

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMIA**



**EFFECTO DE LOS ABONOS ORGÁNICOS E INORGÁNICOS EN LA PRODUCCIÓN DE ARRACACHA (*Arracacia xanthorrhiza* BANCROFT) EN CONDICIONES DEL CENTRO AGRONÓMICO K'AYRA - CUSCO**

Tesis presentada por el Bachiller en Ciencias Agrarias **JUAN CARLOS CUSIHUAMAN CUSIYUNCA** para optar al Título Profesional de **INGENIERO AGRONOMO.**

**ASESORA: Mgt. Doris Flor Pacheco Farfán.**

**PATROCINADOR: Centro de Investigación en Suelos y Abonos - CISA.**

**K'AYRA- CUSCO –PERÚ**

**2020**

## DEDICATORIA

*A DIOS, que siempre será la luz que guíe mi camino, permitiendo cumplir mis metas trazadas en mi vida.*

*Con gran cariño a mis padres SEGUNDINO CUSIHUAMAN Y MARIA CONCEPCION CUSIYUNCA por haberme dado la vida, que me brindaron el apoyo y el aliento para que pueda concluir la vida universitaria.*

*A mis hermanos SANDRO Y RONALD por la paciencia y el apoyo incondicional para que yo pueda concluir la universidad.*

*A mis sobrinas Kori, Nayra y Abigail Esmeralda, por brindarme su cariño.*

*A mis Tíos Rubén, Leocadio, Mario, Claudio, Catalina y Yesica. A mis primos Brayan, Edison y Fabricio y a mis primas Chaska y Yuliana por ser mis compañeros incondicionales con los cuales siempre compartimos lo bueno, lo malo y lo feo de la vida.*

## **AGRADECIMIENTO**

Especial agradecimiento a la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, a la Facultad de Ciencias Agrarias y a todos mis docentes que fueron parte de mi formación profesional.

A mi familia por su apoyo incondicional.

Eterno agradecimiento a mi asesora Mgt. Doris Flor Pacheco Farfán por su apoyo incondicional para la redacción de mi trabajo de tesis.

Un agradecimiento al Centro de Investigación en Suelos y Abonos (CISA), y al personal docente y administrativo de la unidad de Lumbricultura, por brindarme toda la infraestructura y campo experimental donde se llevó a cabo la presente investigación.

Sin excepción, mi reconocimiento a todos mis compañeros de estudio que me brindaron el apoyo en la culminación de mis estudios universitarios.

## ÍNDICE

<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>i</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	<b>ii</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>vi</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>I. PROBLEMA OBJETO DE INVESTIGACIÓN</b> .....	<b>2</b>
1.1 Identificación del problema .....	2
1.2 Formulación del problema .....	3
1.2.1. Problema general .....	3
1.2.2. Problemas específicos .....	3
<b>I. OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN</b> .....	<b>4</b>
2.1 Objetivo general .....	4
2.1.1. Objetivos específicos .....	4
2.2 Justificación .....	5
<b>2. HIPÓTESIS</b> .....	<b>6</b>
3.1 Hipótesis general .....	6
3.1.1 Hipótesis específicas .....	6
<b>3. MARCO TEORICO</b> .....	<b>7</b>
4.1 Antecedentes .....	7
4.2 Abonos orgánicos .....	7
4.2.1 Humus de lombriz .....	8
4.2.2. Compost .....	10
4.3 Abonos inorgánicos .....	13
4.3.1 Clasificación de los fertilizantes .....	14
4.4 Cultivo de arracacha .....	16
4.4.1 Origen y distribución del cultivo .....	16
4.4.2 Taxonomía .....	18
4.4.3 Sinonimia y nombres comunes .....	18
4.4.4 Descripción Botánica .....	21
4.4.5 Manejo de colinos – semilla .....	27
4.5 Requerimientos ambientales para el cultivo .....	32
4.5.1 Fotoperiodo .....	32
4.5.2 Precipitación Pluvial .....	32
4.5.3 Altitud .....	32

4.5.4 Temperatura.....	33
4.5.5 Suelo.....	34
4.6 Usos y valor nutritivo .....	34
4.6.1 Usos.....	34
4.6.2 Valor nutritivo: .....	35
4.7 Ventajas de la aplicación de la tecnología .....	37
4.8 Producción.....	38
4.9 Plaga y Enfermedades .....	38
4.9.1 Plagas.....	38
4.9.2 Enfermedades .....	39
<b>IV. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>41</b>
5.1 Tipo de investigación: Experimental .....	41
5.2 Ubicación espacial.....	41
5.2.1 Ubicación.....	41
5.2.2 Ubicación política .....	41
5.2.3 Ubicación geográfica.....	42
5.2.4 Ubicación hidrográfica.....	42
5.2.5 Ubicación ecológica.....	42
5.3 Ubicación temporal.....	43
5.4 Materiales y métodos .....	43
5.4.1 Materiales .....	43
5.4.2 Métodos .....	44
5.4.3 Conducción de la investigación .....	46
5.4.4 Evaluación de variables.....	50
<b>4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>56</b>
6.1 Rendimiento.....	56
6.1.1 Peso de raíz .....	56
6.1.2 Numero de colinos por planta.....	58
6.1.3 Numero de raíces maduras por planta .....	60
6.2 Comportamiento agronómico.....	62
6.2.1 Altura de planta (cm) .....	62
6.2.2 Diámetro de la parte ancha de raíz.....	64
6.2.3 Longitud de raíz.....	66
6.3 DISCUSIONES.....	68
<b>5. CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS .....</b>	<b>69</b>
7.1. Conclusiones.....	69

7.1.1 Características cuantitativas: .....	69
7.2. Sugerencias .....	70
<b>6. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>71</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>74</b>

## RESUMEN

En el presente trabajo de investigación intitulado “EFECTO DE LOS ABONOS ORGÁNICOS E INORGÁNICOS EN LA PRODUCCIÓN DE ARRACACHA (*Arracacia xanthorrhiza* BANCROFT) EN CONDICIONES DEL CENTRO AGRONÓMICO K'AYRA - CUSCO”; tuvo como lugar de realización el Centro Agronómico K'ayra especialmente en el Centro de Investigación en Suelos y Abonos (CISA), utilizando hijuelos de virraca o arracacha colectados en el Distrito de Huayopata, Provincia la Convención.

El objetivo fundamental de este trabajo de investigación es Evaluar el efecto de los abonos orgánicos (humus de lombriz, compost) e inorgánicos (fertilizante químico) en la producción de arracacha determinando el rendimiento y comportamiento agronómico del cultivo, para poder de esa manera recomendar la utilización de la dosis de abonos orgánicos e inorgánicos adecuada en obtener un mayor rendimiento en bien de una mayor producción.

Las variables e indicadores para el estudio fueron:

Rendimiento:

- Peso de raíces maduras (g/planta)
- Numero de colinos por planta
- Numero de raíces maduras

Comportamiento agronómico:

- Altura de planta (cm)
- Diámetro de la parte ancha de la raíz (cm)
- Longitud de raíz (cm)

Con respecto a los tratamientos, se utilizó:

- T1 - Humus de lombriz, 8 t/ha
- T2 - Compost, 8 t/ha
- T3 - Fertilizante químico
- T4 - Humus de lombriz, 4 t/ha
- T5 - Compost, 4 t/ha
- T6 - Humus de lombriz, 2 t/ha + Compost, 2 t/ha + Fertilizante químico
- T7 – Suelo agrícola (testigo)

Estudio realizado en Diseño de Bloques Completamente al Azar, de 07 tratamientos y 03 repeticiones, los que da un total de 21 unidades experimentales.

La secuencia de actividades fue:

- La plantación se realizó el 15 de junio del 2017
- La metodología de evaluación fue la medición de las variables en campo y en gabinete, realizando las evaluaciones tales como:
  - a) Peso de raíz madura
  - b) Numero de colinos
  - c) Numero de raíces maduras
  - d) Altura de planta
  - e) Diámetro de la parte ancha de la raíz
  - f) Longitud de la raíz
- El día de la cosecha se realizó el 02 de abril del 2018

Las conclusiones a que se llegaron son:

- ❖ En peso de raíz, el tratamiento Humus Lombriz de 8 t/ha fue superior con 528.67 g/planta (8.81 t/ha)
- ❖ Número de colinos por planta fue de 45.00 colinos por planta.
- ❖ Número de raíces maduras, se obtuvo un promedio de 7.33 raíces maduras por planta.
- ❖ En altura de planta, el tratamiento Humus Lombriz de 8 t/ha - alcanzó el mayor número con 74.00 cm.
- ❖ En diámetro mayor de raíz, Humus Lombriz de 8 t/ha y Fertilizante químico con 9.27 y 8.90 cm respectivamente, fueron superiores.
- ❖ En longitud de raíz, el Fertilizante químico con 25.33 cm fue superior a los demás tratamientos.



## INTRODUCCIÓN

La arracacha fue una de las primeras especies domesticadas por el hombre andino, y es el cultivo más antiguo de Sud América e incluso habría precedido al de la papa y el maíz. Es una raíz de sabor agradable y de fácil digestibilidad, contiene almidones muy finos en una cantidad de 10 a 25%. Posee un alto valor nutritivo por contener aceites o resinas que le confieren un sabor propio; sales minerales como Calcio, Fósforo y Hierro, Vitaminas y Carotenos. Es recomendable para la dieta de niños, ancianos y enfermos. La corona es utilizada en la alimentación del ganado lechero, porcino y animales menores.

La preparación culinaria de la arracacha es muy variada: se la consume cocida, mezclada con otras raíces, tubérculos y carnes asadas, así como en buñuelos, sopas, picadillos, postres, panes y cocteles.

En zonas productoras de los países Andinos, el incremento de la producción y su comercialización se ve limitado por problemas que se presentan durante el cultivo, como la pudrición de los colinos, la no uniformidad en el prendimiento y emergencia, la deficiente preparación de semillas y al ataque de plagas y enfermedades que ocasionan pérdidas en la cantidad y calidad de producción.

Entonces el conocimiento de la tecnología de producción, debe ser la etapa inicial para contribuir al logro de una cadena de producción eficiente desde la producción hasta el mercado, en este sentido se ha propuesto experimentar el comportamiento de los abonos orgánicos e inorgánicos en el rendimiento y características agronómicas de la arracacha en condiciones de campo del Centro Agronómico K'ayra

Su aclimatación puede resultar fácil en las zonas como Urubamba, Calca, Yucay, Yanatile y Quillabamba.

**El autor.**

## I. PROBLEMA OBJETO DE INVESTIGACIÓN

### 1.1 Identificación del problema

El cultivo de la arracacha (*Arracacia xanthorrhiza* BANCROFT) en la región Cusco no es muy difundido, salvo prácticas aisladas en los valles de La Convención y Lares, donde se cultiva bajo una tecnología tradicional y sistema de plantación directa empleando hijuelos o colinos.

No existe una cadena de producción eficiente desde la producción hasta la comercialización, por todo ello la falta de conocimiento en el uso de nuevas tecnologías de producción que debe ser la etapa inicial para contribuir al logro de un plan de cultivo. Dentro de ello no existe información respecto al comportamiento de los abonos orgánicos como humus de lombriz y compost e inorgánicos como los fertilizantes químicos que causen efecto en el rendimiento y comportamiento agronómico de la arracacha en condiciones de campo del Centro Agronómico K'ayra.

Básicamente no hay información sobre datos cuantitativos en rendimiento como el peso de las raíces, número de colinos para la propagación vegetativa y número de raíces maduros aptos para el mercado; además no hay referencias respecto al tamaño o altura de planta a la cosecha, número de hijuelos por cormo, diámetro de la parte ancha de la raíz, y longitud de la raíz.

Asimismo, al buscar una información real de su cultivo utilizando abonos orgánicos como el humus de lombriz y compost, no es posible contar con resultados que sirvan de base para propender un cultivo tecnificado, ni es factible concluir estudios de la arracacha china cuando no se tiene información técnica y científica del efecto de la combinación de estos abonos orgánicos e inorgánicos que influyan en el rendimiento y comportamiento agronómico esta especie.

## **1.2 Formulación del problema**

### **1.2.1. Problema general**

¿Cuál es el efecto de los abonos orgánicos (humus de lombriz y compost) e inorgánicos (fertilizantes químicos) en la producción de arracacha (***Arracacia xanthorrhiza*** BANCROFT) en condiciones de campo del Centro Agronómico K'ayra – Cusco?

### **1.2.2. Problemas específicos**

- ¿Cómo influirá en las características cuantitativas: peso de raíces maduras, número de colinos, número de raíces maduras, altura de planta, diámetro de la parte ancha de la raíz y longitud de la raíz, ¿el efecto de los abonos orgánicos e inorgánicos en el cultivo de arracacha?

## II. OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN

### 2.1 Objetivo general

Evaluar el efecto de los abonos orgánicos (humus de lombriz y compost) e inorgánicos (fertilizantes químicos) en la producción de arracacha (***Arracacia xanthorrhiza*** BANCROFT), en condiciones de campo del Centro Agronómico K'ayra – Cusco.

#### 2.1.1. Objetivos específicos

- Determinar el efecto de los abonos orgánicos e inorgánicos en las características cuantitativas: peso de raíces maduras, número de colinos, número de raíces maduras, altura de planta, diámetro de la parte ancha de la raíz y longitud de la raíz en el cultivo de arracacha.

## **2.2 Justificación**

Es de cuantiosa importancia contar con resultados en el rendimiento del cultivo de arracacha por efecto del humus de lombriz, compost y fertilizantes químicos, en razón que estos abonos orgánicos e inorgánicos cumplen sus funciones para la producción de las plantas de acuerdo a sus características físicas, químicas y biológicas dentro del suelo.

Los elementos nutritivos existentes en el sustrato suelo adicionado con humus de lombriz, compost y fertilizantes químicos, servirán de sustento y base para la variabilidad de las características agronómicas del cultivo, tanto en las áreas foliares y radicales. Además, la cantidad y calidad de la producción del cultivo mucho depende del comportamiento agronómico.

Estos resultados servirán de base para posibilitar otras investigaciones relacionadas al cultivo de arracacha con o sin abonos orgánicos disponibles en la zona y fertilizantes químicos adquiridos de tiendas comerciales garantizadas.

### III. HIPÓTESIS

#### 3.1 Hipótesis general

El efecto de los abonos orgánicos e inorgánicos en la producción de arracacha (*Arracacia xanthorrhiza* BANCROFT), varía según tipo y cantidad de abonos en el Centro Agronómico K'ayra – Cusco.

##### 3.1.1 Hipótesis específicas

- El efecto de los abonos orgánicos e inorgánicos en condiciones de campo en las características cuantitativas: peso de raíces maduras, número de colinos, número de raíces maduras, altura de la planta, diámetro de la parte ancha de la raíz y longitud de raíz del cultivo de arracacha, depende de la combinación de tipo de abonos orgánicos e inorgánicos empleados en la instalación del cultivo.

## IV. MARCO TEORICO

### 4.1 Antecedentes

**Ramírez, L. (2018)**, en su trabajo de investigación “Evaluación del contenido nutricional de nueve entradas de racacha (*Arracacia xanthorrhiza* BANCROFT)” resume que el contenido nutricional de las raíces tuberosas de racacha analizadas presentó los siguientes resultados: Humedad de 68.43 a 74.23%, proteínas de 0.70% a 0.91%, grasa de 0.29% a 0.40%, cenizas de 0.95 a 1.25%, fibra de 1.12 a 1.40% y carbohidratos de 23.5 a 29.32%.

### 4.2 Abonos orgánicos

Los abonos orgánicos son importantes porque su uso ayuda a mejorar la estructura del suelo e incrementa la actividad microbiana.

**Mosqueira, B. (2010)**, menciona que los abonos orgánicos son los que se obtienen de la degradación y mineralización de la materia orgánica, el abono es rico en materia orgánica, energía y microorganismos, ero bajo de elementos inorgánica.

**Gómez y Vásquez. (2011)**, menciona que los beneficios de los abonos orgánicos so muchos entre ellos: mejora la actividad biológica del suelo, especialmente con aquellos organismos que convierten la materia orgánica en nutrientes disponibles para los cultivos, mejora la capacidad del suelo para la absorción y retención de la humedad; aumenta la porosidad el suelo, lo que facilita el crecimiento radicular los cultivos.

**Santos, F. et al (2004)**, indica que para lograr una cosecha eficiente se recomienda incorporar materia orgánica en la última remoción del terreno, estimando su abonamiento de 1000 kg/ha.

**Suquilanda, M. (2012)**, Indica que antes de comenzar la siembra se deben aplicar de 10 a 12 toneladas de compost o humus de lombriz, mezclando con 1.5 toneladas de roca fosfórica por hectárea, para la corrección del suelo se puede aplicar fertilizante o a base calcio y magnesio, como también abonos foliares. Se recomienda aplicar 300 kg de cal agrícola +500 kg de sulpomag por hectárea.

## **Propiedades de los abonos orgánicos**

### **a) Propiedades físicas**

**Mosquera, B (2010)**, indica que el abono orgánico por su color oscuro absorbe más las radiaciones solares, el suelo adquiere más temperatura lo que le permite absorber con mayor facilidad los nutrientes. También mejora la estructura y estructura del suelo haciéndole más ligero a los suelos arcillosos y más compacto a los arenosos.

**Gros, A. & Domínguez, A. (1992)**, menciona que el humus e lombriz ejerce una acción muy favorable sobre la estructura, es decir, sobre la agrupación de partículas e agregados de tamaño medio, lo cual permite una buena circulación del agua, del aire y de las raíces en el suelo.

### **b) Propiedades químicas**

**Mosquera, B. (2010)**, indica que los abonos orgánicos aumentan la absorción del suelo y reduce las oscilaciones del pH lo que le permite la capacidad de intercambio catiónico del suelo, con la que aumenta su fertilización.

### **c) Propiedades biológicas**

**Mosquera, B. (2010)**, indica que los abonos orgánicos favorecen en la aireación y oxigenación del suelo por lo que hay mayor actividad radicular y mayor actividad por los microorganismos aerobios.

