

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMIA



EVALUACIÓN DEL CONTENIDO NUTRICIONAL DE NUEVE
ENTRADAS DE RAQACHA (*Arracacia Xanthorrhiza* Bancroft),
SECTOR DE ALFAMAYO, HUAYOPATA, LA CONVENCION -
CUSCO

Tesis presentada por la Bachiller en Ciencias Agrarias,
Lourdes Ramírez Candía para optar al Título
Profesional de Ingeniero Agrónomo.

Asesor:
ING. Gregorio Meza Zela

CUSCO – PERU
2018

DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTOS

DEDICATORIA

Agradezco en primer lugar a Dios, quien es mi guía, mi luz e hizo posible la culminación de este anhelo tan añorado.

Agradezco de igual forma a mi amado padre Honorato Ramírez, quien inculcó en mí el amor a la naturaleza, he hizo que abrazara esta carrera tan hermosa como es la Agronomía, asimismo a mi madre Felicitas Candia, por su fortaleza apoyo en este logro tan importante de mi vida.

Mi sacrificio, mi desvelo y voluntad que desplegué para culminar mi carrera profesional les brindo con inmenso cariño a mis hermanos, esposo y a mis queridos hijos: Diana, Lucia y Guillermo quienes son la inspiración de este logro.

Lourdes Ramírez Candia.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, a mi Facultad de Ciencias Agrarias y a todos mis docentes que fueron parte de mi formación profesional durante mi carrera, sin su ayuda, experiencia científica y conocimientos no estaría donde me encuentro ahora.

Un agradecimiento especial a mí asesor Ing. M.sc. Gregorio Meza Zela por su apoyo incondicional para la realización de mi trabajo de tesis.

Agradezco a mis Dictaminantes Ing. Mgt. Domingo Guido Castelo Hermosa e Ing. Ing. M.sc. Luis Lizárraga Valencia, quienes pusieron su buena voluntad en la revisión del presente trabajo de investigación y por las substanciales sugerencias durante la fase final de la redacción.

Como no agradecer a todos mis compañeros de la Carrera Profesional de Agronomía y Zootecnia.

CONTENIDO

	Pag.
Introducción	1
I. Problema objeto de investigación	2
II. Hipótesis	4
III. Objetivos y justificación	5
IV. Marco teórico	7
4.1. Origen y distribución	7
4.2. Taxonomía del cultivo	9
4.3. Descripción botánica	10
4.4. Mejoramiento genético	11
4.5. Requerimientos del cultivo	13
4.6. Cultivo	14
4.7. Problemas fitosanitarios	18
4.8. Valor nutricional	20
4.9. Usos	22
4.10. Análisis bromatológico	23
V. Diseño de la investigación	26
5.1. Tipo de investigación	26
5.2. Ubicación espacial del sector de recolección	26
5.3. Ubicación temporal de la investigación	27
5.4. Materiales, herramientas y equipos	27
5.5. Métodos	40
VI. Resultados	53
VII. Discusión de resultados	56
7.1. Contenido de humedad	56
7.2. Contenido de proteínas	58
7.3. Contenido de grasa	60
7.4. Contenido de cenizas	62
7.5. Contenido de fibra	64
7.6. Contenido de carbohidratos	65

VIII. Conclusiones	67
IX. Recomendaciones	68
X. Bibliografía	69

RESUMEN

El presente trabajo de investigación titulado “Evaluación del contenido nutricional de nueve entradas de raqacha (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft), sector de Alfamayo, Huayopata, La Convención - Cusco”, en su fase de campo fue realizado en el sector de Pistipata – Alfamayo, del distrito de Huayopata, provincia La Convención y región Cusco, y en la fase de laboratorio se realizó en la ciudad del Cusco en la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco; entre los meses de enero a mayo del 2009.

El objetivo general planteado fue: Determinar el contenido nutricional de nuevas entradas de raqacha colectadas en el sector de Alfamayo, distrito de Huayopata, provincia de La Convención y región Cusco.

En la fase de campo se recolecto muestras de raíces tuberosas de nueve entradas de raqacha en el sector de Alfamayo, distrito de Huayopata, La Convención, Cusco. En la fase de laboratorio se utilizó el Diseño Completamente al Azar con 27 unidades experimentales, 9 tratamientos (entradas de raqacha) y 3 repeticiones. Las variables evaluadas fueron: Contenido de humedad, proteínas, grasa, ceniza, fibra y carbohidratos.

El contenido nutricional de las raíces tuberosas de raqacha analizadas presentó los siguientes resultados: Contenido de humedad de 68.43 a 74.23%, proteínas de 0.70% a 0.91%, grasa de 0.29% a 0.40%, cenizas de 0.95 a 1.25%, fibra de 1.12 a 1.40% y contenido de carbohidratos de 23.5 a 29.32%.

INTRODUCCION

La raqacha es una especie originaria del continente americano, específicamente de Colombia; adaptada a las condiciones edáficas y climáticas de nuestro país, cultivada en nuestra región, en ceja de selva de 1,800 a 2,500 m de altitud, es una especie rustica tolerante a plagas y enfermedades, de buen rendimiento y con gran potencial.

La raqacha es cultivada principalmente por sus raíces tuberosas, los cuales son utilizados en la alimentación del poblador andino, preparado de diversas maneras, muchas veces como sustituyente de la yuca o la papa. La especie presenta algunas desventajas como son la alta perecebilidad de las raíces luego de cosechadas y el olor característico que para algunos consumidores sin hábito de consumo puede ser incómodo.

A pesar de las buenas cualidades culinarias de esta especie, actualmente su cultivo ha sido reducido a parcelas pequeñas de productores individuales en zonas muy específicas y su presencia en los mercados locales es mínimo, razón por la cual muchos pobladores urbanos ni siquiera conocen la especie.

Para mejorar la producción de la raqacha se debe impulsar el consumo urbano y rural, una manera de hacerlo es dar a conocer el contenido nutricional de las raíces tuberosas. Otra manera de mejorar la producción es dotar a los agricultores de variedades altamente rendidoras, de buenas cualidades organolépticas y contenidos nutricionales adecuados.

La determinación de los contenidos de humedad, proteínas, grasas, fibras, cenizas y carbohidratos de las raíces tuberosas de las variedades existentes de raqacha es importante, puesto que permite conocer las cualidades nutricionales de la especie, razón por la cual se realizó la presente investigación y en el cual se analizó en laboratorio el contenido nutricional de nueve entradas de raqacha cultivadas en el sector de Alfamayo, distrito de Huayopata, La Convención, y región Cusco.

La autora.

I. PROBLEMA OBJETO DE INVESTIGACION

Las raíces tuberosas de la raqacha son consumidas por los pobladores de las zonas productoras en su alimentación diaria, muchas veces como sustituto de la papa y yuca, se consumen en forma de sancochado, frituras y sopas, en algunos lugares se usa en pastelería y panadería.

Actualmente en la región Cusco y específicamente en el sector de Alfamayo, distrito de Huayopata, provincia La Convención existen entradas de raqacha, los cuales están siendo cultivados por los agricultores de la zona. Este material genético no cuenta con análisis nutricional, es decir no se sabe con exactitud el contenido de humedad, proteínas, grasa, fibra, carbohidratos y ceniza de sus raíces reservantes. Razón por la cual se plantea las siguientes preguntas de investigación.

PREGUNTA GENERAL:

¿Cuál es el contenido nutricional de nueve entradas de raqacha colectadas en el sector de Alfamayo, distrito de Huayopata, provincia de La Convención y región Cusco?

PREGUNTAS ESPECÍFICAS:

1. ¿Cómo es el contenido de humedad de las raíces reservantes en las nueve entradas de raqacha colectadas en el sector de Alfamayo, distrito de Huayopata, La Convencion, Cusco?
2. ¿Cuál es el contenido de proteínas de las raíces tuberosas de raqacha, analizadas a nivel de laboratorio, en las nueve entradas colectadas en el sector de Alfamayo, distrito de Huayopata?
3. ¿Cómo es el contenido de grasas de las raíces tuberosas de raqacha colectadas en el sector de Alfamayo, distrito de Huayopata, La Convencion, Cusco?

4. ¿Cuál es el contenido de ceniza de las raíces reservantes de las nueve entradas de raqacha evaluadas en la presente investigación?
5. ¿Cuál es el contenido de fibra de las nueve entradas de raqacha colectadas en el sector de Alfamayo, distrito de Huayopata, La Convencion, Cusco y analizadas a nivel de laboratorio?
6. ¿Como es el contenido de carbohidratos de las raíces tuberosas de las entradas de raqacha colectadas en el sector de Alfamayo, distrito de Huayopata, L a Convencion, Región Cusco?

II. HIPOTESIS

HIPOTESIS GENERAL

El contenido nutricional de las raíces tuberosas en las nueve entradas colectadas en el sector de Alfamayo, Huayopata, La Convencion, Cusco es similar, es decir no existe ninguna entrada que muestre resultados superiores en contenido nutricional.

HIPOTESIS ESPECÍFICAS

1. EL contenido de humedad de las raíces reservantes en las nueve entradas de raqacha colectadas es similar.
2. El contenido de proteínas de las raíces tuberosas de raqacha, analizadas a nivel de laboratorio, en las nueve entradas en estudio son diferentes.
3. El contenido de grasa de las raíces tuberosas de raqacha colectadas en el sector de Alfamayo y evaluadas a nivel de laboratorio, es similar en todas las entradas evaluadas.
4. El contenido de ceniza de las raíces reservantes de las entradas evaluadas es diferente y existe al menos una entrada con mayor contenido de ceniza.
5. El contenido de fibra de las nueve entradas de raqacha colectadas y analizadas a nivel de laboratorio es similar.
6. El contenido de carbohidratos de las raíces tuberosas de las entradas de raqacha colectadas en el sector de Alfamayo y evaluadas a nivel de laboratorio, es igual en todas las entradas.

III. OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN

3.1 OBJETIVO GENERAL

Determinar el contenido nutricional de nueve entradas de raqacha colectadas en el sector de Alfamayo, distrito de Huayopata, provincia de La Convención y región Cusco.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Evaluar el contenido de humedad de las raíces reservantes en las nueve entradas de raqacha colectadas en el sector de Alfamayo, distrito de Huayopata, La Convención, Cusco.
2. Determinar el contenido de proteínas de las raíces tuberosas de raqacha, analizadas a nivel de laboratorio, en las nueve entradas colectadas en el sector de Alfamayo, distrito de Huayopata.
3. Analizar el contenido de grasas de las raíces tuberosas de raqacha colectadas en el sector de Alfamayo, distrito de Huayopata, La Convención, Cusco.
4. Determinar el contenido de ceniza de las raíces reservantes de las nueve entradas de raqacha evaluadas en la presente investigación.
5. Evaluar el contenido de fibra de las nueve entradas de raqacha colectadas en el sector de Alfamayo, distrito de Huayopata, La Convención, Cusco y analizado a nivel de laboratorio.
6. Analizar el contenido de carbohidratos de las raíces tuberosas de las entradas de raqacha colectadas en el sector de Alfamayo, distrito de Huayopata, La Convención, Región Cusco.

3.3 JUSTIFICACIÓN

Actualmente la raqacha es una especie escasamente cultivada, consumida solo en algunos lugares y de poca presencia en los mercados locales. Para revertir esta situación se debe impulsar su cultivo, demostrando la calidad culinaria que presenta la especie. Una manera adecuada de impulsar el consumo es dar a conocer el contenido nutricional de los órganos de interés, en este caso el contenido nutricional de las raíces reservantes.

Conocer el contenido de humedad de las raíces reservantes de la raqacha es importante puesto que, nos permite determinar el contenido de materia seca que tiene las raíces, este dato es de interés cuando se realiza mejoramiento genético por selección, la tendencia debe ser seleccionar raíces tuberosas con bajo contenido de humedad debido a la forma de consumo de la raíz, para nadie es agradable consumir raíces con mucho contenido de humedad.

Las proteínas son sustancias esenciales e imprescindibles en la dieta alimentaria del poblador, por tanto seleccionar entradas de raqacha que muestren altos contenidos de proteína es recomendable para impulsar su cultivo. El contenido de proteína de un alimento determina su calidad nutritiva y si logramos encontrar una entrada que muestre valores elevados podrá cultivarse en mayor superficie incluso para exportación, como ocurre con la quinua.

El contenido de grasa de una especie vegetal determina si puede ser usado como insumo en la industria aceitera. La raqacha no es una especie aceitera por su bajo contenido de grasa, razón por la cual seleccionar entradas con poco contenido de grasa servirá también como una herramienta para impulsar su cultivo, puesto que la tendencia moderna es consumir productos con bajo contenido de grasa.

Determinar el contenido de ceniza y fibra en las raíces reservantes de raqacha es también importante y especialmente en lo referente a fibra, por cuanto en la alimentación diaria debe existir un balance en los productos con alto y bajo contenido de fibra. De igual manera es importante saber el contenido de carbohidratos.

IV. MARCO TEORICO

4.1. ORIGEN Y DISTRIBUCION

Sobre el origen y distribución de la racacha (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft), en el continente americano, han opinado diferentes autores, así tenemos:

El centro de origen de la racacha se encuentra ubicado al norte de América del Sur, específicamente en el territorio de Colombia, llegándose a esta conclusión por el hecho de que en esta región se encuentran prácticamente todas las especies silvestres de racacha. La racacha cultivada por los aborígenes Peruanos, por sus raíces carnosos, los cuales eran empleadas en su alimentación en picantes y chupes, fue introducido a Jamaica y Puerto Rico, fracasando el proceso en Cuba, en las montañas, para la confección de frituras y buñuelos. En el Perú las arequipeñas usaban las hojas como galactóforo en forma de cocimiento. **(Soukup, 1970).**

El cultivo de la *Arracacia acuminata* Benth, abarca el valle del Urubamba desde el Cusco hasta Santa Ana (La Convención). En el Cusco la *Arracacia incisa* Wolf, se produce incluso en las cercanías de la ciudad, en las colinas de Sacsayhuaman a 3,600 m de altitud. El cultivo de la arracacha es más adecuado en los valles de Marcapata, Lares, Sandia; donde la humedad del suelo es más óptima (Suelo de Ceja de Selva). **(Herrera, 1941).**

La arracacha es una planta alimenticia importante, y su descripción se realizó en material proveniente de los Andes del Sur de Ecuador. El área original de dispersión es la cordillera andina desde Venezuela hasta Bolivia, es posible que su domesticación ocurriera en las tierras altas de Centro América, Antillas, África y la región Subtropical de Brasil. La arracacha se encuentra distribuida en casi todo el Perú, sin embargo afirman que existe dos centros definidos de diversidad; la sierra norte y la sierra sur oriental del Perú. **(Arbizu, 1986).**

La arracacha es una umbelífera originaria probablemente de los Andes septentrionales de Sudamérica, encontrándose en las regiones chala, quechua y

selva alta. En Ecuador la primera mención realizada del cultivo es en el año 1549, como producto alimenticio común de los indígenas, quienes lo cultivan como su alimento preferido. Los indígenas Quillancigas, que viven actualmente en el valle de Sibunduy (Colombia), reconocen 11 tipos diferentes de raqacha, a los que dan nombres propios del lugar, no cabe duda que la arracacha, era cultivada en la cordillera central de Colombia, en la región de Paez y Halcones. **(Seminario, 1986).**

Los Pijaos (Colombia) cultivaban en forma intensiva, en varios puntos de la cuenca de Amaya. Según Relata Cochrane, cuando llegó al paso de Quindio el primero de febrero de 1824, la comida fue de Arracacha. Dice Uribe Angel, que esta era un cultivo pre - hispánico en Antioquía, pero no se han podido encontrar menciones concretas del siglo XVI. **(Cárdenas, 1969).**

La arracacha es una especie cultivada en América desde hace siglos, constituye uno de los comestibles cuyo cultivo por sus exquisitas cualidades alimenticias, fácil digestibilidad y buen sabor merecería extenderse, las raíces tuberosas aromáticas son ricas en un 16% de suave fécula y plantas vivaces que vegetan y prosperan en las mismas condiciones que la papa, que se cultiva aunque no en gran escala en Venezuela, Colombia y Ecuador, conociéndose numerosas variedades que se distinguen por el color de las raíces. **(Cárdenas, 1969).**

La arracacha es la planta cultivada más antiguo de América, así mismo el área de cultivo más importante de arracacha se encuentra ubicada en Colombia y con frecuencia se ha asumido que es nativa de ese país. Además Colombia es el país donde se cultiva en forma más intensa y donde se conoce mayor variación. **(Bukasov, 1930).**

Se menciona que los indios Quillanezas (Putumayo) reconocen 11 tipos diferentes de arracacha a los que denominaron con nombres propios. **(Hadge, 1949).**

Se describe 4 tipos diferentes de arracacha, producidas en el sur del Perú, con los nombres siguientes: rumuraqacha, arroz raqacha, huaisampilla y morada. Se afirma que existen algunos restos arqueológicos de tumbas incaicas que parecen

representar a la arracacha, este cultivo había empezado a desarrollarse en la época pre-inca. (Herrera, 1941).

4.2. TAXONOMIA DEL CULTIVO

4.2.1. Posición taxonómica

Según la clasificación filogenética propuesta por Arthur Cronquist (1981) citado por Franco (1997). La raqacha ocupa la siguiente posición taxonómica.

Reino.....Vegetal
Sub Reino.....Embriobionta
División.....Magnoliophyta
Clase.....Magnoliopsida
Sub Clase.....Rosidae
Orden.....Apiales
Familia.....Apiaceae
Género.....Arracacia
Especie.....*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft

Sinonimia: *Arracacia esculenta* D.C.)

4.2.2. Especies silvestres

Existen algunas especies silvestres de importancia, esta son las siguientes:

- ♣ *Arracacia andina*
- ♣ *Arracacia aequatorialis*
- ♣ *Arracacia elata*.

La arraqacha blanca presenta cerca de 30 especies nativas desde México hasta Perú, conocida la arraqacha con los nombres vulgares de apio español, rakacha (aymara mejjaxesspe), r'qacha (quechua), virraca (castellanizado). (Ugas, 1993).

4.2.3. Nombres comunes

El nombre común del cultivo de la raqacha varía según la región en la cual se cultiva, así tenemos por ejemplo: Arracacha, raqacha (Colombia, Venezuela, Perú, Bolivia y Centro América), Virraca (Perú), Mandioquinna salsa, batata boroa (Brasil), Apio criollo (Venezuela), Arraqacha y virraca en Colombia y Perú y arracacha, lakachu y raqacha en Bolivia. (Herrera, 1941).

