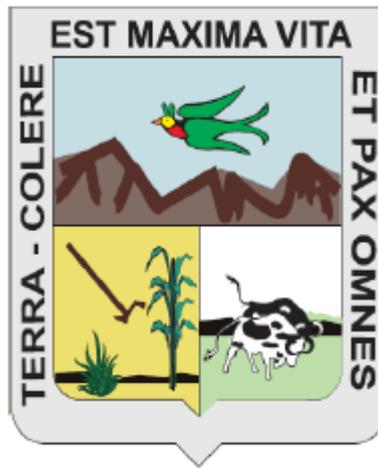


UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILO VALDIZÁN - HUÁNUCO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



FERTILIZACION EN EL RENDIMIENTO DE LA ARRACACHA (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft), VARIEDAD AMARILLA EN CONDICIONES AGROCLIMATICAS DE INSTITUTO DE INVESTIGACION FRUCTICOLA OLERICOLA – UNHEVAL – 2016

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

ALEJO MAYLLE, ABEL

HUÁNUCO-PERÚ

2016

DEDICATORIA

*A mis padres: Eutemio Alejo Damián y Todolia
Maylle Ventura y a mis hermanos y hermanas por
el apoyo brindado durante mi formación
profesional.*

*A todo los amantes de la naturaleza y aquellos
mártires de la agricultura, quienes cultivan la tierra
buscando en la planta la magia de sus frutos.*

AGRADECIMIENTO

A Dios todo poderoso, por concederme la vida, brindarme salud y permitirme la culminación de mi trabajo de investigación satisfactoriamente.

A mis padres; por todo el esfuerzo, apoyo y comprensión que me ofrecen día a día.

A la UNHEVAL, mi casa superior de estudios, por albergarme en sus aulas durante cinco hermosos años.

Al ingeniero Fernando Gonzales Pariona, por el esfuerzo demostrado en el desarrollo de sus enseñanzas, por el asesoramiento constante durante la realización y redacción de la tesis

A mis docentes de la EAP de la ingeniería Agronómica; quienes contribuyeron en mi formación personal y profesional, y en especial al Ing. Fernando Gonzales Pariona y la Dra. Milka Nelly Tello Villavicencio

Y a mis colegas; que compartieron junto a mí en las aulas de la EP ingeniería Agronómica, y en especial a mis amigos (as), Didianna Velasquez Puente, Anait García Nieves, Edson Sofonías Alania Barrueta y Pepe Reyes Espinoza.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación, “Fertilización en el rendimiento de la arracacha (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft), variedad Amarilla, en condiciones agroclimáticas de Instituto de Investigación Frutícola Olerícola – UNHEVAL – 2016”; los objetivos fueron: Evaluar el efecto de la fertilización en el rendimiento de la arracacha (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft), variedad Amarilla, en condiciones agroclimáticos de Instituto de Investigación Frutícola Olerícola, así mismo; evaluar el efecto de fertilizantes en la morfología del cultivo de arracacha, evaluar el efecto de la fertilización en número, longitud, diámetro de la raíz por planta de la arracacha, determinar el efecto de la fertilización en el rendimiento por área neta experimental y rendimiento estimado por hectárea de la arracacha, para ello se empleó el Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) con 4 tratamientos y 4 repeticiones, analizándose con la técnica estadística ANDEVA y la prueba de Duncan al 5% y 1% de significación. Las variables evaluadas fueron: altura de la planta, número de brotes/planta, número de hojas/planta, número de raíz/planta; longitud y diámetro de raíz/planta, peso de la raíz/área neta experimental. Los tratamientos fueron: T1 (60 – 150 – 120 de NPK), T2 (100 – 200 – 160 de NPK), T3 (140 – 250 – 200 de NPK), y T0 (00 – 00 – 00 de NPK). Los resultados concluye que la altura de la planta 65,34 cm, número de brotes/planta 21,35 brotes y número de raíz/planta 12,55 el T3 logra los mejores resultados en relación a los demás tratamientos; número de hojas/planta 166,58, longitud de la raíz 22,55 cm y diámetro de la raíz 5,25 cm, rendimiento por área neta experimental 11,5 kg y rendimiento estimado 30 010, 43 kg/ha, el T2 logra mejores resultados en relación a los demás tratamientos, para lo cual se recomienda emplear la dosis de fertilización de 100 – 200 – 160 de NPK a un distanciamiento de 0,80 entre surcos y a 0,60 m entre plantas; debido a que se obtuvieron mejores rendimientos.

Palabras Claves: fertilización, producción, variedad, rendimiento, arracacha

ABSTRAC

The present research work "Fertilization in the yield of arracacha (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft), yellow variety, under agroclimatic conditions of Institute of Fruit Research - UNHEVAL - 2016"; The objectives were: To evaluate the effect of the fertilization on the yield of the arracacha (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft), yellow variety, in agroclimatic conditions of Institute of Research Fruit Orchard, also; To evaluate the effect of fertilization on the number of roots, arracacha plant, determine the effect of fertilization on net yield and experimental yield (DBCA) with 4 treatments and 4 replicates, using the statistical technique ANDEVA and the Duncan test at 5 % And 1% of significance. The variables evaluated were: plant height, number of shoots / plant, number of leaves / plant, root / plant number; Length and diameter of root / plant, weight of root / experimental net area. The treatments were: T1 (60-150-100 of NPK), T2 (100-200-360 of NPK), T3 (140-250-200 of NPK), and T0 (00-0000 of NPK). The results conclude that the height of the plant is 65,34 cm, number of shoots / plant 21,35 shoots and number of root / plant 12,55 T3 achieves the best results in relation to the other treatments; Number of leaves / plant 166.58, root length 22,55 cm and root diameter 5,25 cm, yield per net experimental area 11, 5 kg and estimated yield 30 010, 43 kg / ha, T2 achieves better results in relation to the other treatments, for which It is recommended to use the fertilization dose of 100 - 200 - 160 of NPK at a distance of 0,80 between grooves and 0,60 m between plants; Due to better yields.

Keywords: fertilization, production, variety, yield, arracacha

INDICE

I.	INTRODUCCIÓN	9
1.1.	FORMULACIÓN DE PROBLEMA.....	9
1.2.	OBJETIVOS	9
II.	MARCO TEORICO	10
2.1.	FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	10
2.1.1.	Origen y distribución	10
2.1.2.	Clasificación taxonómica	11
2.1.3.	Descripción morfológica	11
2.1.4.	Usos y valor nutritivo	14
2.1.5.	Requerimiento del cultivo	17
2.1.6.	Manejo agronómicos	18
2.1.7.	Labores culturales	22
2.1.8.	Plagas y enfermedades	23
2.1.9.	Cosecha	26
2.1.10.	Variedades.....	27
2.1.11.	Rendimiento.....	28
2.1.12.	Fertilizantes.....	28
2.2.	ANTECEDENTES.....	35
2.3.	HIPÓTESIS	35
2.4.	ÓPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	36
III.	METODOS Y MATERIALES	37
3.1.	LUGAR DE EJECUCIÓN.....	37
3.1.1.	Ubicación Política	37
3.1.2.	Ubicación Geográfica	37
3.1.3.	Características agroecológicas del Instituto de Investigación Frutícola Oleícola (IIFO)	37
3.2.	TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN	40
3.2.1.	Tipo de Investigación.....	40
3.2.2.	Nivel de Investigación.....	40
3.3.	POBLACIÓN, MUESTRA, Y UNIDAD DE ANÁLISIS	40
3.3.1.	Población.....	40
3.3.2.	Muestra	40
3.3.3.	Tipo de muestreo.....	40

3.4.	TRATAMIENTO EN ESTUDIO	41
3.5.	PRUEBA DE HIPÓTESIS	41
3.5.1.	Diseño de la investigación	41
3.5.2.	Datos a registrar	46
3.5.3.	Técnica e instrumento de recolección de información.....	47
3.6.	MATERIALES Y EQUIPOS	48
3.7.	CONDUCCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	49
3.7.1.	Elección de terreno y toma de muestra.....	49
3.7.2.	Preparación del terreno	49
3.7.3.	Trazado de campo.....	49
3.7.4.	Plantado	49
3.7.5.	Control de maleza	50
3.7.6.	Fertilización	50
3.7.7.	Riegos.....	50
3.7.8.	Aporque.....	50
3.7.9.	Control fitosanitario.....	51
3.7.10.	Cosecha	51
IV.	RESULTADOS.....	52
4.1.	MORFOLOGÍA	53
4.1.1.	Altura de plantas.....	53
4.1.2.	Número de hojas por planta.....	55
4.1.3.	Número de brotes por planta	57
4.2.	RENDIMIENTO	59
4.2.1.	Número de raíces por planta	59
4.2.2.	Longitud de la raíces por planta.....	61
4.2.3.	Dinámetro de la raíz por planta.....	63
4.2.4.	Rendimiento por área neta experimental	65
4.2.5.	Rendimiento estimado por hectárea	67
V.	DISCUSIÓN.....	68
5.1.	MORFOLOGÍA	68
5.1.1.	Altura de planta	68
5.1.2.	Número de hojas por planta.....	68
5.1.3.	Número de brotes por planta	68
5.2.	RENDIMIENTO	69
5.2.1.	Número de raíz por planta	69

5.2.2.	Longitud de la raíz por planta	69
5.2.3.	Diámetro de la raíz por planta.....	69
5.2.4.	Rendimiento por hectárea.....	69
VI.	CONCLUSION	70
VII.	RECONMENDACIONES.....	71
VIII.	LITERATURA CITADA.....	72
	ANEXO.....	75

I. INTRODUCCIÓN

La arracacha, (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft) es una planta cultivada más antigua de América (Rodríguez 1999), sin clasificación taxonómica oficial con un origen controversial, sin embargo existen estilizaciones en la cerámica nazca que parecerían ser raíces de arracacha, lo que sustentaría su procedencia peruana, por lo que actualmente en muchos países es conocida como “*Peruvian Carrot*”

Este cultivo en su raíz contiene, calcio, fósforo, potasio, hierro, ácido ascórbico, niacinas, riboflavina, tianina y pirodoxina, por la cual es recomendable para la dieta de niños y ancianos enfermos por la finura de su almidón y fácil digestibilidad. (Jiménez y Ramos 2005).

Los países más importantes en la producción son: Colombia, Ecuador, Venezuela y Brasil, donde su siembra es extensiva. En el Perú, las principales zonas productoras se encuentran en las regiones de Amazonas, Ayacucho, Cajamarca, Cuzco, Huánuco, La Libertad, Lima, Piura, Puno y San Martín. (Dos Santos 2004).

En la actualidad la región Huánuco se encuentra en una zona que cuenta con condiciones edafoclimáticas óptimas, para producir el cultivo de arracacha de calidad y altos rendimientos, pero a consecuencia de la escasa información de fertilización no se puede establecer una dosis adecuada para mejorar los rendimientos rentables; por ello los productores de arracacha en nuestra región cultivan de manera tradicional y no se está abasteciendo el mercado interno.

Si los productores del cultivo de arracacha, continúan produciendo este cultivo empleando las dosis de fertilización sin conocimiento previo, entonces no obtendrán mejores rendimientos, por ende no obtendrán una buena rentabilidad.

Teniendo en cuenta esta problemática ha sido necesario probar las diferentes dosis de fertilización, para evaluar los resultados y establecer la dosis adecuada para el cultivo de Arracacha, asimismo garantizar credibilidad del resultado obtenido.

1.1. FORMULACIÓN DE PROBLEMA

Problema general

¿Cuál será el efecto de la fertilización en el rendimiento de la arracacha (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft), var. Amarilla en condiciones agroclimáticas de Instituto de Investigación Frutícola Olerícola?

Problemas específicos

1. ¿Cuál será el efecto de la fertilización en la morfología del cultivo de arracacha?
2. ¿Cuál será el efecto de la fertilización en número, longitud, y diámetro de la raíz por planta de la arracacha?
3. ¿Cuál será el efecto de la fertilización en rendimiento por área neta experimental y estimado por hectárea de la arracacha?

1.2. OBJETIVOS

Objetivo general

Evaluar el efecto de la fertilización en el rendimiento de la arracacha (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft), var. Amarilla en condiciones agroclimáticas de Instituto de Investigación Frutícola Olerícola

Objetivos específicos

1. Evaluar el efecto de la fertilización en la morfología del cultivo de arracacha.
2. Evaluar el efecto de la fertilización en número, longitud y diámetro de la raíces por planta de la arracacha.
3. Determinar el efecto de la fertilización en el rendimiento por área neta experimental y rendimiento estimado por hectárea de la arracacha.

II. MARCO TEORICO

2.1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1.1. Origen y distribución

Rodríguez (1999), menciona que la arracacha es considerada una de las plantas cultivada más antiguas de América, en virtud de su gran variabilidad y la existencia de formas silvestres de la misma. No hay vestigios que permitan identificar el origen exacto, pero es probable que se encuentre en el norte de América del sur, entre Colombia, Ecuador y Perú, por la presencia de especies silvestres afines.

Jiménez y Ramos (2005), Indica que su área original de dispersión son las cordilleras andinas; desde Venezuela a Bolivia, esta zona de los andes comprendió los antiguos límites de la cultura inca, sugiriéndose que hayan sido sus pobladores quienes domesticaron por primera vez esta planta.

Los científicos del Centro Internacional de la Papa CIP (2015) calculan que unas 30 000 hectáreas están destinadas al cultivo de la arracacha en América del Sur y América Central. Muchas evidencias apuntan a los Andes Sudamericanos como el lugar de domesticación de la arracacha. A pesar de que el género Arracacia está particularmente diversificado en México, las especies nativas que más se asemejan a la arracacha son conocidas del Perú y especialmente de Ecuador.

Hoy en día, la arracacha se produce principalmente en cuatro países: Brasil, Colombia, Ecuador y Venezuela cuya área de producción llega alrededor de las 300 000 Ha. En estos países, la arracacha es un producto regular en los mercados urbanos es consumida y conocida por la mayor parte de la población. La arracacha es comercializada a largas distancias para proveer a regiones donde la producción no puede crecer debido a razones climáticas, zonas tropicales, zonas altas de los andes. (Dos Santos 2004).

2.1.2. Clasificación taxonómica

Según Rojas (2006), la arracacha tiene la siguiente clasificación botánica:

Reino: Plantae

Clase: Angiospermae

Orden: Apiales

Familia: Apiaceae

Género: *Arracacia*

Especie: *Arracacia xanthorrhiza* Bancroft

2.1.3. Descripción morfológica

a. Raíz

Hodge (1999), indica que el cuerpo de la raíz es recto o encorvado, aplanado a menudo en su parte superior por la presión de otras raíces y terminado en un ápice delgado que emite fibras de escasa longitud. Su superficie casi lisa, está cubierta por una delgada película que presenta cicatrices transversales, como las raíces de la zanahoria. Así mismo indica que las raíces más jóvenes tienen una epidermis lisa, las raíces viejas desarrollan unas capas corchosas de color pardo, que dan a las raíces cosechadas una ligera apariencia de yucas.

Las raíces son de dos tipos, unas finas y largas y las otras tuberosas que nacen de la parte inferior del tallo (corona); las segundas, que son la razón del cultivo de esta especie, varían su número de tres a veinticuatro, de forma ovoide, cónica o fusiforme, de color blanco, amarillo o morado según la variedad alcanzando longitudes de 8 a 20 cm. y con diámetro de 3 a 8 cm. Estas raíces están formadas principalmente de floema, cuyo parénquima contiene el almidón, observándose cerca del cambium, células llenas de pigmentos morados que lo delimitan claramente; así como muchos canales de aceite, cuyo aroma le da un gusto especial, característico de la zanahoria blanca. Su xilema o parte central está también formado por el parénquima con mucho almidón (Salazar 1997).

b. Tallo

Añez *et al* (2002), señala que el tallo está formado por una cepa llamada madre y los hijos con sus hojas. La cepa es cilíndrica de 3 a 10 cm de largo por 2 a 8 cm de diámetro, cubierta por muchos surcos transversales configurando una superficie rugosa.

Álvarez (2001), menciona que el tallo se compone de una cepa llamada corona de forma cilíndrica corta, de 4 a 10 cm de largo por 4 a 15 cm de diámetro, de su parte superior salen ramificaciones cortas o brotes denominados colinos. De la cepa parten ramificaciones cortas o brotes una vez separadas de la cepa, emiten raíces en sus extremidades inferiores y forman una planta nueva, en estructura similar a la cepa.

c. Hijuelos

Robles *et al* (2006), menciona que entre el tallo y las raíces se encuentran una corona que da origen a la parte aérea y a las raíces tuberosas. En la parte superior de la corona aparecen ramificaciones conocidas como hijuelos, brotes, hijos o propágulos, utilizados para la propagación vegetativa, el número variable de 10 a 13 y de donde nacen las hojas.