#### **4.2.1 Humus de lombriz**

**Vitorino, B. (2010)**, menciona que desde hace millones de años la naturaleza ha dado al hombre lo mejor de los abonos: el desecho de lombriz o humus de lombriz. En estos últimos años, el hombre ha descubierto lombrices que viven en cautiverio, como la especie *Eisenia foetida*, que ya se cría en nuestro medio, utilizando como medio de vida todo tipo de estiércol y residuos orgánicos. El humus de lombriz es un abono bio- orgánico de estructura coloidal, producto de la digestión de la lombriz, que se presenta como un producto desmenuzable, ligero e inodoro. Es un producto terminado muy estable y no fermentable, rico en enzimas y microorganismos no patógenos, alrededor de 2 millones por grano de suelo. Entre ellos se tienen las bacterias nitrificantes, es así que alrededor del 70% se encuentra en forma nítrica, asimilable por las plantas.

**Palomino, B. (2012)**, describe que el humus de lombriz es un abono casi terminado, es asimilable por las plantas que otros abonos orgánicos como el



estiércol de vacuno, abonos verdes de leguminosas, rastrojo de maíz y humus del suelo cultivado.

#### **4.2.1.1 beneficios del humus de lombriz**

**Ruesta, N. (2013)**, indica que el humus es un abono completo y eficaz mejorador de suelos, tiene un aspecto ferroso, suave e inoloro, dentro de sus beneficios tenemos:

a) Beneficio a nivel físico:

- Mejora la aireación y capacidad de retención d agua y nutrientes.
- Mejora la capacidad de germinación de las semillas.
- Reduce la erosion del suelo.
- Mejora la textura y estructura del suelo.

b) Beneficio a nivel químico:

- Conserva y eleva el contenido orgánico de los suelos.
- No aporta salinidad al suelo, por el contrario, regula la existencia.
- Favorece la asimilación de nitrógeno, potasio y la solubilidad del fosforo.
- Enriquece el suelo de sustratos orgánicos y minerales esenciales para la planta.
- Presenta un alto porcentaje de ácidos húmicos y fúlvicos.

c) Beneficio a nivel biológico:

- Promueve la formación de micorrizas, activando los procesos biológicos del suelo.
- Siembra vida, inocula grandes cantidades de microorganismos benéficos al suelo, cuya carga microbiana es alta.
- Aumenta la capacidad inmunológica y la resistencia de las plantas a plagas y enfermedades, así como tolera las sequias.

#### **4.2.1.2 Composición química del humus de lombriz.**

**Palomino, B. (2012)**, menciona que el humus de lombriz además de su contenido de minerales esenciales; nitrógeno, fosforo y potasio, que liera lentamente, incrementa la biodisponibilidad de los elementos ya existentes en el suelo para ser absorbidos por la planta.

**Cuadro 01: composición de humus de lombriz**

<b>pH</b>	<b>7.0 +/- 1</b>	<b>Mg</b>	<b>0.40%</b>
<b>Sust. orgánicos</b>	<b>44-56 %</b>	<b>Fe</b>	<b>210.40ppm</b>
<b>Nitrógeno</b>	<b>1.7 – 2 %</b>	<b>Mn</b>	<b>77.33ppm</b>
<b>P2O5 soluble</b>	<b>1.4 – 2 %</b>	<b>Cu</b>	<b>12.40 ppm</b>
<b>K2O intercambiable</b>	<b>1.4 -1.5 %</b>	<b>B</b>	<b>3.10 ppm</b>
<b>Humedad media</b>	<b>56- 60%</b>	<b>Ácido húmico</b>	<b>2.70 %</b>
<b>CaO</b>	<b>2 -3.05 %</b>	<b>Ácido fúlvico</b>	<b>4.10%</b>
<b>Cenizas</b>	<b>27.79%</b>	<b>bacterias</b>	<b>2 x 10<sup>8</sup> UFC/g</b>

Fuente: Vitorino, B. (2010)

#### **4.2.1.3 Época de la aplicación**

**Palomino, B. (2012)**, indica que la época de la aplicación del humus en el campo se debe realizar todo el año, es decir:

- En la preparación del suelo antes de la siembra, para la cual se distribuye el humus de forma uniforme, luego se incorpora el arado.
- En la siembra, en forma localizada sobre la semilla.
- En el aporque, cerca del cuello de la planta en círculo o a chorro continuo.
- La cobertura, es decir sobre el cultivo establecido.
- Durante la floración y fructificación.

#### **4.2.2. Compost**

**Vitorino, B. (2010)**, indica que el compost está formado por todo residuo orgánico de la explotación agrícola cualquiera que sea: brosa de papa, toda clase de hierbas, residuos de drenaje de zanjas, forrajes estropeados y cualquier tipo de residuos agroindustriales, pero fermentecibles y basura de población.

**Picado, J. Y Añasco, A. (2005)**, indica que el compost es el resultado del proceso de descomposición de diferentes clases de materia orgánica, realizado por micro y macroorganismos en presencia del aire, lo cual permite obtener este producto.

El proceso de elaboración de este abono, requiere mucha mano de obra, sobre todo porque se tiene que voltear múltiples veces durante todo el proceso de descomposición, dura aproximadamente 3 meses.

Dentro de las propiedades que presenta este abono son:

- Mejora de las propiedades físicas del suelo
- Mejora de las propiedades químicas
- Mejora las actividades biológicas del suelo

**Konijnenburg, A. (2007)**, indica que son restos de animales y vegetales que llegan al suelo, constituyen una fuente de alimento para innumerables organismos, que transforman esos residuos en materia orgánica o humus, componente ligado a la fertilización del suelo y al mejoramiento de la estructura, porosidad y vida microbiana.

#### 4.2.2.1 propiedades del compost

**Varnero, (2001)**, citado por **Maququerhua, L. (2019)**, menciona que el compost presenta una textura particular, de baja densidad y baja resistencia mecánica. por lo tanto, su incorporación permite mejorar la estructura del suelo, reduciendo problemas de compactación y susceptibilidad de erosión.

**Cuadro 02: Composición del compost - K'ayra**

C.E mmhos/cm	0.18	N total	1.45%
pH	6.1	Fosforo	38.00ppm
M.O	29.00%	Potasio	96.00ppm

Fuente: análisis de fertilidad, laboratorio de análisis de suelos- K'ayra

#### 4.2.2.2 Etapas del proceso del compostaje

**Guerrero, J. (1993)**, menciona que las etapas del proceso de compostaje son:

- Etapa inicial: hay una descomposición de los compuestos solubles que ocurre durante los primeros 2 o 3 días.
- Etapa térmica: donde hay un incremento constante de la temperatura, como resultado de la intensa actividad biológica, puede llegar hasta un máximo aproximado de 70 u 80 °C puede durar desde algunas semanas a 2 o 3 meses. En esta etapa la mayor parte de la celulosa es degradada.

- Etapa de estabilización: periodo en el cual la tasa de descomposición decrece y disminuye la temperatura estabilizándose en valores próximos a los de medio ambiente; luego se produce la recolonización del compost por los orgánicos que no soportan el calor.

#### 4.2.2.3 Ventajas del uso del compost

**Guerrero, J. (1993)**, menciona las siguientes ventajas del compost:

- Mejora la estructura del suelo al favorecer la formación y estabilización de los agregados modificando el espacio poroso del suelo
- Incrementa la retención de humedad del suelo a casi el doble, constituyendo de esta manera a que las plantas toleren y resistan mejor las sequías.
- Incrementa y favorece el desarrollo y la actividad de los organismos del suelo, los cuales participan en una serie de procesos que le dan salud y favorecen en el nacimiento adecuado de las plantas.

**Cuadro 03: Nutrientes en estiércoles y otros subproductos de varias especies de animales**

ESPECIE	HUMEDAD (%)	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)
Vaca (*)	83.20	1.67	1.08	0.56		
Caballo (*)	74.00	2.31	1.15	1.30		
Oveja (*)	64.00	3.81	1.63	1.25		
Llama (*)	62.00	3.93	1.32	1.34		
Vicuña (*)	65.00	3.62	2.00	1.31		
Alpaca (*)	63.00	3.60	1.12	1.29		
Cerdo (*)	80.00	3.73	4.52	2.89		
Gallina (*)	53.00	6.11	5.21	3.20		
Conejo (**)		2.40	1.40	0.60		
Lombriabono de vacuno (**)		1.80	2.27	0.95	6.23	0.66
Lombriabono de conejo (**)		1.76	2.95	1.18	7.29	0.97
Lombriabono de oveja (**)		1.92	3.89	0.79	5.98	0.80
Harina de sangre (**)		1.50	1.30	0.70		
Harina de huesos (**)		2.0-4.0	22-25			

Fuente (\*): fertilizantes orgánicos T&C. (2005). (\*\*): Restrepo, (1998).

### **4.3 Abonos inorgánicos**

**Cooke, G. (1983)**, Indica que los fertilizantes inorgánicos o abonos orgánicos son compuestos químicos simples, hechos en fábrica o extraídos de las mismas. El término fertilizante inorgánico se aplica a materiales que proporcionan nitrógeno, fósforo y potasio. A veces se incluye en ellos a los que proveen calcio y con menos frecuencias de magnesio.

**Finck, A. (2014)**, indica que los abonos inorgánicos se componen de uno o varios productos químicos. En la mayoría de los casos contienen sustancias nutritivas minerales, o las producen después de su transformación, por ejemplo, la urea, que, aun cuando son orgánicos, una vez colocados en el suelo se convierten rápidamente en sustancias minerales.

**Grasso, A. y Díaz, M. (2018)**, indica que los fertilizantes son elaborados por las industrias de fertilizantes y se emplea para la producción agropecuaria aportando en uno o más elementos esenciales disponibles para las plantas. Los fertilizantes que contienen solamente un nutriente son denominados fertilizantes simples, mientras que los fertilizantes con aportes múltiples pueden ser complejos o mezclas físicas, cada fertilizante tiene sus propios beneficios y desventajas que dependen de condiciones agroecológicas y económicas locales y específicas.

**Cuadro 04: Contenido medio de nutrientes como porcentaje del producto de algunos fertilizantes**

Nombre común	N	P2O5	K2O	S	Estado físico
Amonio	82	0	0	0	gaseoso
Urea	46	0	0	0	solido
Sulfato de amonio	21	0	0	24	solido
Nitrato de amonio	33	0	0	0	solido
Nitrato cálcico de amonio	20.4- 27	0	0	0	solido
UAN (Urea nitrato de amonio)	28 - 32	0	0	0	liquido
Fosfato monoamónico	11	52	0	0	solido
Fosfato di amónico	18	46	0	0	solido
Nitrato de potasio	13	0	44	0	solido
Roc fosfórica molida	0	20 - 40	0	0	solido
Superfosfato simple	0	16 - 20	0	12	solido
Super fosfato triple	0	46	0	0	solido
Cloruro de potasio	0	0	60	0	solido
Sulfato de potasio	0	0	50	18	solido

Fuente: Grasso, A. y Díaz, M. (2018)

### 4.3.1 Clasificación de los fertilizantes

#### A) Macronutrientes

**FAO, (2002)**, indica que estos nutrientes se necesitan en grandes cantidades, y en grandes cantidades se aplica si el suelo es deficiente en uno o más de ellos. los suelos pueden ser naturalmente pobres en nutrientes, o pueden ser deficientes por la extracción de los nutrientes por cultivos a lo largo de los años, dentro del grupo de los macronutrientes necesarios para el crecimiento son el nitrógeno, fosforo, potasio, magnesio, azufre y calcio.

#### **Nitrógeno (N):**

- el nitrógeno supone de uno a cuatro por ciento del extracto seco de la planta
- es absorbido por el suelo en forma de nitrato o de amonio.
- en la planta se combina con componentes producidos por el metabolismo de los carbohidratos para formar aminoácidos y proteínas.

### Fosforo (P):

- el fosforo juega un papel importante en la transferencia de energía.
- el fosforo es esencial en la fotosíntesis y para otros procesos químicos- fisiológicos.
- es indispensable en la diferenciación de las células y para el desarrollo de los tejidos.

### Potasio (K):

- este macronutriente supone del uno al cuatro por ciento del extracto de las plantas.
- activa más de 60 enzimas.
- es indispensable para la síntesis de los carbohidratos y proteínas.
- mejora el régimen hídrico de la planta y aumenta su tolerancia a las sequías, heladas y salinidad.
- previene el ataque de las enfermedades.

### B) Micronutrientes

**FAO, (2002)**, indica que los micronutrientes y microelementos son requeridos en cantidades infinitas para el crecimiento correcto de las plantas y tiene que ser agregados en cantidades muy pequeñas cuando no pueden ser provistos por el suelo. Dentro de los micronutrientes tenemos al hierro, manganeso, zinc, cobre, molibdeno, boro y cloro.

**Cuadro 05: comparativo entre humus de lombriz y fertilizantes químicos**

N.º	Descripción	Humus de lombriz	Fertilizante químico
1	Formulaciones de aplicaciones	A formulaciones altas mayor beneficio, sin causar quemaduras en las plantas, mayores rendimientos.	A formulaciones altas, intoxicación, quemaduras en plantas, bajos rendimientos
2	Nutrientes	Bajos en elementos esenciales (N, P, K)	Altos en elementos esenciales N
		Ca, Mg, etc. Y ricos en materia orgánica carga biológica y microelementos.	P, K, S, Mg) pobres en materia orgánica y nula carga biológica
3	Vencimientos	A mayor edad del humus, es más asimilable, más nutritivo para las plantas.	A mayor edad es menos nutritivo, por pérdida de sus elementos esenciales (P, K, Ca, S, Mg)
4	Acidez/alcalinidad	Conduce el pH ácido al neutro (pH7).	Acidifica o alcaliniza según la sal usada.

5	Estructura del suelo	Mejora la textura del suelo, mejorando los terrenos arcillosos y agregando los arenosos mejorando la aireación y retención del agua.	Destruye la textura y estructura del suelo, al apelmazarlo.
6	Retención del agua	El humus por su naturaleza coloidal retiene la humedad.	No retiene la humedad.
7	Beneficios	A corto, mediano y largo plazo se asegura la cantidad y calidad de las cosechas, debido que devuelve la fertilidad natural del suelo, hay menores necesidades de los nutrientes y por ende menores gastos.	A corto plazo hay mejoras, a mediano y largo plazo se deteriora el suelo, haciéndolo dependiente de nuevos nutrientes, mayores gastos.
8	Microorganismos	Aporte de millones de microorganismos a suelo.	No aporta y por cambios de pH se desarrollan los microorganismos perjudiciales.
9	Ecología y protección del ambiente	El humus es producto del reciclaje de los desechos urbanos, agrícolas y pecuario.	Producen desertificación del suelo y contaminación del agua.
10	costos	Mayor costo al iniciar el abonado, pero disminuye con el tiempo, debido al aporte de nutrientes al suelo por efecto residual de las aplicaciones.	Es barato, pero se hace dependiente de continuas y mayores aplicaciones.

Fuente: manual de Lumbricultura, Serrano, E. (2009)

## 4.4 Cultivo de arracacha

### 4.4.1 Origen y distribución del cultivo

**León, G. (1964)** citado por **Palomino, B. (2012)**, menciona que la zona de dispersión del cultivo de virraca son las cordilleras andinas; desde Venezuela a Bolivia. Siendo posible que su culturización ocurriera en el país de Colombia.

**Knudsen, et al, (2004)** citado por **Placencio, S. (2012)**, menciona que en la región de los andes se constituyó el origen de 70 plantas de las cuales solo 17 especies corresponden a raíces y tubérculos ubicados en diferentes familias, de estas solo 9 especies constituyen un recurso valioso en la región andina sudamericana.

**Soukup, J. (1987)**, indica que el centro de origen del cultivo de arracacha (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft) es probablemente oriunda del territorio



colombiano, la producción de este cultivo se desarrolla entre las altitudes de 1700 a los 2500 m. Los aborígenes peruanos cultivaban esta planta por presentar una raíz carnosa, la cual es empleada en la preparación de alimentos como chupes y picantes.

**Bukasov, S. (1930)** citado por **Astete, V. (1995)**, indica que posiblemente el origen de la planta de arracacha se debe en los andes de Sudamérica porque allí se encuentran todas las especies.

su área de distribución en la época pre – hispánica, abarca desde el norte de Colombia hasta las provincias de Bolivia.

**Salazar, C. (1997)**, indica que, en los países de Cuba, Haití, República Dominicana, Puerto Rico, Brasil, Costa Rica y Chile es cultivada desde los 1000 a los 2850 mm, indicando que podría constituir uno de los productos con mayor importancia desde las 4 Ha.

**Salazar, C. (1997)**, menciona que el país con mayor producción de zanahoria blanca en todo el mundo es Brasil y las regiones en donde el producto se cultiva son las regiones de Minas Gerais, Sao Paulo y Paraná, las cuales se encuentran en un rango de altitud que oscila desde los 700 a 1100mm.

**Arbizu y Robles. (1986)**, indican que la planta de arracacha se encuentra en casi todo el Perú, sin embargo, afirman que existen dos centros de diversidad, la sierra norte y la sierra sur oriental del Perú.

**Giannoni, D. (2018)**, Indica que la arracacha es una hierba originaria del área andina de Colombia, Ecuador y Perú, donde se encuentra la mayor variedad de germoplasma. Ha sido cultivada en el Perú desde la época prehispánica. En la región andina, entre los 600 y 3,200 m.

**Herrera, F. (1941)**, indica que el cultivo de la Arracacia, abarca desde el valle de Urubamba (cusco) hasta el distrito de Santa Ana (La Convención), entre los 3000 a los 3800 m. en los valles de sandía, Marcapata y lares la humedad óptima del suelo ayuda al buen desarrollo de este cultivo.

**Towle, A. (1960)**, menciona que el cultivo de arracacha de la variedad blanca presente cerca de 30 especies nativas desde el país de México a Perú, este

cultivo es conocido con nombres vulgares, apio en español, racha en Aymara, r'qacha en quechua y virraca en castellano, además menciona que en las cerámicas de la cultura Nazca se encontraron representaciones de este cultivo.