La arraqaacha según el idioma toma también diversos nombres comunes, así tenemos por ejemplo: Quechua se conoce como: Lagacho, racnacha, huisampillo, en Aymara se dice Lakachu, iccachu, en Castellano suele nombrarse como Arracacha, raqacha, apio criollo (Venezuela), zanahoria blanca (Ecuador), en Portugues se le conoce como Mandioquinha salsa, batata boroa, em Inglés toma los nombres de Peruvian carrot, peruvian parsnisp, arracacha, racacha, White carrot y en Francés se le nombra Arracia, panée, pomme de terre cileri. **(Patiño, 1964).**

4.2.4. Variedades

Según versiones de algunos autores los indios Quillancigas (Putumayo) reconocieron 11 tipos diferentes de arracacha, a los que denominan con nombres propios. En Bolivia se dan en chacras Sani, las variedades blanca, amarilla y morada. En la región de Apurimac se conoce las siguientes variedades: Rumo raccacha, arroz raccaha, huaysampilla y morada, se cultiva por sus raíces y es considerado en la zona como reemplazo de la papa. **(Hadge, 1949 y Cárdenas, 1969).**

4.3. DESCRIPCION BOTANICA

4.3.1. Sistema radicular

El sistema radicular de la racacha se clasifica como raíz tuberosa, su longitud fluctúa entre 5 a 25 cm y su diámetro promedio es de 8 cm. Normalmente dos o más raíces se fusionan y forman un cuerpo regular. Están cubiertas de una capa delgada y corchosa de color blanco o violáceo según la variedad. **(Tapia, 1990)**

En el corte transversal de la raíz madura, el cambium aparece como una franja más 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 la arraqaacha el sabor y olor característico. Los canales de resina son menos numerosos y más finos en el xilema. En el xilema y floema, el tejido básico es parénquima el cual contiene almidón de granos muy finos, en algunas variedades en forma inmediata al cambium existe un anillo de células que contienen pigmentos morados. **(Ferreyra, 1986).**

4.3.2. Tallo

El tallo de la raqacha presenta ramificaciones cortas o brotes en la parte basal denominados colinos y constituye el material de propagación, ya que contienen yemas. Su forma dominante es cilíndrico carnoso y corto hasta de 2 a 10 cm. de altura y de 5 a 12 cm de diámetro. En la parte superior se insertan los colinos conocidos también como hijuelos. Una planta puede producir de 8 a 31 colinos. Esta planta se comporta como una especie bianual y alcanza una altura de 1,0 a 1.5 m. **(Tapia, 1990).**

4.3.3. Hojas

El color dominante del follaje de la racacha es verde oscuro o bronceado muy atrayente sin embargo puede variar desde verde claro, verde amarillento, rosado, rojo grisáceo o púrpura. Las hojas son alternas, con vainas bien desarrolladas y el limbo profundamente partida, pinnadas, miden entre 20 y 30 cm de longitud, además contiene canales intercelulares. **(Ferreyra, 1986).**

4.3.4. Flor

- ♣ **Inflorescencia:** La inflorescencia de la raqacha está clasificada como umbelas compuestas de numerosas flores pequeñas.
- ♣ **Características generales de la flor:** Son pequeñas y amarillas poco frecuentes, hermafroditas pocas veces unisexuales, actinomorfa o flores dispuestos en umbela compuesta con verticillo de brácteas llamado involucro.
- ♣ **Cáliz:** Pequeño adherido al ovario con 5 lóbulos que se reducen a dientes, encorvados hacia adentro.
- ♣ **Corola:** Encorvados hacia adentro de 5 pétalos
- ♣ **Androceo:** De 5 estambres.
- ♣ **Gineceo:** Ovario ínfero se desarrolla en el fruto seco de dos carpelos, cada uno terminado en su parte superior en un ápice delgado gineceo de ovario ínfero, bilocular y un ovulo en cada celda. **(Espinoza, 1988)**

4.4. MEJORAMIENTO GENETICO

Las colecciones más completas de germoplasma se mantienen en Colombia y últimamente en Cajamarca (Perú). Las colecciones de San Mateo, en la primera

etapa del estudio abarco a 43 introducciones de Colombia, Bolivia y Ecuador. Se ha confirmado la amplia variabilidad de la arraqacha cultivada, particularmente en lo que se refiere a características del follaje y raíz, los tipos más notables son los del follaje bronceado de clones morados. **(Tapia, 1990).**

Cuadro 01: Numero de clones e institución correspondiente

Institución y País	N° de clones
Universidad Técnica de Cajamarca. Facultad de Agronomía. Perú.	44
Universidad de los Andes, instituto de Investigaciones Agrícolas, Merida, Venezuela.	37
Instituto Colombiano Agropecuario Tulio Ospina. Medellin, Colombia.	16
Instituto agronómico de Campinas. Brasil.	9

Fuente: Franco y Rodriguez (1988).

La conservación in si tu, es la manera más correcta biológicamente de conservar los recursos genéticos, pues se reserva en el medio en el cual se han desarrollado y podemos señalar como una gran ventaja que la dinámica evolutiva de las especies se mantiene.

Si consideramos que los cambios evolutivos ocurren en las poblaciones y no en los individuos nacen, crecen y mueren; en cambio la constitución genética de una población, puede cambiar de generación a generación mediante procesos de mutación, migración, deriva genética y selección natural, por lo cual podemos indicar que el individuo es efímero, más no así las poblaciones que persisten a través del tiempo. **(Franco y Rodriguez, 1988).**

La conservación in situ se da principalmente a través del parque nacional y estos conservan la flora, la fauna y el medio ecológico donde pueden evolucionar estos seres vivientes. En nuestro país esta forma de conservación se inicia en 1961, con la creación del Parque Nacional de cultivo en las provincias del norte de Cajamarca; por otra parte no olvidemos que nuestro poblador andino supo domesticar, manejar las plantas y animales en una naturaleza pluri ecológica. En su cosmovisión andina, el hombre de los Andes considera que la relación es el

diálogo en la reciprocidad que trata de convivir en armonía con sus integrantes. Se consideran los siguientes objetivos:

- ♣ Preservar la variabilidad genética de los cultivos in si tu.
- ♣ Mantener la dinámica evolutiva de las especies nativas en la pluriecología de la sierra.
- ♣ Evitar la deriva genética acumulativa provocada por el manejo de un número representativo de muestras.
- ♣ Evitar la erosión genética de las especies autóctonas.
- ♣ Aprovechar la cultura agro céntrica de la sociedad andina. **(Franco, 1997).**

4.5. REQUERIMIENTOS DEL CULTIVO

4.5.1. Fotoperiodo.

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

4.5.2. Precipitación pluvial

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

4.5.3. Altitud

Si bien existe una gran diversidad de opiniones sobre cuál es la altitud óptima para el crecimiento y desarrollo de este cultivo, existen algunas versiones tales como: El área de cultivo de esta especie se ubica entre 1,200 a 3,200 m de altitud, siendo su cultivo bastante difundido en este rango. Otro autor sostiene que este cultivo puede crecer entre 600 y 3,200 msnm aunque su ambiente óptimo son los valles interandinos húmedos entre 1,500 y 2,500 m, en Colombia crece mejor entre los 1,800 y 2,500 m de altitud y en el sur de Brasil entre 600 y 1,100 m y que parcelas de observación al nivel del mar en la Molina no produjeron raíces pero si un abundante número de hijuelos. **(Ugas, 1993).**

4.5.4. Temperatura

El rango óptimo para el crecimiento y desarrollo de este cultivo es de 14°C a 20°C, las temperaturas muy baja demoran la maduración. No es tolerante a heladas y con temperaturas altas no crece bien pudiendo ser muy atacadas por la arañita roja. **(Canahua, 1977).**

4.5.5. Suelo

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

4.6. CULTIVO

4.6.1. Propagación

- ♣ **Material de propagación:** La arracacha se propaga vegetativamente. El material de propagación son los hijuelos, los cuales son ramificaciones cortas o brotes que parten hacia arriba de la corona de la cepa madre a la que están adheridas por una base angosta. La longitud de estos hijuelos es variable, llegan a medir hasta 7 cm. En el extremo superior se forman las hojas. **(Canahua, 1977).**

- ♣ **Selección de hijuelos:** Los hijuelos son seleccionados por tamaño utilizándose los más grandes. Del hijuelo seleccionado se utiliza la tercera parte superior como semilla el cual se corta dando mayor superficie para la formación abundante del sistema radicular, lo cual se consigue realizando corte en bisel en forma de “V” simple o cruzado. No se emplean colinos centrales debido a que originan plantas con flores. **(Ugas, 1993).**

- ♣ **Preparación de hijuelos:** La forma como se propaga es arrancando los hijuelos o colinos de la cepa, generalmente a la cosecha y dejándose marchitar de 3 a 4 días, cada hijuelo se planta separadamente, se raspa la base para estimular la formación de raíces y se deja que transpiren dos a

cuatro días. En Colombia se distribuyen mejor las raíces, se corta también las partes superiores del follaje de modo que el brote quede con 2 o 3 cm de largo. Los hijuelos pueden almacenarse a temperatura ambiental de 1 a 2 meses. Conservados a 5 °C en la Molina sufrieron una considerable deshidratación y ataque de hongos. **(Tapia, 1990).**

4.6.2. Épocas de plantación

La plantación de los hijuelos de la racacha se realiza al inicio de la temporada de lluvias para aprovechar las lluvias en la iniciación de crecimiento, sin embargo en zonas con riego puede realizarse todo el año con mayor intensidad en agosto y setiembre hasta noviembre, pudiendo realizarse bajo buenas condiciones de humedad durante todo el año como se hace en Colombia, en Brasil se siembra de setiembre a noviembre. **(Canahua, 1977).**

4.6.3. Densidad

La densidad de siembra depende de varios factores, entre ellos tenemos, el tipo de suelo, la variedad sembrada, las condiciones del clima, la disponibilidad de agua, entre otros factores; a pesar de ello existen opiniones que es necesario tomar en cuenta, así tenemos:

Cada hijuelo se planta individualmente en camellones separados a 80 cm y se colocan a 60 cm sobre el camellón, otro autor sugiere usar surcos de 4 m de ancho y plantar hijuelos a una distancia de 0.40 m. en otros lugares los hijuelos son plantadas en dos hileras en forma de tres bolillos a cada 8 a 10 m de los surcos orientadas en sentido perpendicular y entre plantas distanciados a 1,20 metros. Otro autor sugiere usar surcos separados de 0.80 a 1,0 m y entre plantas 0,40 a 0.80 m y una hilera de planta por surco. Finalmente otros autores recomiendan colocar 10 plantas por surco a una distancia de 0,80 m entre plantas y 1,00 m entre surcos. **(Tapia, 1990).**

4.6.4. Sistema de cultivo

La racacha se cultiva sola o asociada con maíz y frijoles en Colombia y en el Perú o bien en los camellones de los cafetales en Centro América, a veces sigue a la papa en la rotación de cultivos. Otros autores señalan que se siembra sola o

asociada con otros cultivos como yacon, maíz, papa y haba; tanto la arraqacha como el yacon se siembras en camellones, mientras que el maíz y el haba son sembradas en camellón, la arraqacha se aporca o se hace cambio de suelo. **(Ugas, 1993).**

4.6.5. Labores de cultivo

- ♣ **Riego:** El riego del cultivo de racacha se realiza según la necesidad del cultivo, algunos autores recomiendan regar regularmente y en zonas bajo riego, se riega por lo menos una vez al mes, otros autores sostiene que este cultivo es tolerante a la sequía. **(Ugas, 1993).**

- ♣ **Aporque:** Esta actividad se realiza normalmente a los 90 días de la plantación, mientras que a los 120 días de plantado se realiza el segundo aporque, además se realiza una tercera labor de aporque al cosechar el cultivo mayor. El aporque se realiza para mantener las plantas cubiertas en su parte inferior y libre de malezas. En algunas zonas se cubren completamente los brotes con tierra. En Colombia se cubre con rastrojos (mulch). **(Canahua, 1977).**

- ♣ **Fertilización:** La fertilización es generalmente con materia orgánica a la preparación del terreno y al aporque, la cual es complementada en algunas zonas con fertilización química, debe evitarse los excesos de nitrógeno. En Brasil recomiendan 600 kg de nivel 4 – 14- 8 más 20 kg de bórax por hectárea y un segundo abonamiento con 200 kg de sulfato de amonio por hectárea. **(Ugas, 1993).**

4.6.6. Cosecha

La cosecha de la arracacha puede realizarse desde los 6 meses en forma escalonada, las raíces tuberosas se forman en la parte inferior de la corona o cepa madre y su separación no causa trastornos aparentes en la planta de arracacha.

