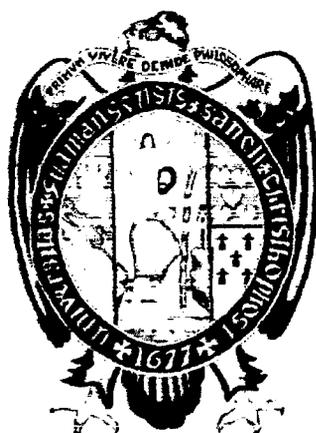


**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE  
HUAMANGA**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**



**“PRODUCCIÓN DE RACACHA (*Arracacia xanthorrhiza* Br.) CON  
NIVELES DE GUANO DE ISLAS Y BIOESTIMULANTE – BIOZYME.  
CANAAN, 2750 m.s.n.m.”**

Tesis para Obtener el Título Profesional de

**INGENIERO AGRÓNOMO**

Presentado por

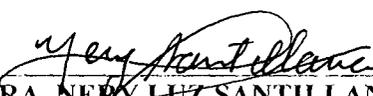
**REYNALDO ZOSIMO QUISPE MENDOZA**

Ayacucho – Perú

2011

**“PRODUCCIÓN DE RACACHA (*Arracacia xanthorrhiza* Br.) CON NIVELES DE GUANO DE ISLAS Y BIOESTIMULANTE – BIOZYME TF. CANAAN, 2750 m.s.n.m.”**

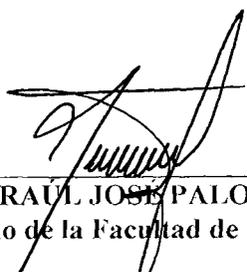
Recomendado : 28 de marzo de 2011  
Aprobado : 31 de marzo de 2011

  
DRA. NERY LUZ SANTILLANA VILLANUEVA  
Presidente del Jurado

  
M.Sc. ING. FORTUNATO ALVAREZ AQUISE  
Miembro del Jurado

  
ING. WALTER AUGUSTO MATEU MATEO  
Miembro del Jurado

  
ING. ALEX LAZARO TINEO BERMÚDEZ  
Miembro del Jurado

  
M.Sc. ING. RAÚL JOSÉ PALOMINO MARCATOMA  
Decano de la Facultad de Ciencias Agrarias

## DEDICATORIA

A la memoria de mi padre ZOSIMO  
QUISPE HUAMANÍ, ejemplo de  
trabajo, perseverancia y amor con su  
familia.

Con eterna gratitud a mi madre  
REYNALDA MENDOZA HUAMANÍ,  
fuente de cariño, dedicación y trabajo  
para el bienestar de sus hijos.

Con mucho cariño a mi esposa HILDA  
ANGELICA AYALA QUICANO y en  
ella a mis hijas: LIA REYNALDA,  
ANGELICA Y LEIDY MALÚ.

A mis hermanos: AUREA, ROSALÍA,  
VILMA, NATALIA, VIRGILIO Y  
YOLANDA, por su comprensión y apoyo  
incondicional en el logro de mi anhelo  
profesional.

## AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga por constituir el alma mater de mi formación profesional.

A la Facultad de Ciencias Agrarias, a la Escuela de Formación Profesional de Agronomía y a la Plana Docente quienes contribuyeron en mi formación profesional.

Mis agradecimientos muy en especial al Ing° Fortunato Álvarez Aquis, por el empeño decidido para la realización del presente trabajo de investigación.

## ÍNDICE

Contenido	Página
INTRODUCCIÓN.	01
Objetivo General	02
Objetivos Específicos	
CAPITULO I.	03
REVISIÓN DE LITERATURA:	03
1.1 Ubicación taxonómica.	03
1.2 Origen, domesticación y distribución de la racacha	04
1.3 Aspectos morfológicos.	05
1.4 Requerimiento edafoclimático del cultivo.	07
1.5 Manejo agronómico.	09
1.6 Rendimiento del cultivo.	11
1.7 Preparación de colinos.	12
1.8 Fitomejoramiento.	13
1.9 Rizogénesis de los colinos.	14
1.10 Bioestimulantes.	14
1.11 Guano de islas.	18
1.12 Utilización del guano de islas.	23
1.13 Factores que afectan la calidad del guano de islas.	24
1.14 Valor nutritivo	24
1.15 Características culinarias	25
CAPITULO II	
MATERIALES Y MÉTODOS:	
2.1 De la zona en estudio.	27
a) Ubicación geográfica.	27
b) Aspectos climatológicos.	27
c) Características edáficas del campo de cultivo.	31

2.2	Material genético empleado.	31
2.3	Metodología experimental.	32
a)	Diseño Experimental.	32
b)	Factores en estudio.	32
c)	Tratamientos en estudio	33
d)	Modelo Aditivo Lineal.	34
2.4	Características del Campo Experimental	34
2.5	Instalación y conducción del cultivo.	35
a)	Preparación de los colinos.	35
b)	Preparación del terreno y demarcación del campo experimental.	35
c)	Siembra y abonamiento.	36
d)	Preparación y aplicación de Biozyme TF.	36
e)	Labores Agrícolas realizadas.	38
f)	Control fitosanitario.	39
g)	Cosecha de la racacha.	39
2.6	Variables evaluadas..	40
2.6.1	Factores de precocidad.	40
2.6.2	Factores de rendimiento.	40
2.7	Análisis estadísticos realizados.	42

### CAPITULO III.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN:	43	
3.1	Factores de precocidad.	44
a)	Días a la brotación de plantas.	44
b)	Días a la madurez fisiológica.	44
c)	Días a la madurez de cosecha.	45
3.2	Factores de rendimiento.	45
a)	Altura de planta.	47
b)	Número de colinos por planta.	48
c)	Peso de colinos por planta.	50
d)	Número de raíces reservantes por planta.	52
e)	Peso de raíces reservantes por planta.	54

f) Peso de cada raíz reservante.	56
g) Longitud de cada raíz reservante.	57
h) Rendimiento comercial en raíces reservantes.	59
i) Porcentaje de almidón en raíces reservantes.	63

#### CAPITULO IV.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:	64
---------------------------------	----

4.1 Conclusiones.	64
-------------------	----

4.2 Recomendaciones.	65
----------------------	----

RESUMEN	66
---------	----

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	68
----------------------------	----

ANEXO	73
-------	----

## INTRODUCCIÓN

La racacha (*Arracacia xanthorrhiza Bancroft*), es originaria de los andes sudamericanos, domesticada, desarrollada y cultivada por los pobladores andinos, integrantes de las culturas panandinas y regionales que florecieron en esta parte del mundo, desde tiempos muy remotos.

Este cultivo, parte de las raíces andinas, es relativamente poco estudiado, siendo su área de producción menor al de los tubérculos andinos como la papa, olluco y mashua; generalmente se considera que son cultivos propios de huertos familiares, donde pocos surcos abastecen las necesidades de autoconsumo del poblador andino (Tapia, 1991).

En la actualidad la racacha es un cultivo que se encuentra en regiones agroecológicas entre yunga alta a quechua baja e intermedia (desde 2200 hasta 3200 msnm); esta planta nunca falta en los huertos familiares del campesino andino, cultivado por sus raíces suculentas, ricos en almidón, conocida por los campesinos como "comidas", siendo un componente de potajes especiales en fechas festivas.

Describir la problemática de las raíces y de los tubérculos andinos (RTA's) es complejo, debido a la poca información que existe. Las investigaciones llevadas a cabo, durante los últimos años por los científicos de los programas nacionales, mediante tesis universitarias

principalmente, no ha sido suficientemente difundidas entre la comunidad científica andina, siendo evidente que las limitaciones para un mayor uso de las RTA's debe determinarse por medio de investigaciones en zonas rurales y urbanas del área andina (Arbizu y Hermann, 1993).

En los últimos años, la producción de cultivos orgánicos viene teniendo mucha aceptación por el uso de insumos naturales o de productos orgánicos que no causan mayores problemas ecológicos al medio ambiente, más aun cuando las cosechas de esta producción orgánica son más ventajosas frente a la agricultura convencional.

En esta perspectiva el presente trabajo de investigación es un ensayo de la influencia de abonos orgánicos y los bioestimulantes en la producción y productividad de la racacha, en condiciones de campo, con los siguientes objetivos.

### **Objetivo General**

Conocer la influencia de niveles de Guano de islas y dosis de Biozyme TF en la producción y productividad del cultivo de racacha.

### **Objetivos específicos**

1. Determinar el nivel de Guano de islas que maximice la productividad de raíces reservantes del cultivo de racacha.
2. Determinar la dosis de Biozyme TF que optimicen los caracteres productivos del cultivo de racacha.
3. Determinar la influencia conjunta del Guano de islas y Biozyme TF en la precocidad y el rendimiento del cultivo de racacha.

## CAPITULO I

### REVISIÓN DE LITERATURA

#### 1.1 UBICACIÓN TAXONÓMICA

La clasificación taxonómica de la racacha según Mostacero y Mejía (1985), citado por Blas, et al. (1997) es:

División	:	Angiospermae
Clase	:	Dicotyledonae (Magnoliopsida)
Sub clase	:	Archichlamydeae (Apetalae, Choripetalae)
Orden	:	Umbelliflorae (Umbelliferales, Umbellales, Ammiales, Apiales)
Familia	:	Apiaceae (Umbelliferae, Ammiaceae)
Género	:	Arracacia
Especie	:	<i>Arracacia xanthorrhiza</i> Bancroft (1825)
Nombre	:	Arracacha, Racacha, Raqacha, Virraca, Zanahoria Blanca, Yuca de los incas, Apio criollo.

Blas, et al. (1997), evaluando 64 entradas de procedencia peruana encontró que el número cromosómico de las especies cultivadas (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft) es  $2n = 44$ ; sugiriendo que el número cromosómico básico debe ser  $x = 11$  y determinando que la especie *Arracacia xanthorrhiza* Br. es una planta tetraploide.

## 1.2 ORIGEN, DOMESTICACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE LA RACACHA

Arbizu y Robles (1986), afirma que existen 2 centros definidos de diversidad, la sierra norte y la sierra sur oriental del Perú. En ellos puede encontrarse tres tipos varietales: amarillas, blancas y moradas. Se ha encontrado diversidad genética para rendimiento, calidad, período vegetativo, usos alimenticios y medicinales, así como caracteres morfológicos.

Tapia (1991), citando a Bucasov, menciona que la racacha es quizás la planta cultivada mas antigua de América del Sur, luego sugiere que el área de origen de esta raíz alimenticia, deben ser los andes septentrionales de Sudamérica y las considera una de las especies más antiguas.

Su origen no puede relacionarse directamente con especies silvestres, aunque se conocen numerosos casos de plantas que crecen semicultivadas, a áreas vecinas a lotes donde se planta esta especie, especialmente en lugares de Colombia, Perú y Bolivia. Sus congéneres mas similares son la *Arracaxia aequatiales* y la *Arracaxia andina*, dos especies que se hallan en el Sur de Ecuador y Perú, respectivamente. Se conocen restos arqueológicos, sin embargo no en forma definitiva, provenientes de tumbas incaicas, que parecen pertenecer a la racacha.

La mayor biodiversidad de este cultivo se ha concentrado en algunos microcentros definidos en los andes, en áreas geográficas donde la conservación es sostenible en el tiempo y el espacio. Un centro definido de diversidad en el Perú es la sierra sur oriental, que comprende los Departamentos de Ayacucho, Apurímac y Cuzco (Arbizu, 1996).

En el siglo pasado la racacha se introdujo en varios países de Centroamérica: Panamá, Costa Rica, Guatemala y en el Caribe: Jamaica, Puerto Rico y Haití. Se cultiva también en

Sao Paulo (Brasil). Se hicieron varios intentos de sembrar en Europa, sin mayor éxito. En Estados Unidos de América fue introducida hace 40 años, mas recientemente se ha introducido en la India, Africa Oriental y Ceilán.

Sobre la superficie sembrada, Seminario (1995), menciona que ya se ve con regularidad campos extensos de racacha, en la zona norte del país y estima que a nivel nacional, se cultiva en algo más de 300 Ha, de los cuales el 80% se sitúa en Cajamarca. Sin embargo en las estadísticas oficiales del Ministerio de Agricultura del Perú, este cultivo no figura, posiblemente porque no tenga la difusión necesaria.

### **1.3 ASPECTOS MORFOLÓGICOS**

León (1993), citando a Rea (1984) afirma que la racacha es posiblemente una planta bienal, rara vez completa su ciclo de cultivo, pues se recoge antes de la florescencia y la propagación es vegetativa. Si se deja por más tiempo brotan de la base del macollo los tallos floríferos.

El follaje alcanza a veces hasta 1,5 m de alto y es de un color verde oscuro o bronceado, muy atrayente. De cada macollo salen de 3 a 10 raíces fusiformes, blancas o moradas según la variedad que pueden alcanzar de 8 a 20 cm. de largo.

León (1987), menciona que la planta consiste de un tronco cilíndrico y corto, hasta de 10 cm de alto y 8 a 10 cm de diámetro, que lleva en la parte superior numerosos brotes. Cada uno de estos se forma de hojas de peciolo largos, divididos en tres a siete foliolos, a sus vez muy recortados. El peciolo es abierto y envolvente, en la base se cierra hacia arriba en forma de tubo. Su color varía de verde, rosado, rojo grisáceo y púrpura y combinaciones de verde con franjas rosadas, roja grisáceo con verde, etc. En un corte transversal, la

epidermis aparece como una capa de células. Dentro del peciolo hay conductos de resinas y entre el parénquima de fondo, se hallan los haces vasculares en cordones aislados.

La lámina de la hoja esta formada por varios pares de hojuelas opuestas a un terminal. Las hojas inferiores son pecioladas y se dividen en pinnas de forma irregular. Las superiores son sésiles y están divididas en lóbulos. Los bordes de las hojuelas son irregularmente dentados, especialmente en su parte superior. La raíz está formada principalmente de floema cuyo parénquima esta cargado de almidón. Cerca del cambium hay células rellenas de pigmentos morados que lo delimitan claramente y abundantes canales de aceite, cuyo aroma da un gusto a la racacha.

León (1987), menciona que del tallo salen dos tipos de raíces: finas y largas o tuberosas y fusiformes. Estas últimas, que son la parte utilizable, se consumen después de cocinadas en diferentes formas, tienen un sabor y olor muy especial y agradable. Las raíces tuberosas miden de 5 a 25 centímetros de largo y hasta 8 centímetros de diámetro; dos o mas raíces se fusionan con frecuencia y forman un cuerpo irregular. Están cubiertas por una capa delgada y corchosa, de color blanco o violáceo, según la variedad. Señala también que, en un corte transversal de la raíz madura, el cambium aparece como una franja mas clara. El floema ocupa el mayor volumen de la raíz, y esta recorrido por canales de resina que exudan una goma amarillenta y aromática, con olor a apio, que le da a la racacha el sabor y olor característico. Los canales de resina son numerosos y más finos en el xilema. En este como en el floema, el tejido básico es parénquima que contiene almidón de granos muy finos. En algunas variedades hay inmediato al cambium, un anillo de células que contiene pigmentos morados.

León (1965), reporta que el tallo se compone de una cepa llamada "madre" en Colombia, y "buque" en el Perú, de las cuales parten ramificaciones cortas o brotes llamados "hijos" en

Centroamérica; "pashincas" o "colinos" en el Perú, de los que brotan las hojas. La cepa es cilíndrica corta, cubierta por numerosos surcos transversales que forman una especie de superficie rugosa.

Mazón, et al. (1996) señalan que las inflorescencias son umbelas compuestas, que llevan muchas flores pequeñas, de color púrpuro intenso. Como el resto de la familia, se componen de cáliz y corola de 5 piezas diminutas, en la corola encorvados hacia adentro hay 5 estambres. El ovario es ínfero; el fruto es del tipo esquizocarpo seco de dos carpelos, cada uno terminado en su parte superior en un apéndice delgado (León, 1987).

Mazón, et al. (1996), menciona que según el color externo e interno de la raíz y la coloración del follaje, la zanahoria blanca (racacha) se clasifica en tres formas hortícolas: blanca, amarilla y morada. Del germoplasma ecuatoriano, el 51% de la colección pertenece a la forma hortícola "Blanca", el 31% a la "amarilla" y el 18% a la "morada".

#### **1.4 REQUERIMIENTO EDAFOCLIMATICO DEL CULTIVO**

Arbizu (1986), indica que la racacha se encuentra casi en todo el Perú, es cultivada en huertos familiares en alturas comprendidas entre los 1200 hasta 3200 m.s.n.m. dotadas de buena humedad.

Tapia (1997), señala que la racacha requiere de un clima subtropical, sin presencia de heladas, por lo cual se le encuentra en la parte baja de las zonas agroecológicas quechua y yunga del Perú. En general la altitud óptima esta entre 1200 a 3000 m.s.n.m., dependiendo de la altitud.

Con relación a la temperatura, León (1964) menciona que la racacha necesita temperaturas medias de 12 a 15°C para el periodo de mayor crecimiento y son las mismas para alcanzar

buenos rendimientos. Con relación a la longitud de las hojas y la producción de mayor peso del follaje, se afirma que alcanzó cifras más altas cuando la temperatura media del ambiente oscilaba aproximadamente de 13 a 18°C. El crecimiento de las hojas tiene una relación directa con las lluvias; para un buen crecimiento, la necesidad de agua es 90 mm mensuales o también 1000 mm anuales. Tapia (1997), señala que la temperatura óptima es de 14 a 21°C; las temperaturas más bajas retardan la maduración de las raíces y afectan el crecimiento del follaje. Temperaturas más altas como las de Maracaibo en Venezuela y Santa Marta en Colombia, parecen disminuir el tamaño de las raíces reservantes (Rea, 1992; citado por Tapia, 1997).

Álvarez (1995), reporta que la racacha en general requiere de un terreno suelto y profundo; la siembra se efectúa luego de la cosecha de una hortaliza para aprovechar los fertilizantes remanentes; algunos campesinos utilizan guano de corral, a manera de complementar el abonamiento; señala también que las necesidades de agua son restringidas, resiste bien a las sequías.