De yemas axilares de la parte superior de la cepa emergen brotes adheridos a aquella, por medio de una base angosta y curvada, ensanchándose hacia arriba semejando un cono invertido. Presentan gran cantidad de entrenudos angostos cubiertos de escamas foliares. En su extremo superior brotan de cuatro a diez hojas en cada hijo (Mujica 2002).

d. Peciolos

Mujica (2002), menciona el peciolo es abierto y envolvente en la base y se cierra arriba en forma de tubo, de color verde oscuro, verde glauco, verde limón, purpura, violáceo o vinoso, con la base más oscura o más clara.

e. Hojas.

Álvarez (2001), 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 folíolos opuestos y una terminal.

Mujica (1990) menciona que las hojas son compuestas, con 3 o 4 pares de folíolos 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 es peciolada y se dividen en pinnadas de forma irregular, las superiores son sésiles y están divididas en lóbulos, los bordes son dentados.

f. Inflorescencia

Blas (2005), menciona el eje floral presenta alrededor de 15 - 20 umbelas compuestas, la inflorescencia es una umbela compuesta con 8 - 14 umbelas, cada umbela lleva 10 - 25 flores. La flor es perfecta en la parte externa de la umbela (flores con gineceo y androceo funcional), sin embargo en la parte interna solo existen normalmente flores 10 estaminadas, las flores son muy pequeñas y el fruto desarrolla solamente un máximo de dos granos.

Hermann (1997), manifiesta que en los Andes rara vez se observa la floración, pero es frecuente en zonas que se encuentran sobre los 900 msnm de altitud y 20° latitud sur. Se considera que los factores que influyen en la floración de la arracacha no están claramente definidos.

Dos santos (2004) menciona 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.

g. Flores

En las flores femeninas como masculinas existen cinco pétalos, estos son más erectos y ovales en las masculinas y más recurvadas en las extremidades de las flores femeninas. 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 (Robles y Hashimoto 2006).

Rojas (2006), menciona que la floración ocurre cerca del final de la estación o cuando la planta está por llegar a la madurez. Las observaciones de estos autores sugerirían que la floración en arracacha depende de la edad.

Esta hipótesis puede ser parcialmente sustentada por las observaciones realizadas en la universidad del cusco y en un valle cercano, donde florecieron plantas de 20 a 24 meses de edad entre los 12 y 13 meses después del tiempo de cosecha. En este caso la floración estaba asociada con un periodo precedente de baja temperatura.

La flor es umbela compuesta con flores purpuras o amarillas con dos ramas laterales y una terminal, las flor se forma de un cáliz diminuto, 5 pétalos verdosos que alternan con estambres largos y finos (Mujica, 1990).

h. Fruto

El fruto 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. En los frutos se encuentran canales que contienen un aceite característico especial que varían en tamaño, cantidad y disposición en el fruto, siendo importantes para distinguirlas entre las especies (Añez *et al* 2006).

2.1.4. Usos y valor nutritivo

a. Uso

Dos Santos (2004), indica además de los usos alimentarios y medicinales para seres humanos, la arracacha se utiliza también como un alimento complementario para el engorde de porcinos, la parte que se utiliza para la alimentación de cerdos son el corno y los propágulos conocidas localmente como kukus.

Quienes crían cerdos reconocen varias ventajas del empleo de la arracacha en la alimentación, señalan que es un alimento excelente principalmente en la etapa de engorde y que además presenta buena palatabilidad y finalmente el empleo de los cormos aumenta la eficiencia de aprovechamiento de la arracacha, ya que solo el 10 % se utilizan para la obtención de la semilla y el resto se desecha (Álvarez 2001).

Cuadro 01: Escenario para los productos frescos y agroindustriales de la arracacha en la alimentación humana y animal.

Órgano de la planta	Usos	Productos
Raíz	Directo	Hervidos, hojuelas, buñuelos, puré, cremas, encurtidos, etc. Alimentación de animales domésticos
	Indirecto	Alimentación humana: compotas para niños, enlatados, galletas, almidón, bebidas refrescante y picantes, deshidratados y harinas integrales y refinada.
Talluelos	Directo	Alimentación humana: sopas ensaladas.
Hojas	Directo	Forraje para alimentación animal. Guisado y ensaladas en alimentación humana

Fuente: Álvarez (2001).

b. Valor nutritivo

Álvarez (2001), indica que la arracacha es notablemente excelente fuente de vitaminas y de minerales, las vitaminas que se pueden resaltar como los más importantes son la de complejo B (Tianina, riboflavina, niacina y pirodoxina), y vitamina A, los minerales presentes son el calcio, fosforo y hierro. En carbohidratos totales la mayor fracción corresponde al almidón, que representa cerca del 80 % y los azucares totales el 0,6 %.

La arracacha se recomienda en las dietas de infantiles y personas convalecientes, principalmente por su contenido de minerales y vitaminas del complejo B, otros factores determinantes son el uso en dietas especiales por las características del almidón que contiene bajo contenido de amilopectina y ausencia total de factores antinutricionales que lo hacen altamente digestible.

Cuadro 2. Composición química de la raíz reservantes de arracacha (en 100 g de materia seca).

Composición	Promedio (g)	Variación (g)
Agua	74	64,12 – 81,37
Sólidos totales	26	16,83 – 34,14
Proteínas	0,96	0,60 – 1,85
Lípidos	0,26	0,18 – 0,35
Ceniza	1,3	1,05 – 1,38
Fibra	0,85	0,6 – 1,98
Almidón	23,51	16,91 – 26,49
Azúcar	1,66	0,65 – 1,98
Calorías (cal)	104	96,00 – 126,00
Vitaminas	Mg	Mg
Ácido ascórbico	23	18,26 - 28,40
Vitamina A	1759,87	254,75 – 6878,53
Vitamina B3	3,45	1,00 – 4,50
Vitamina B6	0,03	0,01 – 0,07
Minerales	Mg	Mg
Calcio	65,25	45,10 – 127.62
Hierro	9,51	3,60 – 15,41
Fosforo	55	32,50 – 158,70
Potasio	2,4	1,86 – 3,04
Magnesio	64,12	55,0– 97,64

Fuente: FAO (2002).

2.1.5.Requerimiento del cultivo

a. Temperatura

Esta planta requiere de temperatura entre 14 y 21 °C para efectos de un buen crecimiento; temperaturas menores demoran la maduración, la planta no tolera heladas. Altas temperaturas parece no tolerar periodos muy largos sobre los 28° C (Robles y Hashimoto 2006).

Álvarez (2001), al respecto menciona que se cultiva hasta la isoterma de 22 °C. Su óptimo de temperatura parece estar entre 15 y 16 °C. No soporta las temperaturas muy bajas como la papa, oca o ulluco.

b. Fotoperiodo

La arracacha es una planta de fotoperiodo corto, necesita de al 600 a 1 000 mm de agua de lluvia. Las temperaturas ideales están entre los 14 a 21 °C, Las bajas temperaturas pueden afectar su crecimiento y desarrollo. (Jiménez y Ramos 2005).

c. Humedad y precipitación

Además del calor y la luz, la humedad es otro de los factores climáticos que ejercen una influencia decisiva en la vegetación de la arracacha. En muchos países la arracacha no se riega sino que es suficiente con el agua de lluvia o con la humedad que absorbe la tierra de la atmósfera; en cambio, en otros se hacen necesarios los riegos, porque durante la época en que se lleva a cabo el cultivo no llueve o son insuficientes las precipitaciones o la atmósfera carece de humedad. El cultivo de la arracacha para su normal desarrollo requiere de una distribución uniforme de las lluvias parece ser importante; lo ideal sería alcanzar 1,000 mm. De precipitación fluvial y que nunca baje de 600 mm. Anuales (Jiménez y Ramos 2005).

d. Suelo

Álvarez (2001), indican el cultivo de arracacha prefiere suelos de textura mediana, no presenta gran adaptabilidad a diferentes tipos de suelo, suelos muy pesados o mal preparados provocan la producción de raíces cortas, arredondeadas, asemejándose a papas, no tolera encharcamiento, debiéndose utilizar suelos bien drenados, pH de 6 y 7; textura franca o franco – arenosa.

Reyes (1993), El cultivo de la arracacha es una hortaliza exigente en suelos sueltos, profundos, sin impedimentos al crecimiento y desarrollo completo de las raíces. Suelos con buen drenaje, alto contenido de materia orgánica, pH moderadamente ácido 5,6; textura franca o franco – arenosa, con buena estructura y bien dotados de nutrientes, especialmente de fósforo, potasio y boro.

2.1.6. Manejo agronómicos

a. Preparación de suelo

Álvarez (2001), menciona para realizar la preparación del suelo es necesario utilizar una arada profunda un mes antes de la siembra. Una rastreada para dejar uniforme la superficie del suelo. Los terrones del suelo deben ser pequeños para facilitar la emergencia de las plántulas.

Salas *et al* (2002), al respecto menciona que para tener un suelo bien aireado que facilite el desarrollo normal de las plantas, es necesario ejecutar 3 labranzas (una arada y dos cruces) con promedio de 45 días entre la primera y la tercera, lo que permite lograr una adecuada oxigenación y disminuir la carga patógena presente en la tierra de cultivo.

b. Elección de plántulas

Dos Santos (2004), 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. El punto de partida es la correcta selección y manejo de las plantas madres, es importante determinar la calidad de las plantas, tomando en cuenta variables como: plagas y enfermedades. Preferiblemente coleccionar las plantas en periodos más secos, o que reduzca el riesgo de pudrición de las semillas. La

edad recomendada de la planta madre para la obtención de los colinos debe estar entre los 7 a 9 meses.

Robles y Hashimoto (2006), mencionan que la capacidad de una planta para producir depende principalmente de la calidad de los hijuelos o colinos, que es el material de siembra. El uso de plántulas de calidad inferior limita la producción de raíces comerciales, por lo que ellas deben ser seleccionadas a partir de plantas sanas y productivas.

El mismo autor indica que las plantas muy jóvenes pueden tener una capacidad de enraizamiento muy reducida en razón del bajo contenido de materia seca, traduciéndose en la aparición de muchas fallas en el campo, después de la cosecha y selección de las raíces tuberosas, las coronas son esparcidas y almacenadas a la sombra por 10 a 15 días para provocar el marchitamiento.

Los brotes son separados de la corona a través de la selección de la más vigorosas y sanas, descartándose las sospechosas de virus. De una corona pueden seleccionarse 10 a 20 brotes, cuyo tamaño y diámetro varían en función del clon utilizado. En algunos clones la separación se hace manualmente oriundos de semillas botánicas, recomendándose utilizar los brotes de la periferia que por ser más nuevos son menos sujetos al florecimiento, (Robles *et al* 2006).

c. Preparación de los brotes

Después de seleccionar los brotes, se eliminan las hojas con instrumentos cortantes dejando una parte del peciolo de 5 cm. Este corte debe ser basal y realizando de tal manera que el cambium vascular sea mejor expuesto pues allí es donde se originan las raíces. Esta práctica es recomendable en la preparación de las plántulas pues posibilita un mejor enraizamiento, mayor producción de raíces tuberosas por planta y consecuentemente mayor producción, (Robles *et al* 2006).

Dos Santos (2004), indica que el corte de los "colinos - semilla" 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 pueden causar el rompimiento del tejido ocasionando malformaciones de raíces reservantes 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. Debemos llamar la atención que el corte en bisel o cuña, facilita la introducción de la semilla en el suelo, exigiendo menor esfuerzo.

d. Almacenamiento de brotes

Luego de la preparación de los brotes, estos deben ser sembrados inmediatamente, otros prefieren guardarlos 3 a 4 días después de la preparación de los brotes para facilitar la cicatrización de los cortes, colocándolos en un lugar ventilado cuyo almacenamiento no debe pasar de 60 días. Un método simple para almacenar los brotes consiste en cortar parte de la corona después de la cosecha de la planta, colocándolos inmediatamente en contacto con el suelo, en terreno limpio, cubriéndolos con capas de pasto seco de forma que permita un sombreado y aireación, (Robles y Hashimoto 2006).

e. Tratamiento de las plántulas

Santos *et al* (2000), señalan 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 – semilla son colocados en redes para la desinfección, el desinfectado 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-semilla deben permanecer por lo menos entre 5 a 10 minutos para luego secarlos a la sombra entre 30 a 40 minutos.

Por su parte Robles *et al* (2006), mencionan que dependiendo de las condiciones, el tratamiento de las plántulas con plaguicidas, aun con

antibióticos, se realiza por inmersión y en seguida secadas a la sombra, con el objeto de reducir la incidencia de ácaros y pulgones; o en el caso de antibióticos para evitar la aparición de bacterias

f. Plantación

Blas (2005) menciona que la siembra de la arracacha es una labor adecuada para mujeres donde poseen mejores aptitudes para las labores de mano, donde las mujeres cargan a su espalda bultos llenos de colinos y se ubican cada una al principio de un huacho para empezar la siembra; raspan la tierra y ubican dos o tres colinos por hueca una distancia entre 35 y 50 cm.

Así mismo indica que las distancias entre plantas está determinada por las preferencias del productor, al tener más espacio entre plantas estas engrosan mejor, la mejor época para sembrar la arracacha es al inicio de las lluvias en septiembre y octubre; sin embargo, debido a las constricciones del mercado y a las condiciones ecológicas en la parte más alta permiten la retención de humedad durante todo el año, los productores en la actualidad la siembran en cualquier momento, incluso en julio al inicio del verano.

g. Densidad de siembra

Centro Internacional de la Papa (2015), reporta que los distanciamientos en promedio de siembra, en las diferentes regiones son de 0,80 m. entre surcos y 0,60 m. entre plantas. Por lo general se siembra una semilla por golpe, lo que significa un total de 20,833 plantas por ha.

Mujica (1999), indica que la arracacha se reproduce por los brotes que aparecen en la corona de la raíz, llamados colinos en Colombia, hijuelos en Perú. Se requieren unos 20,000 colinos por ha, lo que representa más o menos unos 350 a 500 kg de material de propagación.

h. Fertilización y abonamiento

Mujica (1999), recomienda aplicar el abono al momento de plantar, alrededor de los hijuelos antes de cubrirlos con tierra o a los 40 días después de plantados, se puede también, dividir en dos partes la cantidad total del fertilizante, una al plantar y la otra, tres meses después.

Espinoza (1999), recomienda usar una fertilización de 600 Kg/ ha de la fórmula 10 – 10 - 15 y varias aplicaciones de boro, sin mencionar la época ni la forma de aplicación de la formula completa.

2.1.7.Labores culturales

a. Control de malezas

Mujica (1999), menciona que el control de malezas en el manejo orgánico del cultivo de arracacha se realiza a los 30 días después de la siembra de forma manual lo cual consiste en desmatonar o eliminar las malezas del cultivo para evitar la competencia por espacio, luminosidad y nutrientes.

Salas *et al* (2002), recomienda practicar de 3 a 4 deshierbo según la estación, estado vegetativo y tipo de suelo; para el ultimo deshierbo se requiere de menos mano de obra por no tener la necesidad de cuidar mucho a la planta por encontrarse ya formada.

Álvarez (2004), Indican el control de malezas varía de 1 a 3, de acuerdo a la zona y a la frecuencia de las lluvias, las cuales favorecen la salida de arvenses.

b. Aporque

Al respecto Álvarez (2001), Menciona que en general, los agricultores sostienen que la arracacha no necesita aporque y que cuando se realiza esta labor, la planta tiene un exuberante desarrollo foliar, mayor número de hijuelos o colinos y mayor tamaño de corona, pero poca formación de raíces. Sin embargo, algunos agricultores realizan un ligero aporque aprovechando el primer deshierbo, que generalmente se realiza cuando la planta está en —banderitall (primera hoja expuesta).

c. Riego

Robles y Hashimoto *et al* (2006), mencionan que este cultivo es muy exigente en agua durante todo el periodo vegetativo. Al inicio de este periodo los riegos deben ser frecuentes para facilitar el enraizamiento, reduciéndose posteriormente de acuerdo con las condiciones del clima y de la retención de la humedad del suelo, puede ser por gravedad o presurizados.