La madurez fisiológica se manifiesta por amarillamiento del follaje. Es un cultivo que ofrece muy buena perspectivas económicas en los países tropicales andinos

(Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú y Bolivia) por la excelente calidad de raíces tuberosas que produce, pero en todos estos países existe aún una serie de problemas culturales y de mejoramiento que es necesario resolver. **(Canahua, 1977)**.

Otro autor recomienda realizar la cosecha de 8 a 12 meses de plantado, la formación óptima de los colinos indica la maduración de las raíces, bajando la calidad culinaria, con excesiva maduración, las raíces cosechadas después de 12 meses son fibrosos y aguachentos; es frecuente separar raíces inmaduras, de la cepa después de 4 a 8 meses, teniendo cuidado de aporcar bien la planta nuevamente.

A pesar de que el momento óptimo de cosecha depende entre otros factores de la variedad cultivada, un indicio para la cosecha es cuando el follaje presenta una coloración amarillenta; en el momento de la cosecha puede haber hasta 10 raíces laterales del tamaño de una zanahoria alrededor de la corona central. La cosecha no puede pasar de la etapa de floración porque las raíces se vuelven fibrosas, ásperas y amargas. **(Espinoza y Ramírez, 1988)**.

4.6.7. Almacenamiento

La arracacha a temperatura ambiental apenas logra conservarse una semana. Por su bajo consumo, incluso en los Andes y su difícil conservación, puede espaciarse en el tiempo, en función del mercado puede hacerse cosechas escalonadas de arracacha. Para el agricultor de los Andes, el almacenamiento de las raíces y los tubérculos andinos parece no ser mayor problema, porque el sistema de producción que tiene lo destina al mantenimiento de su familia, cosecha escalonadamente de acuerdo a sus necesidades y para evitar pérdidas. La arracacha deberá ser consumida a más tardar dentro de una semana después de su cosecha. **(Arbizu y Hermann, 1993)**.

Algunos autores sugieren que debido a que el corto período de almacenamiento es una de las principales limitaciones de la arracacha pudiendo sufrir un deterioro marcado de 3 a 4 días después de la cosecha. Se recomienda envolver las raíces

con películas plásticas o almacenándolas con atmósfera controlada se puede aumentar considerablemente su conservación post-cosecha. (Canahua, 1977).

4.6.8. Producción y rendimiento

En el Perú el 60 % de la producción nacional proviene del departamento de Cajamarca, se calcula que la superficie sembrada supera las 2,500 hectáreas. En el Perú el rendimiento es variable pudiendo obtenerse entre 4,000 a 12,000 kg/ha, según otro autor puede obtenerse de 3 a 8 t/ha y hasta 10 t/ha. Una planta puede producir de 2 a 3 kg de raíces laterales comestibles. El rendimiento promedio en Brasil es de 9,2 t/ha, alcanzándose máximo comerciales de 25 t/ha. (Franco, 1997).

Cuadro 02: Cultivo de Arracacha en el Perú

Año	Superficie cosechada (Ha)	Producción (kg)	Rendimiento (t/ha)
1965	1195	5,972	5,00
1970	2705	15,347	5,67
1975	3950	21,262	5,38
1980	4016	21,316	5,31
1985	5798	30,118	5,20

Fuente: Rivera (1993).

Cuadro 03: Rendimiento y característica de diferentes partes de la planta de Arracacha

Órgano	Unidad	Dimensiones (Cm)		Rendimiento	
		Largo	Diámetro	kg/planta	kg/ha
Raíz Cepa	7.0	15.0	6.0	1,75	2500
Colinos	1.0	10.0	13.0	0,25	200
Follaje	8.0	6.0	4.0	0,35	300

Fuente: Canahua (1977).

4.7. PROBLEMAS FITOSANITARIOS

4.7.1. Plagas principales

En nuestro país y especialmente en nuestra región el cultivo de la racacha no tiene problemas fitosanitarios serios, puesto que la mayor parte de variedades cultivadas son tolerantes a los problemas más comunes, sin embargo en otras partes del mundo este cultivo presenta algunas plagas que pueden ser

importantes en algún momento en el país. Estos problemas fitosanitarios son los siguientes:

En Venezuela se reporta ataque de:

- ♣ *Papilio polixenesy* en la Ceja Antioquía.
- ♣ *Anacoynatha carabioides*.
- ♣ *Epitrix*. Coleóptero
- ♣ Haltinidae, *Antomirissp.*Lepidoptera
- ♣ Hemileucidae, *Pasvdrasp.* Díptero
- ♣ Ephydriidae, *Cuerno sp.*Homoptero
- ♣ Cicadellidae, *Pamba sp.*Homoptera
- ♣ Cicadellidae. **(Seminario, 1986).**

En nuestro país las plagas principales son: La pulguilla *Epitrix sp.*, pulgones, ácaros y nematodos. En La Molina se observaron daños producidos por pulgones y arañita roja, se observó también ataque de áfidos, cortadores y existiendo otros sin determinar. **(Romani, 1971) y (Pitter, 1968).**

4.7.2. Enfermedades

En Venezuela se menciona que el hongo *Septoria apii*, ataca las hojas de las plantas de arracacha, pero sin constituir un problema grave, también los cultivos en Venezuela presentan el ataque de *Cercospora*. **(Muller, 1941).**

En Venezuela en las plantas de apio procedentes de Tovar y del distrito Marino del Estado Aragua, se observó una bacteria perteneciente al género *Erwinia*. Las plantas mostraban inhibiciones en su desarrollo normal, marchitamiento, amarillamiento, necrosis foliar y de los tejidos vasculares en peciolo y tallo. En las raíces causan una pudrición hedionda y necrosis del tejido vascular. La bacteria causó síntomas similares en inoculaciones experimentales. En pruebas de identificación demostró pertenecer a la especie *Erwinia am y lovora*. **(Camino y Díaz, 1972).**

En Colombia principal país productor de la racacha en los últimos años, los productores han sentido el impacto de grandes pérdidas económicas en este cultivo debido a un manchado de la parte subterránea de la planta, en cuyo caso

el proceso de venta de los tubérculos afectados se reduce a la mitad en el mercado, las plantas afectados en el campo presentan un tamaño reducido con respecto a las normales. El follaje también de tamaño reducido es amarillento lo cual ocurre mucho antes de la madurez total, la parte subterránea, sean los colinos, yemas. El cuerpo rizomotoso o taruga y los tubérculos presentan salpicados por las manchas pardas superficiales de forma lenticular, a veces casi negras y reblandecidas. **(Navarro y Castaño, 1991).**

En el Perú en algunas zonas productoras se puede presentar manchas de hojas (*Septoria apii*, *Cercospora sp*), virosis, pudrición por *Sclerotium rolfsii*, bacteriosis producida por *Xanthosomas campestris* y *oidium*. En La Molina se observaron pudriciones por *Erwinia sp*. **(Ugas, 1993).**

4.8. VALOR NUTRICIONAL

La racacha es una raíz de fácil digestibilidad, ya que posee un almidón muy fino, alto contenido de calcio y vitamina A y niveles adecuados de niacina, ácido ascórbico y fósforo, tienen un contenido promedio de almidón de 10 a 25 %. Los gránulos de almidón son muy pequeños, parecidos a los de la yuca, que hace fáciles de digerir, por esta razón la racacha es una comida preferida para niños inválidos y pacientes convalecientes. Durante el almacenamiento las raíces se endulzan posiblemente debido a que algo del almidón se hidroliza en azúcares todas las partes de la planta tienen alto contenido de calcio, las raíces de pulpa amarilla son fuente de vitamina A. **(Ugas, 1993).**

A continuación se presenta el valor nutricional de la racacha según diversos autores:

Cuadro 04: Composición (base húmeda de 100 g)

Composición		Variedad		
		Blanca	Morada A	Morada B
Valor Energético	Cal	104,00	102,00	104,00
Humedad	%	73,00	73,40	71,90
Proteínas	g.	0,80	0,80	1,10
Grasa	g.	0,20	0,20	0,10
Carbohidratos	g.	24,90	24,40	24,90
Fibra	g.	0,60	1,00	0,80
Calcio	mg.	29,00	26,00	
Fosforo	mg.	58,00	52,00	
Hierro	mg.	1,20	0,90	
Vitamina A	mg.	60,00	0,00	
Tiamina	mg.	0,06	0,07	
Riboflavina	mg.	0,04	0,06	
Niacina	mg.	3,40	2,80	
Acido Ascorbico	mg.	28,00	23,00	

Fuente: Ugas (1993).

Cuadro 05: Concentración en 100 gramos de materia fresca comestible de arracacha

Composición		Valores
Humedad	%	74,00
Energía	Cal	97,00
Proteínas	%	0,70
Carbohidratos	%	23,00
Grasas	%	0,20
Fibra	%	1,10
Cenizas	mg	1,04
Niacina	mg	2,84
Acido Ascorbico	mg	27,00
Calcio	mg	28,00
Fosforo	mg	52,00
Hierro	mg	1,10

Fuente: Arellano (1950).