Su parte comestible es la raíz que asemeja a una zanahoria engrosada, ésta puede ser de color blanco, amarillo o morado según la variedad. Esta raíz tuberosa reservarte es apreciada no solo por su sabor sino también por su digestibilidad ya que contiene un almidón muy fino, así como también un alto contenido de calcio y vitamina A (variedad amarilla). Los tallos jóvenes pueden ser consumidos en ensaladas y las hojas pueden ser utilizadas como forraje para ganado vacuno o porcino.

#### 4.4.2 Taxonomía

Según la clasificación filogénica descrita por **Arthur Cronquist (1981)** citado por **Ramírez, L. (2018)**, la virraca ocupa la siguiente posición taxonómica.

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Apiales
Familia	Apiaceae
Subfamilia	Apioideae
Tribu	Selineae
Género	Arracacia
Especie	<i>Arracacia xanthorrhiza</i> BANCROFT.

#### 4.4.3 Sinonimia y nombres comunes

Sinonimias:

- ***Arracacha esculenta* DC.**
- ***Arracacia andina* Britton**
- ***Arracacia esculenta* DC.**
- ***Arracacia xanthorrhiza var. andina* (Britton).**
- ***Bancroftia decipiens* R.K.Porter**
- ***Bancroftia xanthorrhiza* Billb.**

- ***Conium arracacia* Hook.**

Nombres comunes:

**Ugas, G. (1993)** citado por **Astete, V. (1995)**, cita los nombres comunes con las que se le conoce a este cultivo:

- Quechua: rakacha, laquchu, huiasampilla
- Aymara: lakachu, lecachu, iccachu.
- Castellano: Arracacha, racacha, arracache (Costa Rica); racacha, apio criollo o simplemente *apio* (Venezuela), arrecate (América Latina); racacha, virraca, arracacha (Perú); zanahoria blanca (Ecuador).
- Portugués: Mandio quinha salsa, batata boroa.
- Inglés: Peruvian carrot, Peruvian parsnip, arracacha, racacha, White carrot.
- Francés: Arracacia, paneme, pomme de terre cileri.

**Cuadro N.º 06: Listado de nombres vernaculares del cultivo de arracacha**

Nombre vernacular	Idioma	País/ Región	Fuente
<b>Afió</b>	Dialecto africano	Cuba	Esquivel and Hammer 1992
<b>Apio</b>	Español	Puerto Rico	Cook and Collins 1903
<b>Apio</b>	Español	Venezuela	Mathias and Constance 1971
<b>Apio criollo</b>	Español	Venezuela	Reyes 1970
<b>Aricachi</b>	Ayomán	Venezuela	Jahn 1927
<b>Arocueche</b>	Muzo	Colombia/ Middle	Patiño 1964
<b>Arracacha</b>	Quechua/ español	Bolivia/ Colombia/ Perú	Patiño 1964; Soukup 1970
<b>Arrecate, arecate</b>		Venezuela	Pittier 1926
<b>Batata-aipo</b>	Portugués	Brasil	Zanin and Casali 1984a
<b>Batata-baroa</b>	Portugués	Brasil/ Rio de J.	Zanin and Casali 1984a
<b>Batata-cenoura</b>	Portugués	Brasil	Zanin and Casali 1984a
<b>Batata-fiusa</b>	Portugués	Brasil	Zanin and Casali 1984a
<b>Batata-jujuba</b>	Portugués	Brasil	Zanin and Casali 1984a
<b>Batata-salsa</b>	Portugués	Brasil	Zanin and Casali 1984a
<b>Batata-suiga</b>	Portugués	Brasil	Zanin and Casali 1984a
<b>Batata-tupinambá</b>	Portugués/ Tupí	Brasil	Zanin and Casali 1984a
<b>Cenoura amarela</b>	Portugués	Brasil	Zanin and Casali 1984a
<b>Gaud, Huahué</b>	Páez-Coconuco	Colombia	Rivet 1941
<b>Huisampilla</b>	Quechua	Perú	Meza <i>et al.</i> 1996
<b>Kiu-titsí</b>	Timote	Venezuela	Jahn 1927
<b>Lacache</b>	Aymara	Chile/ Iquique	Hermann, field notes, 1993
<b>Lacachu</b>	Aymara	Bolivia/ Camacho	Hermann, field notes, 1991
<b>Mandioquinha-</b>	Portugués	Brasil/ Sao Paulo	Zanin and Casali 1984a
<b>Pacucarrá</b>	Indios chocos	Colombia/ Chocó	Jaramillo 1952
<b>Pastinaca</b>	Portugués	Brasil/ Rio Grande	F.F. Santos, 1996, pers.
<b>Racacha</b>	Quechua	Perú/ Arequipa, Cusco, Puno, Tacna	Arbizu and Robles 1986
<b>Racacham</b>	Quechua	Bolivia/ La Paz	Rea 1995
<b>Ricacha</b>	Quechua	Perú/ Cajamarca,	Arbizu and Robles 1986
<b>Sacarracacha</b>	-	Colombia/ Pasto, Quindío	Pérez-Arbeláez 1978
<b>Virracá</b>	Quechua	Perú/ Apurímac, Cusco	Arbizu and Robles 1986
<b>Yengó</b>	Kamsá	Colombia/ Sibundoy	Bristol 1988
<b>Zanahoria</b>	Español	Colombia/ Nariño	Jaramillo 1952
<b>Zanahoria</b>	Español	Ecuador/ Loja	Hermann, field notes, 1994
<b>Zanahoria blanca</b>	Español	Ecuador	Castillo 1984
<b>Zanahoria blanca</b>	Español	Perú/ Cajamarca	Arbizu and Robles 1986
<b>Zanahoria del país</b>	Español	Perú/ Amazonas	Arbizu and Robles 1986
<b>Zanahoria morada</b>	Español	Perú/ Cajamarca	Arbizu and Robles 1986

Fuente: Hermann, M. (1997)

#### 4.4.4 Descripción Botánica

[https://es.wikipedia.org/wiki/Arracacia\\_xanthorrhiza](https://es.wikipedia.org/wiki/Arracacia_xanthorrhiza), indica que la planta de la arracacha tiene un tronco cilíndrico corto con numerosos brotes en la parte superior de donde parten las hojas de peciolo largos y sus flores son de color púrpura. Su parte comestible es la raíz que asemeja a una zanahoria engrosada, ésta puede ser de color blanco, amarillo o morado según la variedad. Esta raíz tuberosa reservante es apreciada no solo por su sabor sino también por su digestibilidad ya que contiene un almidón muy fino, así como también un alto contenido de calcio y vitamina A (variedad amarilla). Los tallos jóvenes pueden ser consumidos en ensaladas y las hojas pueden ser utilizadas como forraje para ganado vacuno o porcino.

**Santos, F. (1998)**, describe que la planta de la arracacha originalmente, es compuesta de la parte subterránea con raíces delgadas para la absorción de agua y nutrientes y de raíces de reserva de almidón. La parte aérea está formada por un conjunto de colinos también conocidos como hijuelos o esquejes, presentan en su composición reserva de almidón, y cada uno de estos presenta en cada inserción del pecíolo de la hoja, una yema que puede originar un nuevo colino. Las hojas están insertadas a los colinos a través de un pecíolo, con tres pares de folíolos opuestos y un terminal.

**Hermann, M. (1997)**, indica que el tamaño de la planta, cuanto en la forma de las raíces es variable, no solamente por la variedad del cultivo, pero también por el manejo de las semillas y características físicas del suelo. Es común en cultivos comerciales la presencia de una estructura compacta, del mismo color de las raíces de reserva subterránea, donde las raíces se insertan, conocida como cepa o tronco.

La distribución de los colinos en la parte aérea, al contrario de lo que se idealizaba (**Emater-MG, 1982**), encuentra todos los más viejos en la parte central, con reducción de la edad en dirección a la periferia. El colino central, que originalmente fue la semilla sembrada, durante el crecimiento de la planta emite entre tres y cinco brotes, que originan los colinos de edad posterior. Sucesivamente, nuevos brotes surgen durante el período de crecimiento de la planta, distribuyendo así los colinos de diferentes edades en diferentes porciones de la parte aérea de la planta.

**Sediyama & Casali, (1997)** citado por **Santos, F. (2004)**, indica que las diferentes edades de los colinos y su distribución en la parte aérea se tornan relevante en el proceso de selección de las semillas por edades y tamaños, como alternativa del crecimiento homogéneo de las plantas en el campo. Los carbohidratos de reserva de los colinos auxilian en el enraizamiento de las semillas, garantizando una brotación rápida y uniforme.

**Imagen 01: planta de arracacha**



Fuente: (<https://www.docplayer.es>)

#### **4.4.4.1 Sistema radicular**

**Añez, et al, (2002)**, menciona que la cepa inferior emite de 4 a 10 raíces laterales, son de forma cónica u ovoide, el largo de la raíz mide de 5 a 25 cm, y el diámetro es de 2.5 a 6 cm. Cada raíz se une a la cepa mediante un cuello estrecho extendiéndose hacia una base ancha y redondeada.

**Tapia, M. (2000)**, indica que el sistema radicular de la arracacha se clasifica como una raíz tuberosa, de una longitud de 5 a 25 cm y su diámetro promedio es de 8 cm. Se encuentra formada por la unión de dos a más raíces.

#### 4.4.4.2 Tallo

**Palomino, B. (2012)**, indica que el tallo de la virraca es un tronco cilíndrico y vertical que alcanza una altura de 10 cm con capacidad de dividirse en la parte superior. Entre el tallo y las raíces reservante se encuentra la corona o cepa, la cual da origen a la parte aérea y a las raíces.

En la parte superior de la cepa se encuentra unas ramificaciones conocidas como hijuelos, colinos, brotes, hijos o propágulos, utilizados para la propagación vegetativa.

**Añez, et al, (2002)**, menciona que el tallo está formado por una cepa llamada madre y los hijos, hijuelos o colinos con sus hojas, la cepa es de forma cilíndrica de una longitud de 3 a 10 cm de largo y con un diámetro de 2 a 8 cm, encontrándose cubierta de muchos surcos de disposición transversal y una superficie rugosa.

**Tapia, M. (2000)**, indica que el tallo de la racacha presenta en la parte basal unos brotes o ramificaciones cortas llamados colinos o hijuelos, la cual constituyen el material de propagación. Una planta de arracacha (virraca) puede producir de 8 a 31 hijuelos.

#### 4.4.4.3 Hoja

**Alvares, M. (2001)** citado por **Placencio, S. (2012)**, menciona que las hojas son tripinnatifidas, largamente peciolada y a su vez muy cortada, las hojas son muy parecidas al apio. En cuanto al color es un poco difícil establecer diferencias. La lámina de la hoja se forma de varios pares de foliolos opuestos y una terminal.

**Palomino, B. (2012)**, indica que las hojas de la planta de virraca presenta de tres a cuatro foliolos laterales opuestos y uno de forma terminal, que puede medir hasta 50 cm de longitud. La coloración de las hojas y del peciolo varía de verde a rojo de acuerdo con el clon.

**Mujica, A. (1990)** citado por **Placencio, S. (2012)**, menciona que la disposición de las hojas es compuesta, con 3 o 4 pares de foliolos opuestos, miden hasta 50 cm de largo, con un número que varía de 55 a 95 hojas por planta. El mismo autor indica que la lámina de las hojas inferiores son pecioluladas y se dividen

en pinadas de forma irregular, las superiores son sésiles y están divididas en lóbulos, los bordes son dentados.

#### **Imagen 02: Forma de Hojas compuestas de arracacha**



Fuente: Astete, V. (1995)

#### **4.4.4.4 Inflorescencia**

**Hermann, M. (1997)**, menciona que la inflorescencia de la arracacha es una umbela compuesta con 8 -14 umbelulas, cada umbela lleva 10 - 25 flores. Las umbelas que se encuentran externamente son más fuertes y llevan más flores que las interiores. Es una flor perfecta en la parte externa, cada umbelula es conformada por el gineceo y androceo y es funcional, sin embargo, en la parte interna presenta flores estaminadas.

**Hermann, M. (1997)** citado por **Placencio, S. (2012)**, describe que en los Andes rara vez se observa la floración, pero es frecuente en zonas que se encuentran sobre los 900 m.s.n.m. de altitud y 20° latitud sur. Se considera que los factores que influyen en la floración de la arracacha no están claramente definidos.

**Zanin, A. (1984)** citado por **Placencio, S. (2012)**, indica que la floración que ocurre entre julio y octubre se debe a las bajas temperatura y los días cortos



que se presentan a mediados del año, el mismo autor señala que la deshidratación de las partes aéreas de las plantas adultas y su cultivo posterior induce la floración en 90 % de las plantas, tal como se ha corroborado en Brasil y Ecuador.

### **Imagen 03: inflorescencia de arracacha**



Fuente: <https://botanicimage.com/>

#### **4.4.4.5 Flores**

**Robles, J. y Hashimoto, J. (2006)**, Menciona que las flores femeninas como las masculinas presenta cinco pétalos, las flores masculinas son erectas y ovales, las flores femeninas son recurvadas en sus extremos. En los dos tipos de flores los pétalos presentan una coloración rosada, blanca, gris o marrón; las brácteas son simples y en la mayoría de las veces están localizadas a un lado de la base de la flor femenina.

**Palomino, B. (2012)**, indica que las flores de arracacha pueden ser bisexuales y se distinguen de modo diverso en relación al centro y periferia de la umbela. Las flores de la periferia poseen pedicelos largos y el cáliz puede estar presente o ausente.

#### **4.4.4.6 Fruto**

**Robles, J. y Hashimoto, J. (2006)**, menciona que el fruto de la arracacha es un diaquenio lanceolado oblongo de 6 a 15 mm. de largo y de 4 a 5 mm. De ancho. Presenta un ápice puntiagudo, siendo comprimido lateralmente en toda su extensión. El fruto es el resultado de la unión entre dos carpelos y termina con la formación característica de un ápice bífido.

#### **4.4.4.7 Descripción y distribución de los colinos – semilla en la planta.**

**Santos, F. (2004)**, menciona que los colinos - semillas son las estructuras de reserva cuyo conjunto componen la parte aérea. Estos colinos son destacados de la parte aérea y utilizada como estructura de reproducción asexual, o sea, para obtener las semillas, por el corte adecuado de los mismos.

**<http://www.lamolina.edu.pe/Investigacion/programa/achira/arracacha>.**

Indica que la arracacha es una planta andina, de la familia Apiaceae, cultivada originalmente a lo largo de 7250 Km de la cordillera, desde Venezuela hasta el norte de Chile y noroeste de Argentina. Se puede cultivar desde 200 m a 3600 msnm, pero se desarrolla mejor entre 1800 a 2500 msnm. Se cultiva principalmente por su raíz reservante (RR) que es de sabor agradable y de fácil digestibilidad, ya que posee almidón muy fino, con alto contenido de calcio y vitamina A. También se puede usar el follaje y las cepas para alimentación humana, estos frecuentemente son usados para la alimentación de animales. La Arracacha en la región andina se consume como la papa y se procesa como chips, galletas y el "rallado de arracacha".

Los limitantes para su cultivo son la alta perecibilidad de las RR, el periodo vegetativo largo de (10-12 meses), y la lignificación de las raíces en la madurez.

En el país se encuentran 3 formas hortícolas principales, la diferencia radica en el color de la superficie y/o pulpa de las raíces siendo estas blanca, amarilla y morada.

En UNALM se conservan entradas cultivadas y parientes silvestres procedentes de los diferentes departamentos del país.

Actualmente, este material está en evaluación a nivel morfológico y molecular con la finalidad de determinar la diversidad genética del género *Arracacia* en el Perú. Estos serán una ayuda importante para el manejo de bancos de germoplasma en la zona andina y facilitará. La selección de entradas de interés para el mejoramiento genético.

**Giannoni, D. (2018)**, menciona que la planta de arracacha tiene un tronco cilíndrico corto con brotes en la parte superior, de donde nacen las hojas. Sus raíces tuberosas, de color blanco o morado, tienen forma de zanahoria. Su inflorescencia presenta pequeñas flores de color púrpura.

#### **4.4.5 Manejo de colinos – semilla**

##### **4.4.5.1 Selección de la planta madre**

**Santos, F. et al (2000)**, indica que la propagación y/o multiplicación de la arracacha se realiza a través de colinos semilla llamados también “hijuelos de propagación” que están insertados en la corona de la planta. Para obtener un buen almacigado y por ende un buen cultivo, el punto de partida es la correcta selección y manejo de las plantas madre. Colectar plantas en locales uniformes del área de cultivo, más vigorosas y saludables, la edad recomendable de la planta madre para la obtención de los colinos debe estar entre los 7 a 9 meses.

**Santos, F. et al (2004)**, indica que es sumamente importante determinar la calidad de las plantas, tomando en cuenta variables como: plagas y enfermedades. Las plantas seleccionadas deben tener sus hojas removidas por una lámina bien afilada, entre 2 y 5 cm del ápice de los colinos. Preferiblemente colectar las plantas en períodos más secos, o que reduzca el riesgo de pudrición de las semillas.

##### **4.4.5.2 Selección de colinos-semilla**

**Rivera, J. et al (2015)**, Indica que para lograr un cultivo mejorado en la producción de arracacha y con una buena calidad de semilla, se inicia con la buena selección de la planta madre de los cuales se obtendrá los hijuelos (colinos) para la siembra, estas plantas se pueden extraer de parcelas de campos de agricultores o plantas preparadas exclusivamente para generar material de siembra.

**Santos, F. et al (2004)**, indica que los hijuelos (colino) son destacados de la parte aérea y seleccionados conforme su tamaño y posición en la planta. De esta manera son seleccionados por lo menos cinco clases de colinos:

- a) Colino madre (edad 1), que corresponde a la más central y 3 a 5 primeras brotaciones (edad 2), por tanto, lo más viejos, no se recomienda sembrarlos;
- b) Colinos grandes (edad 3), normalmente en grande número, que corresponden a las brotaciones laterales terciarias, preferibles para la siembra;
- c) Colinos medianos (edad 4), en número semejantes a los grandes, preferibles para la siembra, y
- d) Colinos pequeños (edad 5), en mayor número, no se recomienda sembrarlos.

