajo los métodos establecidos en los Manuales de Análisis Químico-Agrícola, Nigel T. Farthill, Institute of Rural Studies, University of Wales, UK 2005; que a su vez está basado en el Manual "The Analysis of Agricultural Materials, MAFF/ADAS

**CONCLUSIÓN:** La muestra de Tierra de Diatomeas (silicatos y aluminatos) tiene poca cantidad de iones disponibles, sin embargo, puede trabajar como material para uso en intercambio de iones.

**MC QUIMICALAB**  
  
Ing. Gury Manuel Cumpa Gutierrez  
ADMINISTRACION  
C.P. 238338

  
**MARIO CUMPA CAYURI**  
INGENIERO QUÍMICO  
REG. COLEGIO DE INGENIEROS N° 18188

## Anexo 02. Análisis fisicoquímico de suelo



# MC QUIMICALAB

De: Ing. Gury Manuel Cumpa Gutierrez  
LABORATORIO DE CIENCIAS NATURALES  
AGUAS, SUELOS, MINERALES Y MEDIO AMBIENTE  
RUC N° 10465897711 - COVIDUC A4 - SAN SEBASTIÁN CEL: 974 673993 - 946 688776

**INFORME N° LQ 0283-20**  
**ANÁLISIS FISICOQUÍMICO DE SUELO**

SOLICITA : JMC Gerencia Y Construcciones S.A.C.


MUESTRA : ANDENES INIA  
DISTRITO : Zurite  
PROVINCIA : Anta  
DEPARTAMENTO : Cusco  
FECHA : 29/10/20

RESULTADOS:


DETERMINACIONES	UNIDAD	M <sub>i</sub>
Humedad	%	14
<b>Muestra seca</b>		
Nitrogeno total	%	0.3
Fosforo disponible P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	mg/100	2.0
Potasio disponible K <sub>2</sub> O	mg/100	8.0
Materia orgánica	%	1.7
pH		7.4
Conductividad Eléctrica Saturada	µS/cm	1640
Capacidad de intercambio catiónico (C.I.C)	meq/100	17
<b>Textura(malla 2 mm)</b>		
Arena	%	29
Arcilla	%	1.0
Limo	%	70
Clase textural		Franco Limoso

**MÉTODOS DE ANÁLISIS:** El trabajo de análisis de suelos se ha realizado bajo los métodos establecidos en los Manuales de Análisis Químico-Agrícola, Nigel T. Faithfull, Institute of Rural Studies, University of Wales, UK 2005, que a su vez está basado en el Manual "The Analysis of Agricultural Materials, MAFF/ADAS.

**NOTA:** Los resultados son válidos únicamente para la muestra analizada.



MC QUIMICALAB  
Ing. Gury Manuel Cumpa Gutierrez  
ADMINISTRACION  
CIP 21833



MARIO CUMPA CAYURI  
INGENIERO QUÍMICO  
REG. COLEGIO DE INGENIEROS N° 1618

## Anexo 03. Análisis fisicoquímico de Humus



SOLICITANTE : JMC GERENCIA Y CONSTRUCCION SAC  
 PREDIO : JMC GERENCIA Y CONSTRUCCION SAC  
 MATRIZ : ENMIENDA ORGANICA SOLIDA

ANÁLISIS N° : 219-01E06 -2021  
 LUGAR : CUSCO  
 FECHA DE RECEP.: 10/02/2021

INFORME DE ANÁLISIS DE ENMIENDA ORGÁNICA SÓLIDA - NUTRICIONAL  
 MUESTRA : MUESTRA N° 01 - HUMUS

PARAMETRO	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	TÉCNICA
pH a T = 23.5 °C (E.S)	7.01		MEDG - 001	Electrométrico
Conductividad Eléctrica a 25 °C (E.S)	8.97	dS/m	MEDG - 002	Electrométrico
Carbonato de Calcio	1.12	%	MEDG - 003	Gravimétrico
Humedad	60.33	%	MEDG - 004	Gravimétrico
Materia Orgánica	13.89	%	MEDG - 005	Gravimétrico
Carbono Orgánico	8.06	%		
Cenizas Totales	8.00	%	MEDG - 006	Gravimétrico
Impurezas	16.66	%	MEDG - 007	Gravimétrico
Nitrógeno Total (N)	1.00	%	MEDG - 008	Dumas
Fósforo Total (P2O5)	1.21	%	MEDG - 009	Colorimétrico
Potasio Total (K2O)	0.13	%	MEDG - 010	FAAS
Calcio Total (CaO)	2.37	%	MEDG - 011	FAAS
Magnesio Total (MgO)	0.33	%	MEDG - 012	FAAS
Azufre Total (S)	0.29	%	MEDG - 013	Turbidimétrico
Sodio Total (Na)	0.16	%	MEDG - 014	FAAS
Cloro Total (Cl)	0.07	%	MEDG - 015	Argentométrico
Cobre Total (Cu)	50.99	ppm	MEDG - 016	FAAS
Zinc Total (Zn)	476.95	ppm	MEDG - 017	FAAS
Manganeso Total (Mn)	112.49	ppm	MEDG - 018	FAAS
Hierro Total (Fe)	2148.29	ppm	MEDG - 019	FAAS
Boro Total (B)	65.99	ppm	MEDG - 020	Colorimétrico
C / N	8.07			

Los resultados están expresados en muestra original

DONDE:

% Masa / Masa  
 ppm mg / Kg  
 (E.S) Extracto de saturación

FAAS Espectrometría de Absorción Atómica por Línea  
 MEOS Método Propio del Laboratorio.