Tapia (1997) citando a Rea (1992), Mazón, et al. (1996) mencionan que la racacha se desarrolla bien en suelos profundos con buena materia orgánica, fértiles, bien drenados, con pH entre 5 a 6 y para lograr un buen enraizamiento prefiere los días cortos; los suelos arcillosos y pesados no permiten el desarrollo de las raíces comestibles y reducen el rendimiento total.

Mazón, et al. (1996) reportan que el requerimiento de agua del cultivo no es excesivo, las precipitaciones pueden tener una distribución de 1000 a 1500 mm durante todo el tiempo.

## **1.5 MANEJO AGRONÓMICO**

Álvarez (1995), menciona que la racacha cultivada está presente todo el año en la chacra,

junto con las hortalizas y en rotación con estas. Se cultiva en surcos, solo o intercalado con otros cultivos; este sistema de producción es común en las comunidades de Posocoy, Puccuntuy, Ninamarca y en las quebradas del Río Chumbao (Talavera – Andahuaylas); se cultiva en laderas o andenería. Señala también que es costumbre sembrar la racacha como "cerco" del maíz (*Zea mays*) o en surcos intercalados con quinua (*Chenopodium quinoa*); en estas condiciones, los cultivos asociados presentan una menor población de plagas que no causan problemas de consideración.

Mazón, et al. (1996), citando a Hermann, (1992), Hlatky y Romero (1988) y Santos et al. (1993), manifiesta que mientras todos los cultivos de umbelíferas del viejo mundo se reproducen por semilla, esta especie se propaga vegetativamente mediante propágulos conocidos como colinos. Se deben seleccionar los colinos mas jóvenes que estén ubicados en la parte media y a los lados de la cepa y descartarse los de la parte basal porque dan origen a plantas con raíces de tamaño reducido.

Álvarez (1996), menciona que para la propagación de racacha se utilizan colinos que se seleccionan al momento de la cosecha a partir de plantas frondosas y/o vigorosas; estos colinos deben ser de buen tamaño y peso, sin daños mecánicos y sin el ataque de plagas o enfermedades. Después de la cosecha, se cortan las hojas, dejando una porción considerable de sus peciolo, para luego ser almacenado en un lugar fresco y sombreado por algún tiempo corto hasta el momento de la siembra. La eliminación de sus hojas es para evitar la deshidratación y el sobre calentamiento por acción de la respiración. Señala también que el periodo de almacenamiento de las plantas debe ser por un corto tiempo, porque son muy susceptibles a la pudrición y al desecamiento.

Sobre las labores agrícolas, Álvarez (1996) señala que la racacha es un cultivo que necesita de labores de control de malezas y ligeros aporcados durante sus primeros estadios de

desarrollo hasta que sus follajes hayan cubierto el suelo, evitando de este modo la presencia de malezas.

Con relación a enfermedades foliares, Barrantes (1996) señala que la Antracnosis foliar causada por *Ascochita* sp. se presenta en años muy húmedos, provocando manchas necróticas en las hojas; otra enfermedad es la Septoriosis causada por *Septoria* sp, provocando necrosis discretos con anillos concéntricos, de color marrón oscuro en las hojas. Estas enfermedades se pueden controlar aplicando 2 ó 3 veces fungicidas a base de cúpricos y ditiocarbamatos. Otra enfermedad muy importante en la racacha es la pudrición de tallos, causada por *Sclerotinia* sp que ocasiona destrucción de tejidos en la base del tallo. Esta enfermedad se presenta frecuentemente cuando se abona con estiércol de vacuno. El control de esta enfermedad se puede realizar cambiando de terreno y disminuyendo la humedad del suelo.

Álvarez (1996), señala que para la cosecha se muestrean las raíces reservantes, cosechándose en forma escalonada antes de que estas revienten; la cosecha debe ser a tiempo; de lo contrario adquiere un olor desagradable y cuando se cocinan no cuecen. En los valles se cosecha entre los 6 a 8 meses, mientras que el mismo cultivar a mayor altura puede llegar a 12 meses; el morfotipo amarillo es mas precoz, mientras que el morado es mas tardío.

Mazón, et al. (1996), señalan que el periodo vegetativo de la zanahoria blanca varía de 10 a 14 meses, de acuerdo a la altitud del lugar de siembra. En condiciones de la Estación Experimental Santa Catalina - Ecuador (3050 m.s.n.m. y 11°C de temperatura promedio), el ciclo de cultivo es de 290 a 350 días; en cambio en las estribaciones de la cordillera occidental, especialmente en el noroccidente de Pichincha, con altitud promedio de 1600 m.s.n.m. el periodo vegetativo puede reducirse de 8 a 10 meses.

El mejor índice de madurez de la racacha es el amarillamiento de sus hojas; también se puede determinar mediante un muestreo de las raíces o cuando los colinos están totalmente formado (Higuital 1968, Castillo 1884, Mujica 1990); citado por Mazón, et al. (1996).

## 1.6 RENDIMIENTO DEL CULTIVO

La racacha produce entre 10 a 20 Tm.ha<sup>-1</sup> de raíces reservantes, luego de 9 a 12 meses de cultivo; el contenido de materia seca de las raíces reservantes, mayormente almidón, es cercano a 20%; tiene poca proteína pero su contenido de caroteno es alto (Hermann, 1994).

Meza, et al. (1997), al evaluar 42 genotipos de racachas en el Valle de La Convención – Cuzco, encontró que el peso de la parte aérea de la planta está asociada con el número de colinos por planta en una relación de 51,55 %, es decir a mayor peso de la parte aérea de la planta se encontrará un mayor número de colinos. Así mismo determinó que en 99 % de los casos, el peso de la corona o cepa está relacionado con el número de colinos por planta, en una relación de 17,89 % del peso de la corona.

Álvarez (1996), reporta para las condiciones agroecológicas de la Estación Experimental de Chumbibamba - INIAA (Talavera – Andahuaylas), un rendimiento de 17,2 hasta 30,8 Tm.ha<sup>-1</sup>, siendo el morfotipo amarillo como más rendidora frente al morado.

Tapia (1997), menciona que con simples técnicas de selección masal se podría obtener variedades de mayor rendimiento y de tamaño mas uniforme, lo que facilitaría su procesamiento. Los rendimientos son variables, pudiéndose encontrar entre 4,0 a 12,0 Tm.ha<sup>-1</sup>.

Franco et al. (1992), citado por Tapia (1997), evaluaron los 12 mejores ecotipos en Cajamarca y obtuvieron rendimientos entre 7 y 18 Tm.ha<sup>-1</sup> con una precipitación de 780 mm.

Mazón, et al. (1996), reportan que los rendimientos varían entre 5 y 15 Tm.ha<sup>-1</sup>; una planta puede producir hasta 2 ó 3 kg de raíces comestibles. Los rendimientos en la mayoría de las entradas de la colección ecuatoriana, bajo condiciones de Santa Catalina, están alrededor de 8,4 Tm.ha<sup>-1</sup>.

Para las condiciones agroecológicas de Canaán - Ayacucho, Jaulis (2000) reporta un rango de variación para el peso de la raíces reservantes entre 0,32 a 2,18 kg por planta; mientras que Rondinel (1988) encontró que el peso de raíces por planta, después de 15 meses, fue de 2,80 kg por planta, encontrando un mayor rendimiento en el morfotipo morado.

## **1.7 PREPARACIÓN DE COLINOS**

Hlatky y Romero (1988), señalan que antes de la siembra se seleccionan los colinos más grandes y ubicados en el extremo de la cepa o "cormo". Un corte en bisel en la parte mas ancha favorece el desarrollo radicular. Los colinos de la parte central deben descartarse, puesto que, dan origen a plantas con raíces de tamaño reducido y por lo tanto de baja producción.

Mazón, et al. (1996) mencionan que los agricultores practican un corte oblicuo o en cruz en la base del colino y luego se deja en reposo por 3 a 5 días para permitir la cicatrización de los cortes. Los agricultores dicen que estos cortes fomentan la rizogénesis inicial y el desarrollo de raíces laterales. Los propágulos que tienen uno o dos tercios del peciolo dan los mejores resultados (Cámara et al., 1985, reportado por Mazón, et al., 1996).

Álvarez (1995), reporta que en las comunidades campesinas de Pusuquy, Ninamarca, Wayrapata y otros aledaños a la localidad de Talavera - Andahuaylas, es común la preparación de colinos con metodología propia en cada lugar. Una de estas maneras es el

corte oblicuo con terminación en punta del colino, que se asemeja a un corte en Bisel; otra forma de preparar es seccionando transversalmente la base del colino y luego se cava un agujero para luego introducir una pequeña piedra de río que cubra el hoyo. Así mismo, existe la preparación en forma de cruz, es decir, luego del corte transversal se efectúan dos seccionamientos en forma cruzada. En estas formas de preparación de colinos, parecieran inducir la formación de raíces reservantes, tanto en tamaño como en calidad, con la finalidad de obtener raíces reservantes mas grandes y en menor cantidad. Señalan también que, luego de preparar se debe empolverar con ceniza o cal viva las heridas causadas por los cortes en los colinos, con la finalidad que suberizen y evitar el ataque de patógenos del suelo; después de la preparación se dejan bajo sombra por 3 ó 4 días para que puedan tener mayor capacidad de brotamiento.

### **1.8 FITOMEJORAMIENTO:**

*Tapia (1997)*, citando a *Rea (1992)* señala que este cultivo ofrece muy buenas posibilidades para su mejoramiento. La existencia de líneas que se pueden cosechar en 280 días sería ya un adelanto, pues la mayoría necesita de todo un año. Además de disminuir el periodo de vegetación se requiere reducir la característica de lignificación de las raíces en la madurez. Señala también que, con simples técnicas de selección masal se podría obtener variedades de mayor rendimiento y tamaño mas uniforme, lo que facilitaría su procesamiento.

### **1.9 RIZOGENESIS DE LOS COLINOS**

*Salisbury y Ross. 1994*, señalan que muchas células vegetales son totipotenciales, es decir una célula no embrionaria tiene el potencial de diferenciarse en una célula embrionaria y

después desarrollarse en una nueva planta completa si el ambiente es favorable. Señala también que, la totipotencialidad se ve en el desarrollo de los tejidos callosos cultivados, que producen plantas nuevas, y se presenta totipotencialidad parcial cuando se desarrollan raíces adventicias a partir de células del tallo y cuando se regeneran xilema y floema a partir de células dañadas de la corteza.

Para el caso de la racacha, Mazón, et al. (1995) mencionan que el corte oblicuo o en cruz en la base del colino fomenta la rizogénesis inicial y el desarrollo de las raíces laterales. Los propágulos que tienen uno o dos tercios del peciolo dan los mejores resultados (Cámara et al 1985, citado por Mazón, et al. 1995).

### **1.10 BIOESTIMULANTES**

Los reguladores de crecimiento o fitorreguladores, llamados también en forma general bioestimulantes, son compuestos orgánicos, de origen natural o sintético, que en pequeñas concentraciones aceleran, modifican o inhiben algún proceso fisiológico de la planta (Sevilla y Holle, 2004).

Salisbury y Ross (1994), señalan que una hormona vegetal es un compuesto orgánico que se sintetiza en alguna parte de una planta y que se trasloca a otra parte, en donde concentraciones muy bajas causan una respuesta fisiológica.

Los bioestimulantes de la producción agrícola, tiene la propiedad de valorizar al máximo la potencialidad bioquímica y fisiológica de la planta ayudándola a superar los procesos más críticos de su desarrollo favoreciendo la obtención de cosechas más abundantes y de calidad superior. Es un producto natural. Cuando se aplica en cantidades superiores a las recomendadas no causa ningún efecto tóxico en la planta. Interviene en el proceso de

síntesis como activador de las enzimas inactivas minimizando las reacciones de degradaciones, prolongando la fase de juventud de la planta.

De igual forma, estimula la formación de ácidos nucleicos, intensifica la síntesis y la actividad de las hormonas actúan a nivel de las membranas celulares, regula los procesos hídricos de la planta, intensifica el crecimiento radicular. Se aplica cada vez que la planta tenga la necesidad de superar la fase crítica de su desarrollo (germinación y enraizamiento, acumulación de sustancias de reserva, macollamiento, equilibrio hídrico, prolongaciones de la fase de producción. Se puede aplicar mezclado con otros productos (insecticidas, fungicidas, herbicidas, fertilizantes foliares, etc.).

Una sola aplicación de la dosis total en los casos en los cuales interesa obtener una maduración más conforme del cultivo. Si es dos o tres aplicaciones, fraccionando la dosis total cuando interesa mantener el cultivo en producción durante un mayor lapso de tiempo, son a su vez compatible con la mayoría de plaguicidas agrícolas, ejemplo con aquellos de reacción alcalina a base de cal y azufre (Vademécum Agrario, 2003).

Sobre el Biozyme TF, TQC (2009) señala que el ingrediente activo es un complejo compuesto por Acido Giberélico + Auxinas + Citoquininas, perteneciente a la clase Regulador de crecimiento Vegetal, considerado dentro del grupo de los Misceláneos. Señala también, que su formulación es Concentrado soluble y con una composición química aproximada:

Extractos de origen vegetal y fitohormonas biológicamente activas:	820.2 g/L
Giberelinas	: 0.031 g/L
Acido Indol Acético:	0.031 g/L
Zeatinas	: 0.083 g/L

Microelemento (Fe , Zn, Mg, Mn, B, S)	:	19.3 g/L
Inertes	:	200.4 g/L

Arysta Lifescience (2010), señala que el mecanismo de acción es a nivel celular estimulando la división y elongación celular. Así mismo el modo de acción de las fitohormonas es: El Ácido Giberélico, tiene como función básica modificar el mensaje genético que lleva el RNA. Induce la hidrólisis de almidón ( $\alpha$ -amilasa) y sucrosa para formar glucosa y fructosa, favoreciéndola liberación de energía y haciendo negativo el potencial hídrico permitiendo el ingreso de agua y el aumento de plasticidad de la pared celular, provocando el crecimiento celular, de tejidos y órganos. Sobre las auxinas existe la hipótesis de que el AIA, actúa a nivel de la traducción del mensaje, sobre el enlace del aminoácido con el ATP que lo activa para unirse al RNA mensajero (enlace acil-adenilato). Las auxinas a concentraciones bajas estimulan el metabolismo y desarrollo y a concentraciones altas lo depriman. Los Citoquininas presentan los mecanismos moleculares de acción de la interacción con proteínas receptoras específicas, iniciando una ruta de traducción de la señal que puede conducir a cambios en la expresión diferencial de genes.

TQC (2009), menciona que el modo de aplicación del Biozyme T.F. es por aspersión en mezcla con la suficiente cantidad de agua para lograr una adecuada distribución del preparado sobre el cultivo a tratar. De igual forma recomienda el uso de Biozyme T.F en los siguientes cultivos:

CULTIVO	DOSIS		NÚMERO Y ÉPOCA DE APLICACIÓN
	L/ha/ Campañ	L/ha/ Aplic.	
Papa	1,0	0,5 0,5	1ª. 20 – 25 cm de altura de plantas 2ª. Al inicio de la tuberización
Arroz	0.5	0.5	Inicio de macollaje
Tomate	1,0	0,5 0,5	1ª. A la floración (20 – 40 % de flores abiertas) 2ª. 2 a 3 semanas después de la 1ª Aplicación.
Cebolla	1,0	0,3 0,3 0,4	1ª. 30 días después del trasplante 2ª. A los 60 días después del trasplante 3ª. Al inicio de engrosamiento de bulbo
Zapallo	1,0	0,5 0,5	1ª. A la floración (5 % de flores abiertas) 2ª. 2 a 3 semanas después de la 1ª Aplicación.
Algodón	1,0	0,5 0,5	1ª. Al inicio del botoneo 2ª. 3 semanas después de la 1ª Aplicación.
Vid	1,5	0,5 0,5 0,5	1ª. Al inicio del botoneo o estado de “piña” 2ª. Al inicio de la floración o “cabeza de alfiler” 3ª. Al inicio del cuajado
Rosa-Clavel Crisantemo	1,0	0,5 0,5	1ª. Al inicio de la formación de botones florales 2ª. 2 a 3 semanas después de la 1ª Aplicación.
Frijol Arveja Haba-pallar	1,0	0,5 0,5	1ª. Al inicio de la floración 2ª. 2 a 3 semanas después de la 1ª Aplicación.
Naranja Mandarino	--	1 ml/L agua	1ª. A la floración (20 a 40 % de flores abiertas) 2ª. Al cuajado de frutos
Manzano Peral Melocotón	--	1 ml/L agua	1ª. Cuando se observe 50 % de flores abiertas
Páprika	1.0	0.5	1º 30 días después del trasplante 2º 90 días después del trasplante
Alcachofa	1.0	0.5	1º 75 días después del trasplante 2º 90 días después del trasplante (antes de la formación de botones florales)
Mango	----	0.25 L/cil	1º Plena floración 2º Inicio de cuajado

Fuente: Botetín Técnico de TQC (2009).

Vademecun Agrario (2003), señala que el periodo de carencia no hay límite de tiempo por su mínima toxicidad. De igual forma sobre los LIMITE MAXIMO DE RESIDUOS (ppm), señala que los compuestos orgánicos incluidos en BIOZYME T.F. así como sus posibles productos de degradación o metabolitos, son sustancias que se encuentran

normalmente en la naturaleza formando parte de la dieta diaria del ser humano, sin riesgo para la salud o el medio ambiente, sin embargo se toma como referencia el límite máximo de referencia en 0,15 ppm para todos los cultivos.

### **1.11 GUANO DE ISLAS**

Cooke (1979), menciona que el guano de islas es un excremento de aves marinas, plumas, resto de aves muertas, huevos, etc. Las cuales experimentan un proceso de fermentación lenta. Se trata de uno de los abonos de mejor calidad en el mundo por su alto contenido de nutrientes; juega un rol esencial en el metabolismo básico del desarrollo de raíces, tallos y hojas, encerrando todos los elementos fertilizantes y asegurando la nutrición de las plantas. Tiene un alto contenido de nitrógeno, fósforo y potasio, además de muchos otros elementos nutritivos como (S, Na, Mg, Si, Fe, Mn, Sn, F y otros); debe aplicarse pulverizando a una profundidad aceptable o tapanlo inmediatamente para evitar pérdidas de amoníaco. Puede ser mezclado con otros abonos orgánicos para aumentar su mineralización y lograr mayor eficiencia.