Los riegos influyen directamente en el aumento de la producción y de la calidad de las raíces de esta hortaliza, siendo en la práctica perjudicial el exceso o falta de humedad, puesto que la planta se desarrolla constantemente, la especie no tolera encharcamientos, lamentablemente no se ha determinado los coeficientes hídricos (Espinoza 1999).

FAO (2002), reporta que los riegos deben ser ligeros en las primeras etapas de desarrollo, posteriormente deben ser constantes en la pre – floración y floración, deteniendo en la etapa de madurez.

2.1.8. Plagas y enfermedades

a. plagas.

Reyes (1993), menciona las siguientes plagas:

Broca (*Conotrachelus cristatus*)

Es uno del insecto claves del cultivo de la arracacha; debido a que la larva minadora afecta directamente a los colinos que causan grandes pérdidas, principalmente inviabilizando el uso de los colinos para la próxima siembra, el control es posible en almácigos en pre - enraizamiento de mudas utilizando trampas de luz, colocando un recipiente en la parte inferior de la trampa con insecticida, lo que ocasiona la muerte del adulto por contacto o ingestión.

Arañita roja (*Tetranychus sp*)

Insecto de importancia económica durante las épocas de verano. Tanto la ninfa como el adulto causan el daño por el envés de la hoja, donde raspan y succionan la savia dejando una superficie plateada; en casos severos de ataque causan el marchitamiento y retraso en el desarrollo de la planta.

Cucarrón (*Epitrix spp*)

Existen varias especies, son de tamaño y colores variados; además puede existir dimorfismo sexual y diferente época de emergencia; que se consideran plagas en el cultivo de papa y arracacha que provocan daños importantes, en estado adulto ataca las hojas y la larva perfora las raíces de la arracacha.

Áfidos del tallo y de la raíz (*Brevicorynae Brassica*)

Insecto chupador que se localiza en la raíz y en el tallo subterráneo; allí, succiona la savia causando el debilitamiento de la planta. Cobra importancia en las épocas de verano, especialmente en suelos sueltos. Se recomienda aplicar insecticidas, como el Lanza (Imidacloprid), a 100 ml por 200 litros de agua y Thunder (Imidacloprid), a una dosis de 100 ml por de 200 litros de agua.

Pulgón verde del follaje (*Myzuz persicae*)

Insecto chupador de importancia económica en vista de que es un transmisor de virus; los síntomas característicos de su ataque son el encrespamiento de las hojas y la producción de melaza que sirve de atrayente de hormigas. El insecto se localiza en el envés de la hoja y presenta forma áptera y alada. En condiciones naturales son controlados por parasitoides como: *Aphelinus* spp, *Lysiphlebus testaceipes*, predadores *Glyconeda sanguinea* y larvas de mosca *Syrphidae*.

Thrips del follaje (*Trips* sp.)

Es un insecto que tanto como la ninfa y el adulto ocasionan daño, raspando las hojas y succionando la savia, lo cual se reconoce por un plateado foliar característico, muy similar al daño de los ácaros. Su población aumenta en la época de menor cantidad de lluvias, asociado a ácaros y causando defoliación o caída de hojas de manera drástica. El riego por aspersión ayuda a su control; en caos severo de ataque se debe hacer control aplicando productos químicos sistémicos; Lanza (Imidacloprid), a 100 ml por 200 litros de agua aplicando al follaje.

b. Enfermedades

Ames (1997), menciona las siguientes enfermedades:

Tizón foliar (*Alternaria sp.*)

Las manchas necróticas, mayormente en hojas inferiores y algunos del tercio medio, se forman en los bordes y generalmente en los ápices de las hojas, toman color marrón con presencia de clorosis. Las manchas necróticas no son abundantes como en otras enfermedades y solo pocas hojas muestran síntoma; son irregulares de 1 - 2,5 cm de largo y 1 - 1,5 cm de ancho; los bordes son algo más oscuros que la parte central de la mancha.

Antracnosis foliar (*Ascochyta sp*)

Esta enfermedad se presente en años húmedos, con daños severos, en las hojas presentan numerosas manchas necróticas de color marrón oscuro y de forma irregular (3-8 mm), dispersas en todos los folíolos. Estas necrosis son más abundantes en las hojas del tercio inferior y del tercio medio y son más ocasionales en las hojas jóvenes.

Pueden encontrarse 2 - 25 manchas por hoja y en casos extremos (manchas abundantes), causa clorosis total de la hoja, la mayoría de los clones de germoplasma sembrados a 2750 msnm se muestran susceptibles; las necrosis no se observan en los peciolo, los síntomas se mostraron más severos en plantas infectadas por virus, en la que se incrementa la clorosis y se produce caída de hojas.

Septoriosis (*septoria sp.*)

Presencia de manchas necróticas de color marrón oscuro, discretas, con anillos concéntricos, sobre las cuales se forman picnidios oscuros. Las manchas miden 3 - 6 mm de diámetro, son circulares y se presentan generalmente en las hojas inferiores. Esta enfermedad se mantiene de una campaña a otra en los rastrojos o en las hojas que se desprenden de plantas enfermas. La lluvia hace posible que los picnidios se hinchen y dejen en libertad las conidias para la diseminación del patógeno. La enfermedad se presenta en cualquier época del año, pero está mucho más difundida durante la época de lluvia.

Pudrición de tallos (*Sclerotinia sp.*)

Observadas a 2750 msnm, abonados en forma frecuente con estiércol de vacuno; los daños alcanza una intensidad de 50 – 100 %. La infección se inicia por las puntas o parte basal de los tallos, en esta parte se forma un micelio blanco algodonoso, abundante; los tejidos afectados cambian de color crema normal a marrón pardo; el hongo avanza principalmente por el cilindro central del tallo. En el follaje se observa marchitez y hojas cloróticas hasta quedar seco toso el follaje y los tallos destruidos.

En la hoja se observan marchitez y cloróticas que se van deshidratando hasta quedar seco todo el follaje y los tallos destruidos.

2.1.9.Cosecha

Rodríguez (1999), indica para iniciar la cosecha los productores utilizan indicadores fisiológicos relacionados con la madurez de la planta, tales como el amarillamiento de las hojas y su posterior caída o defoliación, la edad del cultivo o el muestreo de las raíces para observar su tamaño y grosor; en este último caso, al no alcanzar el tamaño y grosor deseado, la cosecha se posterga por uno a dos meses más. Cabe anotar que cuando las raíces son dejadas en campo durante 4 o 5 meses después de alcanzar la madurez de la planta, las raíces desarrollan unas capas corchosas de color pardo, que dan a las raíces una ligera apariencia de yucas.

Salas *et al* (2002), al respecto menciona que la cosecha se realiza utilizando el zapapico, el cual facilita la extracción de la planta sin dañar las raíces. Esta actividad se realiza según los requerimientos del mercado, pudiendo iniciarse desde los 8 meses de edad de la planta hasta los 12 meses, en esta actividad se practica la selección y clasificación de las raíces según el destino que tendrá el producto.

INFOAGRO (2013), indica que la cosecha se realiza de manera manual utilizando pico, la cual facilita su extracción de la planta sin causar ningún daño a las raíces de reserva. La cosecha se puede realizar entre los 200 - 400 días calendarios.

2.1.10. Variedades

a. Arracacha con manchas moradas

La mata tiene una ligera coloración morada al principio de los tallos, junto al tronco. Forma de la raíz fusiforme, el color de la piel presenta alternancia, color de la piel primario habano y la secundaria es rozada, la corteza es de color habano claro, color de medula habano, color de anillo vascular morada (Álvarez 2001).

b. Arracacha amarilla

La mata es verde por completo aunque al madurar aparece un ligero amarillamiento en la base de los tallos, tiene un sabor peculiar entre menos dulce y algo amargo, se dice que son parecidos a la papa phureja es decir precoz y muy rendidora y con poco tronco, a los 8 meses las raíces empiezan a reventarse y deben cavarse porque antes del año se daña pudriéndose en la mata. Forma de raíz fusiforme, claviforme color de piel crema oscuro, color de corteza amarillo claro, color de medula anaranjado (Álvarez 2001).

Rodríguez (1999), menciona que existe la variedad amarilla se conoce también con el nombre de campera. Se cultiva únicamente para el consumo doméstico o como indica un informante para beneficio de la casa; no tiene salida en el mercado pero para el gusto local tiene una mejor aceptación. La raíz es de color amarillo y se caracteriza por tener más tronco por lo que se siembra también para alimentar a los chanchos. Desarrolla menos producto en las raíces pero, a la vez, es más resistente y no requiere de controles fitosanitario.

c. Arracacha blanca

La mata es verde por completo semejante a la variedad amarilla aunque al madurar aparece un ligero amarillamiento pero las raíces no son amarillos sino de color habano. Forma de raíz es claviforme, fusiforme, color de piel habano, color de corteza habano, color de medula habano, color de anillo vascular crema, (Álvarez 2001).

Rodríguez (1999), menciona dos variedades de arracacha blanca una variedad cultivada para ser comercializada, la raíz es de un color blanco claro. Muy delicada. Necesita ser cuidada desde el momento de la siembra, por otro lado existe otra variedad blanca gruesa produce más tronco y menos raíces de mayor grosor que la anterior y de un color blanco, algo más opaco.

2.1.11. Rendimiento

Álvarez (2001), menciona que los rendimientos son variables y se pueden obtener entre 4 000 y 12 000 kg/ha. Franco *et al* (1992), evaluaron los doce mejores ecotipo en Cajamarca y obtuvieron rendimientos entre 7 a 18 t/ha con una precipitación de 780 mm.

Rodríguez (1999), al respecto menciona que bajo las condiciones aleatorias, es variable de 14 000 a 17 000 kg/ha.

Existe una variedad de raíz blanca cuya planta es bastante rigurosa en relación a las variedades de raíces amarillas, de alto porte y expresiva producción de masa verde, llega a producir hasta 7 kg de raíces por planta. Su cultivo es muy restringido pues sus raíces no tienen buena aceptación por el consumidor debido casi a la total ausencia de aroma característico de sabor dulce y coloración (Robles y Hashimoto 2006).

2.1.12. Fertilizantes

Sierra (2003), sostiene que los fertilizantes son considerados químicos y es una práctica muy cara, al considerarla como parte de la estructura de costos totales del cultivo. Las recomendaciones inadecuadas pueden ser negativas para la planta y sobre todo a corto, mediano o largo plazo afecta las características y la biología del suelo.

SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural Pesca y Alimentación) (2002), reporta que los fertilizantes se aplica al suelo para sustituir la falta de nutrientes para el desarrollo del cultivo. En la actualidad los fertilizantes se han vuelto indispensables ya que la mayoría de los suelos se han vuelto infértiles.

FAO (2002), reporta que los nutrientes que necesitan las plantas se toman del aire y del suelo. Esta publicación trata solamente los nutrientes absorbidos del suelo. Sin embargo, si aún uno solo de los nutrientes necesarios es escaso, el crecimiento de las plantas es limitado y los rendimientos de los cultivos son reducidos. En consecuencia, a fin de obtener altos rendimientos, los fertilizantes son necesarios para proveer a los cultivos con los nutrientes del suelo que están faltando.

Con los fertilizantes, los rendimientos de los cultivos pueden duplicarse o triplicarse. La eficiencia de los fertilizantes y la respuesta de los rendimientos en un suelo particular pueden ser fácilmente analizadas agregando diferentes cantidades de fertilizantes en parcelas adyacentes, midiendo y comparando los rendimientos de los cultivos consecuentemente. Tales ensayos mostrarán también otro efecto muy importante del empleo de fertilizantes, a saber que ellos aseguran el uso más eficaz de la tierra, y especialmente del agua.

a. Clasificación de los fertilizantes

Los macronutrientes

FAO (2002), reporta que se necesitan en grandes cantidades, y ser aplicadas si el suelo es deficiente en uno o más de ellos. Los suelos pueden ser naturalmente pobres en nutrientes, o pueden llegar a ser deficientes debido a la extracción de los nutrientes por los cultivos a lo largo de los años, o cuando se utilizan variedades de rendimientos altos, las cuales son más demandantes en nutrientes que las variedades locales. Los nutrientes primarios son nitrógeno, fósforo y potasio.

Nitrógeno

Blas (2001) el nitrógeno tiene efectos más rápidos en la planta; favorece el crecimiento vegetativo, imparte el color verde a las hojas y regula el uso del fosforo y potasio. La deficiencia de nitrógeno provoca crecimiento reducido, desarrollo radicular restringido y causas amarillentas de las hojas como síntoma de deficiencia.

Para el caso de la arracacha se debe tener un cuidado especial con el nitrógeno, ya que este nutriente en exceso puede favorecer de sobremanera una formación frondosa de la parte aérea en detrimento de la acumulación de reservas en la raíz reservantes y consecuente formación de raíces comerciales. Además con una parte aérea muy exuberante puede ser más atractiva para plagas y enfermedades (Robles y Hashimoto 2006).

Fosforo

FAO (2002), señala que el papel fundamental del fosforo es la transferencia de energía, necesaria para los procesos metabólicos dentro de la planta. El fosforo se encuentra también en los ácidos nucleicos y es especialmente importante para el desarrollo de la semilla y el crecimiento de la raíz, aumenta la resistencia a heladas, sequias y enfermedades microbianas. Constituye además un factor de precocidad en la maduración de los frutos.

El fosforo está directamente relacionado con la productividad, debido a su bajísima movilización en el suelo, el fosforo aplicado en cobertura no presenta efectos significativos; por lo tanto, el abonamiento con fosforo debe ser efectuado en la planta, de modo que el abono se localice en la región donde las raíces se desarrollaran.

Considerando el largo ciclo del cultivo, se puede utilizar una fuente de fosforo de solubilidad mediana, como los termofosfatos. El uso de fosfatos naturales, de baja solubilidad, también puede ser viable. Abonos fosfatados de alta solubilidad corren el riesgo de convertirse en altamente complejos, particularmente en suelos que presenta un Ph bajo, tonándose indisponibles para las plantas. (Robles y Hashimoto 2006).

Potasio

Sierra (2003), señala que el potasio es requerido en elevadas cantidades por los cultivos, adecuados niveles de potasio en los suelos incrementa la resistencia del cultivo a ciertas enfermedades y contrarresta al efecto dañino de niveles de nitrógeno. En general balancea los efectos del nitrógeno y del fosforo.

Robles y Hashimoto (2006), manifiestan que el potasio aumenta el vigor de las plantas y su resistencia a las enfermedades, mejora la resistencia a las temperaturas bajas, mantiene el desarrollo de las raíces. Es indispensable para la formación y transferencia de los almidones, azúcares, aceites y regula el consumo de agua de las plantas.

Los micronutrientes

FAO (2002), reporta que los micronutrientes son magnesio, azufre, calcio, etc.

El Magnesio (Mg): Es el constituyente central de la clorofila, el pigmento verde de las hojas que funciona como un aceptador de la energía provista por el sol; por ello, del 15 al 20 por ciento del magnesio contenido en la planta se encuentra en las partes verdes. El Mg se incluye también en las reacciones enzimáticas relacionadas a la transferencia de energía de la planta.

El Azufre (S): Es un constituyente esencial de proteínas y también está involucrado en la formación de la clorofila. En la mayoría de las plantas supone del 0,2 al 0,3 (0,05 a 0,5) por ciento del extracto seco. Por ello, es tan importante en el crecimiento de la planta como el fósforo y el magnesio; pero su función es a menudo subestimada.

El Calcio (Ca): Es esencial para el crecimiento de las raíces y como un constituyente del tejido celular de las membranas. Aunque la mayoría de los suelos contienen suficiente disponibilidad de Ca para las plantas, la deficiencia puede darse en los suelos tropicales muy pobres en Ca. Sin embargo, el objetivo de la aplicación de Ca es usualmente el del encalado, es decir reducir la acidez del suelo.

El hierro (Fe), el manganeso (Mn), el zinc (Zn), el cobre (Cu), el molibdeno (Mo), el cloro (Cl) y el boro (B): Ellos son parte de sustancias claves en el crecimiento de la planta, siendo comparables con las vitaminas en la nutrición humana. Son absorbidos en cantidades minúsculas, su rango de provisión óptima es muy pequeño. Su disponibilidad en las plantas depende principalmente de la reacción del suelo.

b. Sintomatología de la deficiencia de nutrientes

Sierra (2003), menciona que la sintomatología de deficiencias se basa en las que las plantas muestran síntomas característicos de deficiencia de los siguientes nutrientes:

Nitrógeno: Es un elemento móvil en la planta, su deficiencia se caracteriza por una clorosis o amarillos en las hojas viejas o basales, muestra disminución del área foliar y el crecimiento de la planta es lento.