Esta selección es importante y primordial para el crecimiento de las plantas en el campo de manera uniforme, por contener similares cantidades de reserva y capacidad de competencia. Si hay necesidad de utilizar las tres clases (grandes, medianos y pequeños), lo mismo debe ser hecho con la siembra de cada clase en áreas distintas del almácigo y en el campo, principalmente las semillas pequeñas que presentan poca reserva. Por el hecho de que la planta de arracacha contenga un gran número de colinos, se puede utilizar como colino-semilla apenas aquellos grandes y medianos.

#### **4.4.5.3 Lavado y desinfestación de los colinos-semilla**

**Santos, F. et al (2000)**, menciona que en la mayoría de las plantas cultivadas de virraca, el tratamiento de las semillas es de suma importancia, principalmente para garantizar una población de plantas cerca de lo ideal. Para la arracacha, el tratamiento es sensible, no agresivo al hombre y al medio ambiente. Consiste en el uso de hipoclorito de sodio comercial, también conocida como lavandina o lejía, de acá destacamos el concepto de colinos-semillas y semillas, de esta manera, el tratamiento será hecho en los colinos-semillas después del desgaje, para después hacer el corte de los mismos para obtener las semillas.

**Santos, F. et al (2004)**, indica que primeramente los colinos-semillas deben recibir un prelavado con agua corriente, para retirar la tierra y la materia orgánica adherida, que impiden la acción efectiva de la lavandina como agente desinfectante. En seguida los colinos-semillas son colocados en redes para la desinfestación. El desinfestado se hace con una solución de hipoclorito de sodio (lejía) al 10%, es decir un litro de lavandina en nueve litros de agua. En esta solución, los colinos-semillas deben permanecer por lo menos entre 5 a 10 minutos para luego secarlos a la sombra entre 30 a 40 minutos. En regiones bastante húmedas, una vez efectuada la desinfestación, se recomienda someter los colinos a un rociado con cal apagada para evitar pudriciones o en su defecto se sugiere someterlos a un secado a la sombra por dos o tres días antes de realizar la siembra en los almácigos. El cloruro activo presente en la solución actúa como agente bactericida y fungicida, se trata de un gas, que pierde su efecto a lo largo del tiempo. Se debe preparar una nueva solución de hipoclorito de sodio para continuar el tratamiento cuando la solución no presenta más el olor fuerte de la lavandina. No tiene efecto el almacenamiento de la solución de un día para otro.

En caso se tengan las plantas seleccionadas, originadas de cultivos contaminadas con nematodos, se indica usar la solución de 1,5 litro de lavandina para 8,5 litros de agua.

#### **4.4.5.4 Corte del colino-semilla**

**Sediyama, & Casali, (1997)** citado por **Santos, F. et al (2004)**, menciona que existen diversas modalidades de preparación de semillas, por el corte de los colinos semillas. Se puede observar, al ser desgajado el colino-semilla de la planta, donde el punto de la inserción de lo mismo presenta algunas puntuaciones, por donde son emitidas las raíces. La siembra directa de los colinos-semillas correcta dan una producción de raíces en menor número, compensado por el peso más grande de las raíces. Además, la productividad de la arracacha está más asociada al número de raíces por planta que a su tamaño. Se hacemos uno pequeño corte en este punto de inserción, se observa un incremento expresivo en el número de puntos de emisión de las raíces.

**Santos, F. et al (2004)**, indica que se puede inferir que la exposición y distribución de estos puntos en la base de las semillas tenían algún efecto en la calidad, distribución o mismo enrolamiento de las raíces de reserva. Sin el corte del colino-semilla en la base, la cosecha es dificultada, ampliando pérdidas por el rompimiento de las raíces durante su remoción de las plantas y, principalmente, comprometiendo la calidad del producto comercial.

**Souza, J. (1992)** citado por **Santos, F. (2004)**, menciona que existe diversas modalidades de cortes que fueron estudiados, como el corte recto, bisel (cuña) simple, bisel doble, entre otros. Se admite que el corte en bisel simple sería el más recomendado, permitiendo una buena distribución de las raíces en la planta, facilitando el crecimiento, reduciendo el enrolamiento entre raíces, posibilitando la obtención de un producto de mejor calidad comercial.

**Santos, F. et al (2000)**, menciona que el corte de los colinos-semillas debe ser realizado utilizando una cuchilla o preferiblemente un estilete, que debe tener el mismo grosor para que el corte sea fino y sea realizado de una sola vez y curar la herida en cenizas. El uso de herramientas gruesas puede causar el rompimiento del tejido ocasionando malformaciones de raíces de reserva de un lado de la planta. Es recomendable que este corte sea efectuado de atrás hacia delante y que la semilla obtenida contenga pocas yemas, y se tenga el cuidado de proteger los dedos de las manos con uno esparadrapo (envolver con una venda). Debemos llamar la atención que el corte en bisel o cuña, facilita la introducción de la semilla en el suelo, exigiendo menor esfuerzo.

Las indicadas son prácticas nuevas para los productores de arracacha, de igual manera significa el corte en razón, como ya se dijo, el productor tradicionalmente utiliza el corte recto, sin embargo, con el presente sistema se procede a realizar un corte sesgo o corte lateral, esta práctica se utiliza con la finalidad de que el área donde nacen las raicillas y las futuras raíces de reserva, estén a un nivel diferente del que se tiene con un corte recto. Minimizando de esta manera el entrecruzamiento de las raíces.

#### 4.4.5.5 Ecotipos

**Hodge, w. (1949)**, indica que los indios Quillacingas de la cordillera oriental, en las vertientes superiores al Putumayo, reconocen un total de 11 tipos diferentes de arracacha.

**Giannoni, D. (2018)**, menciona que generalmente se distinguen sólo tres: blanca, amarilla y morada. En el Cusco se distinguen las siguientes variedades según las características de las raíces: toctocho, ñ'utu q'ello, pasña q'ello, q'ello inquillay, allq'o raccacha, yurac racacha, walla, kulli racaccha, yana racacha.

**Suquilanda, M. (2012)**, menciona que existe diferentes formas hortícolas de la zanahoria blanca, apio o arracacha, se reconoce por el color determinado del follaje y el color externo o interno de la raíz, así tenemos:

- Amarilla: esta variedad produce raíces amarillas, de follaje verde y de buen sabor.
- Blanca: esta variedad produce raíces blancas, de follaje verde.
- Morada: esta variedad produce raíces amarillas y el color del follaje es carmín.

**Cuadro 07: Variedades de arracacha en Cusco, cultivadas en la selva alta y valles interandinos**

VARIEDAD	COLOR DE LA PULPA	COLOR DE LA PIEL
<b>Yurac</b>	Blanco, anillo vascular crema	Blanco
<b>Qello</b>	Amarillo	Amarillo
<b>Pasña qello</b>	Amarillo, anillo vascular morado	Rosado
<b>Allqo</b>	Amarillo, anillo vascular anaranjado	Amarillo
<b>Qulli</b>	Crema, anillo vascular morado	Blanco
<b>Ñutu</b>	Amarillo, de tamaño pequeño	Amarillo
<b>Toctocho</b>	Amarillo claro	Amarillo oscuro
<b>Arruz</b>	Amarillo claro	Amarillo
<b>Walla</b>	Blanco, anillo vascular morado	Blanco/rosado
<b>Yana</b>	Morado claro, anillo vascular negro	Morado

Fuente: Meza, G. et al (1996)

## **4.5 Requerimientos ambientales para el cultivo**

### **4.5.1 Fotoperiodo**

**Ugas, G. (1993)** citado por **Ramírez, L. (2018)**, menciona que el cultivo de arracacha es una planta de fotoperiodo corto por lo que no ha sido posible su introducción fuera de los trópicos, necesita una larga estación de crecimiento 8 a 10 meses, cuando crece bajo estas condiciones genera una buena producción de raíces, pero el rango de variación entre entradas es desconocido.

### **4.5.2 Precipitación Pluvial**

**Suquilanda, M. (2012)**, indica que es importante la distribución uniforme de las lluvias durante periodo vegetativo del cultivo de arracacha; la precipitación ideal es de 1200 mm anuales, pero no debe bajar de 800 mm anuales.

**Canahua, A. (1977)** citado por **Ramírez, L. (2018)**, indica que la cantidad de la precipitación pluvial necesaria para el óptimo crecimiento y desarrollo de la racacha debe estar entre 600 a 1,000 mm anuales y nunca menos de 600 mm. Necesita además una buena distribución de lluvias. La humedad relativa óptima es de 80%.

**Palomino, B. (2012)**, indica que la distribución uniforme de las lluvias parece ser importante; la precipitación ideal sería de 1000 mm anuales, pero no debe bajar de 600 mm anuales.

### **4.5.3 Altitud**

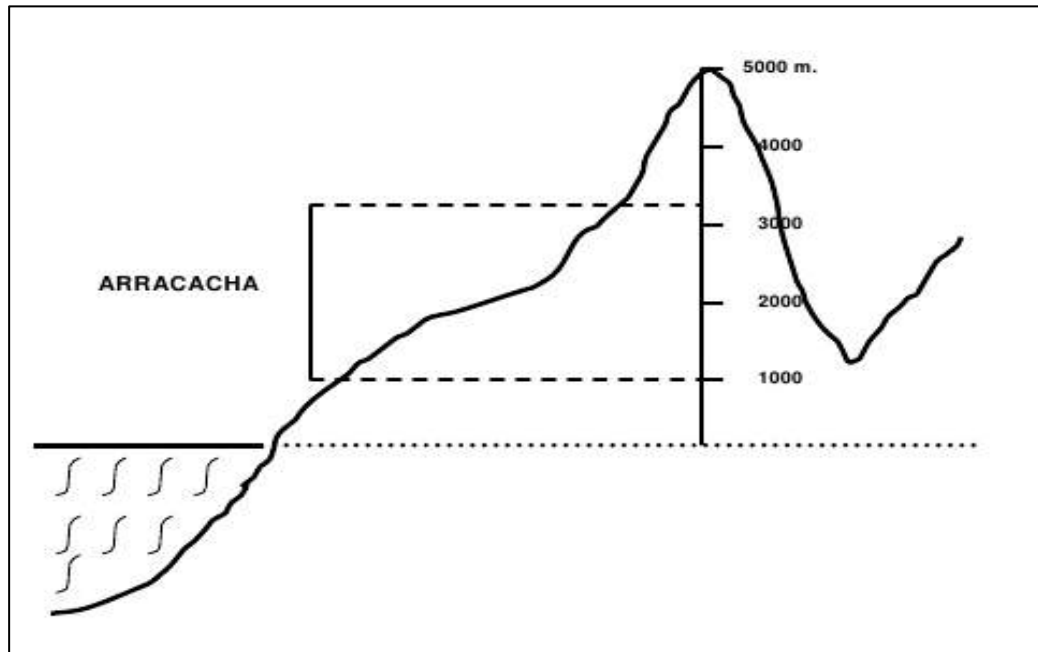
**Ugas, G. (1993)** citado por **Ramírez, L. (2018)**, indica que existe una gran diversidad de opiniones sobre cuál es la altitud óptima para el crecimiento y desarrollo de este cultivo, existen algunas versiones tales como: El área de cultivo de esta especie se ubica entre 1,200 a 3,200 m de altitud, siendo su cultivo bastante difundido en este rango. Otro autor sostiene que este cultivo puede crecer entre 600 y 3,200 m, aunque su ambiente óptimo son los valles interandinos húmedos entre 1,500 y 2,500 m, en Colombia crece mejor entre los 1,800 y 2,500 m de altitud y en el sur de Brasil entre 600 y 1,100 m y que



parcelas de observación al nivel del mar en la Molina no produjeron raíces, pero si un abundante número de hijuelos.

**Suquilanda, M. (2012)**, indica que en el ecuador la producción de arracacha o zanahoria blanca es común en altitudes que oscilan entre los 1500 a 3000 m, con temperaturas que alcancen los 15 a 20 °C.

**Figura 01: Distribución altitudinal de la arracacha**



Fuente: Red Peruana de Alimentación

#### 4.5.4 Temperatura

La temperatura adecuada para el desarrollo de este cultivo oscila desde los 14 °C a los 25 °C, pero la óptima oscila desde los 15 °C a 17 °C.

**Canahua, A. (1977)** citado por **Ramírez, L. (2018)**, indica que el rango óptimo para el crecimiento y desarrollo de este cultivo es de 14°C a 20°C, las temperaturas muy bajas demoran la maduración. No es tolerante a heladas y con temperaturas altas no crece bien pudiendo ser muy atacadas por la araña roja.

**Suquilanda, M. (2012)**, menciona que la planta de arracacha o zanahoria blanca prefiere un clima templado, sin la presencia de heladas, por la cual se

encuentra en la parte baja de las zonas agroecológicas. La temperatura óptima del cultivo es de 14 a 21 °C.

#### 4.5.5 Suelo

**Ugas, G. (1993)** citado por **Ramírez, L. (2018)**, menciona que el cultivo de Arracacha requiere de suelos de buena profundidad, permeables y bien drenados. Deben tener alto contenido de fósforo y materia orgánica. Con respecto a reacción de suelo se ha visto que la planta se adapta muy bien entre 5 a 5,5 de pH. Requieren suelos bien preparados, aunque esta condición no siempre puede cumplirse, pues se le cultiva en general en lugares montañosas, con pendientes fuertes.

**Suquilanda, M. (2012)**, indica que este cultivo crece en suelos profundos que contengan una buena cantidad de materia orgánica, fértiles, que presenten un buen drenaje y un pH que oscile entre los 5 a 6.

#### 4.6 Usos y valor nutritivo

##### 4.6.1 Usos

**Palomino, B. (2012)**, indica que el consumo de arracacha es en forma cocida, asada y en pure, aduciendo propiedades anti anémicas en bebés y madres gestantes.

**Franco, (1992)** citado por **Palomino, B. (2012)**, menciona que la arracacha crea en el infante una microflora intestinal.

**Giannoni, D. (2018)**, indica los diferentes usos que tiene la planta de arracacha a continuación:

- **Alimento:** Las raíces tuberosas se consumen cocidas y fritas. Las hojas tiernas como verdura cocida o cruda.
- **Medicinal:** Galactóforo, antídoto y contra afecciones urinarias.
- **Forraje:** Toda la planta sirve como alimento para cerdos y vacunos.

#### 4.6.2 Valor nutritivo:

**Palomino, B. (2012)**, indica que esta planta de arracacha debe de ser considerada como un alimento esencialmente energético, pues en su composición centesimal se destaca los carbohidratos en relación a los demás nutrientes (almidón y azúcares totales) y niveles considerables como calcio, hierro, fósforo.

**Suquilanda, M. (2012)**, indica que la planta de arracacha es considerada como un alimento energético, pues en su composición destaca la cantidad de carbohidratos presentes en dicha planta, en relación a los demás nutrientes, y en niveles considerables de minerales como el calcio, fósforo y hierro, además esta planta contiene una buena fuente de vitamina A y niacina. Como se muestra en el siguiente cuadro:

**Cuadro 08: Composición de raíces tuberosas de arracacha amarilla, blanca y morada/ Para cada 100 gramos de producto comestible, base húmeda**

Composición	Arracacha amarilla	Arracacha blanca	Arracacha morada
<b>Valor energético (Cal)</b>	97.00	104.00	102.00
<b>Humedad (%)</b>	75.10	73.00	73.40
<b>Proteína (g)</b>	0.70	0.80	0.80
<b>Grasa (g)</b>	0.30	0.20	0.20
<b>Carbohidratos (g)</b>	22.90	24.90	24.40
<b>Fibra (g)</b>	1.10	0.60	1.00
<b>Calcio (mg)</b>	27.00	29.00	26.00
<b>Fósforo (mg)</b>	50.00	58.00	52.00
<b>Hierro (mg)</b>	1.10	1.20	0.90
<b>Tiamina (mg)</b>	0.09	0.06	0.07
<b>Riboflavina (mg)</b>	0.08	0.04	0.06
<b>Niacina (mg)</b>	2.84	3.40	2.80
<b>Ácido ascórbico (mg)</b>	27.10	28.00	23.00

Fuente: Suquilanda, M. (2012),

**Giannoni, D. (2018)**, indica que las raíces de la planta de arracacha contienen almidón entre el 10 y el 25%, así como un alto índice de calcio.

**Cuadro 09: Composición de aminoácidos esenciales de las proteínas de arracacha comparadas con las proteínas padrón de la FAO/OMS**

AMINOACIDOS	mg de aminoácidos/g de nitrógeno	
	Arracacha	Proteína padrón de la FAO/OMS
Isoleucina	83	250
Leucina	237	440
Lysina	203	340
Metionina + Lysina	179	220
Fenilalanina	386	380
Tirosina	186	250
Treonina	144	60
Triptófano	191	310
Valina	33.2	100
Valor	22.6	36
(E/T%)		

Fuente: Robles, J. (2006)

**Fotografía 01: Presentación comercial de la arracacha.**



Fuente: [https://es.wikipedia.org/wiki/Arracacia\\_xanthorrhiza](https://es.wikipedia.org/wiki/Arracacia_xanthorrhiza)

**Derecho, A. (2015)**, Indica que la arracacha se puede conservar en la refrigeradora por 2 a 3 semanas, mientras congeladas puede mantenerse hasta los 6 meses. 100 gr de virraca nos proporciona alrededor de 100 calorías (26 g de MS, 23 g de carbohidratos y 1 g de proteína).