Cuadro 06: Composición nutritiva de arracacha (% en 100 gramos fresca)

Componentes	Valores (%)
Humedad	80.00
Proteínas	1.25
Carbohidratos	22.00
Cenizas	1.30
Grasas	0.20

Fuente: Espinoza y Ramírez (1988).

Cuadro 07: Resultados del análisis químico de la arracacha (%)

Componentes	Cultivar		
	Hualla	Q'ello	P'asña
Humedad	70,84	71,89	69,64
Materia Seca	29,40	28,10	30,35
Proteínas	1,35	1,45	1,57
Grasas	0,71	0,82	0,88
Fibra Cruda	3,50	2,30	2,86
Almidón	69,66	72,67	71,41
Cenizas	0,04	3,49	3,08
Calcio	0, 14	0, 11	0,08
Fosforo	0,23	0,25	0,22
Hierro	-----	-----	-----
Potasio	30,68	35,85	32,24

Fuente: Seminario (1993).

4.9. USOS

El uso de la racacha es muy variable y depende de la región, algunos usos son mencionados por diversos autores, así tenemos:

La arracacha se consume cocida, asada y en buñuelos. En la industria se utiliza esta raíz para preparar sopas para bebés. Hasta ahora no ha tenido gran desarrollo; otro tipo de industrialización en este cultivo, es la preparación de almidón. **(Placencia y Sanches, 1994).**

La racacha es consumida en diferentes formas; cocidas, asadas y en puré, aduciendo propiedades anti anémicos especialmente en niños y madres gestantes, creando en el infante su micro flora intestinal. **(Franco y Rodríguez, 1988).**

La forma más común es al estado fresco, reemplaza a la papa, también en sopas, guisados. En algunos lugares de Chota (Cajamarca) se consumen las hojas especialmente para elaborar las rellenas de cerdo. Potencialmente se podría utilizar en la fabricación de harinas por la excelente calidad de almidón que contiene y es indicado para la alimentación de los niños; además es muy rica en minerales. **(Seminario, 1986).**

La raíz por su contenido de un almidón fino más frecuente en la zona de xilema y olor dado por las resinas da el sabor de la arracacha, es agradable por lo que es utilizado en la alimentación humana en sopas, sancochadas y frituras. La cepa es utilizada principalmente para el engorde del cerdo; mientras que las hojas se utiliza como apio que también se llama así en Venezuela y se emplea como forraje para cuyes y ganado vacuno. Los colinos se aprovechan para la propagación vegetativa de la especie y los llaman semilla. **(Patiño, 1964).**

Las raíces jóvenes y tiernas se consumen cocidas, asadas o añadidas a guisos, en purés, sopas, cremas o pasteles en panadería y repostería. Durante el horneado emiten una aroma fragante. En Brasil es cortada en trocitos secos que imparten un sabor agradable a las sopas; deshidratadas famosas en todo el país; en la industria también se usa en la fabricación de papillas para bebés. También son empleados los pecíolos jóvenes en ensaladas o como verduras cocidas. Las raíces viejas y verdes pueden servir como alimento para ganado vacuno. Las flores soasadas son útiles para curar la erupción que produce la manzanilla (*Toxicodendrum striatum*). Llamado también incate o mayco, las raíces son diuréticas, las arequipeñas lo usaban las hojas como galactóforo en forma de cocimiento. **(Patiño, 1964).**

4.10. ANÁLISIS BROMATOLÓGICO

4.10.1. Concepto

El análisis bromatológico es la determinación proporcional de los diferentes componentes de un tejido vegetal, considerándose dentro de este análisis el contenido de: humedad, materia seca, proteínas, grasas, carbohidratos totales, cenizas, fibras, fructuosa, calcio, hierro, fósforo, vitaminas, entre otros. **(Tapia, 1990).**

4.10.2. Fundamentos del análisis bromatológico

- ♣ **Humedad:** el método para determinar la humedad de una muestra vegetal se basa en la pérdida de peso que sufre una muestra por elevación de la temperatura, hasta adquirir un peso constante. Se expresa en referencia a 100 g. de peso.
- ♣ **Materia seca:** se determina por diferencia entre el peso inicial de la muestra y el peso de la humedad hallada.
- ♣ **Proteínas:** para determinar este parámetro se utiliza el método Micro kjeldhal el cual se basa en la destrucción de la materia orgánica con el ácido sulfúrico y los catalizadores de sulfato de cobre, sulfato de potasio y sulfato de selenio.
- ♣ **Grasa:** para determinar el contenido de grasa de una muestra utiliza éter de petróleo como solvente orgánico, este solvente extrae la grasa de la muestra y lo deposita en el fondo del vaso previamente tapado.
- ♣ **Cenizas:** para poder determinar el contenido de cenizas de la muestra se utiliza el método de la calcinación, en este método se eleva la temperatura entre 555 a 600 °C, el contenido de ceniza se determina por diferencia de peso entre el peso inicial del crisol más la muestra y el peso final.
- ♣ **Fosforo:** la determinación del fosforo se basa en la formación de iones fosfato y vanadato cuando el molibdeno vanadato de amonio es adicionado en un medio ácido, generalmente ácido nítrico. La solución adquiere coloración amarilla indicadora de la presencia de iones fosfato; esta solución se lleva al espectrofotómetro de llama el cual nos dará el contenido de fosforo de la muestra.
- ♣ **Hierro:** el contenido del hierro se realiza por el método del colorimétrico en el cual se utiliza el sulfocianuro de potasio, en este caso el hierro de la muestra forma un complejo coloreado con el sulfocianuro de potasio, siendo el color de la solución proporcional a la concentración de los iones férricos.
- ♣ **Calcio:** la determinación se basan en el hecho de que los iones de calcio precipitan con el ácido oxálico dando lugar a la formación de oxalato de calcio insoluble, el cual se lleva y separa por centrifugación. El oxalato de

calcio en medio de ácido sulfúrico reacciona cuantitativamente con el permanganato de potasio.

- ♣ **Potasio:** la determinación del potasio se realiza por el método colorimétrico, y se basa en la formación de un precipitado insoluble con los iones potásicos por acción de la dipicril amina.
- ♣ **Fructosa (Levulosa):** Conformado por polímeros que contienen azúcares invertidos que se determina por el método de Munson Walker, la cantidad de este azúcar corresponde al peso de cobre determinado, precipitado a través de un crisol Gooch, con una capa de asbesto.

V. DISEÑO DE LA INVESTIGACION

5.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

La investigación realizada es del tipo evaluativo, puesto que determina a nivel de laboratorio el contenido de humedad, proteínas, grasas, cenizas, fibra y carbohidratos de las raíces resevantes de nueve entradas colectadas el año 2009, en el sector de Alfamayo, distrito de Huayopata, La Convención y región, Cusco.

5.2. UBICACIÓN ESPACIAL DEL SECTOR DE RECOLECCIÓN DE MUESTRAS

5.2.1. Ubicación política

Región : Cusco
Provincia : La Convención
Distrito : Huayopata
Lugar : Alfamayo - Pistipata

5.2.2. Ubicación geográfica

Latitud : 13° 00' 27" Sur
Longitud : 72° 33'25" Oeste
Altitud : 3,240 m.s.n.m

5.2.3. Ubicación hidrográfica

Cuenca : Urubamba
Sucuenca : Alfamayo
Microcuenca : Lucumayo

Gráfico 01: Ubicación de la zona de recolección de entradas evaluadas



5.3. UBICACIÓN TEMPORAL DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación tuvo una duración de 5 meses contados a partir del 20 de enero hasta el 30 de mayo del año 2009, este intervalo de tiempo no contempla la elaboración del proyecto de tesis ni la redacción del documento final. El periodo mencionado incluye la fase de campo y laboratorio.

5.4. MATERIALES, HERRAMIENTAS Y EQUIPOS

5.4.1. Material genético

El material genético utilizado en la presente investigación consta 09 de entradas de raqacha, los cuales fueron recolectados en el sector de Pistipata - Alfamayo, en el distrito de Huayopata, provincia de la Convención y región Cusco, en la propiedad del Sr. Juan Bocangel Quispe.

Cuadro 08: Entradas recolectadas y evaluadas

N°	Entrada recolectada	Lugar de recolección	Fecha de recolección
1	CICA	Pistipata - Alfamayo	08/02/2009
2	Hatun q'ello	Pistipata - Alfamayo	10/04/2009
3	Hatun Toqtocha	Pistipata - Alfamayo	12/03/2009
4	Ñut'o Q'ello	Pistipata - Alfamayo	12/03/2009
5	Rit'i Raqacha	Pistipata - Alfamayo	20/04/2009
6	Q'ello P'asña	Pistipata - Alfamayo	08/02/2009
7	Toqtocha	Pistipata - Alfamayo	08/02/2009
8	Yana Raqacha	Pistipata - Alfamayo	10/04/2009
9	Yuraq P'asña	Pistipata - Alfamayo	10/04/2009

A continuación se describa las características más importantes de estas entradas de racacha, basándonos en el trabajo de investigación realizado por **Astete (1995)**, quien describe las entradas mencionadas, utilizando descriptores validos internacionalmente.



Fotografía 01: Entradas de racacha

5.4.1.1. Crespo (CICA)

♣ **Habito de crecimiento:**

- *Posicion:* Erecto.
- *Conformacion:* Laxa

♣ **Altura de planta:** Mediano.

♣ **Vigorosidad:** 3 (vigoroso).