Fósforo: La deficiencia moderada de este elemento produce plantas de color verde oscuro y sin brillo, de crecimiento lento principalmente en épocas frías como fines de otoño y fines de invierno. La deficiencia intensa produce detención de crecimiento del ápice generando una coloración parda rojiza debido a la acumulación de antocianina, pigmento que se expresa cuando la planta altera su tasa de crecimiento.

Potasio: La deficiencia intensa de este elemento produce un color bronceado en las hojas basales e intermedias en algunos cultivos y en otros cultivos produce una coloración similar asociado a necrosis del borde de la lámina de la hoja. El efecto más claro de la deficiencia marginal de potasio lo constituye el calibre de fruto.

Calcio: La deficiencia de calcio se manifiesta de diferentes formas en las partes aéreas de la planta, se detiene el crecimiento de brotes, caída de flores, caída y pudrición apical de los frutos.

Magnesio: La deficiencia de este elemento es muy característica, es medianamente móvil en la planta y su deficiencia intensa se manifiesta con una clorosis intervenal en hojas viejas e intermedias.

Azufre: La sintomatología visual es una clorosis suave y generalizada en la planta, la planta se torna de color ceniza.

Hierro: La deficiencia se produce en los ápices de crecimiento, en hojas nuevas, debido a que es un nutriente poco móvil. El síntoma se caracteriza por una clorosis muy intensa y en muchos casos muy localizado.

Zinc: La deficiencia produce entrenudos cortos y se expresa en los ápices del crecimiento de la planta, formando la denominada escoba de bruja, síntoma muy típico de esta deficiencia.

Boro: La deficiencia aguda de boro produce ramillas secas que puede confundirse con enfermedades en los frutales.

Cobre: La deficiencia de este micronutriente que no es común, produce en la planta marchitez, escaso vigor y afecta a la calidad de la floración.

Manganeso: Produce una clorosis de las hojas nuevas, pero menos intensa y más extendida en la lámina de la hoja.

c. Formas de fertilización

FAO (2002), señalan las siguientes formas de fertilización:

Al voleo: Aplicación del fertilizante a toda el área que va a ocupar el cultivo; incorporado (arado, disquera, rastras) toda la superficie o cobertura.

Localizadas: se aplica el fertilizante a una zona limitada del suelo que será interceptada por las raíces en bandas o granulado.

d. Características de los fertilizantes

FAO (2002), reporta que las características importantes son:

Índice de acidez

Se expresa como el equivalente en kg de CaCO_3 suficiente para contrarrestar la acidez. Dicho equivalente puede expresarse en función del fertilizante. Fertilizantes con efecto residual muy ácido, como el amoníaco anhidro, el sulfato de amonio y el superfosfato triple no se deberían aplicar a suelos ácidos, porque pueden dañar a la planta y reducir la producción. También pueden aumentar las condiciones para una mayor disponibilidad de elementos tóxicos (Mn, Fe y Al) o para que exista una mayor fijación de P. es preferible el uso de estos fertilizantes en suelos con pH alcalino.

El nitrato de potasio y sodio tiene índice básico, por lo que su uso se recomienda preferentemente en suelos con pH ácido.

Índice salino

Se refiere al aumento de la presión osmótica en la solución del suelo por la aplicación de un fertilizante, respecto al afecto del nitrato de amonio.

Las sales del fertilizante soluble se concentran alrededor de la zona de aplicación del fertilizante, y si ellas alcanzan las raíces o semillas, estos síntomas se conocen como quemado por fertilizante. La planta se deshidrata y presenta síntomas parecidos a los de sequía. Para reducir este daño, se deben preferir los fertilizantes con menor índice salino.

e. Criterios de selección de los fertilizantes

SAGARPA (2002), reporta que los fertilizantes se deben seleccionar en función de su disponibilidad, costo, concentración, ion acompañante, índice salino, índice de acidez, facilidad de manejo y compatibilidad para hacer mezclas.

Como fuente de N, la urea es económicamente competitiva debido a su alta concentración de N. El fosfato natural es el más económico, pero su baja solubilidad lo hacen poco competitivo, excepto como mejorador del suelo. El KCl se recomienda cuando el Cl no afecta al cultivo a fertilizar, de lo contrario se deberá usar sulfato de potasio. El S puede ser deficiente en algunos suelos. En estos casos, en la elección se deben considerar las fuentes que contengan dicho nutrimento. Lo mismo debe observarse para los suelos con deficiente Ca y/o Mg.

f. Fuentes de macro nutrientes

Cuadro 03. Fuentes de fertilizantes

Nitrógeno	Urea, nitrato de amonio, nitrato de potasio, etc.
Fosforo	Fosfato mono amónico, superfosfato triple de calcio, fosfato di amónico, etc.
Potasio	Sulfato de potasio, cloruro de potasio, etc.

Fuente: Sierra (2003)

2.2. ANTECEDENTES

Dos Santos (2004) manifiesta que se hizo estudio de fertilización en la región de Cajamarca utilizando tres dosis de N (0, 60 y 120 kg ha), P_2O_5 (0, 150 y 300 kg ha) y K_2O (0, 70 y 140 kg ha), utilizando como fuentes a la urea, superfosfato y cloruro de potasio, que estaban acompañados de 15 kg ha de bórax (10% B), 5 kg ha de sulfato de zinc (28% Zn). Los fertilizantes, se distribuyeron en hileras y se incorporan de forma manual en el suelo a una profundidad de 0 a 10 cm. La fertilización nitrogenada se dividió en dos partes aplicándose uno al momento siembra de plántulas y la otra mitad a los 60 días después de la siembra. En cuanto a los resultados el mayor rendimiento se obtuvo con una dosis de 60 – 150 – 70 kg/ ha de NPK. Obteniendo 24.03 t/ha, mientras a una dosis de 120 – 300 – 140 kg/ha de NPK. Se obtuvo mayores resultados en número de hojas 170,5 hojas/planta y número de raíz por planta 8.66 raíz/planta.

Álvarez (2001) indica que se realizó un trabajo de investigación de fertilización química en la universidad de los Andes, Instituto de Investigación Agropecuaria (IIAP), Mérida – Venezuela. El objetivo fue determinar la influencia de la fertilización química (NPK) y de reabonamiento con nitrógeno en el rendimiento de raíces de arracacha, se probaron seis dosis de la fórmula 12 – 12 – 17 (0, 300, 600, 900, 1 200, y 1 500 kg/ha) y dos niveles de reabonamiento con “N”. En un diseño de bloque completamente al azar con 4 repeticiones, los mejores rendimientos de raíces comerciales se obtuvieron en 600 kg/ha suministrado en 43 días después de la plantación. Altura de planta una altura de 57,23, longitud de la raíz 20.1 cm y de diámetro 3.5 cm, brotes 18,8 brotes/planta y rendimiento de 23,05 t/ha.

2.3. HIPÓTESIS

Hipótesis general

Si se aplica la fertilización al cultivo de la arracacha (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft), var. Amarilla. Entonces tendremos efecto significativo en el rendimiento, en condiciones agroclimáticas de Instituto de Investigación Frutícola Olerícola – UNHEVAL.

Hipótesis específicos

1. Si se aplica la fertilización al cultivo de arracacha. Entonces tendremos efectos significativos en la morfología.
2. Si se aplica la fertilización al cultivo de la arracacha. Entonces tendremos efecto significativo en la longitud, diámetro y número de las raíces por planta.
3. Si se aplica la fertilización al cultivo de la arracacha. Entonces tendremos efecto significativo en rendimiento por área neta experimental y estimado por hectárea.

2.4. ÓPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Cuadro N° 05: Operacionalización de variables

VARIABLES		INDICADORES
1. Independiente	Fertilización	Dosis: 00 N – 00 P – 00 K 60 N – 150 P – 120 K 100 N – 200 P – 160 K 140 N – 250 P – 200 K
2. Dependiente	Producción	1. Morfología Altura de planta N° de hojas por planta N° de brotes por planta
		2. Rendimiento Longitud de la raíz Diámetro de la raíz peso de la raíz Número de la raíz
3. Interviniente	Condiciones edafoclimáticas	1. Suelo: franco arcillo arenoso (FrAoAr) 2. Clima (T°, PP, HR)

Fuente: elaboración propia

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN

La investigación se realizó en el Instituto de Investigación Frutícola Oleícola - Cayhuayna ubicado en la región Huánuco, durante los meses de abril a diciembre del 2016, cuya ubicación política y geográfica es la siguiente:

3.1.1. Ubicación Política

Región	: Huánuco
Provincia	: Huánuco
Distritos	: Pillco marka
Lugar	: IIFO

3.1.2. Ubicación Geográfica

Latitud Sur	: 09°58'12"
Longitud Oeste	: 76°15'08"
Altitud	: 1 947 msnm
Zona de vida	: monte espinoso – Pre montano Tropical (mte – PT).

3.1.3. Características agroecológicas del Instituto de Investigación Frutícola Oleícola (IIFO)

Según el Mapa Ecológico del Perú, Cayhuayna se encuentra en la zona de vida monte espinoso – Pre montano Tropical (mte – PT), cuyas características son las siguientes: temperatura anual media máxima 24,5 °C la mínima de 16,6 °C, el promedio de la precipitación total de 532,6 y el promedio mínimo 226,0 mm, potencial de evapotranspiración anual está entre 1060 y 1414 y humedad relativa de 60 a 70%.

a. Condiciones climáticas

Cuadro N° 06: Promedio de temperaturas (°C) Medias mensuales 2016

ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
22,3	21,2	20,1	19,9	20,6	21,05	21,65	22,40	21,2

Fuente: SENAMI – 2016

Cuadro N° 07: Promedio de temperaturas (°C) Máximas mensuales 2016

ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
28,7	27,6	26,8	27,2	27,2	27,3	27,6	28,5	26,3

Fuente: SENAMI – 2016

Cuadro N° 08: Promedio de temperaturas (°C) Mínimas mensuales 2016

ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
16,3	14,3	12,9	11,9	13,9	14,8	15,7	16,3	16,1

Fuente: SENAMI – 2016

Cuadro N° 09: Promedio de precipitación acumulado mes (mm) 2016

ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
11,6	0,2	0,8	0,2	1,1	1,7	34,3	37,5	70,5

Fuente: SENAMI - 2016

Cuadro N° 10: Humedad relativa promedio mensual (%) 2016

ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
63	62	60	57	59	59	60	58	66

Fuente: SENAMI - 2016

Cuadro N° 11: Horas de sol promedio mensual (hrs/mes) 2016

ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
203,8	232,1	232,7	259,8	231,8	172,9	168,7	190,4	144,5

Fuente: SENAMI – 2016

b. Condiciones edáficas

Cuadro N° 12: Análisis de suelo

Análisis	Métodos analíticos	
Mecánico	Resultados	Método
Arena (Ar)	53,68%	Hidrómetro
Arcilla (Ao)	27,04%	
Limo (Lo)	19,28%	
Clase textural	Franco Arcillo Arenoso (FrAoAr)	
Químico	Resultados	Método
pH	7,36 1:1	Potenciómetro
Materia orgánica	0,82%	Walkey y Black
Nitrógeno total	0,04%	Micro Kjeldahl
Elementos disponibles	Resultados	Método
Fosforo (P_2O_5)	32,97ppm	Olsen modificado
Potasio (K_2O)	209,41 ppm	Acetato de amonio
CIC	3,76	Yuan
Calcio (Ca)	2,79	Absorción atómica
Magnesio (Mg)	0,53	
Potasio (K)	0,42	
Sodio (Na)	0,02	

Fuente: Universidad Nacional Agraria de la Selva – Laboratorio de Suelos (2016).

c. Interpretación de resultados del análisis de suelos

El suelo pertenece a la clase textural Franco Arcillo Arenoso (FrAoAr), presenta pH neutro, nivel bajo de materia orgánica y nitrógeno total. Los elementos disponibles como el fosforo (P_2O_5) se encuentra en el nivel alto, potasio (K_2O) está en el nivel bajo y la capacidad de intercambio catiónico efectivo se encuentra en el nivel bajo.

3.2. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN

3.2.1. Tipo de Investigación

El tipo de investigación fue aplicada, porque se ha recurrido a los conocimientos previos del cultivo, para solucionar los problemas de bajo rendimientos en el cultivo de la arracacha de los productores del valle de Huánuco.

3.2.2. Nivel de Investigación

El nivel de investigación fue experimental, porque se manipuló la variable independiente fertilización en dosis; para medir la variable dependiente morfología y rendimiento; y se comparó con el testigo.

3.3. POBLACIÓN, MUESTRA, Y UNIDAD DE ANÁLISIS

3.3.1. Población

La población estuvo constituida de 384 plantas de arracacha, del área experimental y 24 plantas por unidad experimental distribuidos en 4 repeticiones y 4 tratamientos.

3.3.2. Muestra

La muestra estuvo constituida por 08 plantas, por área neta experimental de cada tratamiento.

3.3.3. Tipo de muestreo

El tipo de muestreo fue probabilístico ya que se empleó el Muestreo Aleatorio Simple (MAS); porque toda las plantas de arracacha, tuvieron las mismas probabilidades de ser integrantes de la muestra al momento del plantado.

3.4. TRATAMIENTO EN ESTUDIO

Los tratamientos de estudio se encuentran en el siguiente cuadro.

Cuadro N° 13: Tratamientos en estudio.

Clave	Tratamiento	Fertilizante	Modo de aplicación
T0 – D1 testigo	00 – 00 – 00	1. Urea 2. Superfosfato triple de calcio 3. cloruro de potasio	Después de 45 días de plantado primera dosis de (N) y total de (PK)
T1 – D2	60 – 150 - 120		
T2 – D3	100 – 200 - 160		Segunda dosis de (N) después de 90 días del plantado
T3 – D4	140 – 250 - 200		

Fuente. Elaboración propia

3.5. PRUEBA DE HIPÓTESIS

3.5.1. Diseño de la investigación

Se utilizó el diseño experimental en la forma de Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) con 4 tratamientos y 4 repeticiones, haciendo un total de 16 áreas experimentales.

El análisis se ajustó al siguiente modelo aditivo lineal, la siguiente ecuación.

$$Y_{ij} = U + T_i + B_j + E_{ij}$$

Para: $i = 1, 2, 3, 4, \dots, t$ (N° de tratamientos)

$J = 1, 2, 3, 4, \dots, r$ (N° de repeticiones, bloques)

Dónde:

Y_{ij} = observación de la unidad experimental

U = Media general

T_i = Efecto de i – ésimo tratamientos

B_j = Efecto del j – ésimo repetición

E_{ij} = Error experimental.

a. Técnica estadística

Se utilizó el ANDEVA para determinar la significación estadística entre bloque y tratamientos a los niveles de significación del 5 y 1% de probabilidad; y para comparación de los promedios la prueba de rangos múltiples de Duncan a los niveles de significación de 5 y 1% de probabilidad.