**Cuadro 10: Valores aproximados de las principales vitaminas presentes en la arracacha**

Vitaminas	100 gr. de material fresco
Vitamina A	1.759
Tiamina	0.08
Riboflavina	0.04
Niacina*	4.50
Piridoxina	0.03

Fuente: Robles, J. (2006)

#### 4.7 Ventajas de la aplicación de la tecnología

**Santos, F. et al (2000)**, menciona las ventajas en la aplicación de nuevas tecnologías en el cultivo de arracacha, y son:

- a) Mientras está desarrollo de los colinos en el semillero, es posible trabajar el sitio o superficie en donde se va a trasplantar.
- b) En una superficie pequeña es posible el control de las plagas que estén afectando al colino, con una pequeña inversión a diferencia de controlar en una superficie mucho más grande, como se realiza en el sistema tradicional.
- c) Se obtienen plantas uniformes.
- d) Se puede desechar las plántulas que tienen mal formaciones, pequeñas, delgadas y obviamente sembrar las de mejor calidad.
- e) Se puede desechar las plántulas que tienden a formar flor, estas no producen.
- f) Se obtienen raíces con disposición vertical, a diferencia del sistema tradicional que tienen una disposición horizontal.
- g) Por la diferencia del área de crecimiento y por el corte sesgado, se obtienen raíces que ya no se entre cruzan, como en el sistema tradicional.
- h) El prendimiento de las plántulas en el trasplante es muy superior al del sistema tradicional.
- i) No se realiza resiembra por el alto porcentaje de prendimiento, manteniendo una uniformidad de crecimiento, y consecuentemente afecta positivamente a la producción.

- j) Reducción de costos debido a que no tiene que sembrarse, ni tampoco realizar aplicaciones para controlar problemas fitosanitarios en superficies grandes.
- k) Ahorro de mano de obra para el deshierbo, pues si consideramos que paralelamente se siembre una superficie con el sistema tradicional y se realice un semillero, mientras se realiza el trasplante, la superficie con el sistema tradicional ya tendría que realizarse un primer trabajo.

#### 4.8 Producción

**Franco, (1997)** citado por **Ramírez, L. (2018)**, indica que en el Perú el 60 % de la producción nacional proviene del departamento de Cajamarca, se calcula que la superficie sembrada supera las 2,500 hectáreas.

**Robles, J. y Hashimoto, J. (2006)**, indica que este cultivo se encuentra en los departamentos de Amazonas, Ayacucho, Cajamarca, Cusco, Huánuco, La Libertad, Lima, Piura, Puno y San Martín.

Fue introducida en varios países de América Central como: Panamá, Costa Rica y Guatemala; y llevado por Bancroft en 1825 a los países caribeños de Jamaica, Puerto Rico y Haití.

#### 4.9 Plaga y Enfermedades

##### 4.9.1 Plagas

**Ugas, G. (1993)**, citado por **Lima, C. (2011)**, menciona que las plagas principales del cultivo de virraca son: la pulguilla *Epitrix sp.*, pulgones, ácaros y nematodos. En la molina se observaron daños producidos por la larva de *Papilio sp.* Pulgones y arañita roja.

**Suquilanda, M. (2012)**, indica que aparentemente el cultivo de la zanahoria blanca o arracacha no tiene plagas importantes, por lo que la rotación de cultivos es muy importante para evitar estos factores adversos.

En algunos casos se han detectado algunos insectos que atacan a las raíces, tales como:

- Gusanos trozadores (*Agrotis ipsylon*)

- Pulgones (*Aphididae* sp.)

#### Fotografía 02: Grado de infestación de pulgón



Fuente: propia

#### 4.9.2 Enfermedades

**Ugas, G. (1993)**, citado por **Lima, C. (2011)**, indica que se puede presentar manchas en las hojas (*Septoria apii*, *Cercospora sp.*), virosis, pudrición por *Sclerotium rolfadi*, bacteriosis producida por *xanthosomas campestris* y el hongo *oidium sp.* en la molina se observaron pudriciones por *Erwinia sp.*

**Seminario, J. (1993)**, menciona que en suelos con exceso de humedad es frecuente el ataque del hongo *fusarium sp.* Que produce pudrición de las raíces. La enfermedad avanza desde el ápice de la raíz tuberosa hacia la base, conforme sube el nivel freático. El tipo verde claro se muestra como el mas susceptible. En almacén pueden presentarse pudriciones fungosas.

**Palomino, B. (2012)**, indica que durante las evaluaciones en el cultivo de arracacha se encontraron plantas con pudrición radicular provocada por el hongo *Fusarium sp.* y *Erwinia sp.*

**Suquilanda, M. (2012)**, indica en cuanto a enfermedades en la arracacha son:

- Pudrición de la raíz (*Sclerotium rolfasi*), esta enfermedad se encuentra en épocas de lluvia intensa causando marchitamiento.

- Mela Mela o Melado, (***Septoria sp.***), afecta a las raíces con el consiguiente daño a la calidad del producto.

Para poder evitar estas enfermedades por lo general se recomienda la práctica de zanjas de drenaje para evitar la acumulación de agua que puede dañar el cultivo.



## V. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

5.1 Tipo de investigación: Experimental

5.2 Ubicación espacial

### 5.2.1 Ubicación

El campo de investigación se ubicó en los terrenos de la Unidad de Lumbricultura del Centro de Investigación en Suelos y Abonos (CISA) de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.

### 5.2.2 Ubicación política

Región : Cusco

Provincia: Cusco

Distrito : San Jerónimo

Localidad: Centro Agronómico K'ayra

Imagen 04: croquis de ubicación de la provincia del cusco



Fuente: perutoptours.com

**Imagen 05: croquis de ubicación del centro agronómico K'ayra**



### 5.2.3 Ubicación geográfica

Altitud : 3225 m  
Longitud : 71°58' Oeste  
Latitud : 13°50' Sur

### 5.2.4 Ubicación hidrográfica

Cuenca : Vilcanota  
Subcuenca : Huatanay  
Microcuenca : Huanacaure

### 5.2.5 Ubicación ecológica

Según **Holdridge A. (1897)**, la zona de vida del ámbito de influencia del trabajo de investigación, basado al tiempo promedio de 10 años, con temperatura promedio de 12.5 °C y precipitación anual de 640 mm, está considerada como Bosque Seco Montano sub tropical (bs-MS).

### **5.3 Ubicación temporal**

- Inicio : Julio del 2017 (siembra).
- Finalización: Abril del 2018(cosecha).

### **5.4 Materiales y métodos**

#### **5.4.1 Materiales**

##### **5.4.1.1 Material biológico**

- Arracacha var. Blanca (yurac racacha)

##### **5.4.1.2 Material nutritivo**

- Humus de lombriz
- Compost
- Fertilizante químico (Urea, fosfato di amónico, cloruro de potasio)

##### **5.4.1.3 Materiales de campo**

- Etiquetas.
- Libreta de campo.
- Cordel.
- Dolomita.

##### **5.4.1.4 Herramientas**

- Cinta métrica.
- Pico.
- Pala.
- Piquillos.
- Regadera manual.
- Mangueras.

##### **5.4.1.5 Equipos**

###### **5.4.1.5.1 Equipos de campo**

- Cámara fotográfica.
- Balanza de precisión.

###### **5.4.1.5.2 Equipos de gabinete**

- Calculadora.
- Laptop.
- Impresora.
- Equipos de laboratorio de análisis de suelo.

## 5.4.2 Métodos

### 5.4.2.1 Diseño experimental

Se adoptó un análisis estadístico de Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), con 7 tratamientos, 3 repeticiones y total 21 unidades experimentales.

### 5.4.2.2 Factores de estudio

#### 5.4.2.2.1 Tipos de abonos:

- 1) Humus de lombriz: 2, 4 y 8 t/ha
- 2) Compost : 2, 4 y 8 t/ha
- 3) Fertilizante químico: 120 – 50 – 200
  - Urea
  - Fosfato di amonio
  - Cloruro de potasio

### 5.4.2.3 Tratamientos

**Cuadro 11: Combinación de tratamientos.**

N° Tratamientos	Combinaciones	Nivel de Abonamiento			Nivel de Fertilidad			Clave
		N.	P.	K.	N	P	K	
1	Humus de lombriz, 8 t/ha	120	0	0	1.5	1.4	1.4	HL8
2	Compost, 8 t/ha	120	0	0	1.45	1.4	1.4	C8
3	Fertilizante químico	120	50	200				FQ
	Urea	120	0	0	46	0	0	
	Fosfato di amónico	0	50	0	18	46	0	
	Cloruro de Potasio	0	0	200	0	0	60	
4	Humus de lombriz, 4 t/ha	60	0	0	0	0	0	HL4
5	Compost, 4 t/ha	60	0	0	0	0	0	C4
6	Humus de lombriz 2 t/ha + Compost 2 t/ha + Fertilizante químico	30	0	0	0	0	0	HL2/C2/FQ
7	Suelo agrícola (Testigo)	0	0	0	0	0	0	SA

### 5.4.2.4 Variables e indicadores

#### 5.4.2.4.1 Rendimiento:

- ❖ Peso de raíces maduras (g/planta, t/ha)
- ❖ Número de colinos por planta.

- ❖ Número de raíces maduras.

#### **5.4.2.4.2 Comportamiento agronómico:**

- ❖ Altura de planta (cm).
- ❖ Diámetro de la parte ancha de la raíz (cm).
- ❖ Longitud de la raíz (cm).

#### **5.4.2.5 Características del campo experimental**

##### **❖ Dimensiones del campo experimental**

- Largo: 15.50 m.
- Ancho: 7.40 m.
- Área total: 114.70 m<sup>2</sup>

##### **❖ Distanciamiento de las parcelas**

- Largo de la parcela: 2.00 m.
- Ancho de la parcela: 1.80 m.
- Área de la parcela: 3.60 m.

##### **❖ Número y distanciamiento de los bloques**

- Numero de parcelas por bloques: 07
- Distancia entre bloques: 0.50 m.

##### **❖ Distanciamiento de los tratamientos**

- Distanciamiento entre tratamiento: 0.40 m.
- Ancho de las calles exteriores: 0.50 m.

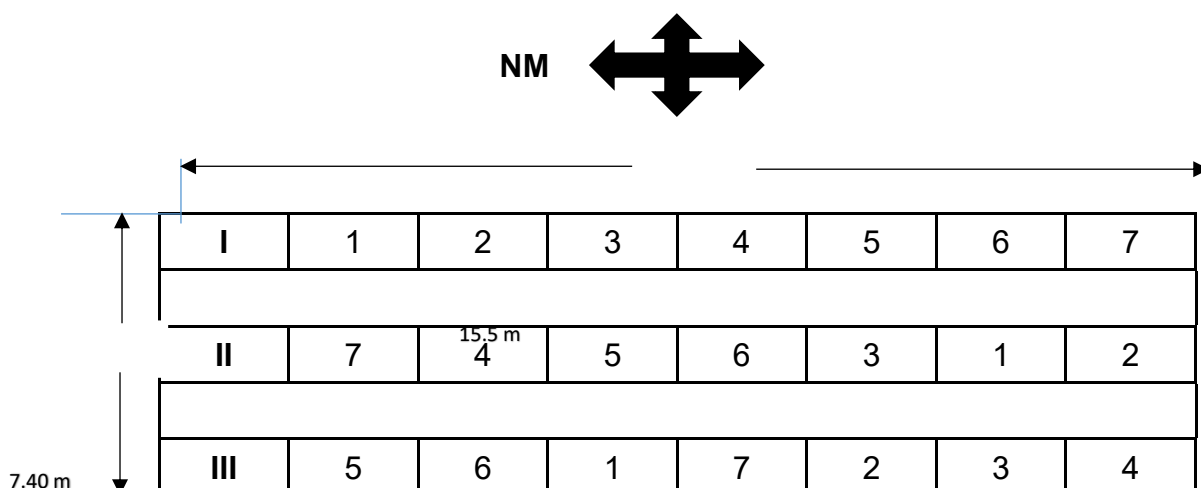
##### **❖ Densidad de siembra**

- De surco a surco: 0.80 m.
- De planta a planta: 0.60 m.

##### **❖ Número de plantas.**

- Número de plantas por tratamiento: 06
- Número de plantas por experimento: 126
- Número de plantas a evaluarse por parcela o tratamiento: 06

#### 5.4.2.6 Croquis de distribución de parcelas experimentales



#### 5.4.3 Conducción de la investigación

##### 5.4.3.1 Manejo del cultivo

###### 5.4.3.1.1 Preparación del terreno

Con ayuda de zapapicos se roturó el terreno a una profundidad de 30 cm; en la campaña anterior fue cultivo de lechuga sin abonamiento de ningún tipo; e inmediatamente se desterró y se niveló también de forma manual, se aplicó riego por inundación.

###### 5.4.3.1.2 Muestreo

Antes de mezclar el suelo y abonos orgánicos e inorgánicos en el campo experimental, se tomaron por separado muestras representativas de 1 Kg de suelo agrícola, humus de lombriz y compost, para los análisis de fertilidad en el laboratorio de suelos de la Facultad de Ciencias Agrarias.

###### 5.4.3.1.3 Trazado de parcelas

Con ayuda de una wincha métrica y cordel se trazó líneas con dolomita para cada una de las parcelas experimentales.

#### 5.4.3.1.4 Excavado de suelo agrícola

En cada parcela se excavó suelo agrícola de 2 m de largo x 1.8 m de ancho x 0.30 m de profundidad (1.08 m<sup>3</sup>) a fin de facilitar la mezcla de sustrato suelo agrícola más los abonos por tratamiento.

#### 5.4.3.1.5 Incorporación de abonos

Según la proporción porcentual de cada tratamiento se incorporaron a las pozas excavadas tanto el humus de lombriz como el compost; a excepción de los tratamientos sin abono que solamente se mantuvieron con suelo agrícola; mientras que en los tratamientos con fertilizante químico se aplicaron en base al nivel de extracción de un cultivo similar como la de zanahoria con 120-50-200 de N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O (**Vitorino F. Braulio, 1988: Manual de Análisis de Suelos**).

Todos ellos se mezclaron homogéneamente con el sustrato suelo y luego se regaron con agua a fin de que los sustratos dispongas humedad a capacidad de campo.

Los fertilizantes químicos empleados fueron:

- ❖ Urea: 46% de N.
- ❖ Fosfato di amónico: 18% de N - 46% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.
- ❖ Cloruro de potasio: 60% K<sub>2</sub>O.

La cantidad de fertilizantes químicos utilizados se calcularon de la forma siguiente:

$$\text{Fosfato di amónico} = 50 (100) / 46 = 108.70 \text{ Kg FDA/ha}$$

$$\text{N} = 108.70 (18) / 100 = 19.566 \text{ Kg N} = 20$$

Nuevo nivel de abonamiento: N - P - K

$$100 - 50 - 200$$

De donde se calculó: 217 Kg Urea/ha

108.70 Kg FDA/ha

334 kg Cl K/ha

**Fotografía 03: Humus de lombriz y compost listo para el zarandeo.**



#### **5.4.3.1.6 Siembra**

Los colinos fueron traídos de la localidad de Huayopata - La Convención, los mismos que fueron desinfectados y curados las heridas con espolvoreo de ceniza. Estas partes vegetativas se colocaron en pequeños hoyos y luego ajustadas ligeramente para eliminar los macroporos en los sustratos a donde se sembraron.

Labor que se llevó a cabo el día 15 de julio del 2017.

**Fotografía 04: Cultivo de arracacha en pleno brota miento de plantas.**





#### 5.4.3.1.7 Riego

Después de la siembra y con ayuda de una regadora se realizó el primer riego; después de emergencia y brota miento de las semillas el riego se efectuó dos a tres veces por semana a fin de que el crecimiento y desarrollo de las plantas sean, óptimos.

#### 5.4.3.1.8 Deshierbo

Esta labor se realizó en forma manual cada vez que hubo presencia de malezas en el campo experimental.

Entre las malezas de mayor importancia fueron:

- ❖ Trébol de carretilla (*Medicago polymorpha*)
- ❖ cicuta (*Conium maculatum*)
- ❖ bolsa de pastor (*Capsella bursa-pastoris*).

**Fotografía 05: Deshierbo manual del cultivo de arracacha.**



#### 5.4.3.1.9 Cosecha

La cosecha se realizó el día 02 de abril del 2018, cuando el cultivo de virraca alcanzó el estado fisiológico de madurez comercial; labor que se hizo de forma manual removiendo el suelo con ayuda de un “piquillo”, y con mucho cuidado para no dañar las raíces.

**Fotografía 06: Cultivo de arracacha mostrando sus raíces durante la cosecha.**



**Fotografía 07: cultivo de arracacha con tratamiento de Humus de lombriz**



#### **5.4.4 Evaluación de variables**

La evaluación de las variables se realizó cuando el cultivo de la virraca se encontraba en estado fisiológico de madurez comercial. Cosechando las 6 plantas de cada tratamiento; luego se tomaron los promedios para lograr el resultado según sus unidades de medida correspondientes.

#### 5.4.4.1 Rendimiento

##### 5.4.4.1.1 Peso de raíces maduras

Durante la cosecha, se procedió a extraer toda la mata o planta de virraca junto a sus raíces, y después de separar las raíces maduras, inmediatamente se pesaron en gramos por planta; para ello se empleó una balanza de analítica. Posteriormente, los resultados cuantitativos hallados se tabularon para los análisis estadísticos.

**Fotografía 08: Separando raíces maduras para el peso.**



**Fotografía 09: pesado de las raíces maduras**



**Fotografía 10: Planta de arracacha Tratamiento 07: testigo**



#### **5.4.4.1.2 Número de colinos o hijuelos**

Se contaron los colinos por cada mata o planta, los mismos que al final se promediaron para expresar el número de colinos producidos por mata. Los mismos que deben estar en condiciones de propagarse vegetativamente.

**Fotografía 11: Número de colinos listo para su conteo.**



#### **5.4.4.1.3 Número de raíces maduras**

Las raíces maduras son las que se destinaron al mercado de consumo, por lo que estas se seleccionaron y se contabilizaron por cada mata o planta cosecha, y luego se tomó el promedio de todas las raíces por tratamiento.