Proabonos (2006), menciona que el guano de las islas es un recurso natural renovable, que se encuentra en las islas y puntas de nuestro litoral, donde viven y se reproducen una gran población de aves marinas. Debido a la presencia de la Corriente Fría de Humbolt casi no llueve en nuestro litoral y esto permite la acumulación del excremento de las aves marinas, formando así gigantescos laboratorios biológicos naturales (islas guaneras), que nos entregan el único fertilizante natural del mundo. Este recurso natural es tan antiguo que nuestros incas fueron los primeros en descubrir sus excelentes propiedades y desde entonces generación tras generación ha sido utilizado como fertilizante y para mejorar las

condiciones de los terrenos agrícolas. El guano de isla es un abono compuesto natural orgánico, y el Perú es el principal productor mundial. Es una mezcla heterogénea de excremento de aves marinas, plumas, aves muertas y cáscaras de huevos, que se acumulan a través del tiempo, en las islas que bordean el litoral de la parte central y algunas partes del norte y sur del Perú. Sobre las características más resaltantes del guano de isla señala:

**Características físicas.-** Es un producto natural orgánico ofrecido en forma de polvo, granulación uniforme, color gris amarillento verdoso, con olores de vapores amoniacales biodegradables y de condición estable, de uso para todos los cultivos.

**Características biológicas.-** Esta característica es la más importante que posee el guano de isla, es el contenido de bacterias nitrificantes y hongos, que lo hace superior dentro de los fertilizantes orgánicos comerciales; mientras que las actividades microbiológicas, tanto en el suelo como en el guano de la islas contienen los elementos químicos nutritivos, en forma de sustancias orgánicas que dan lugar a transformaciones de los compuestos orgánicos, inorgánicos y volátiles. El guano de la isla no deteriora los suelos ni los convierte en tierra salitrosa, al contrario es un mejorador ideal y es un abono natural no contaminante y económico.

**Características químicas.-** El nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K) son los elementos más importantes, para mantener la fertilidad de las tierras; además son indispensables para el crecimiento y reproducción de las plantas. La falta de uno de estos elementos no puede remplazarse con una buena cantidad de otro, dado que la aplicación del abono está supeditada a las clases de cultivo y a la riqueza del suelo por lo que debe determinarse previamente la cantidad de abono a emplearse.

Proabonos (2006), menciona los distintos roles de los macro y microelementos del Guano

de islas en el siguiente orden:

**Nitrógeno.-** Proporciona prótidos de defensa a la planta contra plagas, mejora la calidad de frutos y almacena proteínas nutritivas que sirven para el consumo humano. La dosis adecuada de nitrógeno permite el crecimiento sano y producción abundante.

**Fósforo.-** Origina el desarrollo y vigor de la estructura de la planta. Favorece la fecundación, formación y maduración de los frutos (precocidad).

**Potasio.-** Favorece la formación de carbohidratos, sacarosa, almidón, prótidos lípidos. Contribuye a la mejor utilización de la reserva del agua al acelerar el crecimiento de las raíces.

Sobre su composición, Proabonos (2006) manifiesta que el guano es un excelente abono que contiene nitrógeno en parte, en forma nítrica asimilable, en forma amoniacal (oxalato, fosfato y urato amónico) y en forma orgánica. El ácido fosfórico se halla en combinaciones solubles con la potasa y el amoniaco, y en combinaciones insolubles como el magnesio, cal y hierro; la potasa hallándose en forma de sulfato y fosfato. Además del aporte mineral y orgánico del guano de islas, existe aporte microbiano; la suerte que sigue esta flora en el suelo es desconocida al igual que su influencia en la flora autóctona.

Bertrán (1992), menciona que existen tres tipos de guano de islas según su composición:

- a) **Guano de islas rico.-** Se encuentra en las capas medias u recientes y se presenta como un material amarillento y grisáceo y cuando es molido presenta una coloración amarillo pálido o marrón claro. El guano rico se caracteriza por sus olores de vapores amoniacales, se forma mediante el proceso de fermentación sumamente lenta, lo cual permite mantener sus componentes al estado de sales, especialmente los nitrogenados

tales como los uratos, carbonatos, sulfatos y otras combinaciones menos abundantes. Este abono es el tipo compuesto porque aporta N, P, K, Ca, Mg, S y aún elementos menores.

Su composición viene a ser la siguiente:

- Nitrógeno (N), de 9 a 15% (promedio de 12%), existe bajo tres formas posibles en proporciones variables:
  - Orgánica (8-10%), especialmente el ácido úrico.
  - Amoniacal (4-4.5%), cloruro y bicarbonato de amoniaco.
- Acido fosfórico ( $P_2O_5$ ): 8%, del cual 90% es rápidamente asimilable, dependiendo de las condiciones del medio (suelo y clima).
- Potasio ( $K_2O$ ): 1-2%, soluble en su totalidad.
- Otros compuestos:
  - CaO : 7-8%
  - MgO : 0.4-0.5%
  - Azufre : 1.5-1.6%
  - Mayoría de oligoelementos.
- **Guano de islas balanceado.**- De formación antigua, llamado también fosfato y de explotación limitada, su contenido de nutrientes es:

ESPECIFICACIONES	Tipo Premium (12-12-2.5)	Tipo estándar (10-10-2.5)
Nitrógeno total	12.00%	10.00%
Nitrógeno amoniacal	6.70%	4.70%
Nitrógeno nitrato	0.10%	0.10%
Nitrógeno Orgánico, soluble en agua	3.95%	3.95%
Nitrógeno orgánico, insoluble en agua	1.25%	1.25%
Fosforo disponible (Como P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	12.00%	10.00%
Potasio soluble (K <sub>2</sub> O)	2.50%	2.50%
Calcio (Ca)	6.00%	6.00%
Azufre (S)	1.50%	1.50%

Fuente: Proabonos (2006)

b) **Guano de islas pobre.** De formación antigua, llamado también fosfato y de exportación limitada, su contenido de elementos es la siguiente:

- Nitrógeno : 1 a 2%
- Acido fosfórico : 16 a 20%
- Potasa : 1 a 2%
- CaO : 16 a 19%

Existen dos clases de guano de isla pobre:

- Guano pobre tipo A = molido
- Guano pobre tipo B = bruto

## 1.12 UTILIZACIÓN DEL GUANO DE ISLAS COMO ABONO

Davelouis (1991), menciona que para que el guano de islas se descomponga en el suelo, ésta debe poseer cierta flora microbiana, la cual varía considerablemente según el tratamiento que este ha sufrido, así el guano de islas secado al horno contiene poco micro elementos, siendo el fresco rico en nitro bacterias. Al ser usado el guano es necesario realizar un riego, de preferencia por aspersión, a fin de asegurar su penetración hasta el contacto con las raíces. A pesar que la materia orgánica del guano se nitrifica rápidamente en los suelos, es deseable para iniciar la nutrición nitrogenada en las plantas, aplicarlos conjuntamente con el guano, un tercio del nitrógeno bajo las formas de nitrato de preferencia salitre potásico a fin de compensar parcialmente la pobreza del guano en potasio. La asociación de guano de islas y abonos verdes, es excelente para elevar rápidamente el contenido de un suelo en materia orgánica.

Proabonos (2006), menciona que el guano de isla se debe usar porque:

- Mejora la textura y estructura de los suelos alto andinos y selva alta.
- Incorpora nutrientes principales y oligoelementos, y no requiere agroquímicos.
- Incrementa los niveles de materia inorgánica y microorganismos.
- Acortan el periodo vegetativo de los cultivos.
- Incrementa la actividad microbiana del suelo.
- Preserva la salud humana, libre de productos químicos.
- Soluble en agua, de fácil asimilación por las plantas.
- No deteriora los suelos, ni los convierte en suelos salitrosas.
- Fertilizante natural completo no contaminante – Biodegradable.

### **1.13 FACTORES QUE AFECTAN LA CALIDAD DEL GUANO DE ISLAS**

Proabonos (2006), menciona que los factores que afectan la calidad del guano de isla son:

- Clase de ave; el guanay es la ave que aporta mayor porcentaje de nitrógeno a diferencia que el piquero y el alcatraz.
- El tiempo que ha transcurrido desde el momento en que el ave ha defecado hasta que es recogido.
- El clima que predomina en la isla; cuanto más húmeda es más pobre.
- El sistema de explotación; así de acuerdo a la profundidad de donde se extrae, se ha comprobado que la parte superficial es más pobre debido a la acción de las lloviznas continuas que lavan y disuelven los nutrientes que se infiltran a capas más profunda.

### **1.14 VALOR NUTRITIVO DE LA ARRACACHA**

INIA (2007), mencionan que la arracacha tiene alto valor en contenido de carbohidratos con un almidón de excelente calidad de fácil digestibilidad, muy apropiado para personas con problemas gastrointestinales.

Es particularmente rica en calcio, hierro y niacina. Basta consumir diariamente entre 100 y 200 gramos de esta raíz para cubrir los valores recomendados de vitamina A y hierro.

Composición por 100 gr de porción comestible de Arracacha (*Arracacia xanthorrhiza* Br)

Compuesto	Arracacha fresca	Harina de arracacha
Energía (Kcal)	97,00	390,00
Humedad (%)	81,90	7,60
Proteína (g)	1,00	3,60
Grasas (g)	0,20	0,84
Carbohidratos (g)	15,90	68,47
Fibra (g)	0,70	13,24
Cenizas (g)	1,00	2,10
Calcio (mg)	65,00	102,84
Fósforo (mg)	55,00	108,74
Hierro (mg)	9,50	3,04
Vitamina A (IU)	1760,00	0,00
Niacina (mg)	3,5	0,00

Fuente: Instituto Nacional de Investigación Agraria, 2007.

### 1.15 CARACTERISTICAS CULINARIAS Y DIVERSIFICACION

Tapia y Fries (2002), indican que el sabor de la arracacha es muy agradable, con diferentes gustos que recuerdan al apio, la zanahoria e incluso la nueces. Algunas variedades tienen un sabor algo astringente, en ese caso se recomienda una breve cocción previa. Las variedades amarillas son consideradas como especialmente agradables al paladar y son de textura más harinosa.

Esta raíz tiene un gran potencial para ser usada en múltiples preparaciones novedosas; todavía no se aprovechan todas las posibilidades que ofrece para ser incluida en la comida

para niños pequeños y enfermos en forma de harina, sémola o como almidón. Igualmente los tallos tiernos pueden ser consumidos como verdura hervida en guisos y sopas y en ensaladas.

## **CAPITULO II**

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **2.1 DE LA ZONA EN ESTUDIO**

##### **a) Ubicación Geográfica**

El trabajo experimental se condujo en los campos de cultivo del Centro Experimental de Canaán, de la Facultad de Ciencias Agrarias – Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga; ubicado geográficamente a 13°08' LS y a 74°32' LO, a una altitud de 2750 msnm. El Centro Experimental se sitúa en el eje cardinal Este de la Ciudad de Ayacucho, Provincia de Huamanga y Departamento de Ayacucho.

##### **b) Aspectos Climatológicos**

El Centro Experimental de Canaán está dentro de la Zona Estepa Montano Bajo Subtropical (emBS), según la clasificación de las zonas de vida propuesta por Holdrigge (1979); caracterizado por la presencia de un clima semiárido con una vegetación de matorrales espinosos (Huarango, Opuntias, cabuyas, etc.) y arboles de zonas semiáridas como el molle.

El Cuadro 2.1, reporta el comportamiento climático registrado durante el año 2009 y 2010, observándose las siguientes características:

- La temperatura máxima media mensual osciló entre 23,20°C a 27,8°C, correspondiendo los valores más altos al mes de noviembre, mientras que la temperatura mínima media mensual fluctuó entre 0,20°C a 8,0°C, registrándose las temperaturas más bajas en el mes de agosto, lo que provocó la presencia de heladas, perjudicando el normal desarrollo y crecimiento de los cultivos en forma general.
- La temperatura media mensual osciló entre 13,05° C. y 17,10°C, siendo el mes con temperatura baja junio; mientras que los meses noviembre y diciembre se presentaron con temperaturas altas. La temperatura media anual fue de 15,16°C muy adecuado para el cultivo de la racacha..
- La precipitación pluvial total entre los meses de mayo del 2009 y abril del 2010 fue de 602,50 mm; mientras que la precipitación efectiva que realmente se acumuló en el suelo fue de solo 422,13 mm., concentrándose los más altos valores entre los meses de octubre a febrero. El resto de los meses la precipitación fue muy escasa a casi nula.
- En relación al Balance Hídrico, se ha observado que desde el mes de mayo hasta octubre del 2009 y de marzo a abril del 2010 la disponibilidad de humedad en el suelo fue en estado de déficit; mientras que entre los meses de noviembre a diciembre del 2009 y de enero y febrero del 2010, se presentó en estado de exceso de humedad en el suelo. La tendencia del balance hídrico del suelo, ha permitido programar riegos complementarios durante los meses de déficit de humedad dotando agua al cultivo, mediante riegos superficiales en volumen suficiente de acuerdo a las necesidades hídricas del cultivo de racacha y la sequedad de campo de cultivo.

CUADRO 2.1: Datos climatológicos correspondiente a la campaña agrícola 2009-2010 de Pampa de Arco, 2772 msnm - Ayacucho.

Estación Meteorológica : Pampa del Arco                      Distrito : Ayacucho  
 Altitud : 2772 msnm    Provincia : Huamanga  
 Latitud : 13°08' LS    Departamento : Ayacucho  
 Longitud : 74°13' LW

DATOS CLIMÁTICOS	AÑO 2009								AÑO 2010				TOTAL ANUAL
	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	
T° Máxima media mensual (°C.)	25.40	24.90	25.20	26.50	26.80	26.90	27.80	25.60	23.20	23.80	23.90	24.30	25.36
T° Mínima media mensual (°C.)	3.20	1.20	1.60	0.20	5.60	6.00	6.40	6.80	7.80	8.00	7.80	5.00	4.97
T° Media mensual (°C.)	14.30	13.05	13.40	13.35	16.20	16.45	17.10	16.20	15.50	15.90	15.85	14.65	15.16
Precipitación total (mm)	12.00	0.00	7.60	1.80	8.10	39.90	88.70	152.50	155.20	101.70	7.60	27.40	602.50
Precipitación efectiva (mm)	6.65	0.00	2.47	0.00	2.94	32.66	72.41	99.88	100.51	80.86	2.47	21.28	422.13
Evapotranspiración potencial (mm)	107.58	92.07	99.75	113.66	139.24	161.52	168.50	169.58	157.14	134.09	147.13	122.04	1612.30
Fc (corrección)	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	
Evapotranspiración corregida (mm)	28.17	24.11	26.12	29.76	36.46	42.29	44.12	44.40	41.14	35.11	38.52	31.95	
Humedad del suelo (mm)	-21.52	-24.11	-23.65	-29.76	-33.52	-9.63	28.29	55.48	59.37	45.75	-36.05	-10.67	
Exceso de humedad (mm)							28.29	55.48	59.37	45.75			
Déficit de Humedad (mm)	21.52	24.11	23.65	29.76	33.52	9.63					36.05	10.67	

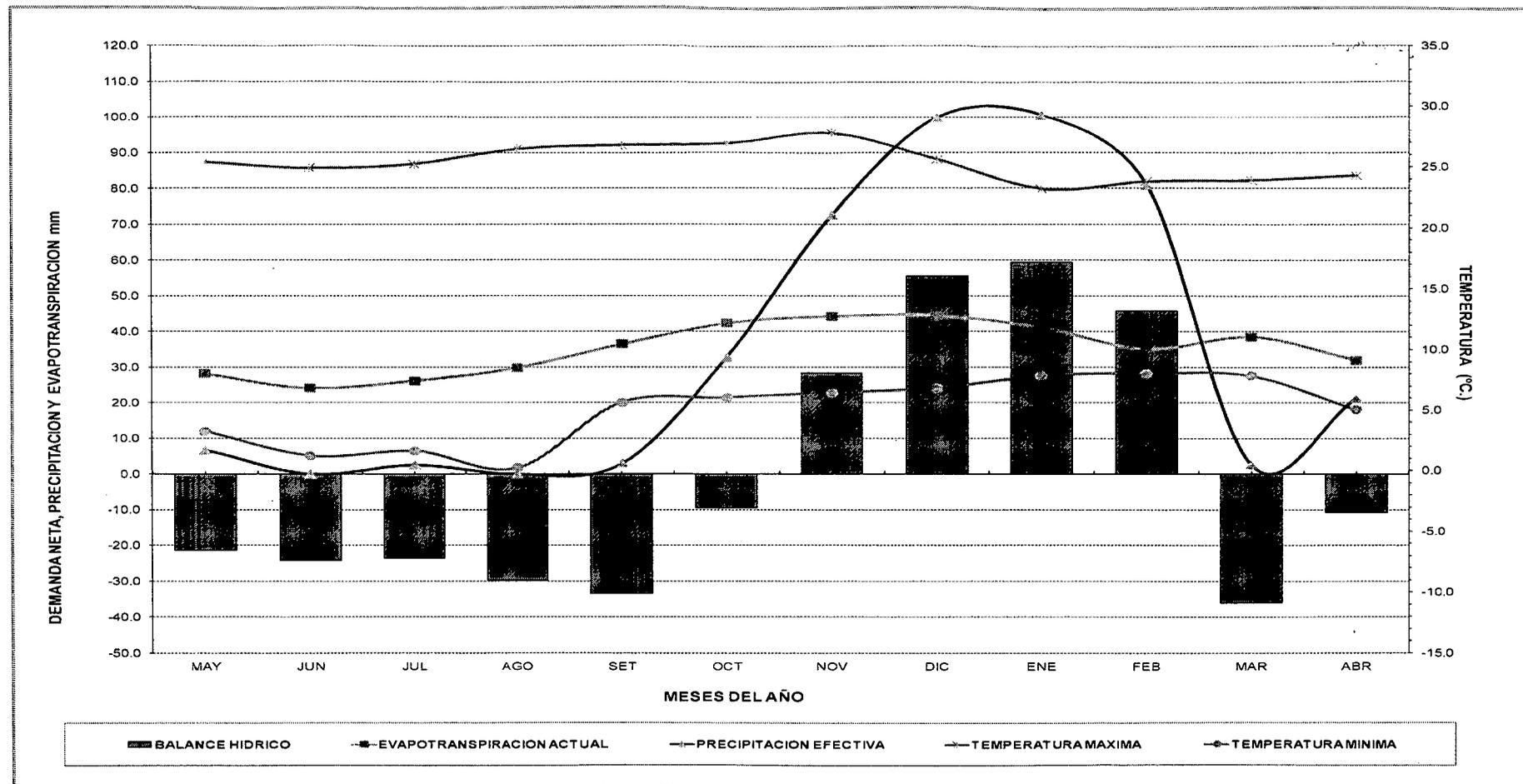


GRAFICO 2.1: Temperaturas Ombrotermicas y Balance Hídrico, correspondiente a la campaña agrícola 2009 – 2010. Estación Meteorológica de Pampa del Arco. Ayacucho.