Cuadro N° 13: Esquema de análisis de variancia para el Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA)

<i>Fuentes de Variación (F. V)</i>	<i>Grados de Libertad (GL)</i>	<i>Cuadrado medio</i>
Bloques o repeticiones	$(r-1) = 3$	$a^2 e + t a^2 r$
Tratamientos	$(t-1) = 3$	$a^2 e + r a^2 t$
Error experimental	$(r-1) (t-1) = 9$	$a^2 e$
Total	$(tr-1) = 15$	

Fuente: Salinas Jacobo, S, Gonzales Pariona, F, *et al* (2013).

b. Características del campo experimental

Áreas

Largo del campo experimental	18,50 m
Ancho del campo experimental	17,80 m
Área total del campo (18,50 x 17,80 m)	329,93 m ²
Área experimental (3.60m x 3.20 m x 16)	184,32 m ²
Área de camino (329,93m – 184,32 m)	145,60 m ²

Bloques

Nº de bloques	4,0
Largo de bloque	16,50 m
Ancho de bloque	3,20 m
Área total del bloques (16.50m x 3.20 m)	52,80 m ²
Número de tratamientos/bloque	4,0

Parcelas

Nº total de parcelas	16,0
Nº de surcos / parcela	4,0
Largo de parcela	3,60 m
Ancho de parcela	3,20 m
Área total de parcela	11,52 m ²
Área neta experimental	3,84 m ²

Surcos

Nº de surcos / parcela	4,0
Distância entre surcos	0,80 m
Distância entre planta	0,60 m



Figura 01: croquis del campo experimental

Fuente: Elaboración propia

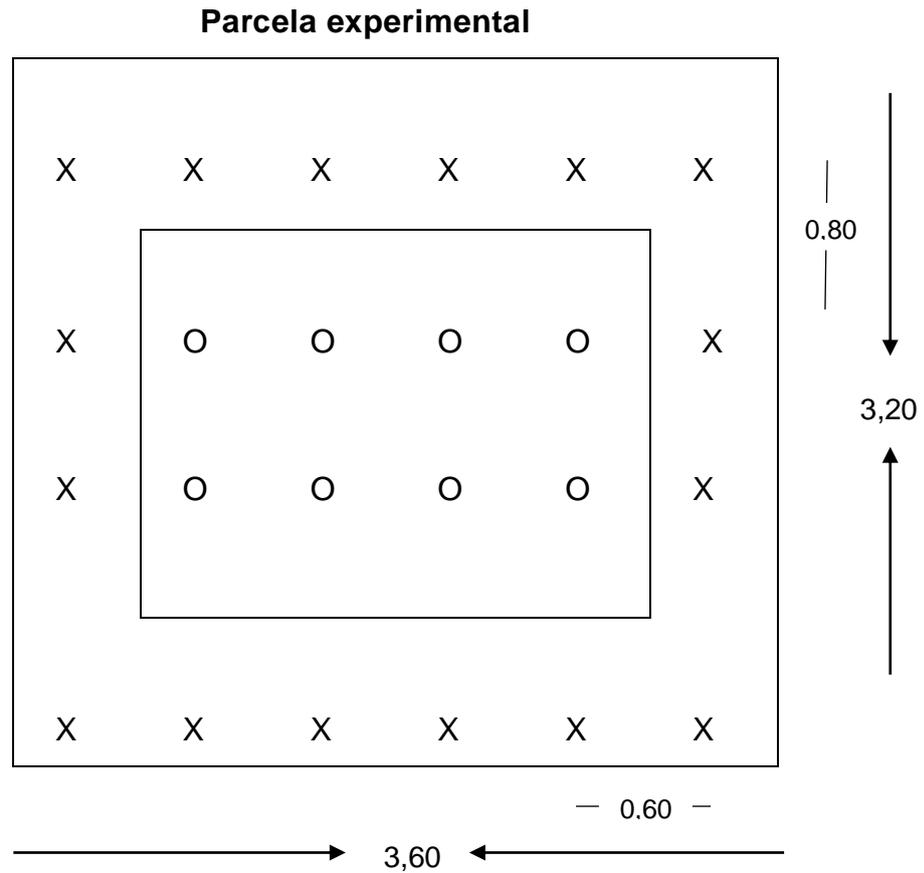


Figura 02: Croquis de la parcela experimental

Fuente: Elaboración propia

Leyenda:

X = Plantas de arracacha

O = Plantas de arracacha evaluadas

3.5.2. Datos a registrar

a. Morfología

Altura de planta

Se realizó un día antes de la cosecha y consistió en medir la altura de las 08 plantas del área neta experimental, desde la base del tallo hasta la punta del ápice de la hoja más alta; se sumaron los datos obtenidos y se obtuvo el promedio expresados los resultados en centímetros.

Número de hojas por planta

Se realizó un día antes de la cosecha y consistió en contar el número total de las hojas de las 08 plantas de cada área neta experimental; se sumaron los datos obtenidos y se obtuvo el promedio expresados los resultados en unidades.

Número de brotes por planta

Se realizó en la cosecha y consistió en contar el número total de los brotes de 08 plantas de cada área neta experimental; se sumaron los datos obtenidos y se obtuvo el promedio expresados los resultados en unidades.

b. Rendimiento

Número de las raíces planta

Se registró en el momento de la cosecha; consistió en contar las raíces de 08 plantas de las áreas netas experimentales. Los resultados se sumaron y se obtuvo el promedio de raíces por planta, expresados en unidades.

Longitud de las raíces por planta

Consistió en medir las raíces en cm, de 08 plantas de las áreas experimentales. Los resultados se sumaron y se obtuvo el promedio de longitud de las raíces por planta, expresados en centímetros (cm).

Diámetro de las raíces por planta

Consistió en medir el diámetro con vernier en cm, se hizo en la base del cuello de la raíz de cada 08 plantas de las áreas experimentales. Los resultados se sumaron y se obtuvo el promedio de longitud de las raíces por planta, expresados en centímetros (cm).

Rendimiento por área neta experimental y rendimiento estimado hectárea.

Consistió en pesar las raíces de reserva de 08 plantas de la área neta experimental por consiguiente se obtuvo rendimiento por área neta experimental. Luego se transformó a hectárea (10 000 m²) y los resultados se expresaron en kilogramos.

3.5.3. Técnica e instrumento de recolección de información

a. Técnicas bibliográficas.

Fichaje, donde se coleccionó los datos del autor y del documento para elaborar la literatura citada, según el modelo IICA – CATIE (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura – Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza).

Análisis de contenido

Estudio y análisis de manera objetiva y sistemática de los documentos leídos para elaborar el sustento teórico.

Instrumentos

Fichas bibliográficas

Donde se recolectó datos del autor y del documento para elaborar la literatura citada.

Fichas de resumen

Donde se resumió de manera objetiva y sistemática los documentos leídos para elaborar el sustento teórico.

b. Técnicas de campo

La Observación. Permitió la recolección directa de datos de las variables y del manejo agronómico y cultural.

Instrumento de campo

Libreta de campo. Donde se registraron los datos de las variables morfología y rendimiento, se registraron datos del manejo agronómico y cultural.

3.6. MATERIALES Y EQUIPOS

Materiales

Lapicero y/o lápiz
Cuaderno de campo
Wincha o cinta métrica
Cartulina
Cinta de embalaje
Rafia
Pico
Cal

Material vegetal

Plántulas de la arracacha var. Amarilla

Insumos

Fertilizantes
Insecticidas
Acaricidas
Fungicidas

Equipos e instrumentos

Laptop
Cámara fotográfica
Calculadora
Balanza entre otros

3.7. CONDUCCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación se realizó durante los meses de abril a diciembre del 2016, en el Instituto de Investigación Frutícola Olerícola (IIFO) – Cayhuayna, para ello se realizó las siguientes actividades:

3.7.1. Elección de terreno y toma de muestra

El terreno elegido presentaba una superficie plana, con buen drenaje, con disponibilidad de agua y con acceso para transportar materiales e insumos.

Para el muestreo de suelo se empleó el método de zig - zag tratando de obtener una muestra representativa. Las dimensiones de la calicata fue de 30 x 30 cm y a 40 cm de profundidad, la muestra obtenida se envió al laboratorio de suelos de la Universidad Nacional Agraria de la Selva para el análisis físico y químico respectivo.

3.7.2. Preparación del terreno

Posteriormente a la elección del terreno se realizó el volteado y mullido mecanizado empleando un tractor agrícola, luego se procedió a nivelar el área con una rastra, se realizó el marcado del área y seguidamente se procedió a realizar el surcado del terreno, considerando los distanciamientos establecidos que fueron de 0,80 m entre surcos.

3.7.3. Trazado de campo

Trazado del campo se realizó con la finalidad de definir los bloques y parcelas usando las estacas, la cal y posteriormente se inició la plantación del cultivo de la arracacha.

3.7.4. Plantado

Los colinos; antes del plantado se desinfestó con el fungicida de nombre comercial Benlate, cuya materia activa es Benomyl, con una concentración de 500 g/kg WP (polvo mojable); se empleó a la dosis de 200 g del producto por 100 litros de agua, teniendo en cuenta la banda de toxicidad y las recomendaciones sanitarias. Posteriormente el plantado se realizó por la mañana; empleando los distanciamientos establecido.

3.7.5. Control de maleza

Se realizó de forma manual con la ayuda de un pico, para favorecer el desarrollo normal de las plantas y evitar competencia por agua, luz, espacio y nutrientes. El primer control manual se realizó a los 30 días después del plantado, el segundo deshierbo se efectuó a 60 días después del primer deshierbo y el tercer deshierbo se efectuó a 60 días después del segundo deshierbo llegándose a realizar un buen control de las malezas.

3.7.6. Fertilización

La fertilización durante el trabajo de investigación fue en función al análisis del suelo; La primera fertilización se realizó a 45 días después del plantado; donde incorporó todo el fósforo y el potasio, el nitrógeno se fraccionó en dos dosis. La segunda fertilización se efectuó a 90 días después del plantado (empleando solo nitrógeno fraccionado) empleando la dosis; T1 (60 - 150 - 120 Kg/ha de NPK), T2 (100 - 200 - 160 Kg/ha de NPK), T3 (140 - 250 - 200 Kg/ha de NPK), Y T0. Las fuente de fertilizantes fueron: urea 46 %, superfosfato triple de calcio 46 % y cloruro de potasio 60 %. No se aplicó ningún fertilizante foliar.

3.7.7. Riegos

Fue de acuerdo al estado del tiempo, y observando la capacidad de campo, por lo general la arracacha son plantas que necesitan moderadamente de agua de riego. El método de riego que se utilizó fue riego de por gravedad, porque la topografía y la disponibilidad de agua estuvieron a favor.

3.7.8. Aporque

Se realizó un ligero aporque aprovechando el segundo deshierbo con la finalidad de mejorar las condiciones del suelo, como son la aeración, y así evitar la compactación del suelo y como consecuencia se evitó la pudrición de la raíz.

3.7.9. Control fitosanitario

Durante el periodo vegetativo del cultivo de arracacha se presentó plagas como la arañita roja (*Tetranychus sp*), pulgón verde de follaje (*Myzuz persicae*) y enfermedades tizón foliar (*Alternaría sp*) y Septoriosis (*Septoria sp*) que se controló realizando evaluaciones oportunas; las aplicaciones se realizaron cuando éstas llegaban a causar el 1 % de daños en el área neta experimental; el control químico se realizó empleando los siguientes productos: Fastac (alphacypermetrin), Abamex (Abamectina), Thunder (imidacloprid), Benlate (Benomyl).

3.7.10. Cosecha

Se realizó en forma manual, cuando las plantas alcanzaron la madurez fisiológica y las raíces de reserva se encontraron en óptimas condiciones. Esta labor se realizó con la ayuda de un pico, evitando el maltrato de las raíces se maltraten. Luego se quitó el tallo, hojas, quedando solo las raíces tuberosa, posteriormente se puso en bolsas de polietileno las cuales fueron etiquetadas para la evaluación respectiva.

IV. RESULTADOS

Los resultados expresados en promedios se presentan en cuadros y figuras interpretados estadísticamente con la técnica de Análisis de Varianza (ANDEVA) a los niveles de significación del 5 y 1%; a fin de establecer las diferencias significativas entre bloques y tratamientos, donde los parámetros que son iguales se denota con (ns), quienes tienen significación (*) y altamente significativo (**).

Para la comparación de las medias, se aplicó la prueba de significación de Duncan a los niveles de significación del 5 y 1%; donde los tratamientos representados con la misma letra (aa) indican que no existe diferencia estadística significativa, mientras los tratamientos representados con diferentes letras (ab) indican diferencias estadística significativas.

4.1. MORFOLOGÍA

4.1.1. Altura de plantas

Los promedios obtenidos se indican en el cuadro N° 01 del anexo y a continuación el Análisis de Varianza y prueba de significación de Duncan; interpretados estadísticamente con la representación gráfica respectiva.

Cuadro N° 14: Análisis de Varianza para altura de plantas en centímetro.

	GL	SC	CM	Fc	F TAB	
					5%	1%
Bloques	3	5,16	1,72	3,12 ^{ns}	3,86	6,99
Tratamientos	3	134,8	44,93	81,63 ^{**}	3,86	6,99
Error	9	4,95	0,55			
TOTAL	15	144,91				

CV = 1,20 %	Sx = ± 0,74
--------------------	--------------------

El análisis de varianza indica no significativos para bloques y altamente significativo para tratamientos. La desviación estándar de $\pm 0,74$ centímetro y el coeficiente de variabilidad fue de 1,20% indicando confiabilidad de los resultados obtenidos.

Cuadro N° 15: Prueba de significación de Duncan para altura de planta en centímetros, para tratamientos.

O.M.	TRATAMIENTOS	PROMEDIOS	NIVEL DE SIGNIFICACIÓN	
		Altura de panta (cm)	5%	1%
1°	T3	65,34	a	a
2°	T2	62,53	b	b
3°	T1	62,18	b	b
4°	T0	57,27	c	c

$$\hat{Y} = 61.83$$

Realizando la prueba de Duncan el T3 resultó que estadísticamente es superior a los demás tratamientos, en ambos niveles de significación; el T2 y T1 estadísticamente son iguales al nivel de 5% y 1%, teniendo comportamiento intermedio y mientras que el T0 estadísticamente resultó inferior a los demás tratamientos, en ambos niveles de significación. Donde el mayor promedio lo obtuvo el T3 con 65,34 centímetros por planta, seguido el T2 y T1 con 62,53 y 62,18 centímetros respectivamente y el último lugar lo ocupó el T0 con 57,27 centímetros por planta.

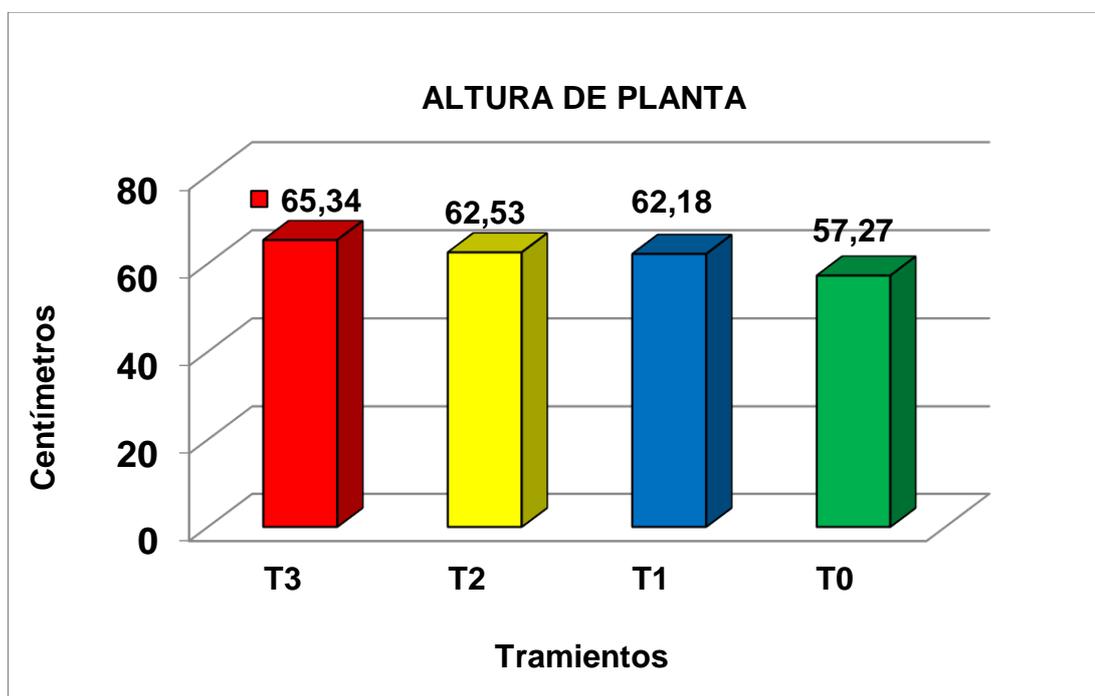


Figura 03 : Promedio de altura de planta (centímetros) para tratamientos.

4.1.2. Número de hojas por planta

Los promedios obtenidos se indican en el cuadro N° 03 del anexo y a continuación el Análisis de Varianza y prueba de significación de Duncan interpretados estadísticamente con la representación gráfica respectiva.

Cuadro N° 18: Análisis de Varianza para número de hojas por planta en unidades

F.V.	GL	SC	CM	Fc	F TAB	
					5%	1%
Bloques	3	3,06	1,02	0,96 ^{ns}	3,86	6,99
Tratamientos	3	225,22	75,07	70,60 ^{**}	3,86	6,99
Error	9	9,57	1,06			
TOTAL	15	237,85				

CV = 0,63 %	Sx = ± 1,03
--------------------	--------------------

El análisis de varianza resultó no significativos para bloques y significativo para los tratamientos. La desviación estándar fue $\pm 1,03$ hojas y el coeficiente de variabilidad de 0,63% y dando confiabilidad a los resultados.