**Fotografía 12: Raíces maduras para su conteo.**



#### **5.4.4.2 Comportamiento agronómico**

##### **5.4.4.2.1 Altura de planta**

Con ayuda de una cinta métrica se midieron en cm la longitud de la planta desde la parte superficial del suelo hasta el ápice terminal más alargada de las hojas. De igual forma se promediaron y se obtuvieron la altura de planta por tratamiento.

**Fotografía 13: Medición de altura de planta en campo**



**Fotografía 14: Medición de altura de planta en gabinete**



#### **5.4.4.2.2 Diámetro de la parte ancha de raíz**

Con ayuda de una regla milimétrica, se midió la parte más ancha de la raíz; siendo el centímetro como unidad de medida para los cálculos respectivos.

**Fotografía 15: Medición de la parte ancha de raíz madura.**



#### 5.4.4.2.3 Longitud de raíz

Con ayuda de una cinta métrica se midió en centímetro el largo de la raíz, desde la inserción con el corno hasta el ápice inferior de la raíz; luego se tomaron los promedios para su tabulación y cálculos estadísticos.

**Fotografía 16: Medición de longitud de raíz madura en campo.**



**Fotografía 17: Medición de longitud de raíz madura en gabinete**



## VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 6.1 Rendimiento

Las distintas variables para el rendimiento descritas en el experimento en el cultivo de arracacha con sustratos diferentes han sido analizadas estadísticamente y sus resultados son descritos a continuación

#### 6.1.1 Peso de raíz

Para la variable peso de raíz se detallan los promedios de los resultados obtenidos en el siguiente cuadro, expresado en gramos por planta.

**Cuadro 12: Peso de raíces maduras (g/planta)**

Tratamientos	Bloques			Total	Promedio
	I	II	III		
Humus Lombriz, 8 t/ha	526	528	532	1586	528.67
Compost, 8 t/ha	330	336	334	1000	333.33
Fertilizante Qco.	429	430	421	1280	426.67
Humus, 4 t/ha	392	378	380	1150	383.33
Compost, 4 t/ha	350	364	348	1062	354
H.I.2 t/ha + C.2 t/ha + F. Qco.	335	320	360	1015	338.33
Suelo agrícola (Testigo),	210	200	198	608	202.67
<b>Sumatoria</b>	2572	2556	2573	7701	366.71

**Cuadro 13: ANVA para Peso de raíces maduras (g/planta)**

F. de V.	GL	SC	CM	Fc	Ft		Signif.
					5%	1%	
<b>Bloques</b>	2	26	13	0.127	0.0254	0.005	NS. NS.
<b>Tratamiento</b>	6	177276.286	29546.048	289.195	3.00	4.82	* *
<b>Error</b>	12	1226	102.167				
<b>Total</b>	20	178528.286	<b>CV =</b>	<b>2.76%</b>			

Del **cuadro 13 ANVA** para peso de raíces maduras, se desprende que entre bloques no existen diferencias significativas, lo que indica que la distribución de las repeticiones fue uniforme. Tanto al 95% y 99% de probabilidad, no existe

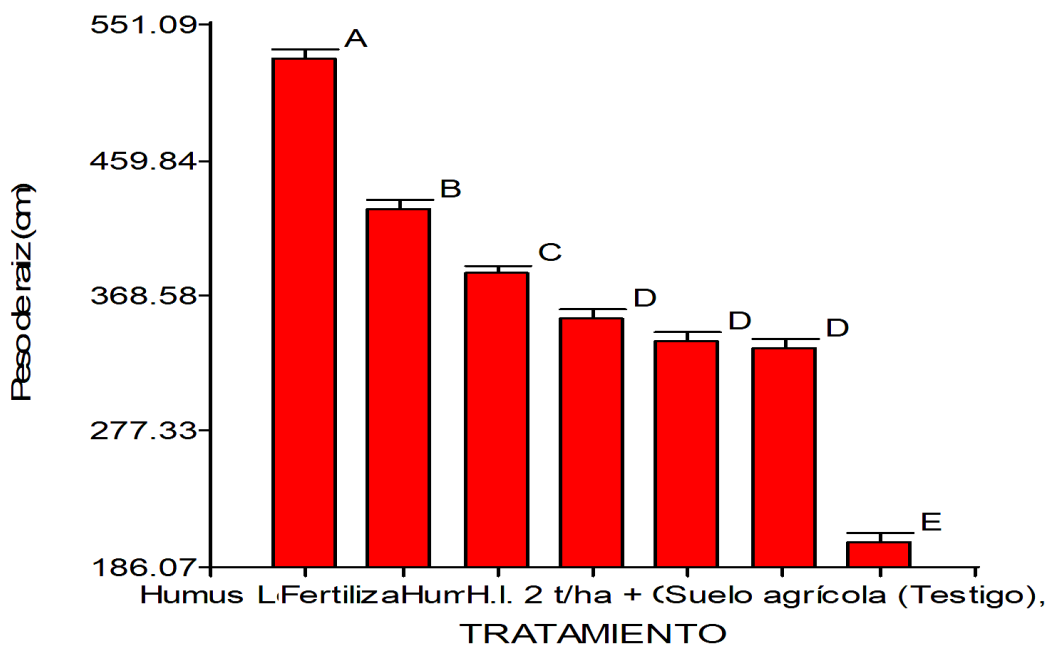


diferencias estadísticas entre los tratamientos, lo que explica que los abonos orgánicos e inorgánicos se comportaron igual en el peso de raíz. El coeficiente de variabilidad de 2.76% refleja que los análisis de resultados de la investigación están dentro del rango de confiabilidad estadística.

**Cuadro 14: Prueba Tukey para peso de raíces maduras (g/planta)**

	ALS <sub>5%</sub> =	28.89	ALS <sub>1%</sub> =	36.88		
N.º de Orden	Tratamientos			Peso de raíz (g/planta)	Significación de Tukey	
					5%	1%
I	Humus Lombriz, 8 t/ha			528.67	a	a
II	Fertilizante Qco.			426.67	b	b
III	Humus, 4 t/ha			383.33	c	c
IV	Compost, 4 t/ha			354.00	d	c d
V	H.I.2 t/ha + C.2 t/ha + Fertilizante Quím.			338.33	d	d
VI	Compost, 8 t/ha			333.33	d	d
VII	Suelo agrícola (Testigo),			202.67	e	e

**Gráfico 01: Peso de raíz (g/planta) para Tratamientos.**



Del **cuadro 14** prueba de Tukey para peso de raíz, se desprende que Humus Lombriz de 8 t/ha alcanzó el mayor peso con 528.67 g/planta, y con Suelo agrícola (Testigo) 202.67 g/planta que ocupó el último lugar. Esta superioridad se debe a la

fertilidad del sustrato por las propiedades físicas, químicas y biológicas que cumple el humus de lombriz respecto a otros tipos de sustratos.

### 6.1.2 Numero de colinos por planta

Para la variable número de colinos por planta se detallan los promedios de los resultados obtenidos en el siguiente cuadro.

**Cuadro 15: Número de colinos por planta**

Tratamientos	Bloques			Total	Promedio.
	I	II	III		
Humus Lombriz, 8 t/ha	45.00	44.00	46.00	135.00	45.00
Compost, 8 t/ha	32.00	32.00	33.00	97.00	32.33
Fertilizante Qco.	40.00	42.00	39.00	121.00	40.33
Humus, 4 t/ha	37.00	39.00	39.00	115.00	38.33
Compost, 4 t/ha	35.00	34.00	34.00	103.00	34.33
H.I. 2 t/ha + C.2 t/ha + F. Qco.	33.00	34.00	35.00	102.00	34.00
Suelo agrícola (Testigo),	25.00	23.00	24.00	72.00	24.00
Sumatoria	247.00	248.00	250.00	745.00	35.48

**Cuadro 16: ANVA para número de colinos por planta**

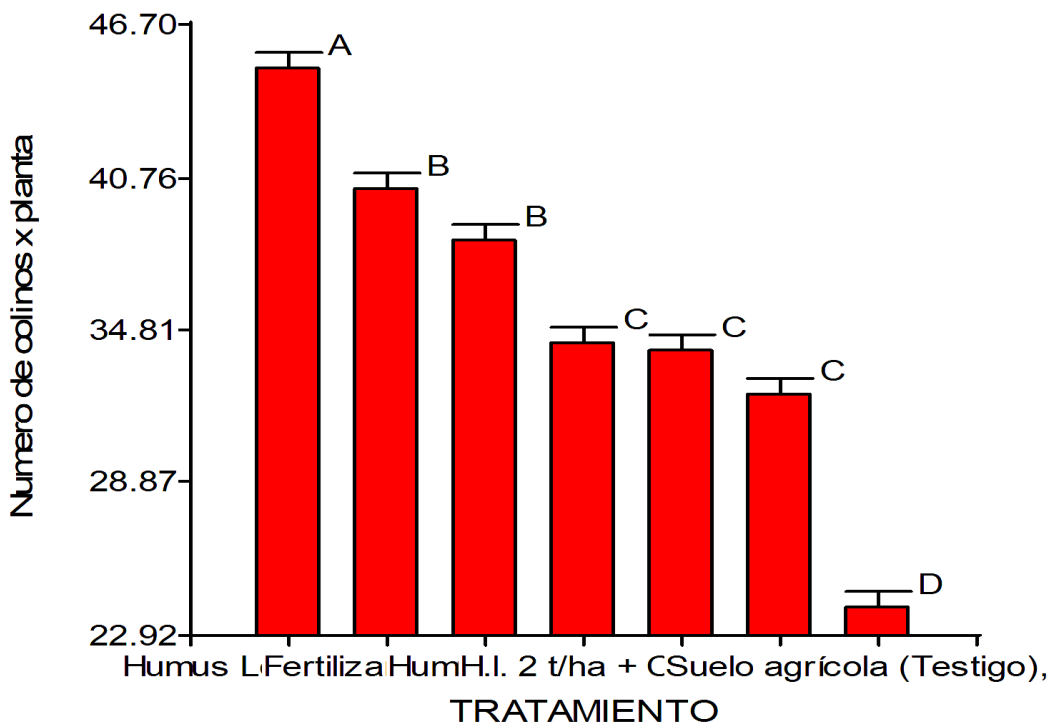
F. de V.	GL	SC	CM	Fc	Ft		Signif.
					5%	1%	
Bloques	2	0.667	0.333	0.286	0.0254	0.005	NS. NS.
Tratamiento	6	802.571	133.76	114.653	3.00	4.82	**
Error	12	14	1.167				
Total	20	817.238	<b>CV =</b>	<b>3.04%</b>			

Del **cuadro 16 ANVA** para número de colinos por planta, se desprende que entre bloques no existen diferencias significativas, lo que indica que la distribución de las repeticiones fue uniforme. Tanto al 95% y 99% de probabilidad, no existe diferencias estadísticas entre los tratamientos, lo que explica que los abonos orgánicos e inorgánicos se comportaron igual en número de colinos por planta. El coeficiente de variabilidad de 3.04% refleja que los análisis de resultados de la investigación están dentro del rango de confiabilidad estadística.

**Cuadro 17: Prueba Tukey para número de colinos por planta**

	ALS <sub>5%</sub> =	3.09	ALS <sub>1%</sub> =	3.94		
N.º de Orden	Tratamientos		Número de colinos por planta	Significación de Tukey		
				5%	1%	
I	Humus Lombriz, 8 t/ha		45.00	a	a	
II	Fertilizante Qco.		40.33	b	b	
III	Humus, 4 t/ha		38.33	b	b	
IV	Compost, 4 t/ha		34.33	c	c	
V	H.I.2 t/ha + C.2 t/ha + F. Qco.		34.00	c	c	
VI	Compost, 8 t/ha		32.33	c	c	
VII	Suelo agrícola (Testigo),		24.00	d	d	

**Gráfico 02: Número de colinos por planta para tratamientos.**



Del **cuadro 17** prueba de Tukey para número de colinos por planta, se depende que Humus Lombriz de 8 t/ha alcanzó el mayor número con 45.00 colinos/planta, y con Suelo agrícola (Testigo) 24.00 colinos/planta que ocupó el último lugar. Esta superioridad se debe a la fertilidad del sustrato por las propiedades físicas,

químicas y biológicas que cumple el humus de lombriz respecto a otros tipos de sustratos.

### 6.1.3 Numero de raíces maduras por planta

Para la variable número de raíces maduras por planta se detallan los promedios de los resultados obtenidos en el siguiente cuadro.

**Cuadro 18: Número raíces maduras por planta**

Tratamientos	Bloques			Total	Promedio
	I	II	III		
Humus Lombriz, 8 t/ha	7.00	8.00	7.00	22.00	7.33
Compost, 8 t/ha	6.00	6.00	5.00	17.00	5.67
Fertilizante Qco.	6.00	5.00	6.00	17.00	5.67
Humus, 4 t/ha	5.00	5.00	5.00	15.00	5.00
Compost, 4 t/ha	5.00	6.00	6.00	17.00	5.67
H.I. 2 t/ha + C.2 t/ha + F. Qco.	6.00	5.00	5.00	16.00	5.33
Suelo agrícola (Testigo),	4.00	4.00	3.00	11.00	3.67
<b>Sumatoria</b>	39.00	39.00	37.00	115.00	5.48

**Cuadro 19: ANVA para número raíces maduras por planta**

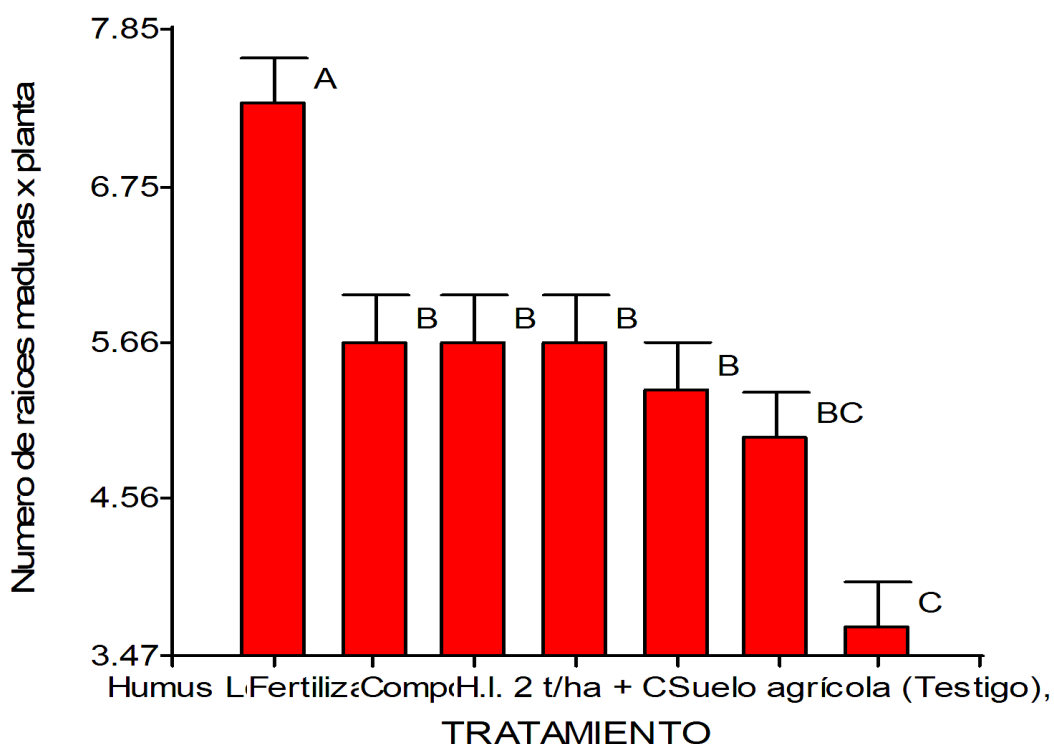
F. de V.	GL	SC	CM	Fc	Ft		Signif.
					5%	1%	
<b>Bloques</b>	2	0.381	0.19	0.632	0.0254	0.005	NS. NS.
<b>Tratamiento</b>	6	21.238	3.54	11.737	3.00	4.82	* *
<b>Error</b>	12	3.619	0.302				
<b>Total</b>	20	25.238	<b>CV =</b>	<b>10.03%</b>			

Del **cuadro 19 ANVA** para número de raíces maduras por planta, se desprende que entre bloques no existen diferencias significativas, lo que indica que la distribución de las repeticiones fue uniforme. Tanto al 95% y 99% de probabilidad, no existe diferencias estadísticas entre los tratamientos, lo que explica que los abonos orgánicos e inorgánicos se comportaron igual en número de raíces maduras. El coeficiente de variabilidad de 10.03% refleja que los análisis de resultados de la investigación están dentro del rango de confiabilidad estadística.

**Cuadro 20: Prueba Tukey para número raíces maduras por planta**

N.º de Orden	ALS <sub>5%</sub> = 1.57		ALS <sub>1%</sub> = 2		Significación de Tukey		
	Tratamientos				Número raíces maduras por planta	5%	1%
I	Humus Lombriz, 8 t/ha				7.33	a	a
II	Compost, 8 t/ha				5.67	b	a b
III	Fertilizante Qco.				5.67	b	a b
IV	Compost, 4 t/ha				5.67	b	a b
V	H.I.2 t/ha + C.2 t/ha + F. Qco.				5.33	b	b
VI	Humus, 4 t/ha				5.00	b c	b
VII	Suelo agrícola (Testigo),				3.67	c	b

**Gráfico 03: Número raíces maduras por planta para tratamientos.**



Del **cuadro 20** prueba de Tukey para número de raíces maduras por planta, se desprende que Humus Lombriz de 8 t/ha alcanzó el mayor número con 7.33 raíces maduras/planta, y con Suelo agrícola (Testigo) 3.67 raíces maduras/planta que ocupó el último lugar. Esta superioridad se debe a la fertilidad del sustrato por las

propiedades físicas, químicas y biológicas que cumple el humus de lombriz respecto a otros tipos de sustratos.