### c) Características edáficas del campo de cultivo

De acuerdo a los resultados del análisis de suelo y su correspondiente interpretación por Ibañez y Aguirre (1984), se trata de un suelo pobre en materia orgánica, medio en nitrógeno total, alto en fósforo disponible y medio en potasio. Por tanto los campos de Canaán presentan una fertilidad de suelo pobre, lo que justifica el uso de fertilizantes en dosis adecuadas para suplir las necesidades nutricionales de la planta.

CUADRO 2.2: Resultados del análisis de suelos, según Ibañez y Aguirre (1984).  
Laboratorio de Suelos del Programa de Pastos y Ganadería de la UNSCH.

COMPOSICIÓN	CONTEN.	MÉTODO DE ANÁLISIS	INTERPRETAC.
pH (H <sub>2</sub> O)	6.50	Potenciometro	Ligeramente acido
Materia Orgánica (%)	1.55	Walkley-Black	Pobre
Nitrógeno Total (%)	0.12	Semi-MicroKjeldhal	Medio
Fósforo Disponible (ppm)	23.50	Bray-Kurtz	Medio
Potasio disponible (ppm)	110.46	Turbidimetro	Medio
Clase Textural	Fr-Arcill	Granulometria	Franco arcilloso

Fuente: Laboratorio de Análisis de Suelos – Programa de Investigación en Pastos y Ganadería de la UNSCH. 2009.

## 2.2 MATERIAL GENÉTICO EMPLEADO

El cultivar de racacha empleado en la presente investigación fue el cultivar Blanco, proveniente del Banco de Germoplasma del PICAL, cuyas características son: Planta de porte medio (60 – 80 cm de alto), follaje de color verde intenso, de coronas robustas y

colinos de buen tamaño. La coloración de la piel de sus raíces reservantes es marrón claro, con una pulpa blanquecina y una médula algo cremosos que se diferencia de la pulpa. En condiciones adecuadas de suelo, clima y disponibilidad presenta un periodo vegetativo de 300 a 240 días a la siembra.

## **2.3 METODOLOGÍA EXPERIMENTAL**

### **a) Diseño Experimental**

El presente ensayo se planteó como un experimento factorial, evaluándose dentro de un Diseño Bloque Completo Randomizado (DBCR); estudiándose cuatro niveles de guano de islas con cuatro concentraciones de biozyme y con tres repeticiones por cada tratamiento. En total se condujo 48 unidades experimentales.

### **b) Factores en estudio**

- Niveles de Guano de Islas (G):

$$g_1 = 0 \text{ kg.ha}^{-1} \text{ de guano de islas.}$$

$$g_2 = 500 \text{ kg.ha}^{-1} \text{ de guano de islas.}$$

$$g_3 = 1000 \text{ kg.ha}^{-1} \text{ de guano de islas.}$$

$$g_4 = 1500 \text{ kg.ha}^{-1} \text{ de guano de islas.}$$

- Dosis de Biozyme TF (B):

$$b_1 = 0 \text{ ml.ha}^{-1}.$$

$$b_2 = 800 \text{ ml.ha}^{-1} \text{ (Dosis baja)}$$

$b_3 = 1000 \text{ ml.ha}^{-1}$  (Dosis media)

$b_4 = 1200 \text{ ml.ha}^{-1}$  (Dosis alta)

**c) Tratamientos en estudio**

Luego de la combinación de los factores en estudio, resultaron los siguientes tratamientos:

Nº Tratamiento	Combinación de factores
T - 1	0 kg.ha <sup>-1</sup> de guano de islas con 0 ml.ha <sup>-1</sup> de biozyme TF.
T - 2	0 kg.ha <sup>-1</sup> de guano de islas con 800 ml.ha <sup>-1</sup> de biozyme TF.
T - 3	0 kg.ha <sup>-1</sup> de guano de islas con 1000 ml.ha <sup>-1</sup> de biozyme TF.
T - 4	0 kg.ha <sup>-1</sup> de guano de islas con 1200 ml.ha <sup>-1</sup> de biozyme TF.
T - 5	500 kg.ha <sup>-1</sup> de guano de islas con 0 ml.ha <sup>-1</sup> de biozyme TF.
T - 6	500 kg.ha <sup>-1</sup> de guano de islas con 800 ml.ha <sup>-1</sup> de biozyme TF.
T - 7	500 kg.ha <sup>-1</sup> de guano de islas con 1000 ml.ha <sup>-1</sup> de biozyme T.
T - 8	500 kg.ha <sup>-1</sup> de guano de islas con 1200 ml.ha <sup>-1</sup> de biozyme TF.
T - 9	1000 kg.ha <sup>-1</sup> de guano de islas con 0 ml.ha <sup>-1</sup> de biozyme TF.
T - 10	1000 kg.ha <sup>-1</sup> de guano de islas con 800 ml.ha <sup>-1</sup> de biozyme TF.
T - 11	1000 kg.ha <sup>-1</sup> de guano de islas con 1000 ml.ha <sup>-1</sup> de biozyme TF.
T - 12	1000 kg.ha <sup>-1</sup> de guano de islas con 1200 ml.ha <sup>-1</sup> de biozyme TF.
T - 13	1500 kg.ha <sup>-1</sup> de guano de islas con 0 ml.ha <sup>-1</sup> de biozyme TF.
T - 14	1500 kg.ha <sup>-1</sup> de guano de islas con 800 ml.ha <sup>-1</sup> de biozyme TF.
T - 15	1500 kg.ha <sup>-1</sup> de guano de islas con 1000 ml.ha <sup>-1</sup> de biozyme TF.
T - 16	1500 kg.ha <sup>-1</sup> de guano de islas con 1200 ml.ha <sup>-1</sup> de biozyme TF.

**d) Modelo Aditivo Lineal.**

El Modelos Aditivo Lineal (M.A.L), para un dato cualquiera de una repetición (r), tiene la siguiente estructura:

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_i + \alpha_j + \lambda_k + (\alpha\lambda)_{ijk} + \epsilon_{ijk}$$

Donde:

$Y_{ijk}$  = Observación del j-ésimo nivel de guano de islas en el k-ésimo dosis de biozyme y la j-ésima repetición.

$\mu$  = Media general de cualquiera de las observaciones.

$\beta_i$  = Efecto de la i-ésima repetición.

$\alpha_j$  = Efecto principal del j-ésimo nivel de guano de islas.

$\lambda_k$  = Efecto principal del k-ésimo dosis de biozyme.

$(\alpha\lambda)_{ijk}$  = Efecto de la interacción del j-ésimo nivel de guano de islas con el k-ésimo dosis de biozyme.

$\epsilon_{ijk}$  = Error o efecto aleatorio

## 2.4 CARACTERISTICAS DEL CAMPO EXPERIMENTAL

El campo experimental presentó las siguientes características:

- **Unidad Experimental (Parcela):**

Largo de parcela : 3.00 m

Ancho de parcela : 2.00 m

Área de parcela	:	6.00 m <sup>2</sup>
Distancia entre surcos	:	1.00 m
Distanciamiento entre plantas	:	0.50 m
Número de surcos por parcela	:	2.00
Número de plantas por parcela	:	12.00

- **Bloque:**

Largo del bloque	:	32.00 m
Ancho del bloque	:	3.00 m
Área del bloque	:	96.00 m <sup>2</sup>
Número de parcelas por bloque	:	16.00
Distanciamiento entre bloques	:	1.0 m
Área total de experimento	:	352.00 m <sup>2</sup>

## 2.5 INSTALACIÓN Y CONDUCCIÓN DEL CULTIVO

### a) Preparación de los colinos

Los colinos fueron preparados siguiendo el método del hoyo, que consiste en hacer una cavidad en la parte basal de los colinos. Luego se espolvoreó con azufre la herida causada con la finalidad de cicatrizarlo y evitar la pudrición causada por microorganismos. Después de 6 días de almacenamiento en un lugar adecuado, los colinos (semilla vegetativa) estuvieron aptos para la siembra.

### b) Preparación del terreno

La preparación del terreno se hizo con maquinaria agrícola, roturando el terreno con un

arado de discos en forma cruzada, para luego realizar el desmenuzado y nivelación con una rastra de discos, también en forma cruzada. Esta labor se realizó la primera semana de mayo del 2009, con la finalidad de acondicionar el suelo para una siembra adecuada, tratando de establecer un suelo suelto, libre de malezas, nivelado y con una capa arable de más de 30 cm.

**c) Siembra y abonamiento.**

La apertura de surcos se hizo en todas las parcelas, con la ayuda de un azadón, el 18 y 19 de mayo del 2009, a una profundidad de 10 cm, con la finalidad de colocar los colinos en forma adecuada. El distanciamiento entre surcos fue de 1,0 m.

La siembra se realizó colocando adecuadamente un colino al fondo, tratando de que la base del colino quede en el fondo y con los brotes hacia arriba. Esta labor se realizó el 21 y 22 de mayo del 2009.

Se aplicó en forma de bandas, alejado de los colinos para evitar pudriciones cuando el guano de isla, inicie a descomponerse con la humedad del suelo. La cantidad suministrada al suelo fue de acuerdo a cada tratamiento. Luego de la siembra de colinos y la aplicación del guano de isla, se procedió al tapado de las semillas con una cantidad de tierra cubriendo todo el colino.

**d) Preparación y aplicación de Biozyne.**

Aún no se tiene conocimiento de la aplicación de Biozyme en el cultivo de racacha, razón por la cual la cantidad empleada fue teniendo en cuenta las recomendaciones del boletín técnico de TQC (Tecnología Química y Comercio) para cultivos que producen órganos subterráneos, en este caso para el cultivo de la papa.

Para el caso del cultivo de racacha, se preparó correlacionando la cantidad de ml de producto por hectárea para cada unidad experimental, mostrado en el siguiente cuadro:

Cuadro 2.3: Cantidad de Biozyme por hectárea y por unidad experimental (6 m<sup>2</sup>)

DOSIS DE APLICACIÓN	TRATAMIENTOS	NÚMERO DE APLICAC.	Biozyme TF (ml)		Agua (Litros)	
			10000 m <sup>2</sup>	6 m <sup>2</sup>	10000 m <sup>2</sup>	6 m <sup>2</sup>
800 ml por ha	T-2, T-6, T-10 y T-14	1º Aplicación	400	0.24	200	0.12
		2º Aplicación	400	0.24	200	0.12
1000 ml por ha	T-3, T-7, T-11 y T-15	1º Aplicación	500	0.30	200	0.12
		2º Aplicación	500	0.30	200	0.12
1200 ml por ha	T-4, T-8, T-12 y T-16	1º Aplicación	600	0.36	200	0.12
		2º Aplicación	600	0.36	200	0.12

Fuente: Elaboración propia.

La preparación del Biozyme TF se hizo en un aspersor pequeño, con la cual se aplicó en función a cada tratamiento y por cada unidad experimental, mojando toda la planta.

La aplicación del Biozyme TF se hizo en dos momentos; la primera aplicación fue el 30 de junio del 2009, al momento de la brotación de colinos y la segunda el 13 de agosto del 2009, luego de 73 días después de la primera aplicación, coincidiendo con la formación de raíces reservantes.

## **e) Labores Agrícolas realizadas**

### **1. Deshierbo.**

Esta labor se realizó el 20 y 21 de julio del 2009 (60 DDS) para evitar la competencia que causan las plantas de crecimiento espontáneo a los cultivos. Entre las malezas más comunes en el campo de cultivo fueron el nabo silvestre, el yuyo, la mostacilla, la avena loca, entre otros. El método de control de malezas fue el manual con la ayuda de azadones y zapapicos.

### **2. Riegos.**

Los riegos se efectuaron en varias oportunidades. El primer riego fue a los 10 DDS, para ayudar al brotamiento de los colinos. Entre los meses de junio hasta diciembre fue de acuerdo a las necesidades hídricas del cultivo y las condiciones edáficas del suelo, tratando de mantener un campo a capacidad de campo. Los meses de enero, febrero y parte de marzo, casi no necesitaron de riego, porque las precipitaciones (lluvias) registradas en esas fechas fueron suficientes para cubrir las necesidades hídricas del cultivo. A partir de los medianos de marzo hasta la cosecha se hicieron riegos esporádicos de acuerdo a las necesidades hídricas de las plantas.

### **3. Aporque**

Esta labor se realizó con la finalidad de ayudar el desarrollo del sistema radicular y favorecer la formación de raíces reservantes, así mismo para eliminar la presencia de plantas de crecimiento espontánea (malezas) que pudieran causar competencias y perjudicar el normal desarrollo y crecimiento del cultivo. El aporque se realizó en dos momentos; el primer aporque el 01 y 02 de agosto del 2009 (65 y 66 DDS), cuando las

plantas presentaron un tamaño adecuado y se constató la presencia de malezas en todo el campo de cultivo; el segundo aporque se hizo el 25 y 26 de setiembre (120 y 121 DDS) para mantener un campo suelto y libre de malezas.

#### **f) Control fitosanitario**

Durante el mes de diciembre se presentó el ataque de la “arañita roja” (*Tetranychus peruvianus*) en las hojas de la racacha, perjudicando el normal desarrollo de la planta y disminuyendo la capacidad fotosintética de la planta. Para el control de esta plaga se hizo aplicaciones de Cypermetrina (Cyperklin C.S.) a una dosis de 30 ml de producto por mochila de 15 litro.

Así mismo, se presentó daños abióticos causados por heladas, lo que provocó y retraso en el normal crecimiento y desarrollo de las plantas.

El daño mas significativo fue causada por las heladas que se presentó la tercera semana del mes de julio y a fines del mes de agosto, dañando las hojas en un 80% de las plantas. Para mitigar este daño se hizo aplicaciones de Wuxal Combi a razón de 1 kg por ha en las veces que se presentó las heladas.

#### **g) Cosecha de la racacha**

La cosecha de la racacha se realizó entre el 21 al 25 de junio del 2010 (395 – 398 DDS), cuando las plantas presentaron amarillamiento de hojas en la parte basal, demostrando la madurez de cosecha de la planta. Para determinar el momento óptimo de la cosecha, se hizo un muestreo de las raíces reservantes, observándose que estas ya tenían el tamaño y el peso adecuado (de 100 a 120 g por raíces reservante con una longitud que varía entre 15 a 20 cm y un diámetro en su parte mas ancha de 3 a 5 cm).

## **2.6 VARIABLES EVALUADAS**

### **2.6.1 Factores de Precocidad**

#### **a) Días a la brotación de plantas**

La evaluación se hizo cuando se observó mas de 90% de colinos brotados en cada unidad experimental. Para determinar un colino brotado se consideró la presencia de más de 2 hojas verdaderas desarrolladas y extendidas.

#### **b) Días a la madurez fisiológica**

De igual manera, la evaluación de días a la madurez fisiológica se hizo cuando más de 90% de plantas presentaron hojas basales marchitas en mayor cantidad, por cada unidad experimental.

#### **c) Días a la madurez de cosecha**

Para esta evaluación se hizo muestreos de las raíces reservantes de cada planta; si las raíces reservantes presentan tamaño adecuado de más de 100 gr, ya es adecuado realizar su cosecha. Este criterio se consideró para cada unidad experimental.

### **2.6.2 Factores de Rendimiento**

#### **a) Altura de planta**

Se eligió 5 plantas al azar por cada unidad experimental y la altura de planta se midió con una regla graduada, desde la base de la corona (ras del suelo) hasta el ápice final de la hoja más joven (punto terminal de la planta). Esta observación se realizó momentos antes de la cosecha.

#### **b) Número de colinos por planta.**

En las 5 plantas elegidas al azar se arrancó todos los colinos de la corona, procediéndose

con el conteo del número de colinos por planta. Se considero colino adecuado aquellos de buen tamaño y peso.

**c) Peso de colinos por planta**

El total de colinos por cada planta de las 5 elegidas al azar por unidad experimental, se pesaron en una balanza tipo reloj, registrándose en kilogramos.

**d) Número de raíces reservantes por planta**

Como en el caso anterior, se arrancó las raíces reservantes de la base de la corona de cada una de las cinco plantas por unidad experimental y se procedió a su conteo.

**e) Peso de raíces reservantes por planta**

Seguidamente las raíces reservantes de cada una de las cinco plantas, se procedió a pesar en una balanza tipo reloj.

**f) Peso de cada raíz reservante**

Se eligieron 20 raíces reservantes por cada unidad experimental, seguidamente se procedió a registrar el peso de cada raíz reservante. Esta operación se hizo en laboratorio en una balanza experimental cuya capacidad fue 1000 g. Los pesos se registraron en gramos por raíz reservante.

**g) Longitud de cada raíz reservante**

Simultáneamente se tomó la medida de las 20 raíces elegidas al azar por cada unidad experimental, con la ayuda de una regla graduada. La longitud de raíz se consideró desde el ápice hasta la base de la raíz reservante (punto de inserción con la corona). Dicha longitud se registró en centímetros.

#### **h) Rendimiento comercial en raíces reservantes**

Se pesaron la totalidad de raíces reservantes por cada unidad experimental, Luego se hizo los cálculos de rendimiento y finalmente se extrapoló a una hectárea.