Cuadro N°19: Prueba de significación de Duncan para número de hojas por planta.

O.M.	TRATAMIENTOS	PROMEDIOS Número de hojas / planta	NIVEL DE SIGNIFICACIÓN	
			5%	1%
1°	T2	166,58	a	a
2°	T3	165,73	a	a
3°	T1	162,13	b	b
4°	T0	157,05	c	c

$$\hat{Y} = 162,9$$

Realizado la prueba de Duncan el T2 y T3 resultó estadísticamente iguales, en ambos niveles de significación; T1 estadísticamente tuvo un comportamiento intermedio con respecto a los demás tratamientos, al nivel de 5% y 1% y mientras que el T0 estadísticamente resultó inferior a los demás tratamientos, en ambos niveles de significación. Donde el T2 obtuvo el mayor promedio con 166,58 hojas por planta; seguido por los T3 y T1 con 165,73 y 162,13 hojas respectivamente; El T0 ocupó el último lugar con 157,05 hojas por planta.

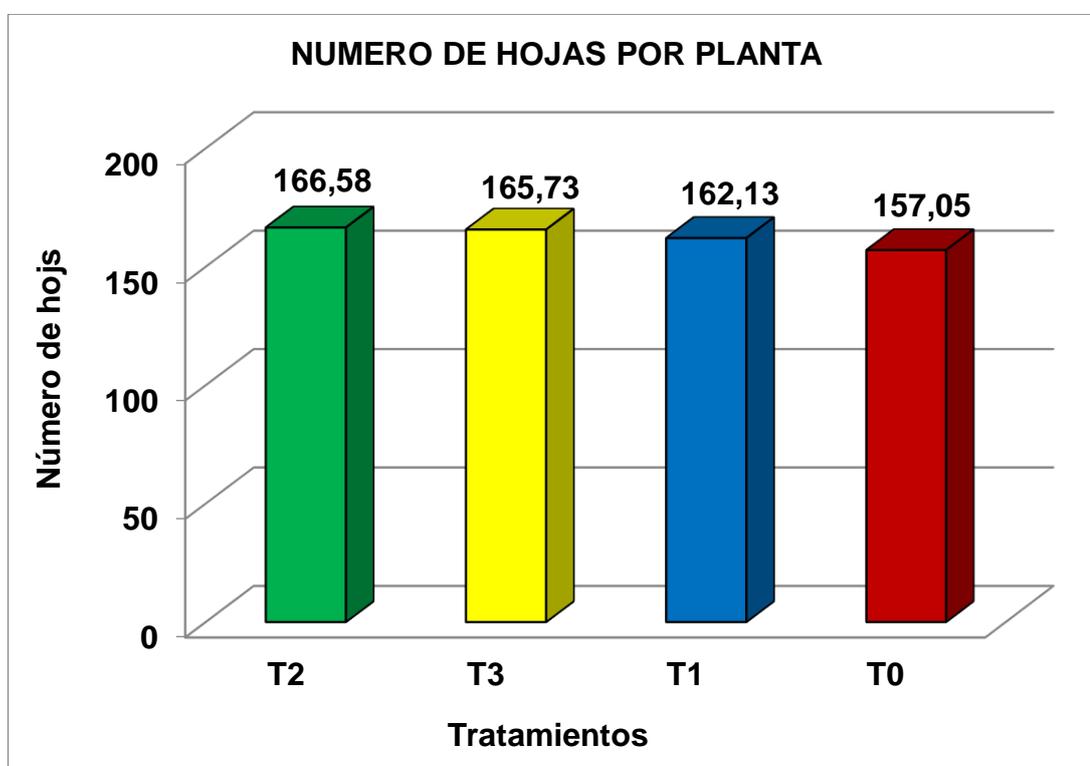


Figura 05 : Promedio de numero de hoja por planta

4.1.3. Número de brotes por planta

Los promedios obtenidos se indican en el cuadro N° 02 del anexo y a continuación el Análisis de Varianza y prueba de significación de Duncan interpretados estadísticamente con la representación gráfica respectiva.

Cuadro N° 16: Análisis de Varianza para de número de brotes por planta.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	F TAB	
					5%	1%
Bloques	3	1,36	0,45	2,01 ^{ns}	3,86	6,99
Tratamientos	3	3,04	1,01	4,49*	3,86	6,99
Error	9	2,03	0,23			
TOTAL	15	6,43				

CV = 2,28 %	Sx = ± 0,48
--------------------	--------------------

El análisis de varianza resultó no significativo para bloques y significativo para los tratamientos. La desviación estándar fue ± 0.48 brotes y el coeficiente de variabilidad de 2,28 %, dando confiabilidad a los resultados.

Cuadro N° 17: Prueba de significación de Duncan para número de brotes por planta.

O.M.	TRATAMIENTOS	PROMEDIOS	NIVEL DE SIGNIFICACIÓN	
		Número de brotes/ planta	5%	1%
1°	T3	21,35	a	a
2°	T2	21,18	a	a
3°	T1	20,73	a b	a
4°	T0	20,23	b	a

$$\hat{Y} = 20,90$$

La prueba de Duncan indica que al nivel de 5%, los tratamientos T3, T2 y T1 resultaron estadísticamente iguales y mientras que el T0 resultó estadísticamente inferior a las anteriores. Al nivel de 1%, los tratamientos T3, T2, T1 y T0 resultaron estadísticamente iguales. Donde el mayor promedio lo obtuvo el T3 con 21,35 brotes por planta, seguido el T2 y T1 con 21,18 y 20,73 brotes respectivamente y el último lugar lo ocupó el T0 con 20,23 brotes por planta.

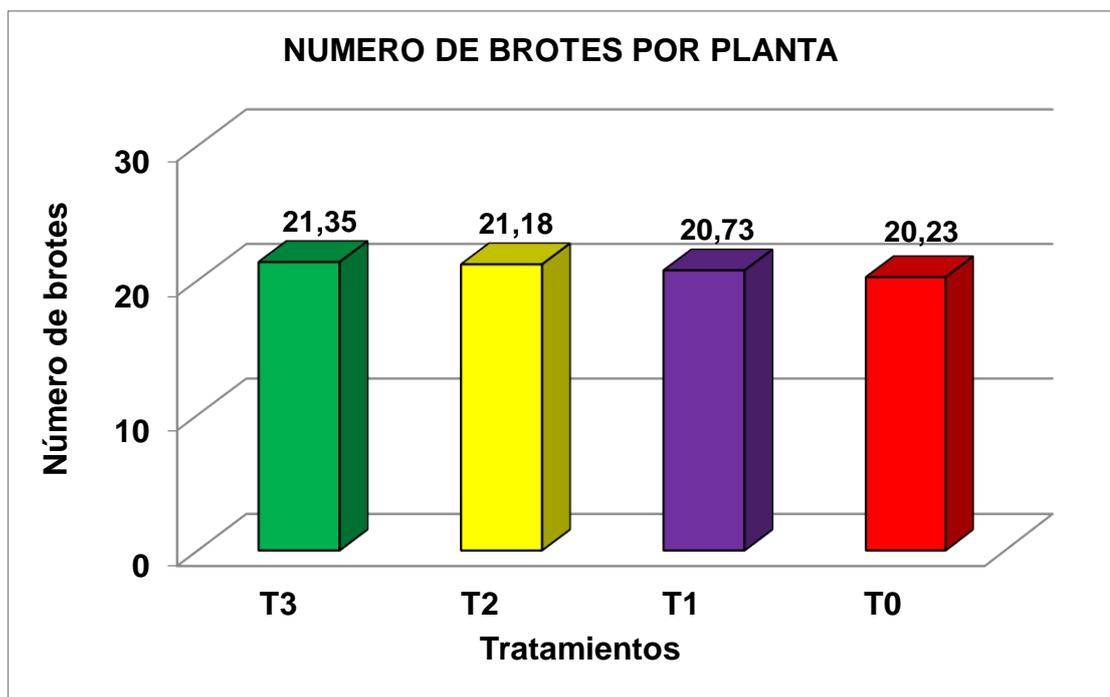


Figura 04 : Promedio de numero de brotes por planta

4.2. RENDIMIENTO

4.2.1. Número de raíces por planta

Los promedios obtenidos se indican en el cuadro N° 06 del anexo y a continuación el Análisis de Varianza y prueba de significación de Duncan interpretados estadísticamente con su representación gráfica respectiva.

Cuadro N° 24: Análisis de Varianza para número de raíz por planta.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	F TAB	
					5%	1%
Bloques	3	0,07	0,02	0,18 ^{ns}	3,86	6,99
Tratamientos	3	17,05	5,68	46,47 ^{**}	3,86	6,99
Error	9	1,10	0,12			
TOTAL	15	18,21				

CV = 3,05 %	Sx = ± 0,35
--------------------	--------------------

El análisis de varianza resultó no significativos para bloques y altamente significativo para los tratamientos. La desviación estándar fue ± 0,35 número y el coeficiente de variabilidad de 3,05 % dando confiabilidad a los resultados.

Cuadro N° 25: Prueba de significación de Duncan para número de raíz por planta, para tratamientos.

O.M.	TRATAMIENTOS	PROMEDIOS	NIVEL DE SIGNIFICACIÓN	
		Número de raíces / planta	5%	1%
1°	T3	12,55	a	a
2°	T2	12,45	a	a
3°	T1	10,48	b	b
4°	T0	10,40	b	b

$$\hat{Y} = 11,5$$

Realizado la prueba de Duncan el T3 y T2 estadísticamente son iguales al nivel de 5% y 1%, el T1 y T0 estadísticamente son iguales al nivel de 5% y 1%. Donde el T3 obtuvo el mayor promedio con 12,55 raíces por planta; seguido el T2 y T1 con 12,45 y 10,48 raíces respectivamente. El T0 ocupando el último lugar con 10,4 raíces por planta.

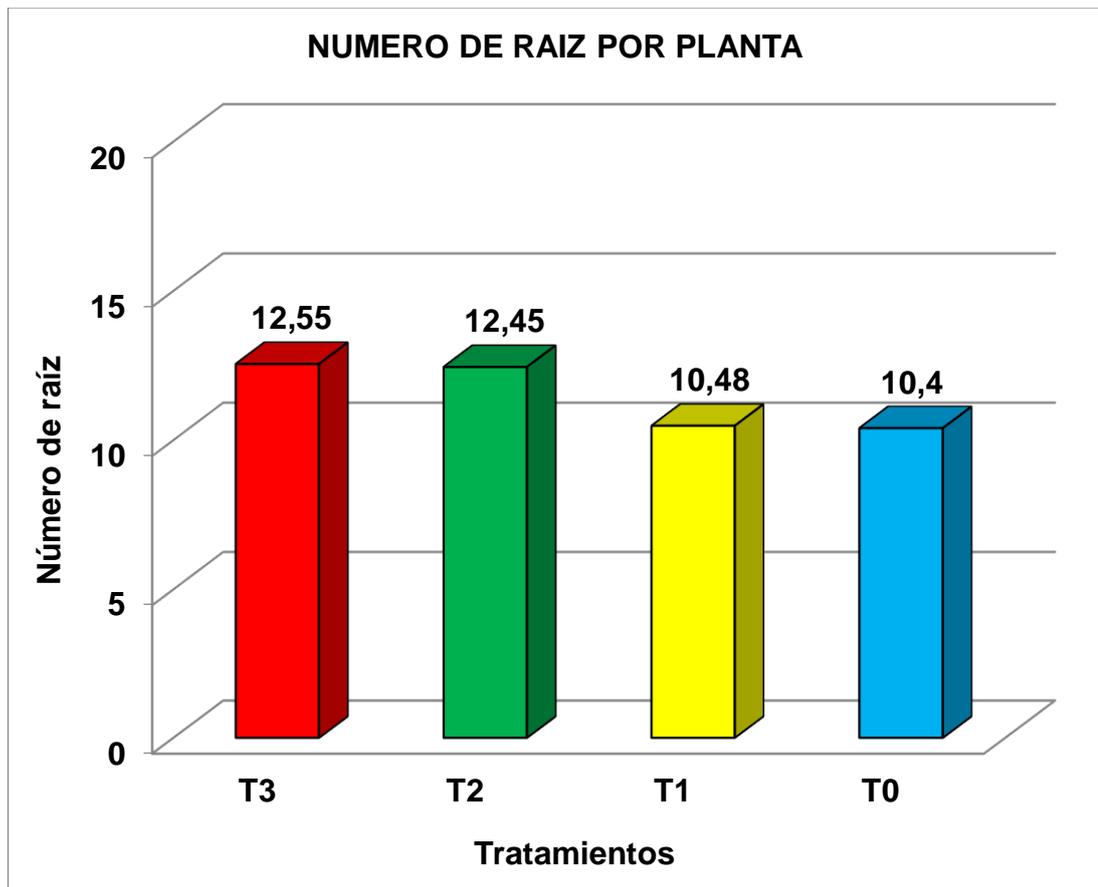


Figura 08: Promedio de número de raíces por planta para tratamientos.

4.2.2. Longitud de la raíces por planta

Los promedios obtenidos se indican en el cuadro N° 04 del anexo y a continuación el Análisis de Varianza y prueba de significación de Duncan interpretados estadísticamente con su representación gráfica respectiva.

Cuadro N° 20: Análisis de Varianza para longitud de raíz por planta en centímetros.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	F TAB	
					5%	1%
Bloques	3	0,26	0,09	2,11 ^{ns}	3,86	6,99
Tratamientos	3	7,10	2,37	57,20 ^{**}	3,86	6,99
Error	9	0,37	0,04			
TOTAL	15	7,74				

CV = 0,94 %	Sx = ± 0.20
--------------------	--------------------

El análisis de varianza resultó no significativos para bloques y significativo para los tratamientos. La desviación estándar fue ± 0.20 longitud y el coeficiente de variabilidad de 0.94 %, dando confiabilidad a los resultados.

Cuadro N° 21: Prueba de significación de Duncan para longitud de raíz por planta en centímetros.

O.M.	TRATAMIENTOS	PROMEDIOS	NIVEL DE SIGNIFICACIÓN	
		Longitud de raíces / planta cm.	5%	1%
1°	T2	22,55	a	a
2°	T1	21,58	b	b
3°	T3	21,45	b	b
4°	T0	20,68	c	c

$$\hat{Y} = 11.5$$

Realizado la prueba de Duncan el T2 resultó que estadísticamente es superior a los demás tratamientos, en ambos niveles de significación; el T1 y T3 estadísticamente son iguales al nivel de 5 % y 1 %, teniendo comportamiento intermedio y mientras que el T0 estadísticamente resultó inferior a los demás tratamientos, en ambos niveles de significación. Donde el T2 obtuvo el mayor promedio con 22,55 centímetros por planta; seguido el T1 y T3 con 21,58 y 21,45 centímetros respectivamente. El T0 ocupando el último lugar con 20,68 centímetros por planta.

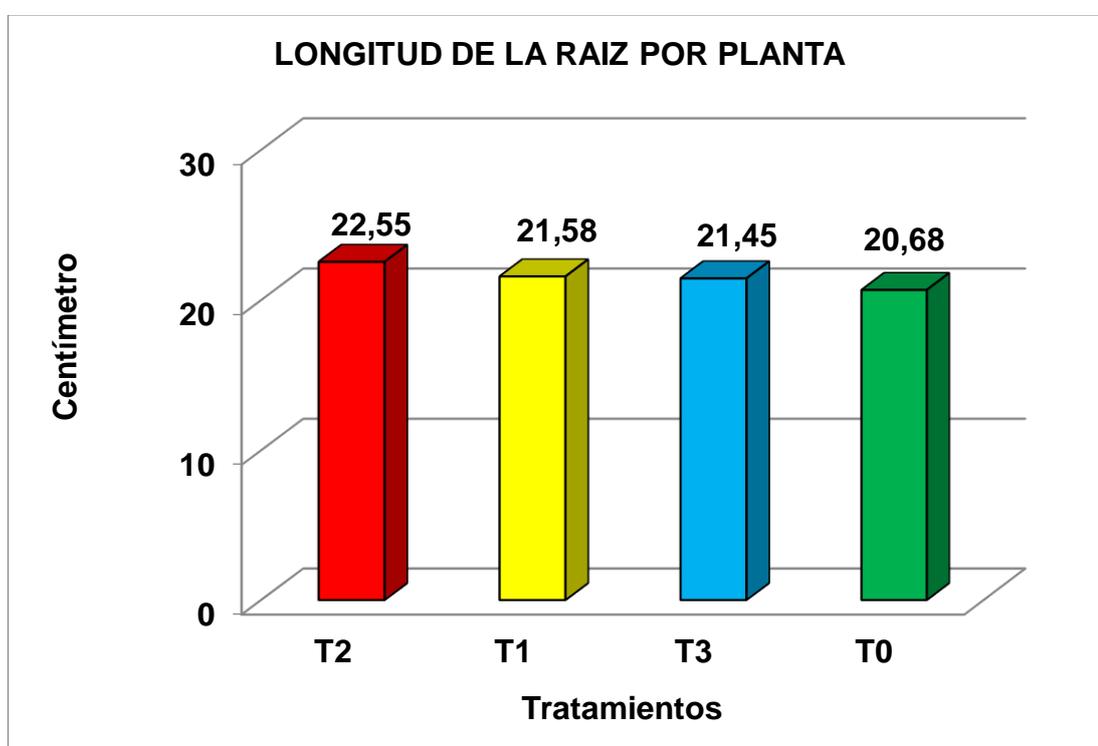


Figura 06: Promedios de longitud de raíz por planta para tratamientos en centímetros.