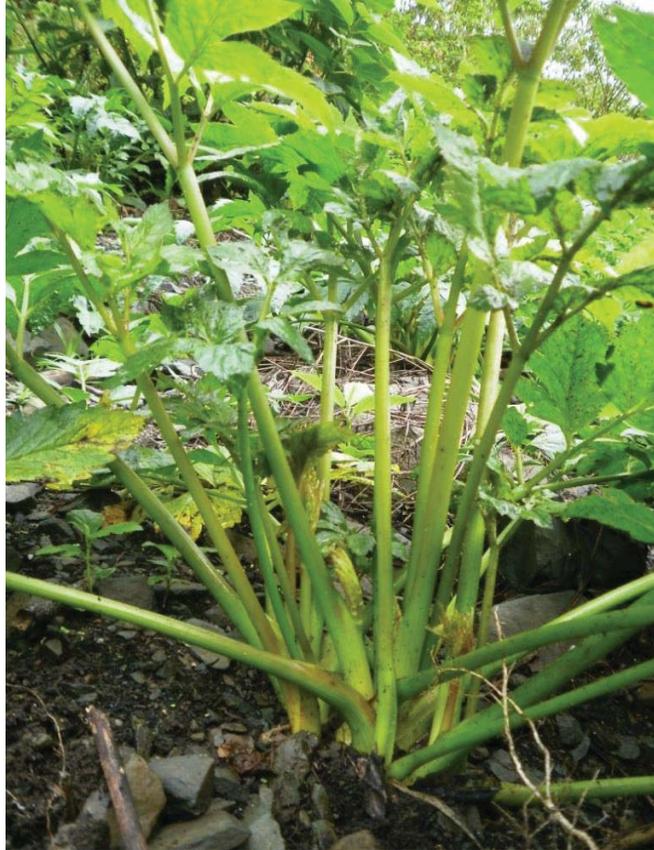
♣ **Ramificacion:** Escasa.

♣ **Hoja:** Bipinnatisectada, de sección cilíndrica o circular, con peciolo de consistencia hueca y un borde de hoja dentado aserrado.

♣ **Tallo:** Color de piel: amarillo y forma cilíndrica.

♣ **Raiz:** Forma fusiforme.

♣ **Comportamiento:** Precoz.



Fotografía 02: Entrada Crespo (CICA)

5.4.1.2. Hatun Quello.

- ♣ **Habito de crecimiento:**
 - *Posicion:* Erecto.
 - *Conformacion:* Laxa
- ♣ **Altura De Planta:** Alta.
- ♣ **Vigorosidad:** 3 (vigoroso).
- ♣ **Ramificacion:** Abundante.
- ♣ **Hoja:** Bipinnatisectada, de sección cilíndrica o circular, con peciolo de consistencia hueca y un borde de hoja dentado aserrado.
- ♣ **Tallo:** Color de piel: amarillo y forma cilíndrica.
- ♣ **Raiz:** Forma cónico alargado.
- ♣ **Comportamiento:** Tardío.



Fotografía 03: Entrada Hatun Q'ello

5.4.1.3. Hatun Toctoqcha.

♣ **Habito De Crecimiento:**

- *Posicion:* Semi - erecto.
- *Conformacion:* Laxa

♣ **Altura de planta:** Alto.

♣ **Vigorosidad:** 5 (muy vigoroso).

♣ **Ramificacion:** Intermedio

♣ **Hoja:** Bipinnatisectada, de sección cilíndrica o circular, con peciolo de consistencia hueca y un borde de hoja dentado aserrado.

♣ **Tallo:** Color de piel: amarillo y forma cilíndrica.

♣ **Raiz:** Forma cónico alargado.

♣ **Comportamiento:** Semi – tardío.



Fotografía 04: Hatun toctoqcha o Amarillo Gigante o Q`orivara

5.4.1.4. Ñuttu Quello.

- ♣ **Habito de crecimiento:**
 - *Posicion:* Semi - erecto.
 - *Conformacion:* Compacto
- ♣ **Altura de planta:** Mediano.
- ♣ **Vigorosidad:** 3 (vigoroso).
- ♣ **Ramificacion:** Muy abundante.
- ♣ **Hoja:** Bipinnatisectada, de sección cilíndrica o circular, con peciolo de consistencia hueca y un borde de hoja dentado aserrado.
- ♣ **Tallo:** Color de piel: amarillo y forma cilíndrica.
- ♣ **Raiz:** Forma cónica.
- ♣ **Comportamiento:** Semi – tardío.



Fotografía 05: Ñuttu q'uello

5.4.1.5. Ritti Racacha.

♣ **Habito de crecimiento:**

- *Posicion:* Semi erecto.
- *Conformacion:* Compacta

♣ **Altura de planta:** Mediano.

♣ **Vigorosidad:** 3 (vigoroso).

♣ **Ramificacion:** Intermedia.

♣ **Hoja:** tripinnatisecta, de sección cilíndrica, con peciolo de consistencia hueca y un borde de hoja dentado aserrado.

♣ **Tallo:** Color de piel: Blanco y forma cilíndrica.

♣ **Raiz:** Forma elipsoidal.

♣ **Comportamiento:** Muy tardío.



Fotografía 06: Planta de Ritti racacha



Fotografía 07: Tubérculos de Ritti racacha

5.4.1.6. Quello Pasña.

♣ **Habito de crecimiento:**

- *Posicion:* Semi erecto.
- *Conformacion:* Laxa

♣ **Altura de planta:** Mediano.

♣ **Vigorosidad:** 3 (vigoroso).

♣ **Ramificacion:** Intermedia.

♣ **Hoja:** bipinnatisecta, de sección cilíndrica, con peciolo de consistencia hueca y un borde de hoja dentado aserrado.

♣ **Tallo:** Color de piel: Crema y forma cilíndrica.

♣ **Raiz:** Forma conica.

♣ **Comportamiento:** Precoz.



Fotografía 08: Quello Pasña

5.4.1.7. Toctoqcha

♣ **Habito de crecimiento:**

- *Posicion:* Erecto.
- *Conformacion:* Laxa

- ♣ **Altura de planta:** Mediano.
- ♣ **Vigorosidad:** 3 (vigoroso).
- ♣ **Ramificacion:** Intermedio
- ♣ **Hoja:** Bipinnatisectada, de sección cilíndrica o circular, con peciolo de consistencia hueca y un borde de hoja dentado aserrado.
- ♣ **Tallo:** Color de piel: amarillo y forma cilíndrica.
- ♣ **Raiz:** Forma cónico.
- ♣ **Comportamiento:** Precoz



Fotografía 09: Toctoqcha

5.4.1.8. Yana Racacha.

- ♣ **Habito de crecimiento:**
 - *Posicion:* Semi - erecto.
 - *Conformacion:* Laxa.
- ♣ **Altura de planta:** Bajo.
- ♣ **Vigorosidad:** 1 (endeble).
- ♣ **Ramificacion:** Escaso

- ♣ **Hoja:** Bipinnatisectada, de sección cilíndrica, con peciolo de consistencia hueca y un borde de hoja dentado aserrado.
- ♣ **Tallo:** Color de piel: Morada y forma cilíndrica.
- ♣ **Raiz:** Forma cilíndrica.
- ♣ **Comportamiento:** Tardío.



Fotografía 10: Yana racacha

5.4.1.9. Yuraq Pasña

- ♣ **Habito de crecimiento:**
 - *Posicion:* Semi - erecto.
 - *Conformacion:* Compacto.
- ♣ **Altura de planta:** Mediano.
- ♣ **Vigorosidad:** 3 (vigoroso).
- ♣ **Ramificacion:** Abundante
- ♣ **Hoja:** Bipinnatisectada, de sección cilíndrica o circular, con peciolo de consistencia hueca y un borde de hoja dentado aserrado.
- ♣ **Tallo:** Color de piel: amarillo y forma cilíndrica.
- ♣ **Raiz:** Forma claviforme.

- ♣ **Comportamiento:** Tardío.



Fotografía 11: Yuraq Pasña.

5.4.2. Materiales de campo y gabinete

- ♣ Libreta de campo.
- ♣ Lápiz.
- ♣ Rafia.
- ♣ Etiquetas.
- ♣ Arpilleras
- ♣ Bolsas de papel

5.4.3. Herramientas

- ♣ Pico
- ♣ Machete
- ♣ Kituchi
- ♣ Computadora.
- ♣ Cámara fotográfica.
- ♣ Calculadora.
- ♣ Balanza de 2 kg.
- ♣ Cuchillo
- ♣ Carretilla
- ♣ GPS marca Garmin Etrex venture

5.4.4. Equipos de laboratorio

- ♣ Balanza de 10 Kg de capacidad
- ♣ Estufa eléctrica
- ♣ Desecador
- ♣ Soxhlet
- ♣ Embudo Buchner
- ♣ Erlenmeyer
- ♣ Crisoles
- ♣ Mufla
- ♣ Balones Kjeldahner
- ♣ Equipo de destilación por arrastre de vapor
- ♣ Balanza analítica
- ♣ Buretas
- ♣ Capsulas de porcelana de 25ml
- ♣ Baquetas
- ♣ Pipetas graduadas
- ♣ Colorímetro fotoeléctrico
- ♣ Tubos colorimétricos
- ♣ Fiolas de 100 y 250 ml
- ♣ Micro pipeta
- ♣ Placa de silica-gel

5.4.5. Reactivos

- ♣ N-hexano
- ♣ Acido sulfúrico
- ♣ Bióxido de selenio
- ♣ Hidróxido de sodio
- ♣ Fenolftaleína
- ♣ EDTA 0.01 M
- ♣ Sulfocianuro de potasio (KSCN)1N
- ♣ Patrón de hierro
- ♣ Acido clorhídrico
- ♣ Acetona



Fotografía 12: Equipos y herramientas de campo



Fotografía 13: Equipos y herramientas de laboratorio



Fotografía 14: Equipos y herramientas de laboratorio

5.5. METODOS

5.5.1. Variables e indicadores evaluados

Las variables evaluadas en la presente investigación son las siguientes:

- ♣ Contenido de humedad (%)
- ♣ Contenido de proteína (%)
- ♣ Contenido de grasa (%)
- ♣ Contenido de ceniza (%)
- ♣ Contenido de fibra (%)
- ♣ Contenido de carbohidratos (%)

5.5.2. Fase de campo de la investigación

La fase de campo fue realizado en el sector de Pistipata – Alfamayo distrito de Huayopata, La Convención y región Cusco, en la propiedad del Sr. Juan Bocangel Quispe quien cultiva en su parcela las nueve entradas evaluadas en la presente investigación. Las actividades realizadas en la fase de campo son las siguientes:

5.5.2.1. Forma de recolección de muestras.

Las muestras de las raíces reservantes de la raqacha fueron recolectadas en forma aleatoria, es decir las plantas de las cuales se obtuvo las muestras fueron seleccionadas al azar dentro de la parcela de cada entrada de raqacha.