#### **i) Porcentaje de almidón en raíces reservantes**

Para la evaluación del porcentaje de almidón se trituró 10 raíces reservantes en una licuadora adicionando agua limpia para formar una masa acuosa. Seguidamente se hizo el filtrado de los gránulos de almidón con la ayuda de un tamiz (tela muy fina), procediéndose a su decantado en un recipiente limpio. Luego de algunas horas se eliminó toda el agua sobrante y se dejó secar a medio ambiente. Al final se obtuvo un polvo fino de color blanquecino, que es el almidón de racacha.

Para determinar el porcentaje de almidón se aplicó la siguiente fórmula:

$$\% \text{ almidón} = \frac{\text{Peso seco de almidón} \times 100}{\text{Peso total de Muestra}}$$

### **2.7 ANÁLISIS ESTADÍSTICOS REALIZADOS**

El Análisis de Varianza (ANVA) se calculó para un Diseño Bloque Completamente Randomizado con arreglo factorial. Las significancias de las fuentes de variación, tanto de los efectos principales como de sus interacciones se computaron con la Tabla de Contrastes de Fisher (Prueba de F). Así mismo, de las que resultaron significativas se hizo la prueba de comparación de medias con la Prueba de Tukey a nivel de 0.05.

### CAPITULO III

#### RESULTADOS Y DISCUSION

##### 3.1 DE LOS FACTORES DE PRECOCIDAD.

CUADRO 3.1: Días al brotamiento, días a la madurez fisiológica y días a la madurez de cosecha en el cultivo de racacha bajo la influencia de niveles de Guano de islas y Biozyme TF. Canaán – 2750 m.s.n.m. Ayacucho

TRATAM.	DÍAS AL BROTAMIENTO	PROMEDIO	DÍAS A LA MADUREZ FISIOLÓGICA	PROMEDIO	DÍAS A LA MADUREZ DE COSECHA	PROMEDIO
T - 1	36 - 39	37.7	340 - 350	345.0	380 - 390	385.0
T - 2	34 - 41	36.7	345 - 350	346.7	380 - 390	385.0
T - 3	38 - 41	39.0	340 - 355	348.3	380 - 385	<b>380.0</b>
T - 4	35 - 41	38.0	340 - 350	345.0	380 - 385	381.7
T - 5	36 - 38	36.7	345 - 350	346.7	380 - 390	<b>385.0</b>
T - 6	38 - 41	39.7	340 - 355	<b>348.3</b>	380 - 385	381.7
T - 7	38 - 40	39.0	340 - 350	345.0	380 - 390	383.3
T - 8	37 - 38	37.3	340 - 355	348.3	380 - 385	381.7
T - 9	36 - 41	39.0	340 - 350	345.0	380 - 385	381.7
T - 10	36 - 38	<b>36.7</b>	345 - 350	346.7	380 - 390	383.3
T - 11	35 - 39	37.3	340 - 355	348.3	380 - 385	381.7
T - 12	35 - 41	37.7	345 - 350	348.3	380 - 385	381.7
T - 13	38 - 41	39.7	340 - 355	345.0	380 - 390	385.0
T - 14	37 - 38	37.7	345 - 350	348.3	380 - 385	381.7
T - 15	40 - 42	<b>41.0</b>	340 - 345	<b>343.3</b>	380 - 390	383.3
T - 16	37 - 39	38.0	340 - 355	348.3	380 - 385	381.7

### **3.1.1 DÍAS A LA BROTAÇÃO DE PLANTAS**

De acuerdo al Cuadro 3.1, se comprobó que los colinos de racacha presentan un brotamiento entre 37 y 41 días después de la siembra (DDS), indistintamente de los tratamientos aplicados en el presente trabajo. El brotamiento de colinos esta influenciado por el contenido de humedad y las características físicas del suelo. La diferencia de días de brotamiento se debe posiblemente al tamaño de los colinos y a su estado vegetativo, utilizado al momento de la siembra.

Álvarez (2008); señala que la utilización de colinos de mayor tamaño, con adecuada preparación y con deshidratación parcial (30% de humedad), presenta mayor poder de brotamiento, frente a colinos muy deshidratados o recién cosechados.

### **3.1.2 DÍAS A LA MADUREZ FISIOLÓGICA**

De igual manera el Cuadro 3.1 establece que la madurez fisiológica en el cultivo de racacha se presenta entre 343 y 348 días después de la siembra, indistintamente de los tratamientos empleados en el presente trabajo. Estos valores casi homogéneos demuestran que la madurez fisiológica en el cultivo de la racacha está influenciada principalmente por factores intrínsecos, propios de la planta.

### **3.1.3 DÍAS A LA MADUREZ DE COSECHA**

La madurez de cosecha en el presente ensayo se presentó entre 380 a 385 días después de la siembra (DDS), tal como se muestra en el Cuadro 3.1

En los caracteres de precocidad evaluados no se encontró influencia alguna tanto de la aplicación de los niveles de Guano de islas y las dosis de Biozyme TF utilizados en el cultivo de racacha, por la casi homogeneidad de los datos obtenidos.

Mazón, et al. (1996); señalan que el periodo vegetativo de la zanahoria blanca varía de 10 a 14 meses, de acuerdo a la altitud del lugar de siembra. En condiciones de la estación Experimental Santa Catalina - Ecuador (3050 msnm, 11°C. de temperatura promedio), el ciclo de cultivo, es de 290 a 350 días; en cambio en las estribaciones de la cordillera Occidental, especialmente en el Noroccidente de Pichincha, con altitud promedio de 1600 msnm, el periodo vegetativo puede reducirse a 8 - 10 meses.

El mayor periodo vegetativo que se obtuvo en el presente ensayo frente a resultados obtenidos en otros trabajos, de deban posiblemente a los daños abióticos que se presentó durante la conducción de ensayo; sin embargo, Tapia (1996) reporta que la racacha puede presentar periodos vegetativos entre 13 y 14 meses, dependiendo de las condiciones edafoclimáticas del lugar.

## **3.2 DE LOS FACTORES DE RENDIMIENTO**

### **3.2.1 DE LA ALTURA DE PLANTA**

El Análisis de Varianza del Cuadro 3.2 muestra que para todas las fuentes de variación no existe significación estadística, estableciendo que la altura de planta no esta influenciada por los abonamientos con guano de islas utilizado al momento de la siembra y también por las dosis de biozyme TF aplicado durante el crecimiento y desarrollo del cultivo.

La variación de altura de planta que se obtuvo de 64.6 a 78.13 cm, con un promedio general de 69.76 cm se deba posiblemente al carácter varietal del cultivar blanco de

racacha e influenciado por las condiciones edafoclimáticos del lugar de ensayo. En el presente carácter evaluado se encontró un coeficiente de variancia de 8.33%.

CUADRO 3.2: Análisis de varianza de la altura de planta en el cultivo de racacha bajo la influencia de niveles de Guano de Islas y Biozyme TF, en Canaán, 2750 m.s.n.m. - Ayacucho.

Fuente de Variación	G. L.	S. C.	C. M.	Fc	Pr > F	Signif
Bloque	2	164.5012500	82.2506250	2.44	0.1045	ns
Guano de Islas (G)	3	278.5222917	92.8407639	2.75	0.0600	ns
Biozyme (B)	3	192.3506250	64.1168750	1.90	0.1509	ns
G*B	9	132.9168750	14.7685417	0.44	0.9036	ns
Error	30	1012.5320830	33.7510690			
Total	47	1780.8231250				

C. V. : 8.33%

Los datos reportados en el presente ensayo, para el carácter evaluado, concuerdan con los obtenidos por Rondinel (1988) que evaluó las características morfológicas de la racacha del Banco de Germoplasma de Raíces y Tubérculos de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, encontrando una altura de planta que varía entre 68,36 a 80,11 cm, para las condiciones agroecológicas de Pampa del Arco - Huamanga; mientras que para las condiciones de Canaán - Huamanga, Orellana (1999) reporta que la fertilización nitrogenada en racacha induce a una mayor altura de planta, produciendo una altura de 79,33 cm en comparación a la siembra sin fertilizantes que produjo 69,58 cm de altura de planta.

Las observaciones realizadas por León (1966) y Arbizu (1986); reportan que la planta de arracacha oscila entre 50 a 120 cm, en casi todos los ecotipos evaluados.

### 3.2.2 Número de colinos por planta

En el Cuadro 3.3, el Análisis de Varianza muestra que para los efectos principales de cantidades de guano de islas y las dosis de Biozyme TF, presenta alta significación estadística; mientras que para la interacción entre niveles de guano de islas y las dosis de Biozyme TF no presentó significancia alguna.

Estos resultados demuestran que el número de colinos por planta en el cultivar blanco de racacha esta influenciado por los abonamientos con guano de islas y la aplicación de biozyme durante el crecimiento y desarrollo del cultivo, en forma independiente.

CUADRO 3.3: Análisis de varianza del número de colinos por planta en el cultivo de racacha bajo la influencia de niveles de Guano de islas y Biozyme, en Canaán, 2750 msnm - Ayacucho.

Fuente de Variación	G. L	S. C.	C. M.	Fc	Pr > F	Signif
Bloque	2	35.8786167	17.9393083	2.45	0.1038	ns
Guano de islas (G)	3	465.4857396	155.1619132	21.15	<.0001	**
Biozyme (B)	3	166.7322229	55.5774076	7.58	0.0006	**
G*B	9	115.9641521	12.8849058	1.76	0.1192	ns
Error	30	220.0503170	7.335011			
Total	47	1004.1110480				

C. V. : 15.01%

La Prueba de Tukey (Gráfico 3.1); indica que los valores más altos (21.16 y 20.86), corresponden a los tratamientos que recibieron 1500 y 1000 kg.ha<sup>-1</sup> de guano de islas respectivamente sin diferencias entre los valores. Los rendimientos más bajos (16.36 y 13.78), corresponden al nivel de abonamiento 500 y 0 kg.ha<sup>-1</sup>, respectivamente.

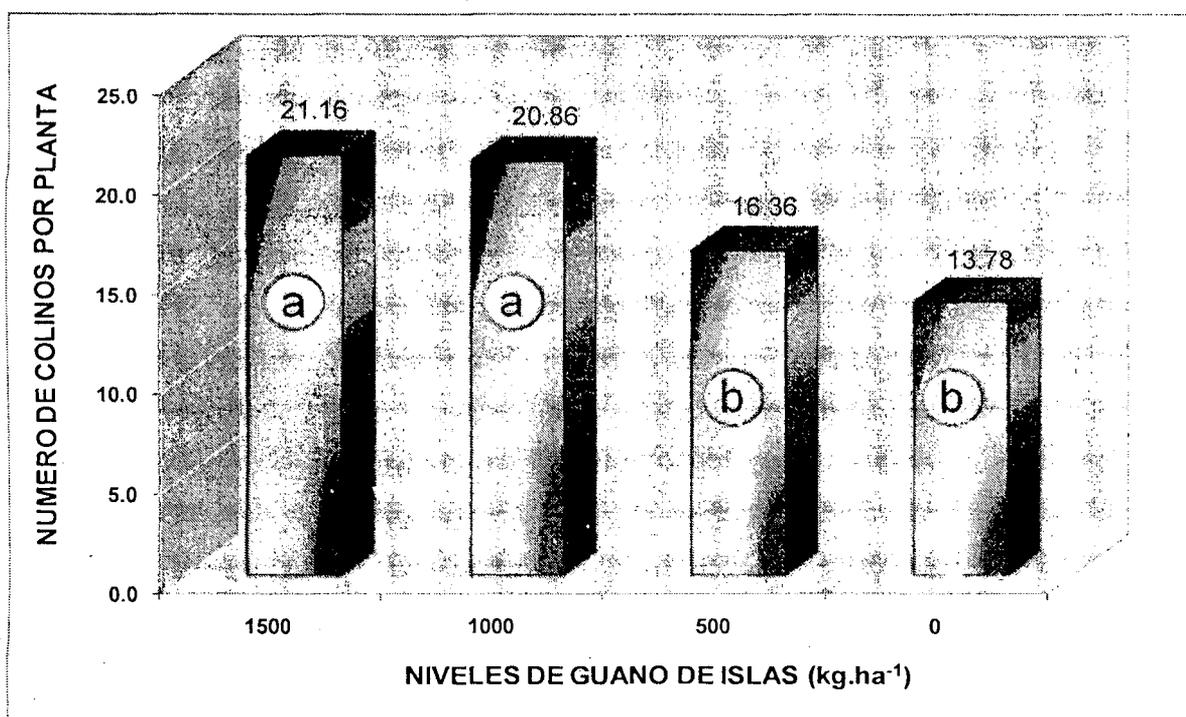


GRAFICO 3.1: Prueba de Tukey (  $p = 0.05$ ) del número de colinos por planta, bajo la influencia de niveles de Guano de islas, en el cultivo de racacha, Canaán, 2750 msnm - Ayacucho.

Según la Prueba Tukey, (Gráfico 3.2); aplicando 1200 y 1000 ml por hectárea de biozyme TF, produjo 20.83 y 18.19 colinos por planta, respectivamente, sin diferencias estadísticas entre estos valores; mientras que con la aplicación de 800 ml por hectárea y sin biozyme TF solamente produjo 17.48 y 15.64 colinos por planta, respectivamente, siendo los valores más bajos.

Jaulis (2000), reporta una variación para el número de colinos por planta entre 16 a 51.16 colinos, agrupando en tres grupos, los que muestran abundante, intermedio y escaso número de colinos por planta. Rondinel (1988) al evaluar características morfológicas de la racacha en Pampa del Arco, encontró de 23 a 42 colinos por planta, manifestando que el número de colinos están en relación a la edad de la planta que indica que a mayor edad hay mayor número de colinos por planta. Mazón, et al. (1996); reportan que en condiciones de Ecuador, una planta de racacha puede producir de 8 a 31 colinos por planta

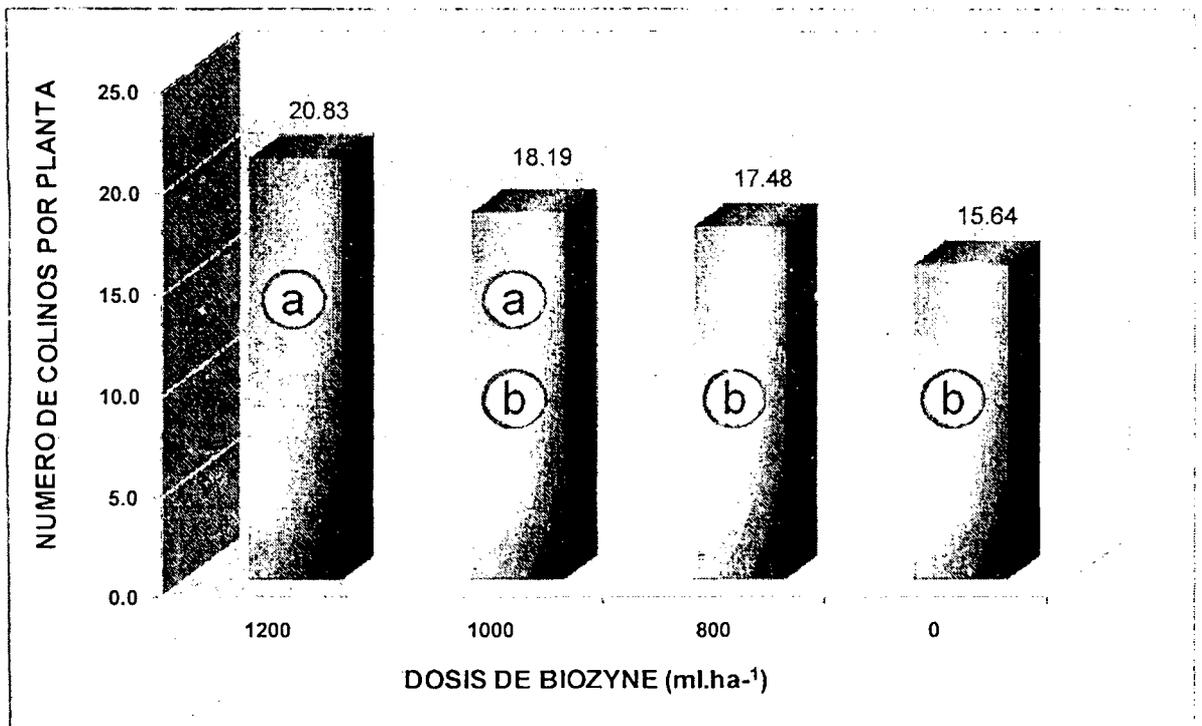


GRAFICO 3.2: Prueba de Tukey ( $p = 0.05$ ) del número de colinos por planta, bajo la influencia de distintas dosis de biozyne en el cultivo de racacha, Canaán, 2750 msnm - Ayacucho.

### 3.2.3 PESO DE COLINOS POR PLANTA

Los resultados del Análisis de Varianza (Cuadro 3.4) presenta alta significación estadísticas para los efectos principales correspondiente a cantidades de guano de islas; mientras que para los efectos principales correspondiente a la dosis de biozyme TF y la interacción entre guano de islas y dosis de biozyme TF no presentaron significancia estadística alguna. Por los resultados se concluye que el peso de colinos por planta en el cultivar blanco de racacha esta influenciado solamente por el abonamiento con guano de islas.

**168584**

Cuadro 3.4: Análisis de varianza del peso de colinos por planta en el cultivo de racacha bajo la influencia de niveles de Guano de Islas y Biozyme TF, en Canaán, 2750 msnm - Ayacucho.

Fuente de Variación	G. L	S. C.	C. M.	Fc	Pr > F	Signif
Bloque	2	0.24428750	0.12214375	1.29	0.2890	ns
Guano de islas (G)	3	1.54492292	0.51497431	5.46	0.0041	**
Biozyme (B)	3	0.81153958	0.27051319	2.87	0.0531	ns
G*B	9	0.08811875	0.00979097	0.10	0.9994	ns
Error	30	2.83171250	0.09439042			
Total	47	5.52058125				

C. V. : 18.24%

La Prueba de Tukey (Gráfico 3.3), muestra que abonando con guano de islas con 1500, 1000 y 500 kg por hectárea, logra producir 1.92, 1.78 y 1.62 kg de colinos por planta, respectivamente, sin denotar diferencias estadísticas entre ellos; sin ningún tipo de abonamiento solamente se logra producir 1.43 kg de colinos por planta, constituyéndose en el valor mas bajo y diferenciándose estadísticamente de los otros valores.