4.2.3. Diámetro de la raíz por planta

Los promedios obtenidos se indican en el cuadro N° 05 del anexo y a continuación el Análisis de Varianza y prueba de significación de Duncan interpretados estadísticamente con su representación gráfica respectiva.

Cuadro N° 22: Análisis de Varianza para diámetro de la raíz por planta.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	F TAB	
					5%	1%
Bloques	3	0,08	0,03	0,17 ^{ns}	3,86	6,99
Tratamientos	3	4,82	1,61	10,84*	3,86	6,99
Error	9	1,34	0,15			
TOTAL	15	6,24				

CV = 8,56 %	Sx = 0,39
--------------------	------------------

El análisis de varianza resultó no significativos para bloques y significativo para los tratamientos. La desviación estándar fue $\pm 0,39$ diámetro y el coeficiente de variabilidad de 8,56 %, dando confiabilidad a los resultados.

Cuadro N° 23: Prueba de significación de Duncan para diámetro de raíz por planta en centímetros.

O.M.	TRATAMIENTOS	PROMEDIOS	NIVEL DE SIGNIFICACIÓN	
		Diámetro de la raíz/planta cm.	5%	1%
1°	T2	5,25	a	a
2°	T1	4,63	b	a b
3°	T3	4,41	b	a b
4°	T0	3,71	c	b

$$\hat{Y} = 4.5$$

Realizado la prueba de Duncan que al nivel de 5% el T2 resultó estadísticamente superior a los demás tratamientos, el T1 y T3 estadísticamente son iguales; teniendo comportamiento intermedio y mientras que el T0 resultó estadísticamente inferior a los anteriores. Al nivel del 1% los tratamientos T2, T1 y T3 resultaron estadísticamente iguales y el T0 resultó inferior a los demás tratamientos. Donde el T2 obtuvo el mayor promedio con 5,25 centímetros por planta, seguido el T1 y T3 con 4,63 y 4,41 centímetros respectivamente. El T0 ocupó el último lugar con 3,71 centímetros por plantas.

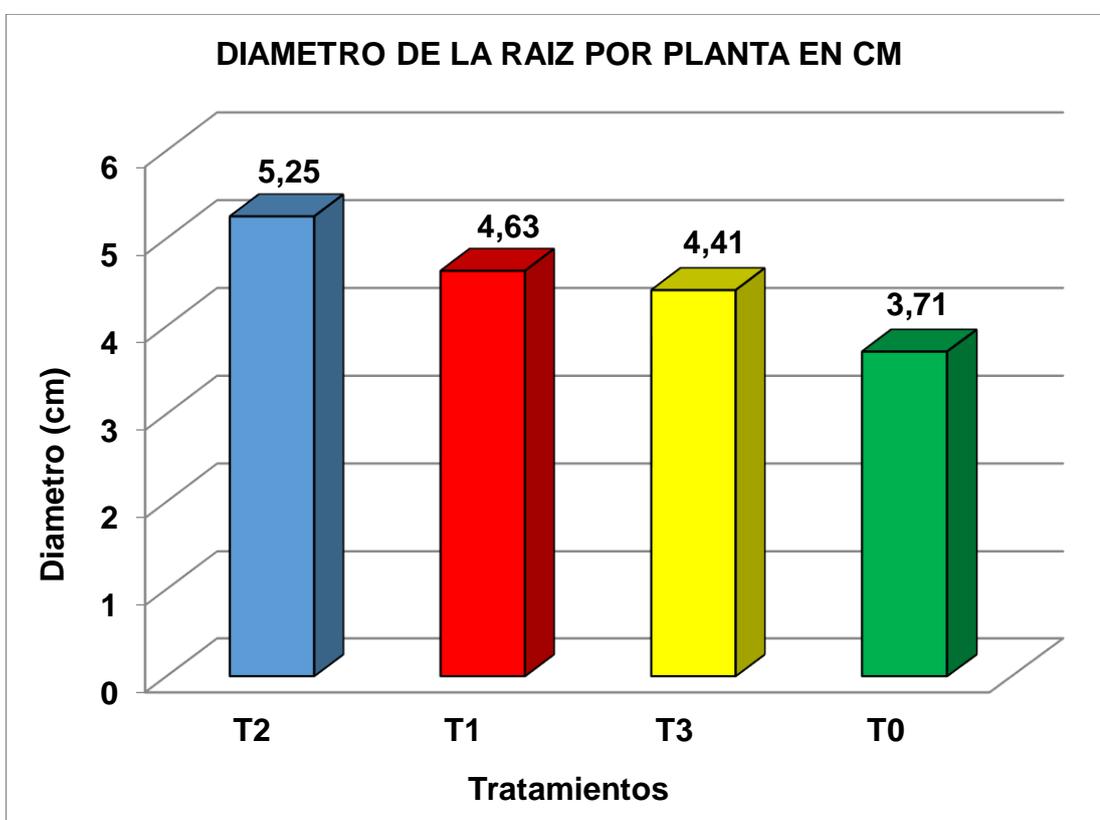


Figura 07: Promedios de diametro de raíz por planta para tratamientos en centímetros.

4.2.4. Rendimiento por área neta experimental

Los promedios obtenidos se indican en el cuadro N° 07 del anexo y a continuación el Análisis de Varianza y prueba de significación de Duncan interpretados estadísticamente con su representación gráfica respectiva.

Cuadro N° 26: Análisis de Varianza para rendimiento por área neta experimental en kilogramos.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	F TAB	
					5%	1%
Bloques	3	0,07	0,02	0,67 ^{ns}	3,86	6,99
Tratamientos	3	36,75	12,25	380,12 ^{**}	3,86	6,99
Error	9	0,29	0,03			
TOTAL	15	37,10				

CV = 1,76 %	Sx = ± 0,18
--------------------	--------------------

El análisis de varianza resultó no significativos para bloques y significativo para los tratamientos. La desviación estándar fue $\pm 0,18$ kilogramos y el coeficiente de variabilidad de 1,46 %, dando confiabilidad a los resultados.

Cuadro N° 27: Prueba de significación de Duncan para rendimiento por área neta experimental en kilogramos, para tratamientos.

O.M.	TRATAMIENTOS	PROMEDIOS	NIVEL DE SIGNIFICACIÓN	
		Rendimiento (kg) por área neta experimental	5%	1%
1°	T2	11,5	a	a
2°	T3	11,0	b	b
3°	T1	10,68	c	b
4°	T0	7,63	d	c

$$\hat{Y} = 10.20$$

Realizado la prueba de Duncan al nivel del 5% el T2 resultó estadísticamente superior a los demás tratamientos y el T0 estadísticamente es inferior a las anteriores. Al nivel de 1%, el T2 resultó estadísticamente superior a los demás tratamientos; el T3 y T1 estadísticamente son iguales, teniendo un comportamiento intermedio y el T0 estadísticamente es inferior a las anteriores. Donde el mayor promedio lo obtuvo el T2 con 11,5 kilogramos por área neta experimental, seguido el T3 y T1 con 11,0 y 10,68 kilogramos respectivamente y el último lugar lo ocupó el T0 con 7,63 kilogramos por área neta experimental.

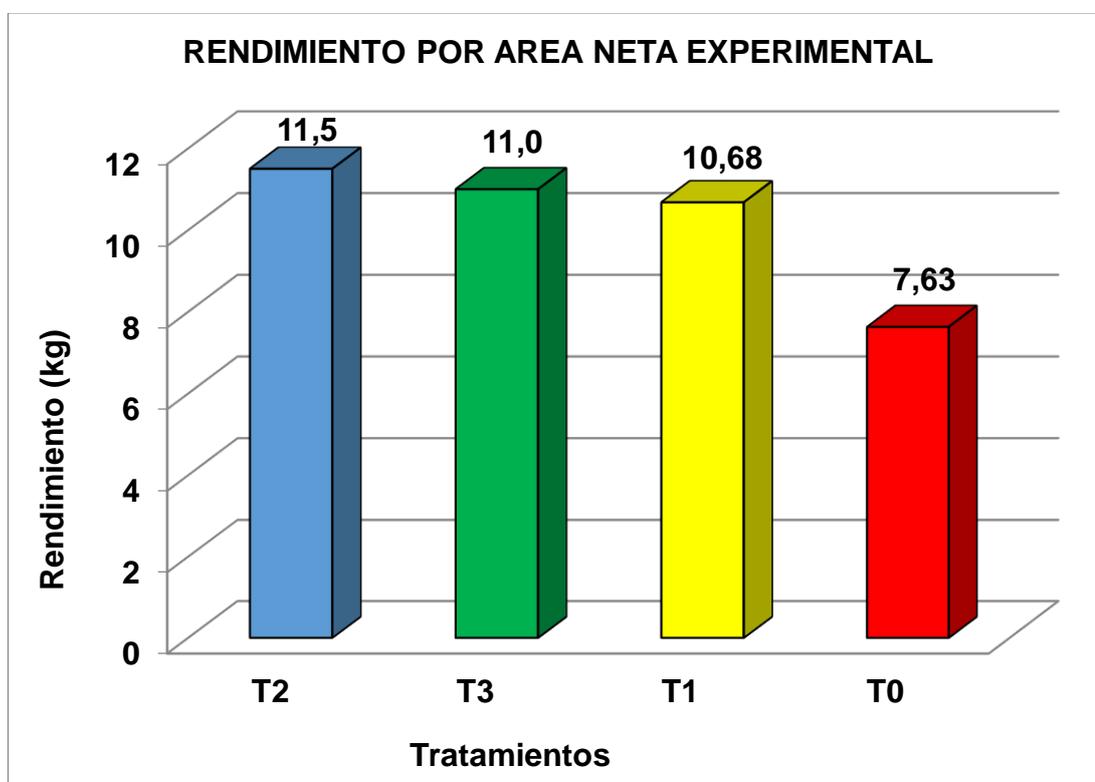


Figura 09: Promedio de rendimiento por área neta experimental (kilogramos) para tratamientos.

4.2.5. Rendimiento estimado por hectárea

Los promedios obtenidos se indican en el cuadro N° 08 del anexo

Cuadro N° 28: Rendimiento estimado por hectárea en kilogramos.

O.M.	Tratamientos	Peso/ área neta kg	Rendimiento / ha kg	Rendimiento/ha en T
1°	T2	11,5	30 010,43	30,0
2°	T3	11,0	28 588,55	28,6
3°	T1	10,68	27 833,33	27,8
4°	T0	7,63	19 876,3	19,9

El mayor promedio lo obtuvo el tratamiento T2 con 30 010,43 kg/ha superado tratamiento T0 (testigo) que obtuvo 19 876,3 existiendo una diferencia entre ello de 10 134,13 kilogramos.

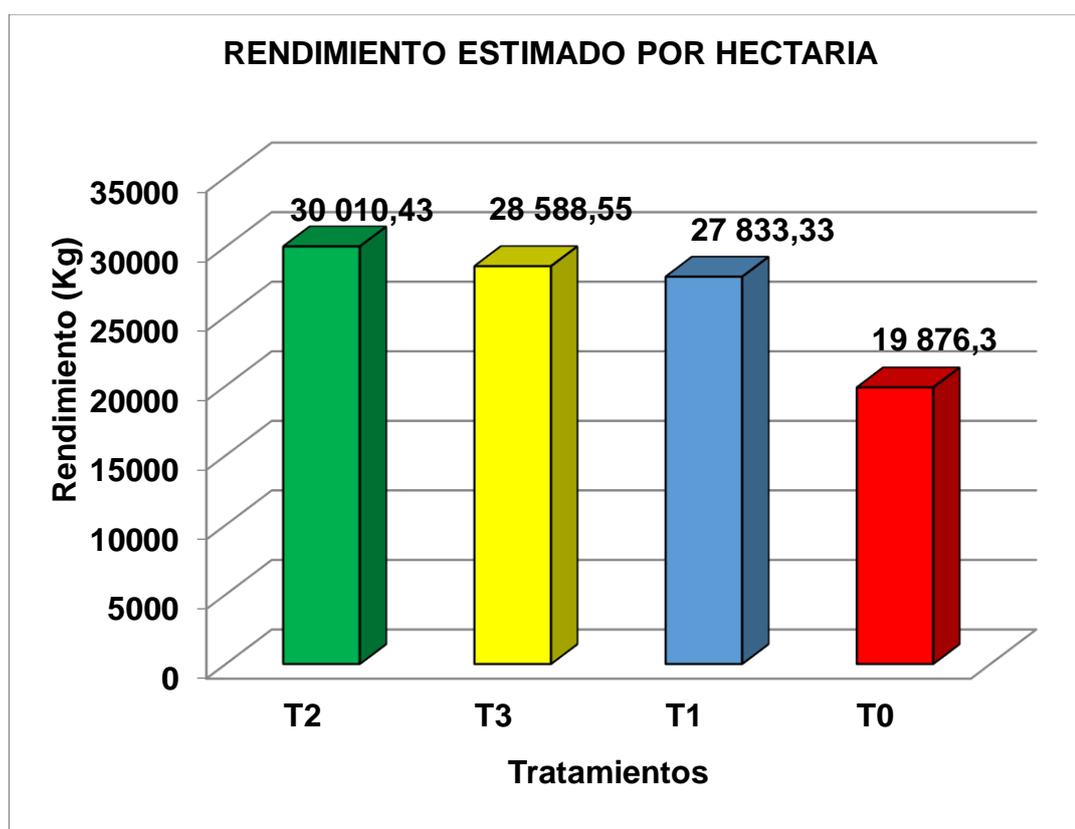


Figura 10: Promedio de rendimiento estimado por hectárea (kilogramos) para tratamientos.

V. DISCUSIÓN

5.1. MORFOLOGÍA

5.1.1. Altura de planta

En la investigación realizada, los resultados obtenidos en cuanto a la altura de planta, el mayor promedio obtenido fue de **65,34** centímetros por planta, y mientras en la investigación similar realizado por Álvarez (2001) indica que obtuvo **57,23** cm/planta; siendo estos resultados inferiores a lo obtenido en la investigación. Difieren debido a que las dosis empleadas en la investigación son superiores.

5.1.2. Número de hojas por planta

En la investigación realizada, los resultados obtenidos en cuanto a número de hojas, el mayor promedio obtenido fue de **166,58** hojas por planta y mientras en la investigación similar realizado por Dos santo (2004) indica que obtuvo **150,5** números de hoja por planta; siendo estos resultados inferiores a lo obtenido en la investigación, debido a que las dosis de fertilización empleada en la investigación son superiores.

5.1.3. Número de brotes por planta

En la investigación realizada, los resultados obtenidos en cuanto al número de brotes, el mayor promedio obtenido fue de **21,35** brotes por planta, y mientras en la investigación similar realizado por Álvarez (2001) indica que obtuvo **20,1** brotes por planta; siendo estos resultados similares a lo obtenido en la investigación, debido a se estudiaron las mismas variedades.

5.2. RENDIMIENTO

5.2.1. Número de raíz por planta

En la presente investigación los resultados en cuanto al número de raíz por planta, el mayor promedio fue 12,55 en comparación al testigo que se obtuvo 10,40 raíces por planta; éstos resultados varían debido a que se emplearon diferentes dosis de fertilización.

5.2.2. Longitud de la raíz por planta

En la investigación realizada, los resultados obtenidos en cuanto a la longitud de la raíz por planta, el mayor promedio obtenido fue de 22.55 centímetros por planta, y mientras en la investigación similar realizado por Álvarez (2001) indica que obtuvo 20,1 centímetro por planta; siendo estos resultados inferiores a lo obtenido en la investigación, debido a que se estudiaron las mismas variedades.