## 6.2 Comportamiento agronómico

Las distintas variables para el comportamiento agronómico descritos en el experimento en el cultivo de arracacha con abonos orgánicos e inorgánicos han sido analizados estadísticamente y sus resultados son descritos a continuación

### 6.2.1 Altura de planta (cm)

Para la variable altura de planta se detallan los promedios de los resultados obtenidos en el siguiente cuadro.

**Cuadro 21: Altura de planta (cm)**

Tratamientos	Bloques			Total	Promedio
	I	II	III		
Humus Lombriz, 8 t/ha	74.00	73.00	75.00	222.00	74.00
Compost, 8 t/ha	50.00	52.00	50.00	152.00	50.67
Fertilizante Qco.	67.00	69.00	66.00	202.00	67.33
Humus, 4 t/ha	62.00	64.00	60.00	186.00	62.00
Compost, 4 t/ha	55.00	54.00	56.00	165.00	55.00
H.I. 2 t/ha + C.2 t/ha + F. Qco.	50.00	48.00	48.00	146.00	48.67
Suelo agrícola (Testigo),	40.00	39.00	42.00	121.00	40.33
<b>Sumatoria</b>	398.00	399.00	397.00	1194.00	56.86

**Cuadro 22: ANVA para altura de planta (cm)**

F. de V.	GL	SC	CM	Fc	Ft		Signif.
					5%	1%	
Bloques	2	0.286	0.143	0.065	0.0254	0.005	NS. NS.
Tratamiento	6	2435.91	405.98	184.671	3	4.82	**
Error	12	26.381	2.198				
<b>Total</b>	20	2462.57	<b>CV =</b>	<b>2.61%</b>			

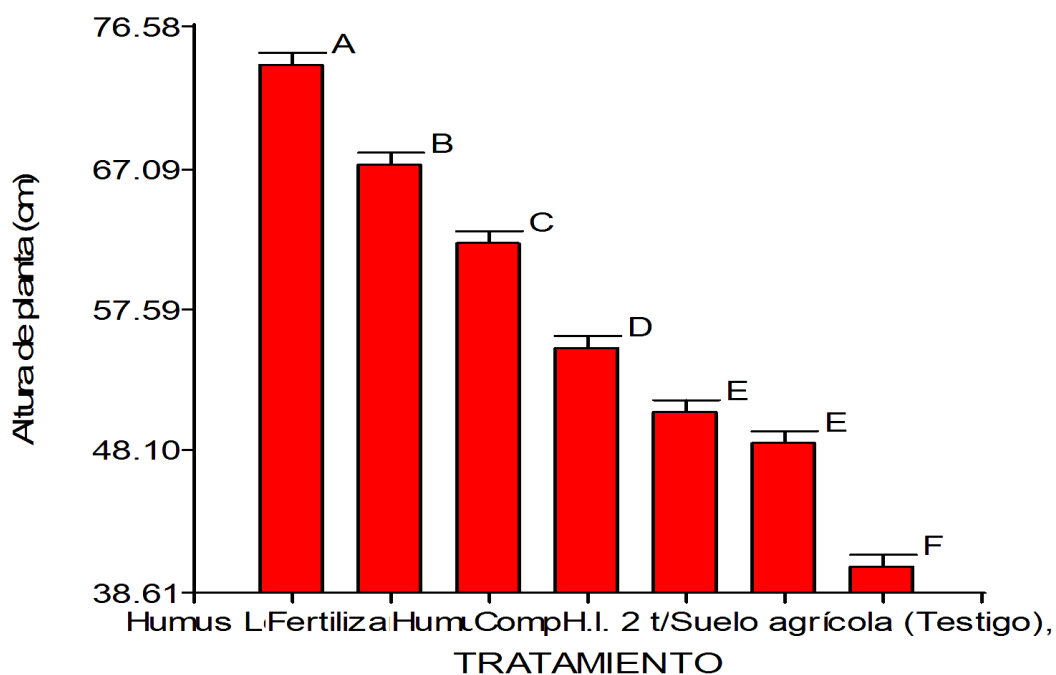
Del **cuadro 22 ANVA** para altura de planta, se desprende que entre bloques no existen diferencias significativas, lo que indica que la distribución de las repeticiones fue uniforme. Tanto al 95% y 99% de probabilidad, no existe diferencias estadísticas

entre los tratamientos, lo que explica que los abonos orgánicos e inorgánicos se comportaron igual en altura de planta. El coeficiente de variabilidad de 2.61% refleja que los análisis de resultados de la investigación están dentro del rango de confiabilidad estadística.

**Cuadro 23: Prueba Tukey para altura de planta (cm)**

	ALS <sub>5%</sub> =	4.24	ALS <sub>1%</sub> =	5.41		
N.º de Orden	Tratamientos			Altura de planta (cm)	Significación de Tukey	
					5%	1%
I	Humus Lombriz, 8 t/ha			74.00	a	a
II	Fertilizante Qco.			67.33	b	b
III	Humus, 4 t/ha			62.00	c	c
IV	Compost, 4 t/ha			55.00	d	d
V	Compost, 8 t/ha			50.67	e	d e
VI	H.I.2 t/ha + C.2 t/ha + F. Qco.			48.67	e	e
VII	Suelo agrícola (Testigo),			40.33	f	f

**Gráfico 04: Altura de planta (cm) para tratamientos.**



Del **cuadro 23** prueba de Tukey para altura de planta, se depende que Humus Lombriz de 8 t/ha alcanzó el mayor número con 74.00 cm, y con Suelo agrícola

(Testigo) 40.33 cm que ocupó el último lugar. Esta superioridad se debe a la fertilidad del sustrato por las propiedades físicas, químicas y biológicas que cumple el humus de lombriz respecto a otros tipos de sustratos.

### 6.2.2 Diámetro de la parte ancha de raíz

Para la variable diámetro de la parte ancha de raíz se detallan los promedios de los resultados obtenidos en el siguiente cuadro.

**Cuadro 24: Diámetro mayor de raíz (cm)**

Tratamientos	Bloques			Total	Promed.
	I	II	III		
Humus Lombriz, 8 t/ha	9.20	9.40	9.20	27.80	9.27
Compost, 8 t/ha	6.80	7.00	6.90	20.70	6.90
Fertilizante Qco.	8.90	9.00	8.80	26.70	8.90
Humus, 4 t/ha	7.80	7.60	7.90	23.30	7.77
Compost, 4 t/ha	6.60	6.50	6.70	19.80	6.60
H.I. 2 t/ha + C.2 t/ha + F. Qco.	6.50	6.60	6.60	19.70	6.57
Suelo agrícola (Testigo),	3.80	4.00	3.70	11.50	3.83
<b>Sumatoria</b>	49.60	50.10	49.80	149.50	7.12

**Cuadro 25: ANVA para diámetro mayor de raíz (cm)**

F. de V.	GL	SC	CM	Fc	Ft		Signif.
					5%	1%	
Bloques	2	0.018	0.009	0.644	0.0254	0.005	NS. NS.
Tratamiento	6	58.866	9.811	698.407	3.00	4.82	**
Error	12	0.169	0.014				
Total	20	59.052	<b>CV =</b>	<b>1.66%</b>			

Del **cuadro 25 ANVA** para diámetro mayor de raíz, se desprende que entre bloques no existen diferencias significativas, lo que indica que la distribución de las repeticiones fue uniforme. Tanto al 95% y 99% de probabilidad, no existe diferencias estadísticas entre los tratamientos, lo que explica que los abonos orgánicos e inorgánicos se comportaron igual en el diámetro mayor de raíz. El

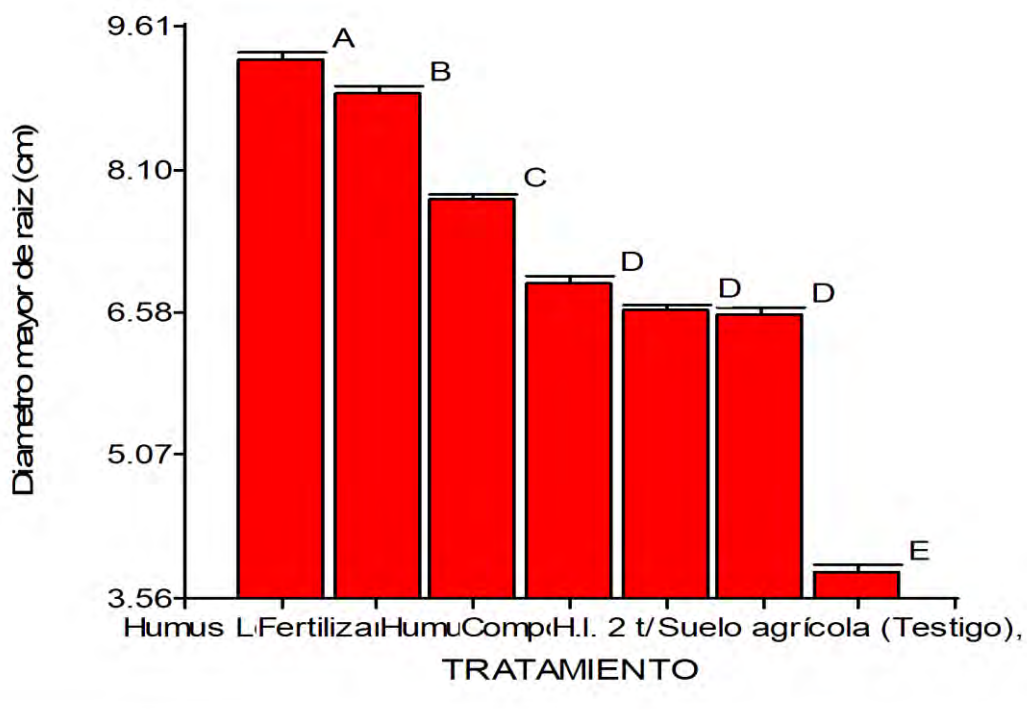


coeficiente de variabilidad de 1.66% refleja que los análisis de resultados de la investigación están dentro del rango de confiabilidad estadística.

**Cuadro 26: Prueba Tukey para diámetro mayor de raíz (cm)**

	ALS <sub>5%</sub> =	0.34	ALS <sub>1%</sub> =	0.43		
N.º de Orden	Tratamientos		Diámetro mayor de raíz (cm)	Significación de Tukey		
				5%	1%	
I	Humus Lombriz, 8 t/ha		9.27	a	a	
II	Fertilizante Qco.		8.90	b	a	
III	Humus, 4 t/ha		7.77	c	b	
IV	Compost, 8 t/ha		6.90	d	c	
V	Compost, 4 t/ha		6.60	d	c	
VI	H.I.2 t/ha + C.2 t/ha + F. Qco.		6.57	d	c	
VII	Suelo agrícola (Testigo),		3.83	e	d	

**Gráfico 05: Diámetro mayor de raíz (cm) para tratamientos.**



Del **cuadro 26** prueba de Tukey para diámetro mayor de raíz, se desprende que Humus Lombriz de 8 t/ha y Fertilizante químico alcanzaron el mayor número con 9.27 y 8.90 cm respectivamente, y con Suelo agrícola (Testigo) 3.83 cm que ocupó

el último lugar. Esta superioridad se debe a la fertilidad del sustrato por las propiedades físicas, químicas y biológicas que cumple el humus de lombriz, y la alta disponibilidad de nutrientes en el incremento del diámetro de raíz de virraca.

### 6.2.3 Longitud de raíz

Para la variable longitud de raíz se detallan los promedios de los resultados obtenidos en el siguiente cuadro.

**Cuadro 27: Longitud de raíz (cm)**

Tratamientos	Bloques			Total	Promedio.
	I	II	III		
Humus Lombriz, 8 t/ha	25.00	25.00	24.00	74.00	24.67
Compost, 8 t/ha	24.00	25.00	24.00	73.00	24.33
Fertilizante Qco.	25.00	26.00	25.00	76.00	25.33
Humus, 4 t/ha	26.00	25.00	25.00	76.00	25.33
Compost, 4 t/ha	25.00	24.00	25.00	74.00	24.67
H.I. 2 t/ha + C.2 t/ha + F. Qco.	25.00	26.00	25.00	76.00	25.33
Suelo agrícola (Testigo),	24.00	24.00	25.00	73.00	24.33
<b>Sumatoria</b>	174.00	175.00	173.00	522.00	24.86

**Cuadro 28: ANVA para longitud de raíz (cm)**

F. de V.	GL	SC	CM	Fc	Ft		Signif.
					5%	1%	
<b>Bloques</b>	2	0.286	0.143	0.391	0.0254	0.005	NS. NS.
<b>Tratamiento</b>	6	3.905	0.651	1.783	3.00	4.82	NS. NS.
<b>Error</b>	12	4.381	0.365				
<b>Total</b>	20	8.571	<b>CV =</b>	<b>2.43%</b>			

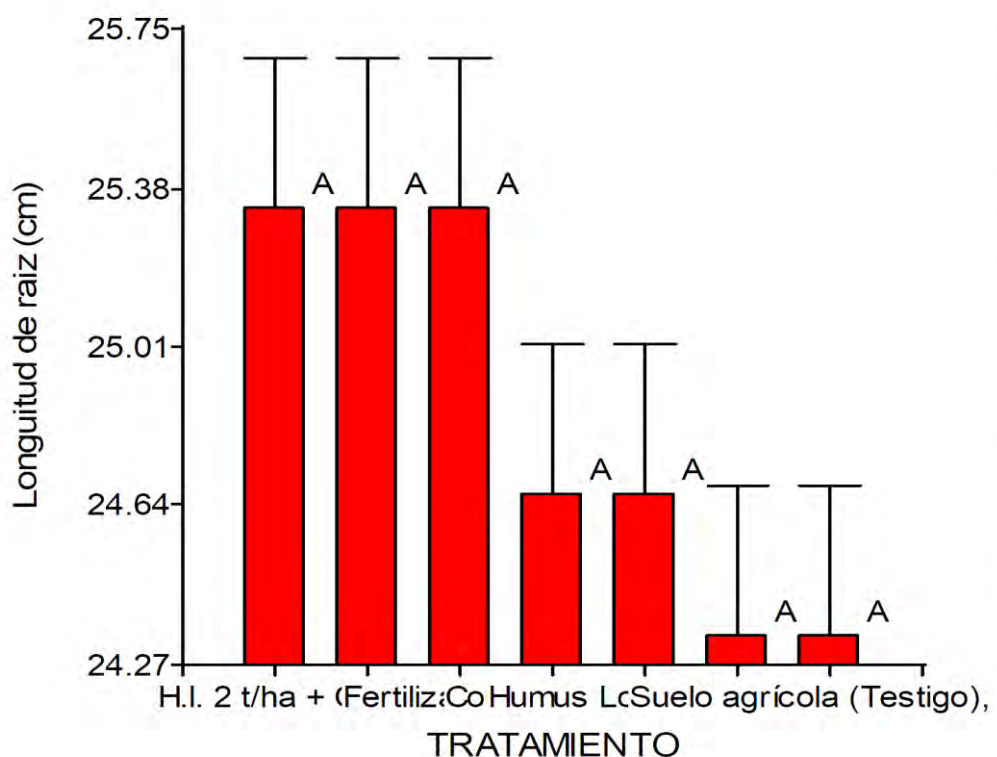
Del **cuadro 28 ANVA** para diámetro mayor de raíz, se desprende que entre bloques no existen diferencias significativas, lo que indica que la distribución de las repeticiones fue uniforme. Tanto al 95% y 99% de probabilidad, no existe diferencias estadísticas entre los tratamientos, lo que explica que los abonos orgánicos e inorgánicos se comportaron igual en longitud de raíz. El coeficiente de

variabilidad de 2.43% refleja que los análisis de resultados de la investigación están dentro del rango de confiabilidad estadística.

**Cuadro 29: Ordenamiento para longitud de raíz (cm)**

N.º de Orden	Tratamientos	Longitud de raíz (cm)
I	Fertilizante Qco.	25.33
II	Humus, 4 t/ha	25.33
III	H.I.2 t/ha + C.2 t/ha + F. Qco.	25.33
IV	Humus Lombriz, 8 t/ha	24.67
V	Compost, 4 t/ha	24.67
VI	Compost, 8 t/ha	24.33
VII	Suelo agrícola (Testigo),	24.33

**Gráfico 06: Longitud de raíz (cm) para tratamientos.**



Del **cuadro 29** de ordenamiento para longitud de raíz, se desprende que el Fertilizante químico con 25.33 fue superior a los demás tratamientos, siendo el Suelo agrícola (Testigo) con 24.33 cm que ocupó el último lugar. Esta superioridad se debe al alto contenido de elementos nutritivos como nitrógeno y fósforo que incidió en la prolongación de raíces del cultivo de virraca.

### 6.3 DISCUSIONES

- ❖ Según el trabajo de investigación titulado “EFECTO DE CUATRO DOSIS DE HUMUS EN DOS ECOTIPOS DE ARRACACHA (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft) EN ENFASIS EN PLAGAS Y ENFERMEDADES EN CONDICIONES DEL CENTRO AGRONOMICO KAYRA-CUSCO”, el tratamiento con humus de lombriz (8 t/ha) alcanzo en Pesos de raíces 826.00 g/ planta mientras en mi trabajo de investigación el tratamiento con humus de lombriz (8 t/ha) alcanzo en Peso de raíz 528.67 g/ planta.
- ❖ De acuerdo al trabajo de investigación antes mencionado, el tratamiento con humus de lombriz de (8 t/ha), obtuvo en Numero de raíces un promedio de 8.55 unidades, mientras en mi trabajo de investigación con el mismo tratamiento de (8 t/ha) de humus de lombriz, obtuvo un promedio de 7.33 en Numero de raíces maduras.
- ❖ De acuerdo al trabajo de investigación antes mencionado, el tratamiento con humus de lombriz de (8 t/ha), obtuvo en Altura de planta un promedio de 65.70 cm, mientras en mi trabajo de investigación con el mismo tratamiento de (8 t/ha) de humus de lombriz, obtuvo un promedio de 74.00 cm en Altura de planta.