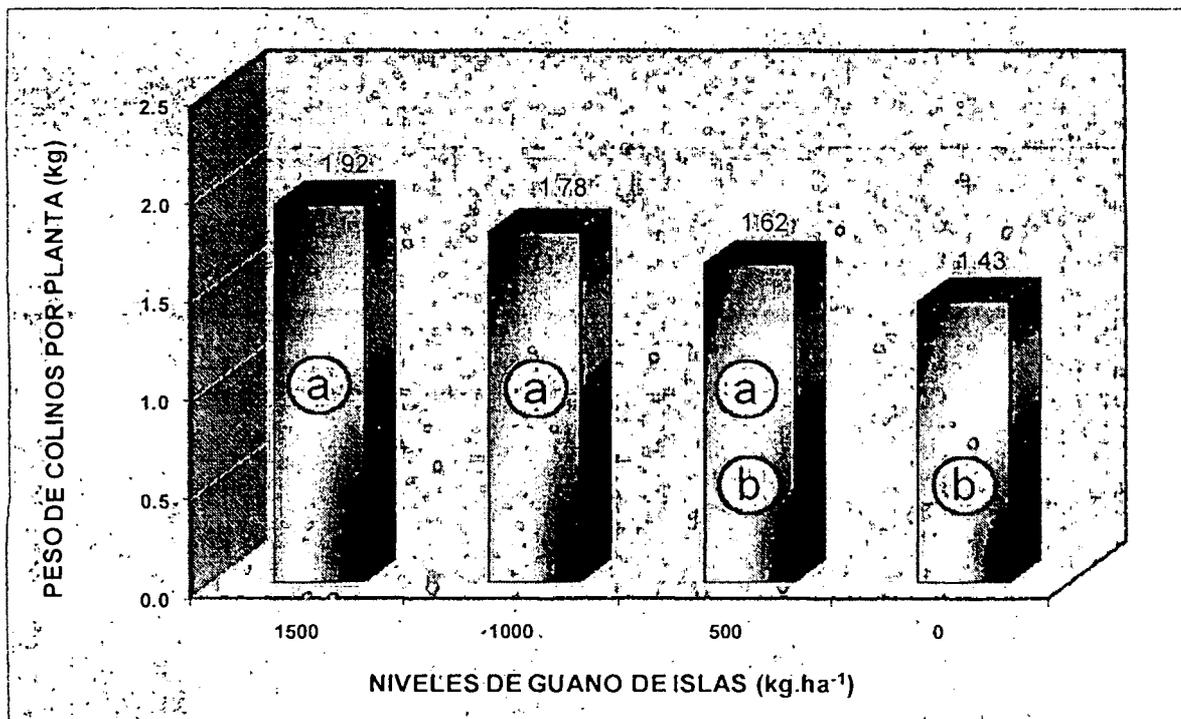


GRAFICO 3.3: Prueba de Tukey ( $p = 0.05$ ) del peso de colinos por planta, bajo la influencia de distintos niveles de Guano de islas en el cultivo de racacha, Canaán, 2750 msnm - Ayacucho.

Meza et al. (1997) al evaluar 42 genotipos de racachas en el Valle de La Convención – Cuzco, encontró que el peso de la parte aérea de la planta está asociada con el número de colinos por planta en una relación de 51.55%, es decir a mayor peso de la parte aérea de la planta se encontrará un mayor número de colinos. Así mismo determinó que en 99% de los casos, el peso de la corona o cepa está relacionada con el número de colinos por planta, en una relación de 17.89% del peso de la corona. Asimismo, Meza et al. (1997) señalan que a mayor peso total de planta, corresponde el mayor número de colinos por planta.

Mazón, et al. (1996) reportan que en condiciones de Ecuador, una planta de racacha puede producir de 8 a 31 colinos por planta.

### 3.2.4 NÚMERO DE RAÍCES RESERVANTES POR PLANTA

Los resultados del Análisis de Varianza del Cuadro 3.5, presenta alta significación estadísticas para el efecto principales correspondiente a cantidades de Guano de islas; mientras que para dosis de Biozyme TF y la interacción entre Guano de islas y dosis de Biozyme TF no presentaron significancia estadística alguna. Por los resultados se concluye que el número de raíces reservantes por planta esta influenciado solamente por el abonamiento con Guano de islas.

CUADRO 3.5: Análisis de varianza del número de raíces por planta en el cultivo de racacha bajo la influencia de niveles de Guano de Islas y Biozyme TF, en Canaán, 2750 msnm - Ayacucho.

Fuente de Variación	G. L	S. C.	C. M	Fc	Pr > F	Signif
Bloque	2	2.3607125	1.1803562	0.48	0.6229	ns
Guano de islas (G)	3	101.6158500	33.8719500	13.80	<.0001	**
Biozyme (B)	3	8.1806167	2.7268722	1.11	0.3600	ns
G*B	9	9.0238333	1.0026481	0.41	0.9205	ns
Error	30	73.6222875	2.4540763			
Total	47	194.8033000				

C. V. : 16.35%

Al realizar la Prueba de Tukey (Gráfico 3.4), se ha comprobado que abonando con Guano de islas con niveles de 1500, 1000 y 500 kg por hectárea, se produce 11.03, 10.18 y 9.97 raíces reservantes por planta, respectivamente, sin denotar diferencias estadísticas entre ellos; mientras que sin ningún tipo de abonamiento solamente se logra producir 7.16 raíces

reservantes por planta, constituyéndose en el valor mas bajo y diferenciándose estadísticamente de los otros valores.

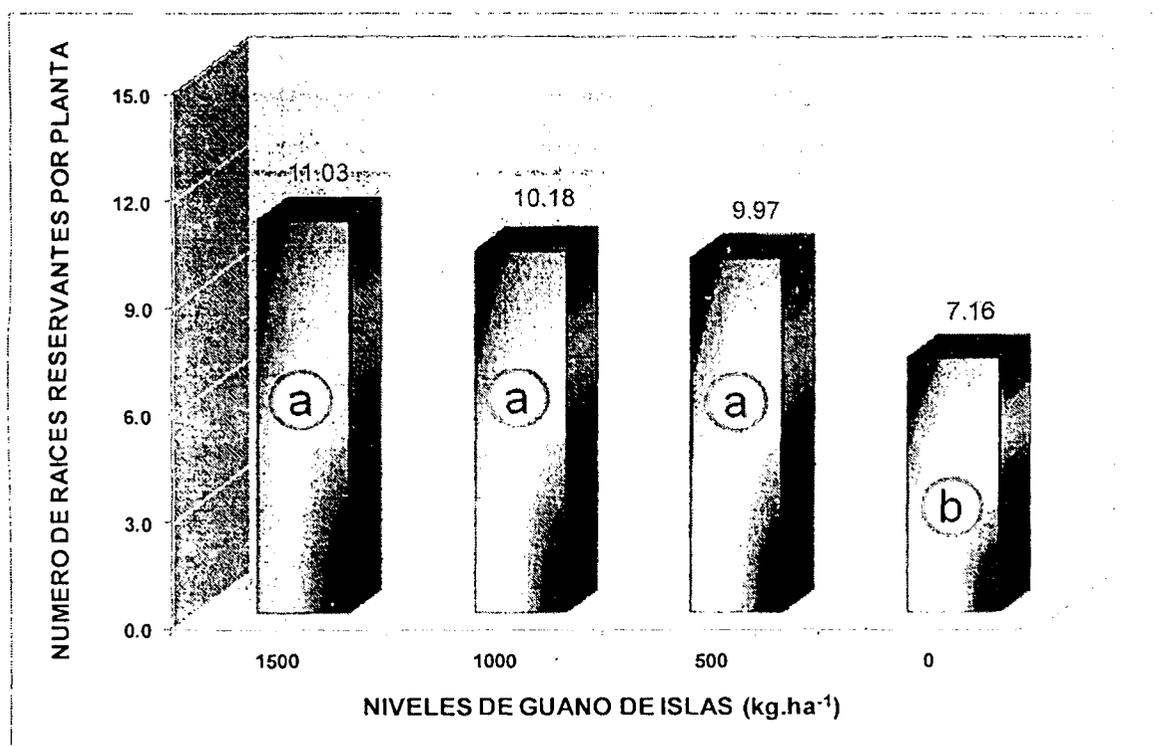


GRAFICO 3.4: Prueba de Tukey ( $p = 0.05$ ) del número de raíces reservantes por planta, bajo la influencia de niveles de Guano de islas, en el cultivo de racacha, Canaán, 2750 msnm - Ayacucho.

Orellana (1999), al evaluar el comportamiento de la planta de racacha en condiciones de Canaán – Huamanga (2750 msnm) reporta una producción que varía entre 13,3 y 16,4 de raíces reservantes por planta; mientras que, para las mismas condiciones agrologicas, Jaulis (2000) reporta una variación entre 8,0 y 24,3 raíces reservantes por planta. De igual manera, para condiciones de Cajamarca, Franco y Rodríguez (1986), reportan que la

racacha puede producir entre 4 a 16 raíces reservantes por planta. Por otro lado, Meza et al. (1997) mencionan que existe una alta correlación positiva entre el número de colinos por planta con el número de raíces reservantes.

### 3.2.5 PESO DE RAÍCES RESERVANTES POR PLANTA

El Análisis de Varianza calculado en el Cuadro 3.6 muestra alta significación estadísticas para el efecto principal Guano de islas. Para dosis de Biozyme TF y para la interacción entre Guano de islas y dosis de Biozyme TF no presentaron significancia estadística alguna. Estos resultados demuestran que el abonamiento con Guano de islas repercute significativamente en el peso de raíces reservantes por planta.

CUADRO 3.6: Análisis de varianza del peso de raíces por planta en el cultivo de racacha bajo la influencia de niveles de Guano de Islas y Biozyme TF, en Canaán, 2750 msnm - Ayacucho.

Fuente de Variación	G.L	S. C.	C. M.	Fc	Pr > F	Signif
Bloque	2	0.07327917	0.03663958	0.33	0.7250	ns
Guano de islas (G)	3	7.52793958	2.50931319	22.26	<.0001	**
Biozyme (B)	3	0.62597292	0.20865764	1.85	0.1592	ns
G*B	9	1.44395208	0.16043912	1.42	0.2224	ns
Error	30	3.38125417	0.11270847			
Total	47	13.05239792				

C. V. : 25.52%

En la prueba de contrastes (Gráfico 3.5), se estableció que aplicando 1500 y 1000 kg.ha<sup>-1</sup> se logra producir 1.67 y 1.64 kg de raíces reservantes por planta, respectivamente sin denotar diferencias estadísticas. Mientras que sin ningún abonamiento (Testigo), sólo se puede obtener 0.68 kg de raíces reservantes por planta, presentando diferencias estadísticas sobre el resto de los tratamientos.

Para las condiciones de la zona de estudio, Orellana (1999) reporta una variación entre 0,4 y 2,3 kg de raíces reservantes por planta, utilizando una preparación de colinos del tipo hoyo; mientras que para las condiciones de Cajamarca, Franco y Rodríguez (1986), reportan una producción que varía entre 1,82 a 4,25 kg por planta.

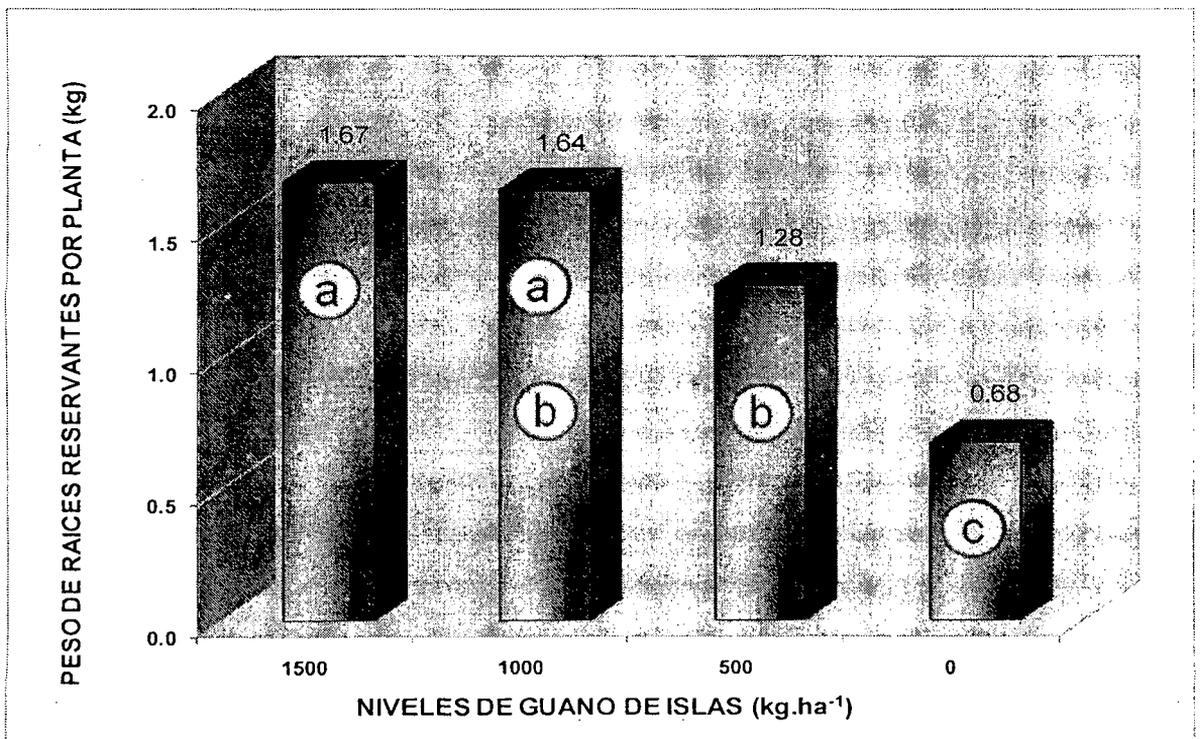


GRAFICO 3.5: Prueba de Tukey (  $p = 0.05$ ) del peso de raíces reservantes por planta, bajo la influencia de niveles de guano de islas, en el cultivo de racacha, Canaán, 2750 msnm - Ayacucho.

### 3.2.6 PESO DE CADA RAÍZ RESERVANTE

Los cálculos del Análisis de Varianza, Cuadro 3.7 demostraron alta significación estadísticas para el efecto principal Guano de islas; mientras que para dosis de Biozyme TF y para la interacción entre Guano de islas y dosis de Biozyme TF no presentaron significancia estadística alguna. Por los resultados obtenidos se concluye que el Guano de islas repercute significativamente en el peso de cada raíces reservante.

CUADRO 3.7: Análisis de varianza del peso de cada raíz por planta en el cultivo de racacha bajo la influencia de niveles de Guano de Islas y Biozyme TF, en Canaán, 2750 msnm - Ayacucho.

Fuente de Variación	G.L	S. C.	C. M.	Fc	Pr > F	Signif
Bloque	2	0.00127917	0.00063958	0.79	0.4635	ns
Guano de islas (G)	3	0.03120833	0.01040278	12.83	<.0001	**
Biozyme (B)	3	0.00162500	0.00054167	0.67	0.5782	ns
G*B	9	0.01355833	0.00150648	1.86	0.0982	ns
Error	30	0.02432083	0.00081069			
Total	47	0.07199167				

C. V : 21.16%

La prueba de Tukey (Grafico 3.6), muestra que abonando con 1500 y 1000 kg.ha<sup>-1</sup> se logra producir raíces reservantes con 164.17 y 150 g, respectivamente, sin denotar diferencias estadísticas entre ambos valores; mientras que sin ningún abonamiento (Testigo), sólo se obtiene raíces reservantes cuyo peso promedio es 96.67 g, presentando diferencias estadísticas sobre el resto de los tratamientos.

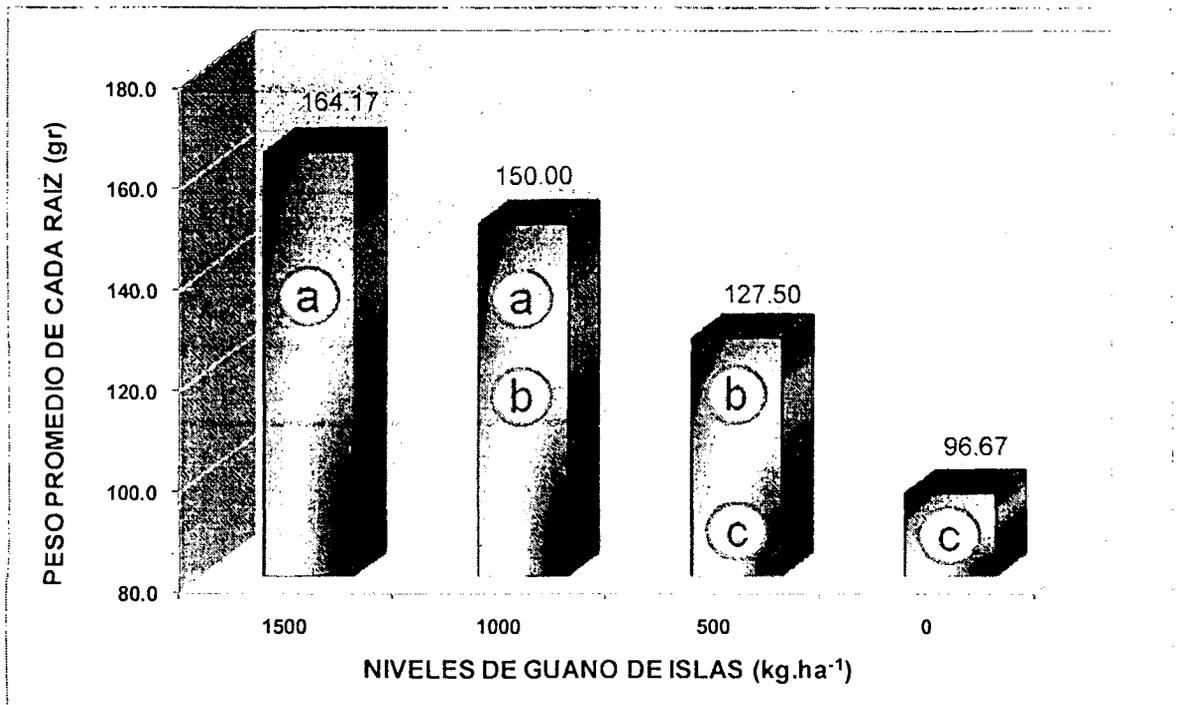


GRAFICO 3.6: Prueba de Tukey ( $p = 0.05$ ) del peso promedio de cada raíz reservante, bajo la influencia de niveles de guano de islas, en el cultivo de racacha, Canaán, 2750 msnm - Ayacucho.