5.2.3. Diámetro de la raíz por planta

En la investigación realizada, los resultados obtenidos en cuanto a al diámetro de la raíz por planta, el mayor promedio obtenido fue de 5,25 centímetros por planta, y mientras en la investigación similar realizado por Álvarez (2001) indica que obtuvo 3.5 centímetro por planta; siendo estos resultados inferiores a lo obtenido en la investigación, debido a que las dosis de fertilización empleada en la investigación son superiores.

5.2.4. Rendimiento por hectárea

En la investigación realizada, los resultados obtenidos en cuanto al rendimiento por hectárea, el mayor promedio obtenido fue de 30 010, 43 Kg/ha, y mientras en la investigación similar realizado por Dos santos (2004) indica que obtuvo 24 030,00 kg/ha; siendo estos resultados inferiores a lo obtenido en la investigación, debido a que las dosis de fertilización empleada en la investigación son superiores.

VI. CONCLUSION

Se concluye señalando que el T2 (dosis de N 100 – P 200 – K 160) tuvo efectos significativos en el rendimiento; obteniendo 30 010,43 kilogramos por hectárea e indico que las condiciones edafoclimáticas del Instituto de Investigación Frutícola Olerícola (IIFO) fueron óptimos para la producción del cultivo de arracacha (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft.)

En la investigación realizada se determinó que sí hubo efecto de las diferentes dosis de fertilización en el rendimiento del cultivo de arracacha (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft.); mostrando que el T2 ocupó el primer lugar en cuanto a longitud y diámetro con 22,55 y 5,25 centímetros respectivamente y 12,6 raíces por planta; en comparación con testigo T0 que ocupó el último lugar en cuanto a longitud y diámetro con 19,6 y 3,65 centímetros respectivamente y 10,1 raíces por planta.

Se señala que las diferentes dosis empleadas en la fertilización del cultivo de arracacha tuvieron efectos significativos la morfología.

VII. RECONMENDACIONES

1. Recomiendo emplear una dosis de N 100 – P 200 – K 160 por hectárea; a distanciamiento 0.80 entre surcos y a 0. 60 m entre surcos; debido a que se obtuvieron 30 010,53 kg/ha de arracacha.
2. Impulsar la producción del cultivo de arracacha en zonas óptimas de la región Huánuco; así como en el Instituto de Investigación Frutícola Olerícola (IIFO); donde se realizó la investigación y se obtuvo buenos resultados en cuanto al rendimiento.
3. Se recomienda realizar trabajos de investigación con dosis diferentes a la empleada en la investigación en el cultivo de arracacha.
4. Se recomienda realizar trabajo de investigación en el cultivo de la arracacha con abonos naturales
5. Se recomienda realizar trabajos de investigación similares pero con distanciamientos distintos y distintos épocas de siembra

VIII. LITERATURA CITADA

- Álvarez. M. 2001. Comportamiento agronómico del cultivo de arracacha (*Arracacia xanthorrhiza*, Bancroft), en dos sistemas de plantación y cuatro niveles de abonamiento orgánico (gallinaza), en la zona subtropical del Municipio de Colomi, Comunidad Maica Monte. 61 p
- Ames de Icochea. T. 1997. Enfermedades fungosas y bacterias de raíces y tubérculos andinos. Lima, Perú: Centro internacional de la papa.
- Añez, B, Espinoza. W, Vásquez, W. 2002. Producción de apio andino en respuesta al suministro de fertilizantes. Universidad los andes, instituto de investigaciones agropecuarias (IIAP.), Mérida. Venezuela p 40.
- Blas, R. 2005. Inducción floral de arracacha (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft). Universidad Nacional Agraria, La Molina, Lima. Perú, (en línea) consultado 16 de febrero 2016. Disponible en <http://www.scielo.cl>.
- CIP (centro internacional de la papa). 2015. Origen, distribución geográfica e botánica da arracacha. Informe agropecuario, Belo Horizonte, Brasil.120 p.
- Dos Santos, F. 2004. Conservación y uso de la biodiversidad de raíces y tubérculos andinos: una década de investigación para el desarrollo (1993 - 2003) N°. 6. Universidad Nacional de Cajamarca, Centro internacional de la Papa, Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación. Lima, Perú. p 279
- FAO (Organización de Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2002. La Agricultura Andina. Raíces Andinas. Roma. Italia.
- Hermann, M. 1997. Arracacha (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft). Centro Internacional de la Papa. Lima, Perú. 81 p.

- Hodge, W.H. 1999. The edible Arracacha a Little known root of the Andes. *Economic Botani* 8: 195 p.
- INIA (Instituto nacional de innovación agraria) 2001. Bibliografía de raíces y tubérculos andinos subutilizados. *Boletín de las Américas*, Volumen 7, (en línea) consultado 12 de enero. 2016. Disponible en <http://www.ipgri.org.com.br>
- INFOAGRO. 2013. Variedades Nativas de arracacha (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft) en Cusco. Centro de Investigación de Cultivos Andinos, Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco, Perú. 14 p.
- Jiménez, F. Y Ramos, S. 2005 Características Nutricionales de la arracacha (*Arracacia xanthorrhiza*) y sus perspectivas en la alimentación Lima, Enero (en línea) consultado 20 de enero. 2016. Disponible en <http://www.rpan.org>
- Mujica, A. 1990. La arracacha (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft) en el Perú. Instituto de Investigación Agraria y Agroindustrial. Programa de Cultivos Andinos. Puno, Perú. 25 p.
- Reyes A. 1993. Plagas de arracachas comestibles del Sibundoy. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*,(en línea) consultado 10 febrero. 2016. Disponible en <http://www.revista7cienciaexacta/fisica/naturales>.
- Robles, A. y Hashimoto, J. 2006. Arracacha (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft). Biodiversidad y conservación de los recursos filogenéticos, Trujillo. Perú, (en línea) consultado 10 febrero. 2016. Disponible en <http://www.regionlalibertad.gob.pe>.
- Robles, D. Terrazas, Valdivia, G. 2006 Guía de Campo de los Cultivos Andinos, FAO, Roma 2007, ANPE, Lima, 2007, (en línea), consultado 15 de enero. 2016 Disponible en <http://www.ftp.fao.org>
- Rodríguez, G. 1999. Aspectos Generales de Algunas Especies Promisorias de Raíces y Tubérculos de Colombia (*Arracacha*, *Achira*, *Ulluco*, *bia*, *Cubia* y *Ñame*). Bogotá. Colombia 36 p.

- Rojas, S. 2006. Manual de tesis de grado para ciencias y tecnología. Facultad de Ciencias y Tecnología UMSS Cochabamba Bolivia. 129 p.
- SAGARPA (Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural Pesca y Alimentación). (2002). Uso de fertilizantes. Editorial texoco. México. 11 p
- Salas, S. Tapia, M Y Frías, A. 2002. Desarrollo de agroindustrias y mercados para la arracacha. Proyecto CIP/CONDESAN, Lima, Perú.
- Salazar, O. 1997. Desarrollo de agroindustrias y mercados para la arracacha (ed.) Raíces Andinas: Una década de investigación para el desarrollo (1993 - 2003) N°. 6. Universidad Nacional de Cajamarca. Centro Internacional de la Papa, Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación. Lima, Perú. 362 p.
- Sierra Bernal, C. (2003). Fertilización de cultivos y frutales en la zona norte. Boletín técnico. Editado por el centro regional de investigación Intihuasi - Chile. 70 p.

ANEXO

Cuadro 01: Altura de planta

TRATAMIENTO	BLOQUES				ΣT	Promedio tratamiento
	I	II	III	IV		
T1	61,50	62,82	62,53	61,86	248,71	62,18
T2	62,30	62,44	62,71	62,65	250,10	62,53
T3	64,89	65,83	64,75	65,88	261,35	65,34
T0	55,11	58,90	57,11	57,96	229,08	57,27
ΣT	243,80	249,99	247,10	248,35	989,24	
Promedio - Bloq	60.95	62.50	61.78	62.09		61,83

Cuadro 02: Número de brotes por planta

TRATAMIENTO	BLOQUES				ΣT	Promedio tratamiento
	I	II	III	IV		
T1	20,3	20,8	21,8	20,0	82,9	20,7
T2	21,4	21,3	21,6	20,4	84,7	21,2
T3	21,3	21,1	21,9	21,1	85,4	21,4
T0	20,0	20,3	20,0	20,6	80,9	20,2
ΣT	83,0	83,5	85,3	82,1	333,9	
Promedio - Bloq	20,8	20,9	21,3	20,5		20,9

Cuadro 03: Número de hojas por planta

TRATAMIENTO	BLOQUES				ΣT	Promedio tratamiento
	I	II	III	IV		
T1	162,0	162,0	162,1	162,4	648,5	162,125
T2	167,1	166,3	166,1	166,8	666,3	166,575
T3	165,3	166,3	165,3	166,0	662,9	165,725
T0	159,5	154,8	156,8	157,1	628,2	157,05
ΣT	653,9	649,4	650,3	652,3	2605,9	
Promedio - Bloq	163,5	162,4	162,6	163,1		162,9

Cuadro 04: Longitud de raíz por planta

TRATAMIENTO	BLOQUES				ΣT	Promedio tratamiento
	I	II	III	IV		
T1	21,1	21,6	21,9	21,7	86,3	21,6
T2	22,5	22,7	22,4	22,6	90,2	22,6
T3	21,4	21,7	21,2	21,5	85,8	21,5
T0	20,4	20,7	20,8	20,8	82,7	20,7
ΣT	85,4	86,7	86,3	86,6	345,0	
Promedio - Bloq	21,4	21,7	21,6	21,7		21.6

Cuadro 05: Diámetro de raíz por planta

TRATAMIENTO	BLOQUES				ΣT	promedio tratamiento
	I	II	III	IV		
T1	4,5	4,4	4,6	5,0	18,5	4,6
T2	5,5	5,2	5,5	4,8	21,0	5,3
T3	4,0	4,65	4,0	5,0	17,7	4,4
T0	4,0	3,5	3,7	3,65	14,9	3,7
ΣT	18,0	17,8	17,8	18,5	72,0	
Promedio - Bloq	4.5	4.4	4,5	4,6		4,5

Cuadro 06: Número de raíz por planta

TRATAMIENTO	BLOQUES				ΣT	Promedio tratamiento
	I	II	III	IV		
T1	10,0	10,6	10,5	10,8	41,9	10,5
T2	12,6	12,5	12,4	12,3	49,8	12,5
T3	13,0	12,8	12,3	12,1	50,2	12,6
T0	10,0	10,4	10,6	10,6	41,6	10,4
ΣT	45,6	46,3	45,8	45,8	183,5	
Promedio - Bloq	11,4	11,6	11,5	11,5		11,5

Cuadro 07: rendimiento por área neta experimental

TRATAMIENTO	BLOQUES					Promedio tratamiento
	I	II	III	IV		
T1	10,6	10,4	10,9	10,8	42.7	10,7
T2	11,5	11,5	11,5	11,5	46.0	11,5
T3	11,0	11,0	11,0	11,0	44.0	11,0
T0	8,0	7,5	7,4	7,6	30.5	7,6
ΣT	41,1	40,4	40,8	40,9	163.2	
promedio- Bloq	10,3	10,1	10,2	10,2		10.2

Cuadro 08: rendimiento estimado por hectárea

TRATAMIENTO	BLOQUES					TRATAMIENTO
	I	II	III	IV		
T1	27729.2	27083.3	28395.8	28125	111333.3	27833.3
T2	29979.2	29958.3	30104.2	30000	120041.7	30010.4
T3	28625.0	28562.5	28604.2	28562.5	114354.2	28588.6
T0	20833.3	19531.3	19270.8	19869.8	79505.2	19876.3
ΣT	107166.7	105135.4	106375	106557.3	425234.4	
Promedio- Bloq	26791.7	26283.9	26593.8	26639.3		26577.2



Figura N° 01. Muestreo de suelo.



Figura N° 02. Muestreo de suelo.



Figura N° 03. Preparación del área



Figura N° 04. Preparación de plántulas.



Figura N° 05. Preparación de caldo para la desinfección las plántulas.



Figura N° 06. Desinfección de las plántulas



Figura N° 07. Plantado de las plántulas.



Figura N° 08. Plantado de las plántulas.



Figura N° 09. Riego.



Figura N° 10. Emergencia de la planta.



Figura N° 11. Emergencia de la planta



Figura N° 12. Plantas de arracacha a los 30 días después del plantado



Figura N° 13. Plantas de arracacha a los 45 días después del plantado



Figura N° 14. Fertilizantes



Figura N° 15. Fertilización



Figura N° 16. Primer deshierbo



Figura N° 17. Plantas arracacha a los 90 días después del plantado



Figura N° 18. Plantas arracacha a los 90 días después del plantado



Figura N° 20. Riego



Figura N° 21. Riego



Figura N° 22. Plantas de arracacha a los 120 días después del plantado



Figura N° 23. Plantas de arracacha a los 150 días después del plantado.



Figura N° 24. Plantas arracacha a los 180 días después del plantado



Figura N° 25. Tercer deshierbo



Figura N° 26. Evaluaciones del para el control fitosanitario



Figura N° 27. Evaluaciones del para el control fitosanitario



Figura N° 28. Evaluaciones



Figura N° 29. Evaluaciones



Figura N° 30. Evaluaciones



Figura N° 31. Revisión de campo



Figura N° 32. Revisión de campo



Figura N° 33. Evaluación de la altura de plantas



Figura N° 34. Evaluación de número de hojas plantas



Figura N° 35. Cosecha



Figura N° 36. Cosecha



Figura N° 37. Cosecha



Figura N° 38. Rotulado



Figura N° 39. Evaluación de peso de la raíz por planta



Figura N° 40. Evaluación de peso de la raíz por planta



Figura N° 41. Evaluación de peso de la raíz por planta



Figura N° 42. Evaluación de la longitud de la raíz por planta



Figura N° 43. Productos químicos usados el trabajo de investigación



Figura N° 44. Productos químicos usados el trabajo de investigación



Figura N° 45. Productos químicos usados el trabajo de investigación



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

AV. UNIVERSITARIA S/N - TINGO MARIA - CELULAR 982047050 - 941531359

Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos

ana@lnadesuelosunos@unatmail.com



ANÁLISIS DE SUELOS

SOLICITANTE: ALEJO MAYLLE ABEL PROCEDENCIA: DEPARTAMENTO: HUANUCO

N°	COD. LAB.	DATOS DE LA MUESTRA		ANÁLISIS MECÁNICO				pH	M.O.	N	P	K	CIC	CAMBIABLES Cmol(+)/kg						CICe	%	%	%			
		Codigo	cultivo actual	Arena	Arcilla	Limo	Textura							Ca	Mg	K	Na	Al	H					Bas. Camb.	Ac. Camb.	Sat. Al
				%	%	%																				
1	M0945	M1	MAIZ	53.68	27.04	19.28	Franco Arcillo Arenoso	7.36	0.82	0.04	32.97	209.41	3.76	2.79	0.53	0.42	0.02	-	-	-	100.00	0.00	0.00			

MUESTREADO POR EL SOLICITANTE
RECIBO N° 0461583
FECHA : 31/05/2016

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
LAB. ANÁLISIS DE SUELOS
M. Sc. Bigo. Miguel Huauya Rojas
M.Sc. Bigo. Miguel Huauya Rojas
JEFE

METODOS ANALÍTICOS

01. Análisis Mecánico. Textura por el método del hidrómetro
02. pH método del potenciómetro (SARTORIUS-Alemania), relación suelo - agua 1:1
03. C.E: Conductímetro – Extracto Acuoso 1:1
04. Materia orgánica: Método de Walkey y Black
05. Nitrógeno Total: Micro Kjeldahl
06. Fosforo disponible: Método de Olsen modificado. Extracto de NHCO_3 0.5M, pH 8.5
07. Potasio Disponible: Método de acetato de amonio 1N. pH 7.0
08. Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC): Método de acetato de amonio 1N. pH 7.0
Ca: Absorción atómica
Mg: Absorción atómica
K : Absorción atómica
Na: Absorción atómica
09. C.I.C efectiva: Desplazamiento con KCl 1N (Suelos en pH < 5.6)
Aluminio más Hidrógeno: Método de Yuan.
10. Plomo y Cadmio disponible: Absorción Atómica