## VII. CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS

### 7.1. Conclusiones (FAO, 2002)

#### 7.1.1 Características cuantitativas:

- ❖ En peso de raíz, el tratamiento Humus Lombriz de 8 t/ha fue superior con 528.67 g/planta (8.81 t/ha), ocupando el último lugar el tratamiento Suelo agrícola (Testigo) con 202.67 g/planta.
- ❖ Número de colinos por planta, el tratamiento con Humus Lombriz de 8 t/ha fue superior con 45.00 colinos por planta, ocupando el último lugar el tratamiento Suelo agrícola (Testigo) con 24.00 colinos por planta.
- ❖ Número de raíces maduras, el tratamiento con Humus de Lombriz de 8 t/ha fue superior con 7.33 raíces maduras por planta; ocupando el último lugar el tratamiento Suelo agrícola (Testigo) con 3.67 raíces maduras por planta.
- ❖ En altura de planta, el tratamiento Humus Lombriz de 8 t/ha fue superior con 74.00 cm de altura de planta mientras el tratamiento Suelo agrícola (Testigo) alcanzo el último lugar con 40.33 cm de altura de planta.
- ❖ En diámetro mayor de raíz, el tratamiento Humus Lombriz de 8 t/ha con 9.27 cm de diámetro y Fertilizante químico con 8.90 cm de diámetro respectivamente, son superiores a los demás tratamientos.
- ❖ En longitud de raíz, el tratamiento con Fertilizante químico alcanzo una longitud de 9.27cm de longitud siendo superior a los demás tratamientos.

## **7.2. Sugerencias**

- ❖ Investigar mediante otros trabajos de tesis experimentos con más de una variedad y abonos orgánicos de la zona.
- ❖ Mediante trabajos de tesis hacer estudios de adaptación de variedades de virraca con colinos producidos en condiciones de los valles interandinos del Cusco.
- ❖ Evaluar mediante trabajos de tesis en cultivos de virraca en condiciones de fitotoldo.

## VIII. BIB (Cooke G., 1983)LIOGRAFÍA

- 1.- Añez, B., Espinosa, W. y Vasquez, J. (2002). Produccion de apio andino en respuesta al suministro de fertilizantes, Universidad de Los Andes, Instituto de Investigacion Agropecuaria (I.I.A.P), Merida - Venezuela. p 40 - 42.
- 2.- Arbizu, C., & Robles, E. (1986). *La coleccion de cultivos de raices y tuberculos andinos de la Universidad Huamanga*. Puno, Peru.
- 3.- Astete Nuñez, V. (1995). *Evaluacion de 42 genotipos de arracacha (Arracacia xanthorrhiza Bancroft) en el valle de la Convencion - Cusco*. Cusco.
- 4.- Cooke G., w. (1983). *Fertilizacion para rendimientos Maximos*.
- 5.- Derecho Egusquiza, A. C. (2015). *Aplicacion de una enzima alfa amilasa fungal a la harina integral de arracacha(Arracacia xanthorrhiza) para la elaboracion de una bebida natural energetica y vitaminica*. Lima, Peru.
- 6.- Dos Santos, F. F., & Do Carmo, C. A. (1998). *Mandioquinha-salsa. manejo cultural*. Brasilia: Embrapa Produção de Informação.
- 7.- Emater, M. G. (1982). *Sistemas de produção para a cultura da mandioquinha-salsa*. (Vol. 9). Belo Horizonte.
- 8.- FAO. (2002). *Los Fertilizantes y su Uso*.
- 9.- Finck, A. (2014). *Fertilizantes y Fertilizacion*. Barcelona - España: Reverte, S.A.
- 10.- Gomez, D. &. (2011). *Abonos Organicos*. Honduras.
- 11.- Grasso, A., & Diaz Zorita, M. (2018). *Manual de Buenas Practicas de Manejo de Fertilizacion*. Buenos Aires, Argentina.
- 12.- Gros, A., & Dominguez Vivancos., A. (1992). *Abonos Guia Practica de la Fertilizacion*. Madrid: Ediciones Mundi - Presa.
- 13.- Guerrero B., J. (1993). *Abonos Organicos, Tecnologia para el Manejo Ecologico del Suelo*. Lima.
- 14.- Hendricks Hodge, W. (1949). *La Arracacha Comestible*.
- 15.- Hermann, M., & Heller, J. (1997). *Arracacha (Arracacia xanthorrhiza Bancroft)*. In: *Andean roots and tubers: Ahipa, Arracacha, maca and yacon. Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops*. Hermann, M. and J. Heller (eds). 21. Institute of Plant Genetics and Crop. Rome, Italy.
- 16.- Herrera, F. L. (1941). *Sinopsis de la flora del cusco*. (Vols. Tomo I, parte sistematica). Cusco - Peru.
- 17.- Hodge, W. (1954). *The edible Arracacha – a Little known root of the Andes. Economic Botani*.

- 18.- Knudsen, S.R., Hermann, M., Dos Santos, F., Sorensen, M. (2004). *Induccion de floracion en el cultivo de racacha (Arracacha xanthorrhiza Bancroft), Raices Andinas, Contribuciones al conocimiento y a la capacitacion.*
- 19.- Lima Estrada, C. W. (2011). *Evaluacion en el Rendimiento en Cinco Entradas del Cultivo de Arracacha( Arracacha xanthorrhiza Bancroft) en la localidad de Pistipata, Huayopata, La Convencion . Cusco.*
- 20.- Maquerhua Velasquez, L. M. (2019). *Efecto del Abonamiento y Fertilizacion en el Cultivo de Espinaca ( spinacia oleracea L.) bajo condiciones de fitotoldo en Kayra. Cusco.*
- 21.- Meza, G., Astete, V., & Cruz, P. (1993). *Cultivo de Virraca ( Arracacha xantorrhiza Bancroft) en el Cusco y Apurimac.*
- 22.- Mosquera, B. (2010). *Abonos Organicos, protegen el suelo y garantizan alimentacion sana. U.S.A.*
- 23.- Mujica, A. (1990). *La arracacha (Arracacia xanthorrhiza Bancroft) en el Peru. Puno, Peru: Instituto de Investigacion Agraria y Agroindustrial. Programa de Cultivos Andinos.*
- 24.- Palomino Jara, B. D. (2012). *Efecto de cuatro dosis de humus en dos ecotipos de arracacha( Arracacia xanthorrhiza Bancroft) en enfasis en plagas y enfermedades en condiciones del Centro Agronomico Kayra. cusco.*
- 25.- Picado, J., & Añasco, A. (2005). *Preparacion y uso de abonos organicos solidos y liquidos (serie organica N°- 07 ed.). San Jose, Costa Rica.*
- 26.- Placencio Mamani, S. (2012). *EVALUACION AGRONÓMICA DE CUATRO MORFOTIPOS DE ARRACACHA (Arracacia xanthorrhiza), en la Cominidad de Torire de la Provincia Inquisivi, del Departamento de La Paz, Tesis de Ingeniero Agronomo, Facultad de Agronomia - UMSA, La paz-Bolivia. La Paz.*
- 27.- Ramirez Candia, L. (2018). *Evaluación del contenido nutricional de nueve entradas de raqacha (Arracacia xanthorrhiza BANCROFT), sector de Alfamayo, Huayopata, La Convención – Cusco. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agrarias – UNSAAC. Cusco, Peru.*
- 28.- Rivera, J., Garnica, J., Rubio, S., Lozano, M., Rosero, J., Trujillo, L., Herrera, Y. (2015). *Recomendaciones tecnologicas para la produccion de semilla de calidad de arracacha(Arracacia xanthorrhiza BANCROFT). bogota: Liliana Gaona Garcia.*
- 29.- Robles, J., Hashimoto, J., . (2006). *Arracacha (Arracacia xanthorrhiza Bancroft). Biodiversidad y Conservación de los Recursos Filogenéticos Andinos. Trujillo, Peru.*
- 30.- Salazar Proaño, C. A. (1997). *Evaluacion y caracterizacion citogenetica de 20 entradas ecuatorianas de zanahoria blanca, Cutuglahua - Pichincha, Tesis*



de grado #S161P, biblioteca Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas. Quito, Ecuador.

- 31.- Santos, F., Salas, S., Flores, D., Guamanga, A., Coronado, G. (2004). *Manejo de semilla y uso de almacigo en el Cultivo de Arracacha*.
- 32.- Santos, F.; Costa, G; Macedo, P; Krieck, R. (2000). *Mandioquinha-salsa no Agronegocio do Estado do Paraná. Curitiba: EMATER-PR.*
- 33.- Soukup Sdb, J. (1987). *Vocabulario de los nombres vulgares de la flora peruana y catalogo de los generos*. Lima - Peru: Salesiano.
- 34.- Suquilanda Valdivieso, M. B. (2012). *Produccion organica de cultivos andinos*. Obtenido de [http://www.fao.org/fileadmin/user\\_upload/mountain\\_partnership/docs/1\\_produccion\\_organica\\_de\\_cultivos\\_andinos.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/mountain_partnership/docs/1_produccion_organica_de_cultivos_andinos.pdf)
- 35.- Tapia, M. E. (2000). *Cultivo andinos sub exportados y su aporte a la alimentacion, Organizacion de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentacion, FAO.*
- 36.- Towle, A., & Margaret. (1960). *The ethnobotany of precolumian Peru*. Londres.
- 37.- Van Konijnenburg, A. (2007). *Agricultura organica - el compost*.
- 38.- Vitorino Flores, B. (1988). *Manual de Analisis de Suelo*. Cusco.
- 39.- Zanin, A. &. (1984). *Origem, distribucao geográfica e botânica da mandioquinha – salsa. Informe agropecuario, Belo Horizonte, Brasil (120).*

#### SITIOS WEB:

- 40.- Giannoni, D. (2 de febrero de 2018). Peruecologico.com.pe. Obtenido de [http://www.peruecologico.com.pe/raiz\\_arracacha](http://www.peruecologico.com.pe/raiz_arracacha)
- 41.- <http://www.lamolina.edu.pe>. (s.f.). Obtenido de <http://www.lamolina.edu.pe/Investigacion/programa/achira/arracacha>
- 42.- <https://es.wikipedia.org>. (s.f.). Obtenido de [https://es.wikipedia.org/wiki/Arracacia\\_xanthorrhiz](https://es.wikipedia.org/wiki/Arracacia_xanthorrhiz)
- 43.- <https://www.docplayer.es>. (s.f.).

# **ANEXOS**

**Anexo N°01: Cantidad de insumos nutritivos por tratamiento.**

<b>Tratamientos</b>	<b>t /ha</b>	<b>Kg / parcela (3.60 m2)</b>
Humus de lombriz, 8 t/ha	8	2.88
Compost, 8 t/ha	8	2.88
Fertilizante químico	217.00 Kg Urea	0.078
	108.70 Kg FDA	0.039
	334.00 Kg Cl K	0.12
Humus de lombriz 4 t/ha	4	1.44
Compost 4 t/ha	4	1.44
Humus de lombriz 2 t/ha + Compost 2 t/ha + Fertilizante químico	2+2+	0.720+0.720+0.078+0.039+0.120
Suelo agrícola (Testigo)	-	-

**ANEXO 02: Resultados de análisis de suelo, humus de lombriz y compost.**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN SUELOS Y ABONOS  
LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS**

**TIPO DE ANÁLISIS** : Fertilidad y mecánico.

**PROCEDENCIA MUESTRA** : Centro Agronómico K'ayra - Cusco.

**SOLICITANTE** : JUAN CARLOS CUSIHUAMAN CUSIYUNCA

**ANÁLISIS DE FERTILIDAD:**

<b>N.º</b>	<b>CLAVE</b>	<b>C.E. mmhos/cm</b>	<b>pH</b>	<b>M.O. %</b>	<b>N TOTAL %</b>	<b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ppm</b>	<b>K<sub>2</sub>O ppm</b>
01	Suelo Agrícola	0.25	7.20	1.40	0.07	16.00	33

**ANÁLISIS MECÁNICO:**

<b>N.º</b>	<b>CLAVE</b>	<b>ARENA %</b>	<b>LIMO %</b>	<b>ARCILLA %</b>	<b>CLASE TEXTURAL</b>
01	Suelo Agrícola	42	42	16	FRANCO

Cusco, 05 de Julio del 2017.

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN SUELOS Y ABONOS**  
**LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS**

**TIPO DE ANÁLISIS** : Fertilidad.

**PROCEDENCIA MUESTRA** : Centro Agronómico K'ayra - Cusco.

**SOLICITANTE** : JUAN CARLOS CUSIHUAMAN CUSIYUNCA

**ANÁLISIS DE FERTILIDAD:**

<b>N.º</b>	<b>CLAVE</b>	<b>C.E.</b> mmhos/cm	<b>pH</b>	<b>M.O.</b> %	<b>N TOTAL</b> %	<b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b> ppm	<b>K<sub>2</sub>O</b> ppm
01	Humus de lombriz	0.10	6.80	25.00	1.25	40.00	80

Cusco, 05 de Julio del 2017.

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN SUELOS Y ABONOS**  
**LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS**

**TIPO DE ANÁLISIS** : Fertilidad.

**PROCEDENCIA MUESTRA** : Centro Agronómico K'ayra - Cusco.

**SOLICITANTE** : JUAN CARLOS CUSIHUAMAN CUSIYUNCA

**ANÁLISIS DE FERTILIDAD:**

<b>N.º</b>	<b>CLAVE</b>	<b>C.E.</b> <b>mmhos/cm</b>	<b>pH</b>	<b>M.O.</b> <b>%</b>	<b>N TOTAL</b> <b>%</b>	<b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b> <b>ppm</b>	<b>K<sub>2</sub>O</b> <b>ppm</b>
01	Compost	0.18	6.10	29.00	1.45	38.00	96

Cusco, 05 de Julio del 2017.

## NEVEL DE FERTILIZACION PARA EL CULTIVO DE VIRRACA

**N – P – K**

**120 – 50 – 200**

### CALCULO DE ABONOS ORGANICOS

- sí en 100 kg de Humus de lombriz -----1.5 kg de N  
X -----120 kg de N

$$X = \frac{120 \times 100 \text{ kg de humus de lombriz}}{1.5}$$

X= 8,000 kg de humus de lombriz / hectárea

- Si 10,000 m<sup>2</sup> ----- 8,000 kg de humus de lombriz  
0.48 m<sup>2</sup> ----- y

$$Y = \frac{0.48 \times 8000}{10000}$$

Y= 0,384 kg de humus de lombriz por planta

Y= 384 gr de humus de lombriz por planta.

- sí en 100 kg de Humus de Compost -----1.5 kg de N  
X -----120 kg de N

$$X = \frac{120 \times 100 \text{ kg de Compost}}{1.5}$$

X= 8,000 kg de Compost / hectárea

- Si 10,000 m<sup>2</sup> ----- 8,000 kg de Compost  
0.48 m<sup>2</sup> ----- y

$$Y = \frac{0.48 \times 8000}{10000}$$

Y= 0,384 kg de Compost por planta

Y= 384 gr de Compost por planta.

## CALCULO DE ABONOS INORGANICOS

### CALCULO DE FOSFORO

**0 - 50 - 0**

- sí en 100 kg de FDA -----46 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>  
X -----50 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>

$$X = \frac{50 \times 100 \text{ kg de FDA}}{46}$$

X = 109 kg de FDA por hectárea.

- Si 10,000 m<sup>2</sup> ----- 109 kg de FDA  
0.48 m<sup>2</sup> ----- y

$$Y = \frac{0.48 \times 109}{10000}$$

Y = 0,005232 kg de FDA por planta

Y = 5.232 gr de FDA por planta.

- sí en 100 kg de FDA -----18 kg de N  
109 kg de FDA ----- X

$$X = \frac{109 \times 18 \text{ kg de N}}{100}$$

X = 19.62 kg de N por hectárea.

X = 20 kg por hectárea.

Nuevo nivel de nitrógeno = 120 - 20 = 100

- sí en 100 kg de Urea -----46 kg de N  
X -----100 kg de N

$$X = \frac{100 \times 100 \text{ kg de Urea}}{46}$$

X = 217.39 kg de Urea por hectárea.



Si 10,000 m<sup>2</sup> ----- 217.39 kg de Urea  
 0.48 m<sup>2</sup> ----- y

$$0.48 \times 217.39$$

$$Y = \frac{\quad}{10000}$$

$$10000$$

Y = 0,010 kg de Urea por planta

Y = 10 gr de Urea por planta.

### CALCULO DE POTASIO

**0 - 0 - 200**

➤ sí en 100 kg de Cl k ----- 60 kg de K<sub>2</sub>O  
 X ----- 200 kg de K<sub>2</sub>O

$$200 \times 100 \text{ kg de Urea}$$

$$X = \frac{\quad}{60}$$

$$60$$

X = 333.33 kg de Cl k por hectárea.

Si 10,000 m<sup>2</sup> ----- 333.33 kg de Cl k  
 0.48 m<sup>2</sup> ----- y

$$0.48 \times 333.33$$

$$Y = \frac{\quad}{10000}$$

$$10000$$

Y = 0,0159 kg de Cl k por planta

Y = 16 gr de Cl K por planta.

**ANEXO O3: Galería de fotografías.**

**Fotografía 18: Cultivo de arracacha en pleno brota miento de plantas.**



**Fotografía 19: Cultivo de arracacha en pleno desarrollo vegetativo.**



**Fotografía 20: Cultivo de arracacha con hojas amarillentas días antes de cosecha.**



**Fotografía 21: Muestreo de plantas de arracacha antes de la cosecha.**



**Fotografías 22: Plantas de arracacha cosechadas**

**T1 – Humus de lombriz (8 t/ha)**



**T2 – Compost (8 t/ha)**



**Fotografía 23: Raíces maduras de arracacha con humus de lombriz**



**Fotografía 24: Raíces maduras de arracha con Compost**



**Fotografía 25: Raíces maduras de arracha con fertilizante químico**



**Fotografía 26: Preparación de colinos**



**Fotografía 27: Abonamiento en el cultivo de arracacha**



**Fotografía 28: Altura de planta de arracacha**



**Fotografía 29: Forma de la hoja de arracacha**