5.5.2.2. Selección de muestras.

Durante la obtención de muestras se separó las raíces tuberosas de arracacha del follaje teniendo cuidado de no lastimar, ya que son muy sensibles. Las raíces muestreadas fueron seleccionadas de acuerdo a sus características fenotípicas (color, forma, textura) y a su integridad es decir selecciona raíces tuberosas íntegras sin daños aparentes en su forma.

5.5.2.3. Acondicionamiento y traslado de muestras.

Las raíces recolectadas fueron acomodadas en bolsas de papel para prevenir posible contaminación y desecación del material, posteriormente se almacenaron de manera apropiada para su traslado al ciudad del Cusco. Cada muestra fue identificada correctamente. Se obtuvo tres muestras por cada entrada evaluada.



Fotografía 15: Campo de recolección de muestras de las nueve entradas



Fotografía 16: Recoleccion de muestras de raíces tuberosas



Fotografía 17: Recoleccion de muestras de raíces tuberosas

5.5.3. Fase de laboratorio de la investigación

La fase de laboratorio de la presente investigación se realizó en el Departamento Académico de Química de la Facultad de Ciencias Químicas, Física y Matemática de la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco.

5.5.3.1. Diseño estadístico de la investigación

Con la finalidad de poder analizar la información obtenida en el laboratorio se utilizó el Diseño Completamente al Azar. Este diseño estadístico está recomendado cuando la experimentación se realiza a nivel de laboratorio debido a que las condiciones ambientales son controladas. **Cosio (2010)**.

Los tratamientos considerados son las nueve entradas cuyas muestras fueron colectadas en el sector de Alfamayo, Huayopata, La Convencion. El análisis se realizó sobre tres muestras por cada tratamiento (repeticiones); razón por la cual se ha considerado 27 unidades experimentales con 9 tratamientos y 3 repeticiones.

Para determinar cual de las entradas muestra los mejores promedios en contenido nutricional fue realizado el análisis de variancia y la prueba de significación de Tukey.

Se debe aclarar que en el campo de cultivo no se utilizó ningún diseño estadístico puesto que se limitó solamente a recoger muestras en un campo de cultivo comercial de las nueve entradas de raqacha. El diseño estadístico mencionado se utilizó solamente en laboratorio para poder procesar la información.

Cuadro 09: Tratamientos evaluados en laboratorio

Clave	Entrada
T1	CICA
T2	Hatun q'ello
T3	Hatun Toqtocha
T4	Ñut'o Q'ello
T5	Rit'i Raqacha
T6	Q'ello P'asña
T7	Toqtocha
T8	Yana Raqacha
T9	Yuraq P'asña

5.5.3.2. Manejo de muestras en laboratorio

Para que un material pueda ser utilizado en el laboratorio debe ser manejado de manera apropiada, con la finalidad de que los resultados obtenidos sean representativos del total y sean utilizados de manera confiable como información en la elaboración de alimentos o la industrialización de los productos. Con la finalidad de cumplir la recomendación anterior se procedió de la siguiente manera:

- ♣ La cantidad de material de análisis utilizado fue una muestra homogénea y representativa.
- ♣ El manejo de la muestra fue cuidadosa para evitar cualquier cambio o contaminación.
- ♣ Fue molido con mucho cuidado las muestras para aquellos análisis en los cuales se requirió material molido.

5.5.3.3. Determinación del contenido de humedad

- ♣ **Fundamentos de análisis:** El método se basa en la pérdida de peso que sufre una muestra por calentamiento en un horno a 105 °C de temperatura hasta adquirir un peso constante y su determinación por diferencia de peso entre el material seco y húmedo
- ♣ **Preparación de muestra:** Las muestras seleccionadas e identificadas en el campo, fueron cortadas en el laboratorio en forma transversal encima de una placa Petri, para evitar pérdida de humedad. De la muestra cortada se obtuvo material de análisis con un peso de 10 g.
- ♣ **Procedimiento:**
 - Fue pesado 10 g de muestra cortada sobre la placa Petri.
 - Se colocó la muestra en un horno a 105 °C por un mínimo de 12 horas.
 - Se dejó enfriar la muestra en un desecador
 - Fue pesado nuevamente cuidando de que el material no este expuesto al medio ambiente.

- ♣ **Cálculos:**

$$\%H = \frac{PI - PF}{PI} \times 100$$

Dónde:

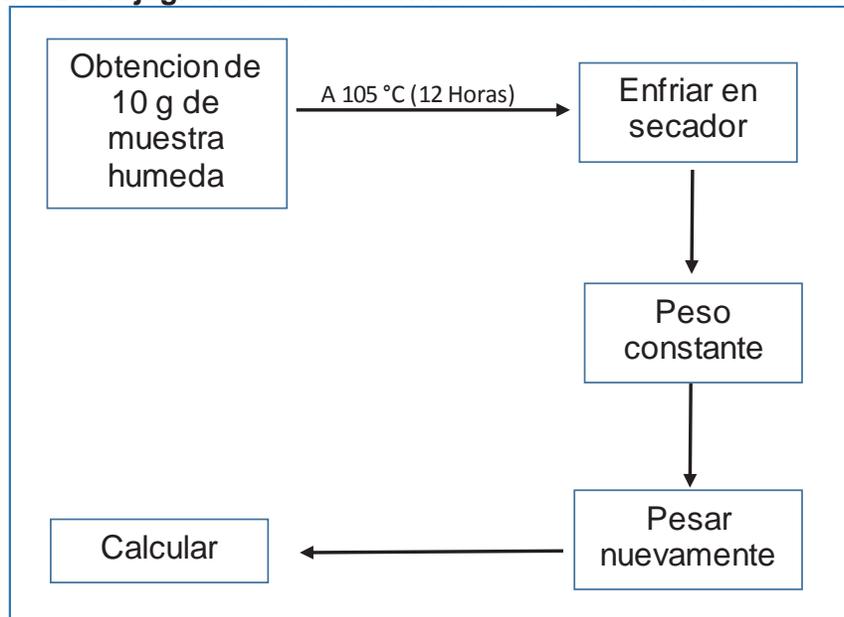
PI: Peso inicial

PF: Peso final

%H: Porcentaje de humedad

♣ **Flujograma de la determinación de humedad**

Gráfico 2: Flujograma de la determinación del contenido de humedad



Fotografía 18: Determinación del contenido de humedad



Fotografía 19: Determinación del contenido de humedad

5.5.3.4. Determinación del contenido de proteínas

- ♣ **Preparación de muestra:** Las muestras seleccionadas e identificadas en el campo, fueron cortadas en el laboratorio en forma transversal luego fueron molidas cuidadosamente sin contaminar los materiales.

- ♣ **Fundamentos de análisis:** El fundamento de este procedimiento se basa en la destrucción de la materia orgánica con ácido sulfúrico concentrado, formándose sulfato de amonio que en exceso de hidróxido de sodio libera amoníaco, el que se destila recibiendo en:
 - Ácido sulfúrico donde se forma sulfato de amonio y el exceso de ácido es valorado con hidróxido de sodio en presencia de rojo de metilo.
 - Ácido bórico formándose borato de amonio el que se valora con ácido clorhídrico.

- ♣ **Reacciones llevadas a cabo en el método de Kjeldahl:**
 - *Digestión*

$$n\text{-C-NH}_2 + m\text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{CO}_2 + n\text{N} + (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + \text{SO}_2$$
 - *Neutralización y destilación:*

$$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + 2\text{NaOH} \longrightarrow 2\text{NH}_3 + \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$$

$$\text{NH}_3 + \text{H}_3\text{BO}_3 \text{ (ácido bórico)} \longrightarrow (\text{NH}_4)_3\text{BO}_3 + 3\text{H}_2\text{O} \text{ (ion borato)}$$

- *Titulación:* El anión borato (proporcional a la cantidad de nitrógeno es titulado con HCL estandarizado)



Fotografía N° 20: Determinación del contenido de proteínas.

5.5.3.5. Determinación del contenido de grasa (por método Soxhlet)

- ♣ **Preparación de muestra:** Las muestras seleccionadas e identificadas en el campo, fueron cortadas en el laboratorio en forma transversal luego fueron molidas cuidadosamente sin contaminar los materiales. Luego fue secado en la estufa hasta peso constante.
- ♣ **Fundamentos de análisis:** En este método, las grasas de la muestra son extraídas con éter de petróleo como solvente orgánico y evaluadas como porcentaje del peso después de evaporar el solvente.
- ♣ **Procedimiento:**
 - Se sacó del horno los matraces de extracción sin tocarlos con los dedos, enfriándolos en un desecador y pesándolos con aproximación de miligramos.
 - Fue pesado en un dedal de extracción manejado con pinzas, de 3 a 5 g de la muestra seca con aproximación de miligramos y colocado en la

unidad de extracción conectando el extractor el matraz con éter de petróleo a 2/3 del volumen total.

- Se llevó a ebullición y se ajustó el calentamiento de tal manera que se obtuvo alrededor de 10 reflujos por hora la duración de la extracción dependerá de la cantidad de lípidos en la muestra ; para materiales muy grasos será de 6 horas
- Al término se evaporó el éter por destilación con rota vapor. Se colocó el matraz en el horno durante hora y media para eliminar el éter. Fue enfriado los matraces en un decantador y pesandolos con aproximación de miligramos La muestra desengrasada puede usarse para la determinación de fibra cruda

♣ **Cálculos:**

$$\% \text{ Grasa} = \frac{B - A}{C} \times 100$$

Dónde:

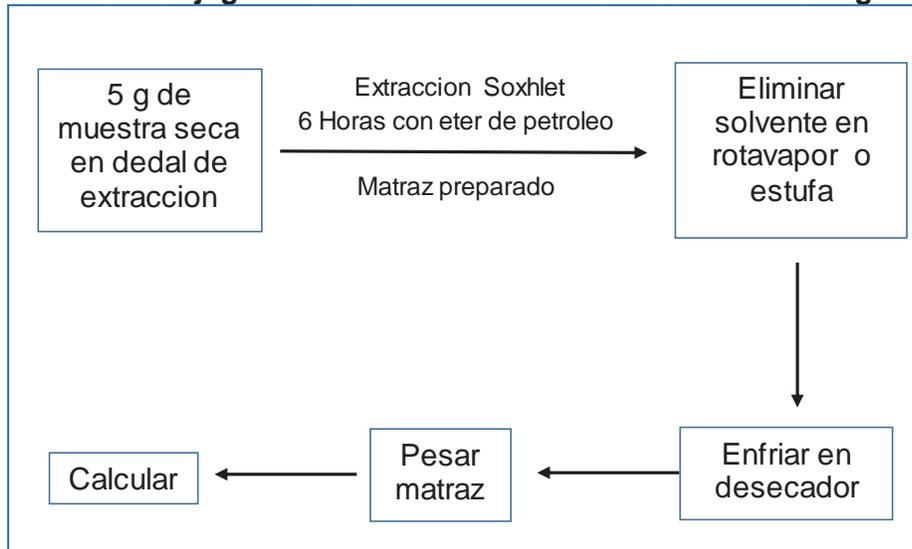
- A: Peso del matraz limpio y seco (g)
- B: Peso del matraz con grasa (g)
- C: Peso de la muestra (g)



Fotografía N° 21: Determinación del contenido de Grasa.