Álvarez (2008), al evaluar formas de preparación de colinos en la producción de racacha, reportó un peso de raíces reservantes de 164,75 g. bajo condiciones de Canaán.

### 3.2.7 LONGITUD DE CADA RAÍZ RESERVANTE

En el Cuadro 3.8 el Análisis de Varianza denota que para los efectos principales de cantidades de Guano de islas y las dosis de Biozyme TF y para la interacción entre niveles de Guano de islas y las dosis de Biozyme TF no presentó significancia alguna.

Estos resultados demuestran que la longitud de raíces reservantes en el cultivar blanco de racacha no está influenciado por los abonamientos con guano de islas y la aplicación de

biozyme durante el crecimiento y desarrollo del cultivo. La variación de longitud de raíces entre 12.75 y 13.68 cm con un promedio general de 13.28 cm esta influenciado por otros factores no evaluados en el presente ensayo.

CUADRO 3.8: Análisis de varianza de la longitud de cada raíz en el cultivo de racacha bajo la influencia de niveles de Guano de Islas y Biozyme TF, en Canaán, 2750 msnm - Ayacucho.

Fuente de Variación	G.L	S. C.	C. M.	Fc	Pr > F	Signif
Bloque	2	18.42601250	9.21300625	5.69	0.0080	ns
Guano de islas (G)	3	5.34862292	1.78287431	1.10	0.3641	ns
Biozyme (B)	3	6.59820625	2.19940208	1.36	0.2745	ns
G*B	9	16.70340208	1.85593356	1.15	0.3632	ns
Error	30	48.58858750	1.61961958			
Total	47	95.66483125				

C. V. : 9.58%

Álvarez (2008), reporta una longitud de raíces reservantes en promedio de 16,23 cm indistintamente del morfotipo, al evaluar distintas formas de preparación de colinos, en la preparación de colinos, mientras que Mazón, et. al. (1996) reporta una longitud de raíces reservantes que varía entre 8 y 20 cm. Para condiciones similares al lugar del ensayo, Orellana (1999) reporta que las raíces reservantes presentan una longitud en promedio de 14,8 cm.

### 3.2.8 RENDIMIENTO DE RAÍCES RESERVANTES

Los resultados del ANVA, (Cuadro 3.9) presenta alta significación estadística para el efecto principal correspondiente a dosis de Guano de islas; mientras que para el efecto principal dosis de Biozyme TF y para la interacción entre Guano de islas y Biozyme TF no presentó significancia alguna; lo que evidencia que el rendimiento de raíces reservantes esta influenciada por los distintos niveles de Guano de islas utilizado en el cultivo de racacha

CUADRO 3.9: Análisis de varianza del rendimiento de raíces reservantes en el cultivo de racacha bajo la influencia de niveles de Guano de Islas y Biozyme TF, en Canaán, 2750 msnm - Ayacucho.

Fuente de Variación	G.L	S. C.	C. M.	Fc	Pr > F	Signif
Bloque	2	29 242 291	14 621 146	0.32	0.7253	ns
Guano de islas (G)	3	3 015 111 020	1 005 037 007	22.32	<.0001	**
Biozyme (B)	3	251 449 678	83 816 559	1.86	0.1575	ns
G*B	9	574 130 964	63 792 329	1.42	0.2252	ns
Error	30	1 350 880 087	45 029 336			
Total	47	5 220 814 040				

C. V. : 25.51%

La prueba de Tukey (Gráfico 3.7), indica que el abonamiento con Guano de Islas en un nivel de 1500 y 1000 kg.ha<sup>-1</sup> logró producir 33239 y 32791 kg.ha<sup>-1</sup> de raíces reservantes, respectivamente, sin denotar diferencias estadísticas entre ambos valores, mientras que sin

ningún abonamiento (Testigo), sólo se pudo obtener 13635 kg.ha<sup>-1</sup> de raíces reservantes presentando diferencias estadísticas sobre el resto de los tratamientos.

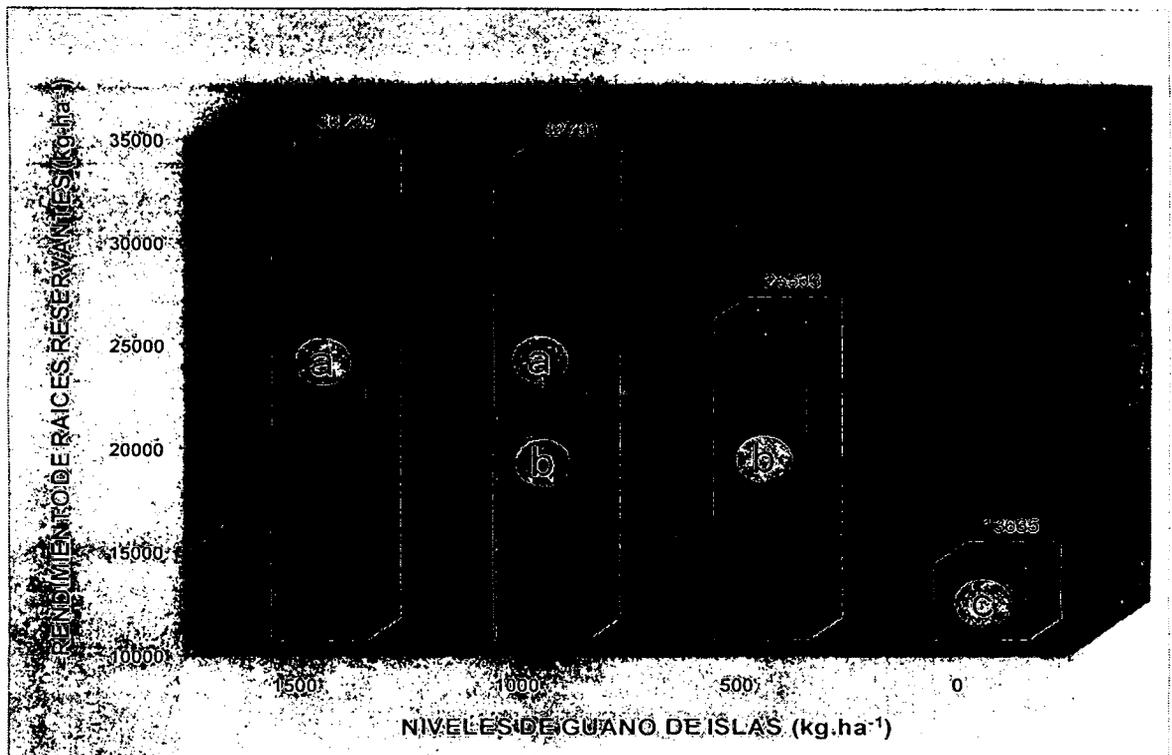


GRAFICO 3.7: Prueba de Tukey ( $p = 0.05$ ) del rendimiento de raíces reservantes, bajo la influencia de niveles de Guano de islas, en el cultivo de racacha, Canaán, 2750 msnm - Ayacucho.

De acuerdo a la regresión efectuada en el Grafico 3.8, de la interrelación entre rendimientos de raíces reservantes sobre niveles de guano de islas, la tendencia es de una curva polinómica cuyo modelo matemático es  $Y = 13312 + 32.90X - 0.013X^2$ .

Según estos datos, el nivel de guano de islas que optimiza los rendimientos de raíces reservantes en el cultivo de racacha es 1265 kg.ha<sup>-1</sup> con lo cual se alcanzará un rendimiento de 34128 kg.ha<sup>-1</sup>

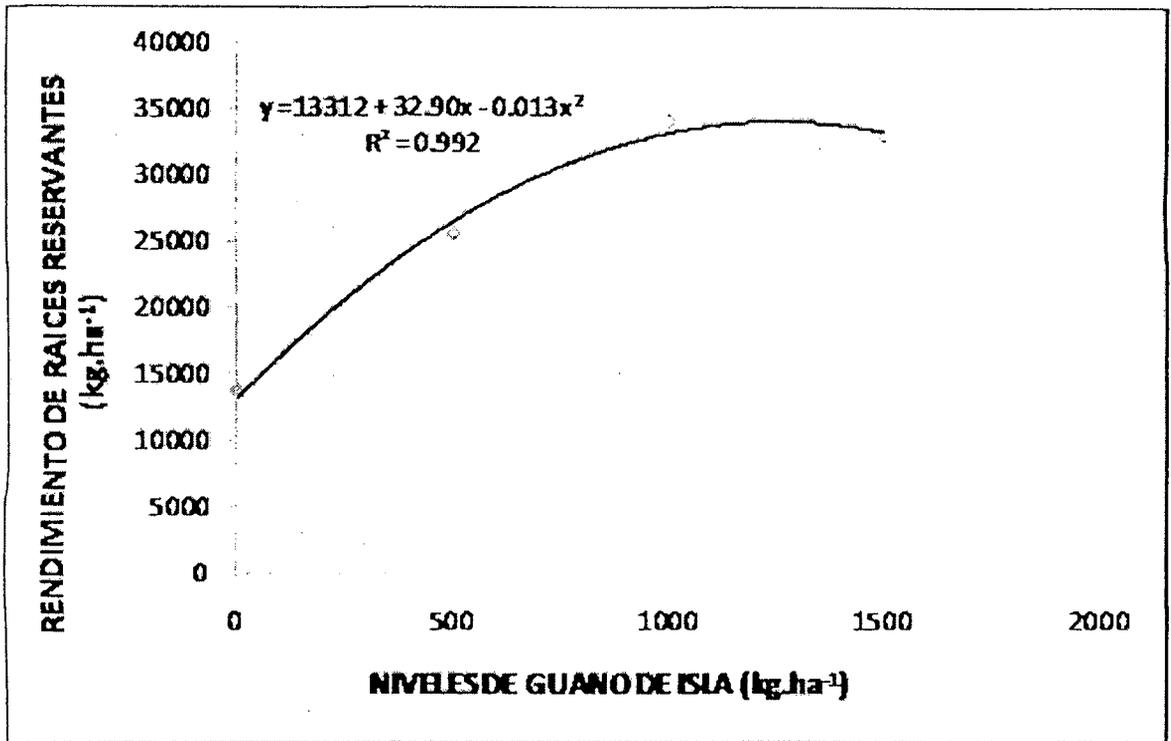


GRAFICO 3.8: Análisis de regresión del rendimiento de raíces reservantes, bajo la influencia de niveles de Guano de islas, en el cultivo de racacha, Canaán 2750 msnm – Ayacucho.

De igual forma el Cuadro 3.9 muestra la regresión entre la interrelación del rendimiento de raíces reservantes con las dosis de Biozyme TF aplicados durante el periodo vegetativo de la racacha, denotando una tendencia polinómica cuyo modelo matemático es  $Y = 25223 + 12.02X - 0.013X^2$ ; por lo que se infiere que el rendimiento de raíces reservantes de la racacha responde positivamente a mayores dosis de Biozyme TF.

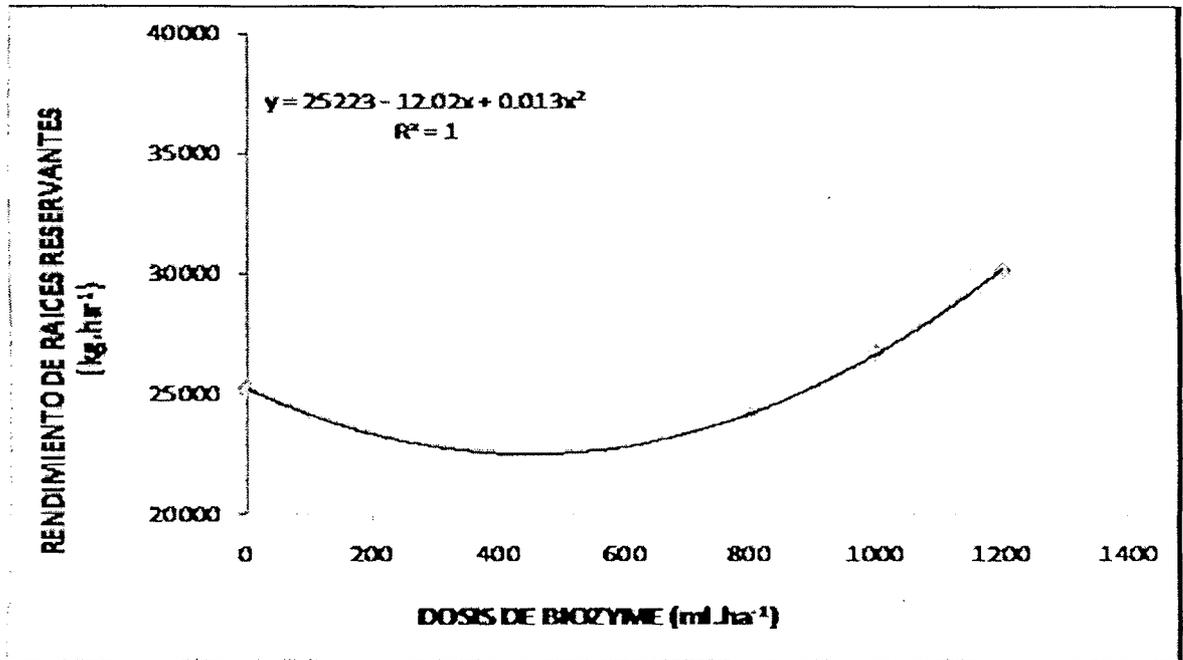


GRAFICO 3.9: Análisis de regresión del rendimiento de raíces reservantes, bajo la influencia de dosis de Biozyme TF, en el cultivo de racacha, Canaán 2750 msnm – Ayacucho.

Según algunos estudios realizados, la producción de raíces reservantes de la racacha está en función a las condiciones edafoclimáticas del lugar, al manejo agronómico y al morfotipo. Álvarez (1997), reporta que para condiciones agrológicas de la localidad de Talavera (Apurímac), el morfotipo amarillo presenta un rendimiento de 30,9 Tm.ha<sup>-1</sup>, mientras que el morfotipo morada produjo 17,3 Tm.ha<sup>-1</sup>. Seminario (1995), reporta que en varias localidades de Cajamarca, se encuentran clones (morfotipos) que presentan un rendimiento que varía desde 65 hasta 151,8 Tm.ha<sup>-1</sup>, sin especificar el sistema y las condiciones de producción. Franco, et, al. (1992), evaluaron doce mejores ecotipos de racacha y obtuvieron rendimientos entre 7 a 18 Tm.ha<sup>-1</sup> con una precipitación de 780 mm. Mazon et al. (1996) reportan que la mayoría de los morfotipos ecuatorianos presenta un rendimiento que varía entre 5 a 15 Tm.ha<sup>-1</sup>.

### 3.2.9 PORCENTAJE DE ALMIDÓN EN RAÍCES RESERVANTES

El Análisis de Varianza del Cuadro 3.10, demuestra que para todas las fuentes de variación no existe significación estadística, estableciendo que el porcentaje de almidón de las raíces reservantes de la racacha no esta influenciada por los abonamientos con guano de islas utilizado al momento de la siembra y también por las dosis de biozyme TF aplicado durante el crecimiento y desarrollo del cultivo.

CUADRO 3.10: Análisis de varianza del porcentaje de almidón en el cultivo de racacha bajo la influencia de niveles de Guano de Islas y Biozyme TF, en Canaán, 2750 msnm - Ayacucho.

Fuente de Variación	G.L	S. C.	C. M.	Fc	Pr > F	Signif
Bloque	2	0.36646250	0.18323125	0.10	0.9030	n.s
Guano de islas (G)	3	2.17927500	0.72642500	0.41	0.7497	n.s
Biozyme (B)	3	6.24977500	2.08325833	1.16	0.3396	n.s
G*B	9	8.64014167	0.96001574	0.54	0.8360	n.s
Error	30	53.66567083	1.78885569			
Total	47	71.10132500				

C. V. : 10.01%

La variación del porcentaje de almidón fue de 12.34 a 14.41 %, valor inferiores a los reportados por Hermann (1994), señalando que contenido de materia seca de las raíces reservantes es mayormente almidón cercano a 20%.

## CAPITULO IV

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 4.1 CONCLUSIONES

- a) Aplicando  $1500 \text{ kg.ha}^{-1}$  de Guano de islas, se consiguió 21.16 colinos por planta, 1.92 kg de colinos por planta, 11.03 raíces reservantes por planta, 1.67 kg de raíces por planta, 164.17 g de raíz reservante y un rendimiento  $33\ 239 \text{ kg.ha}^{-1}$  de raíces reservantes.
- b) Empleando una dosis de 1200 ml de Biozyme por hectárea, se obtuvo 20.83 colinos por planta.
- c) El cultivo de racacha responde significativamente al uso de mayores niveles de Guano de islas y en forma relativa al uso de dosis de Biozyme TF.
- d) Referente a días al brotamiento, días a la madurez fisiológica y días a la madurez de cosecha, no estuvieron influenciados por los niveles de Guano de islas y tampoco por la aplicación de Biozyme TF demostrando que las distintas etapas fenológicas de la racacha fueron determinados por factores intrínsecos propios de la planta y otros factores no evaluados en el presente ensayo. El periodo vegetativo desde la siembra hasta la cosecha fue entre 380 a 385 días.
- e) Con relación a los factores de rendimiento, la biometría evaluada a la planta de racacha estuvo influenciado por los niveles de Guano de islas y las dosis de Biozyme TF, en distintos grados de respuestas.
- f) Para la altura de planta, longitud de raíces y porcentaje de materia seca, no tuvo ninguna influencia los niveles de Guano de islas y las dosis de Biozyme TF.