NOTA:

- Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada.
- Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente informe sin la autorización del Laboratorio de Química Agrícola.

MSc. Quím. Alexis Saucedo Chacón  
 JEFE DEL LABORATORIO



MSc. Agr. Julio Castro Lazo  
 DIRECTOR DEL LABORATORIO

Promotora de Obras Sociales y de Instrucción Popular  
 Panamericana Sur Km. 144, San Vicente de Cañete, Lima - Perú  
 Teléfono: (511) 581 2261 | Celular: 991 692 583  
 Email: laboratorio@vallegrande.edu.pe | Web: www.vallegrande.edu.pe

**Anexo 04.**

**Figura 25**

*Pesado de tierras diatomea*



**Figura 26**

*Pesado de humus de lombriz*



**Figura 27**

*Cosecha de maíz Variedad Amarillo Oro (14/05/2021)*



**Figura 28**

*Cosecha de maíz Amarillo Oro por parcela*



**Figura 29**

*Cosecha de la variedad Blanco Quispicanchi (18/06/2021)*



**Figura 30**

*Cosecha de maíz Blanco Quispicanchi por parcela*



**Figura 31**

*Uso de Humedímetro para determinar el porcentaje de humedad de grano*





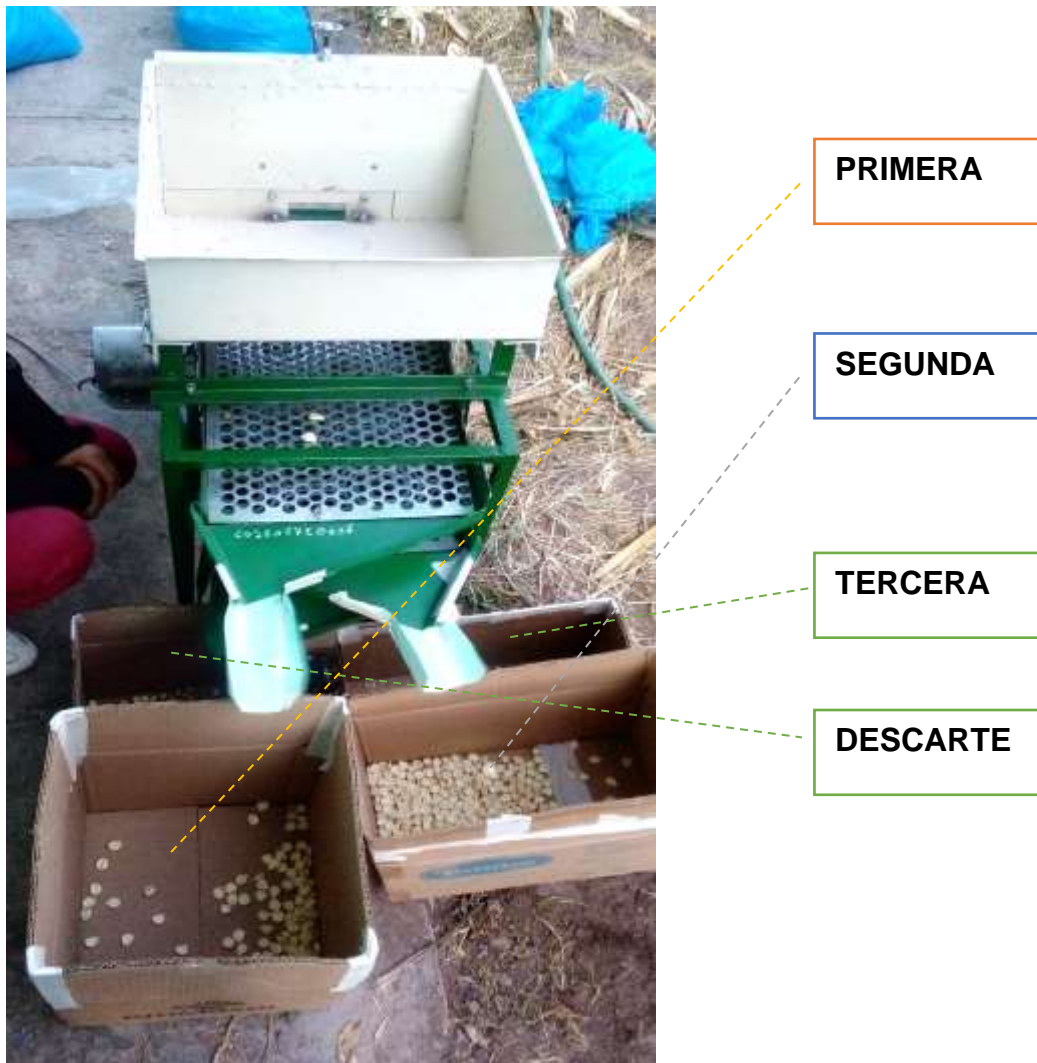
**Figura 32**

*Molido de muestras de grano en humidímetro*



**Figura 33**

*Máquina clasificadora de grano de maíz*



**Figura 34**

*Clasificación de calidad comercial de maíz de la variedad Amarillo Oro*



*Primera*



*Segunda*



*Tercera*

**Figura 35 Clasificación de la variedad Blanco Quispianchi**



*Primera*



*Segunda*



*Tercera*