- g) La biometría correspondiente al número de colinos por planta peso de colinos, numero de raíces por planta, peso de raíces por planta, peso de cada raíz reservante, así como el rendimiento de raíces reservantes, presentaron influencia directa a la aplicación de niveles de Guano de islas; mientras que la aplicación de Biozyme TF, en distintas dosis sólo tuvo efecto en el número de colinos por planta.
- h) La influencia del guano de islas en el rendimiento de raíces reservantes de racacha obedece al  $Y = 13312 + 32.90X - 0.013X^2$ , por lo que el nivel óptimo de abonamiento con guano de islas debe ser  $1265 \text{ kg.ha}^{-1}$  para alcanzar un rendimiento máximo de  $34128 \text{ kg.ha}^{-1}$  de raíces reservantes.
- i) Así mismo, la regresión del rendimiento de raíces reservantes de racacha en relación a las dosis de Biozyme TF aplicados al cultivo obedece al modelo  $Y = 25223 + 12.02X - 0.013X^2$ , demostrando que el rendimiento de raíces reservantes de la racacha responde positivamente a mayores dosis de Biozyme TF.

#### 4.2 RECOMENDACIONES:

De acuerdo a las conclusiones del presente trabajo experimental, se recomienda:

- a) Seguir evaluando mayores niveles de Guano de islas y mayores dosis de Biozyme TF para encontrar niveles óptimos que pudieran maximizar la biometría de la planta de racacha y aumentar los rendimientos de raíces reservantes.
- b) Seguir evaluando otros productos como reguladores de crecimiento o fitoreguladores hormonales para inducir al mayor rendimiento del cultivo de racacha.

## RESUMEN

El presente ensayo se condujo desde mayo del 2009 hasta junio del 2010, en el Centro Experimental Canaán de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga – Ayacucho – Perú; geográficamente se encuentra ubicado a 13°08' LS y a 74°32' LO, a una altitud de 2750 msnm, teniendo como objetivos a) Determinar el nivel de Guano de isla que maximice la productividad de raíces reservantes del cultivo de racacha, b) Determinar la mejor dosis de Biozyme TF que optimicen los caracteres productivos del cultivo de racacha y c) Determinar la influencia conjunta del Guano de isla y Biozyme TF en la precocidad y el rendimiento del cultivo de racacha. Se utilizó como material genético el ecotipo Blanco de racacha (*Arracacia xanthorrhiza Br*). La unidad experimental fue una parcela de 6 m<sup>2</sup>, donde se condujo 12 plantas utilizando un distanciamiento entre surcos a 1,0 m y entre plantas a 0,5 m. Los factores en estudio fueron cuatro niveles de Guano de Islas (0, 500, 1000 y 1500 kg.ha<sup>-1</sup>) y cuatro dosis de Biozyme TF (0, 800, 1000 y 1200 ml.ha<sup>-1</sup>), resultando 16 tratamientos, cada uno con tres repeticiones. El ensayo se condujo como un experimento factorial dentro de un Bloque Completo al Azar (DBCA). Las conclusiones a que se llegaron fueron: a) Los factores de precocidad referente a días al brotamiento, días a la madurez fisiológica y días a la madurez de cosecha, no estuvieron influenciados por los niveles de Guano de isla y tampoco por la aplicación de Biozyme TF; sin embargo, el periodo vegetativo desde la siembra hasta la cosecha fue entre 380 a 385 días. b) Con relación a los factores de rendimiento, la biometría evaluada a la planta de racacha estuvo parcialmente influenciado por los niveles de Guano de islas y las dosis de Biozyme TF, en distintos grados de respuestas. e) Aplicando 1500 kg.ha<sup>-1</sup> de Guano de Isla, se consiguió 21.16 colinos por planta, 1.92 kg de colinos por planta, 11.03 raíces reservantes por planta, 1.67 kg de raíces por planta, 164.17 g de raíz reservante y un rendimiento 33 239 kg.ha<sup>-1</sup> de raíces reservantes. f) Empleando una dosis de 1200 ml de Biozyme por ha, se obtuvo 20.83 colinos por planta. g) La regresión del rendimiento de raíces reservantes de racacha en relación a los niveles de guano de islas, resultó una curva polinómica cuyo modelo matemático es  $Y = 13312 + 32.90X - 0.013X^2$ , con lo que se determinó que el nivel óptimo de abonamiento con guano de islas debe ser 1265 kg.ha<sup>-1</sup> para alcanzar un rendimiento máximo de 34128 kg.ha<sup>-1</sup> de raíces reservantes. h) La regresión del rendimiento de raíces reservantes de racacha en relación a las dosis de

Biozyme TF aplicados al cultivo, presentó una curva polinómica cuyo modelo matemático es  $Y = 25223 + 12.02X - 0.013X^2$  demostrando que el rendimiento de raíces reservantes de la racacha responde positivamente a mayores dosis de Biozyme TF. Se recomienda seguir evaluando mayores niveles de Guano de islas y de Biozyme TF para encontrar niveles de óptimos que pudieran maximizar la biometría de la planta de racacha y aumentar los rendimientos de raíces reservantes, y continua evaluando otros reguladores de crecimiento o fitoreguladores hormonales para inducir al mayor rendimiento del cultivo de racacha.

## BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA:

1. ALVAREZ F. 1995. Formas de Preparación del Hijuelo para la Siembra de la Racacha. Resumen de Ponencias del II Congreso de Cultivos Andinos. Ayacucho.
2. ALVAREZ F. 1996. Evaluación del rendimiento de dos cultivares de Racacha (*Arracacia xanthorrhiza Bancroft.*) en Chumbibamba a 2,850 msnm. Talavera – Andahuaylas. Trabajo de Investigación IIFCA, UNSCH.
3. ALVAREZ, F. 2008. Producción de Racacha (*Arracacia xanthorrhiza Br*) Bajo Distintas formas de Preparación de Colinos. Tesis Magister Scientiae. UNALM. Lima.
4. ARBIZU, C. 1996. Descriptores Utilizados para la Definición de Morfotipos de Racacha. Centro Internacional de la Papa. Lima.
5. ARBIZU, C. y HERMANN, M. 1993. Algunos Factores Limitantes en el Uso de Raíces y Tubérculos Andinos, y su Prioridad de Investigación. Anales del taller Internacional sobre el Ecosistema Andino. Lima marzo 30 a abril 02, 1992. Centro internacional de la Papa. Lima.
6. ARBIZU, C. y ROBLES, E. 1986. La Colección de los Cultivos de Raíces y Tubérculos Andinos de la UNSCH. Anales del V Congreso Internacional de Sistemas Agropecuarios Andinos, Puno.
7. ARYSTA, L. 2010. Boletín técnico sobre BIOZYME TF. Disponible en [www.arystalifesciencie.cl](http://www.arystalifesciencie.cl).
8. BARRANTES, F. 1996. Patología de Raíces y Cormos Andinos. Programa Colaborativo de Raíces y Tubérculos Andinos. SUB Proyecto R5-11. Centro Internacional de la Papa. Lima.
9. BERTRÁN, C 1992. Nutrición de las Plantas y Fertilización en el Perú. Misión de los Andes. S.C.P.A.V.D.K. 1<sup>ra</sup> Edic. Edit. Antares Tercer Mundo S.A.
10. BLAS, R. et al. 1997. Determinación del Número Cromosómico de la Arracaxia. En Resumen de Ponencias del IX Congreso Internacional de Cultivos Andinos. Cuzco.

11. COOKE, G, 1979. Fertilizantes y sus Usos. 1<sup>ra</sup> Edic. Edit. Compañía Continental, México.
12. DAVELOUIS, E. 1991. Fertilidad del Suelo- 2<sup>da</sup> Edic. Edit. CEA. Lima-Perú.
13. FRANCO, S y RODRIGUEZ, J. 1988. Evaluación del germoplasma de Arracacha (*Arracacia xanthorrhiza Bancorft*) en el valle de Cajamarca. VI Congreso Internacional sobre Cultivos Andinos. Memorias. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias – INIAP. Quito Ecuador.
14. HERMANN, M. 1994. La Achira y la Racacha: Procesamiento y Desarrollo de Productos. Circular del Centro Internacional de la Papa. Vol. 20 N° 3. Lima.
15. HLATKLY, A. y ROMERO, F. 1988. Descripción Agronómica del Cultivo de Zanahoria Blanca (*Arracacia xanthorrhiza Bancorft*).VI Congreso Internacional sobre Cultivos Andinos. Memorias. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias – INIAP. Quito Ecuador.
16. HOLDRIGGE, L. 1979. Ecología Basada en Zonas de Vida. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. Colección Libros y Materiales Educativos N° 83. San José, Costa Rica.
17. IBÁÑEZ, R. y AGUIRRE, G. 1984. Fertilidad de Suelos. Manual de Prácticas. Programa Académico de Agronomía. UNSCH. - Ayacucho.
18. INIA, 2007. Programa Nacional de Investigación en Recursos Genéticos. Conservación in situ de los Cultivos Nativos y sus Parientes Silvestres. Lima – Perú.
19. JAULIS, C. 2000. Caracterización y Evaluación de 19 Colecciones de Arracacha (*Arracacia xanthorrhiza B.*) Canaán 2750 msnm. Tesis Ingeniero Agrónomo. UNSCH. - Ayacucho.
20. LEON, J. 1964. Plantas Alimenticias Andinas. Boletín Técnico N° 6. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. Zona Andina. Lima.
21. LEON, J. 1987. Botánica de los Cultivos Tropicales. 2da. Edic. Ediciones IICA. San José de Costa Rica.
22. LEON, L. 1993. Ritmo de Extracción de Nutrientes por el Cultivo de la Arracacha (*Arracacia xanthorrhiza B.*) Ecotipo Morada CCAX-008, en condiciones de Secano,

- Canaán – Ayacucho a 2750 msnm. Tesis Ingeniero Agrónomo. UNSCH. - Ayacucho.
23. MAZON, N; CASTILLO, R; HERMANN, M; ESPINOZA, P. 1996. La Zanahoria Blanca en Ecuador. Departamento de Recursos Fitogenéticos y Biotecnología. Instituto Nacional Autónomo de Investigación Agropecuaria. Quito – Ecuador.
  24. MEZA, G.; ASTETE, V; CRUZ, P. 1997. Evaluación de 42 Genotipos de Arracacha (*Arracacia xanthorrhiza B.*) en el Valle de la Convención Cuzco. IX Congreso Internacional de Cultivos Andinos. Libro de Resúmenes. Cuzco.
  25. ORELLANA, R. 1999. Influencia de la Densidad de Plantas y fertilizaciónb Nitro-fosfatada en el Cultivo de la Arracacaha (*Arracacia xanthorrhiza Br*), Canaán 2750 msnm. Ayacucho. Tesis Ingeniero Agrónomo. UNSCH. - Ayacucho.
  26. PROABONOS 2006. El Guano de isla, su importancia en la Agricultura. Boletín Electrónico de información. Disponible en <http://www.proabonos.gob.pe/index.asp>
  27. QUISPE, M. 1993. Extracción de Nutrientes Minerales de la Arracacha. Tesis Ingeniero Agrónomo. UNSCH. - Ayacucho.
  28. RONDINEL, A. 1988. Determinación Preliminar de las Características Morfológicas del Vástago de las Plantas de Arracacha (*Arracacia xanthorrhiza B.*) del Germoplasma de Raíces y Tubérculos Andinos. Prácticas Pre Profesionales. UNSCH.- Ayacucho.
  29. SALISBURY, F. y ROOS, C. 1994 Fisiología Vegetal. Grupo Editorial Iberoamericano. México.
  30. SEMINARIO, J. 1995. La Investigación sobre Arracacha en Cajamarca, 1967 – 1994. Folleto de Divulgación. Universidad Nacional de Cajamarca.
  31. TAPIA, C; CASTILLO, R y MAZON, N. 1996. Catálogo de Recursos Genéticos de Raíces y Tubérculos Andinos en Ecuador. Primera Edición. Departamento de Recursos Fitogenéticos y Biotecnología. Instituto Nacional Autónomo de Investigación Agropecuaria. Quito – Ecuador.
  32. TAPIA, M. 1997. Cultivos Andinos Subexplotados y su Aporte a la Alimentación. 2da. Edic. FAO – Santiago de Chile.

33. TAPIA, M. et al. 1996. Catálogo de Recursos Genéticos de Raíces y Tubérculos Andinos en Ecuador. INIAP. Quito - Ecuador. 180 pp.
34. TAPIA, M. 1991. Semillas Andinas, El Banco de Oro. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología – CONCYTEC. Lima - Perú.
35. TAPIA y FRIES 2007. Guía De Campo De Los Cultivos Andinos, FAO – ANPE PERU. Lima – Perú.
36. TQC. 2009. Boletín Técnico sobre BIOZYME TF. Disponible en [www.tqc.com.pe](http://www.tqc.com.pe).
37. VADEMECUN AGRARIO. 2003. Vademecun Agrario del Ingeniero. Medios Alternativos SAC. 4ta. Edición. Lima.

# ANEXOS

TITLE 'Abonamiento Organico y Bioestimulantes en Racacha';

DATA racacha;

INPUT T\$ R\$ A\$ B\$ Y1 Y2 Y3 Y4 Y5 Y6 Y7 Y8 Y9;

LABEL Y1 = 'Altura de planta'

Y2 = 'Numero de colinos por planta'

Y3 = 'Peso de colinos por planta'

Y4 = 'Numero de racies por planta'

Y5 = 'Peso de raices por planta'

Y6 = 'Peso de cada raiz'

Y7 = 'Longitud de raices'

Y8 = 'Rendimiento de raices en kg/ha'

Y9 = 'Porcentaje de materia seca';

CARDS;

T1	R1	A1	B1	65.00	9.80	1.12	7.33	0.70	0.10	14.68	13933.33	9.43
T1	R2	A1	B1	69.00	12.50	1.56	5.60	0.48	0.09	16.40	9632.00	9.77
T1	R3	A1	B1	59.80	10.50	0.95	8.20	0.54	0.07	12.95	10783.00	10.05
T2	R1	A1	B2	69.00	8.50	1.14	5.69	0.56	0.10	13.35	11197.92	7.79
T2	R2	A1	B2	58.20	16.50	1.80	7.83	0.67	0.09	15.28	13316.67	10.32
T2	R3	A1	B2	67.20	11.25	1.23	6.25	0.41	0.07	13.20	8181.25	9.65
T3	R1	A1	B3	75.00	15.83	1.36	8.00	0.74	0.09	15.70	14864.00	11.47
T3	R2	A1	B3	68.20	12.50	1.38	6.25	0.73	0.12	11.10	14539.38	13.14
T3	R3	A1	B3	62.00	16.83	1.86	7.50	0.83	0.11	9.75	16617.75	12.40
T4	R1	A1	B4	74.00	14.50	1.56	9.67	1.16	0.12	15.00	23200.00	15.27
T4	R2	A1	B4	68.00	19.50	1.60	4.58	0.42	0.09	14.65	8454.68	14.49
T4	R3	A1	B4	59.00	17.00	1.63	9.00	0.95	0.11	12.05	18903.60	12.08
T5	R1	A2	B1	74.00	12.58	1.20	10.25	1.94	0.19	13.20	38745.00	8.48
T5	R2	A2	B1	69.00	14.36	1.53	9.40	1.67	0.18	12.55	33464.00	8.70
T5	R3	A2	B1	66.20	9.89	1.69	8.69	1.24	0.14	12.45	24740.43	9.33
T6	R1	A2	B2	81.00	16.58	1.28	7.33	1.09	0.15	14.50	21838.67	10.71
T6	R2	A2	B2	64.00	12.50	1.46	9.25	0.96	0.10	12.40	19241.85	12.04
T6	R3	A2	B2	59.00	14.67	1.83	10.67	0.91	0.09	15.90	18154.67	15.02
T7	R1	A2	B3	65.00	20.00	1.53	7.00	0.50	0.07	12.45	10066.00	11.71
T7	R2	A2	B3	66.00	15.69	1.68	10.17	0.98	0.10	13.30	19509.83	14.54
T7	R3	A2	B3	74.00	14.58	1.82	12.35	1.54	0.13	13.40	30875.00	12.97
T8	R1	A2	B4	71.00	21.83	1.92	11.14	1.13	0.10	14.50	22575.43	15.10
T8	R2	A2	B4	73.50	27.67	1.43	12.67	2.07	0.16	13.95	41382.00	16.64
T8	R3	A2	B4	78.00	16.00	2.01	10.67	1.29	0.12	11.80	25797.97	14.40
T9	R1	A3	B1	64.80	20.60	1.28	9.27	1.20	0.13	14.60	23908.00	11.27
T9	R2	A3	B1	75.20	24.20	1.86	10.20	1.82	0.18	13.35	36312.00	10.49
T9	R3	A3	B1	66.00	19.77	1.49	12.93	1.84	0.14	12.25	36821.20	12.08
T10	R1	A3	B2	68.20	18.67	2.18	13.20	1.75	0.13	12.10	34953.60	8.37
T10	R2	A3	B2	74.00	25.67	1.35	11.67	2.13	0.18	13.50	42653.33	13.70
T10	R3	A3	B2	61.00	20.83	1.85	10.17	1.30	0.13	13.50	25932.12	11.53
T11	R1	A3	B3	69.00	21.33	1.95	10.33	1.30	0.13	15.65	26091.67	13.54
T11	R2	A3	B3	71.00	18.60	2.25	11.17	1.40	0.13	14.35	28006.00	10.40
T11	R3	A3	B3	73.00	17.00	1.61	10.26	1.97	0.19	11.45	39331.76	10.31
T12	R1	A3	B4	70.00	20.00	2.00	13.56	1.75	0.13	14.00	34984.80	8.48
T12	R2	A3	B4	74.50	24.00	2.13	10.00	1.36	0.14	13.15	27280.00	8.70