♣ **Flujograma de la determinación de Grasa**

Gráfico 3: Flujograma de la determinación del contenido de grasa



5.5.3.6. Determinación del contenido de ceniza

♣ **Preparacion de muestra:** Las muestras seleccionadas e identificadas en el campo, fueron cortadas en el laboratorio en forma transversal luego fueron molidas cuidadosamente sin contaminar los materiales.

♣ **Fundamentos del análisis:** El contenido de ceniza en los alimentos o sus ingredientes se determina mediante la calcinación. La ceniza se considera como el contenido de minerales totales o material inorgánico en la muestra.

♣ **Procedimiento:**

- En un crisol de porcelana que previamente se llevó a estufa luego la muestra se llevó a peso constante, se colocó de 2.5 a 5 gr. de muestra seca.
- Se colocó el crisol en una mufla y fue calcinado a 550° C por 2 a 3 horas dejando enfriar y pasandolo a un desecador
- Cuidadosamente se peso nuevamente el crisol conteniendo la ceniza

♣ **Cálculos:**

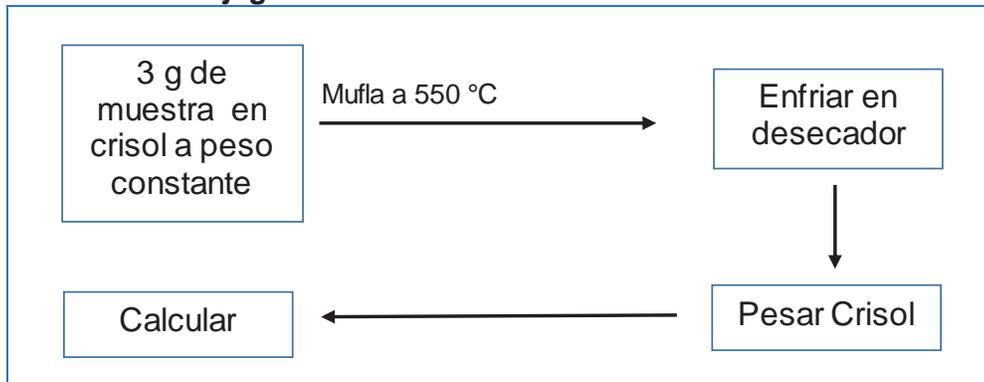
$$\% \text{ Ceniza} = \frac{A - B}{C} \times 100$$

Donde:

- A: Peso del crisol con muestra hecha ceniza (g)
- B: Peso del crisol vacío (g)
- C: Peso de la muestra (g)

♣ **Flujo grama de la determinación de ceniza**

Gráfico 4: Flujo grama de la determinacion del contenido de ceniza



Fotografía N° 22: Determinación del contenido de ceniza.

5.5.3.7. Determinación del contenido de fibra

- ♣ **Preparacion de muestra:** Las muestras seleccionadas e identificadas en el campo, fueron cortadas en el laboratorio en forma transversal luego fueron molidas cuidadosamente sin contaminar los materiales.

♣ **Fundamentos del análisis:** Este método (Cornelia Kennedy) permite determinar el contenido de fibra en la muestra, después de ser digerida con soluciones de ácido e hidróxido de sodio y calcinado en horno el residuo colocado en una mufla. La diferencia de pesos que se obtuvo después de la calcinación con el peso antes de la calcinación nos indica la cantidad de fibra presente.

♣ **Procedimiento:**

- Se pesó con aproximación de miligramos 3 gramos de la muestra desengrasada y seca.
- Fue colocado en el matraz y se adicionó 200 ml de la solución de ácido sulfúrico en ebullición.
- Se colocó el condensador y se llevó a ebullición en un minuto; Dejandoló hervir exactamente 30 min, manteniendo constante el volumen con agua destilada y moviendo periódicamente el matraz para remover las partículas adheridas a las paredes
- Se instaló el embudo Buchner con papel filtro y precalentandoló con agua hirviendo. Simultáneamente y al término del tiempo de ebullición, se retiró el matraz, dejandoló reposar por un minuto y filtrando cuidadosamente usando succión; la filtración fue realizado en menos de 10 min. Se lavó el papel filtro con agua hirviendo.
- Fue transferido el residuo al matraz con ayuda de una pipeta conteniendo 200 ml de solución de NaOH en ebullición y dejando hervir por 30 min como en paso 2
- Fue filtrado cuidadosamente después de dejar reposar el hidrolizado por 1 min.
- Se lavó el residuo con agua hirviendo, con solución de HCL y nuevamente con agua hirviendo, para terminar con tres lavados con éter de petróleo fue colocado el crisol en el horno a 105° por 12 horas y enfriado en desecador
- Para calcular se pesó rápidamente los crisoles con el residuo (no fue manipulado).
- Fue colocado en la mufla a 550 °C por 3 horas, dejandolo enfriar en un desecador y pesandoló nuevamente.

❖ **Cálculos:**

$$\%Fibra = \frac{A - B}{C} \times 100$$

Dónde:

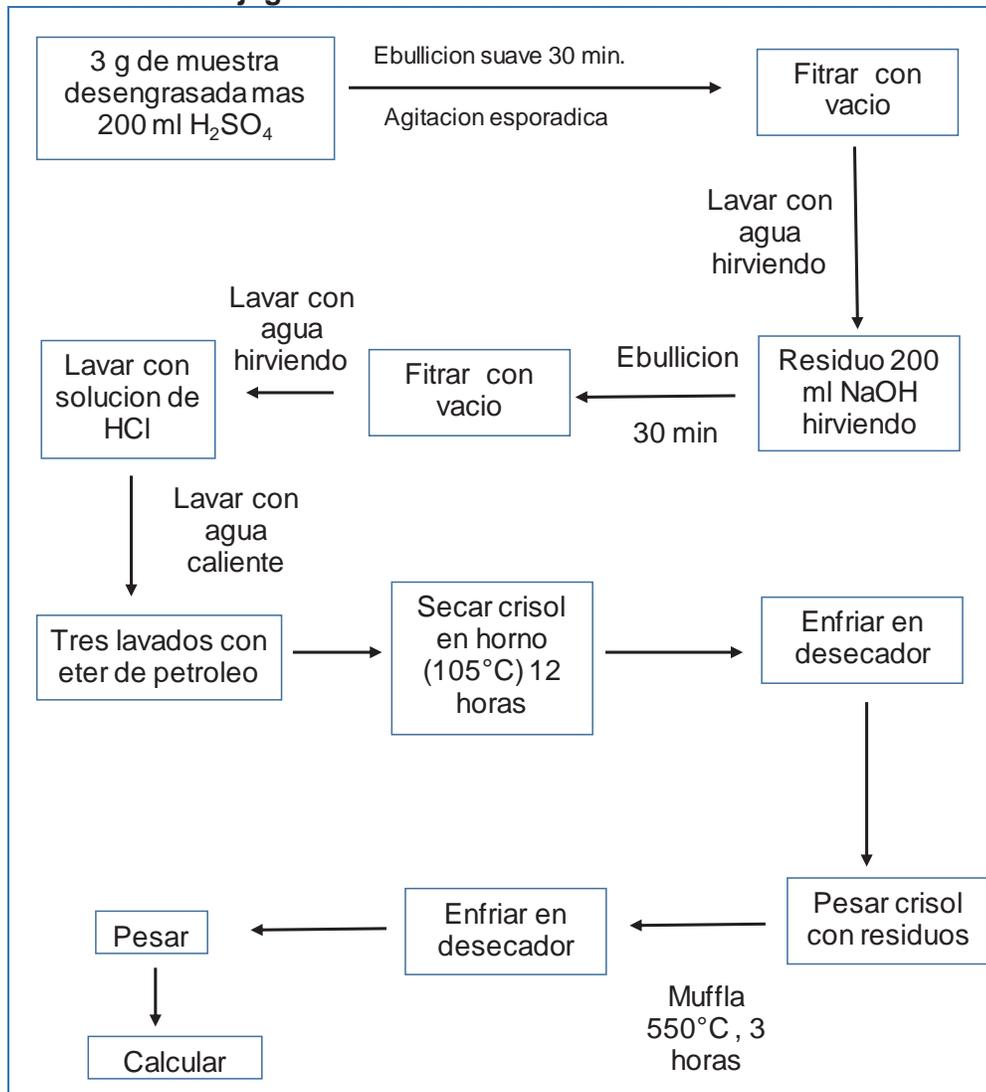
A=Peso del crisol con el residuo seco (g)

B=Peso del crisol con la ceniza (g)

C=Peso de la muestra (g).

❖ **Flujo grama de la determinación de fibra:**

Gráfico 5: Flujograma de la determinacion del contenido de fibra



5.5.3.8. Determinación del contenido de carbohidratos totales

♣ **Fundamento de análisis:** este método determina la cantidad de carbohidratos totales la diferencia de la suma del porcentaje de los micronutrientes (humedad, proteína bruta o total grasa y ceniza) de 100% constituye el contenido de carbohidratos totales

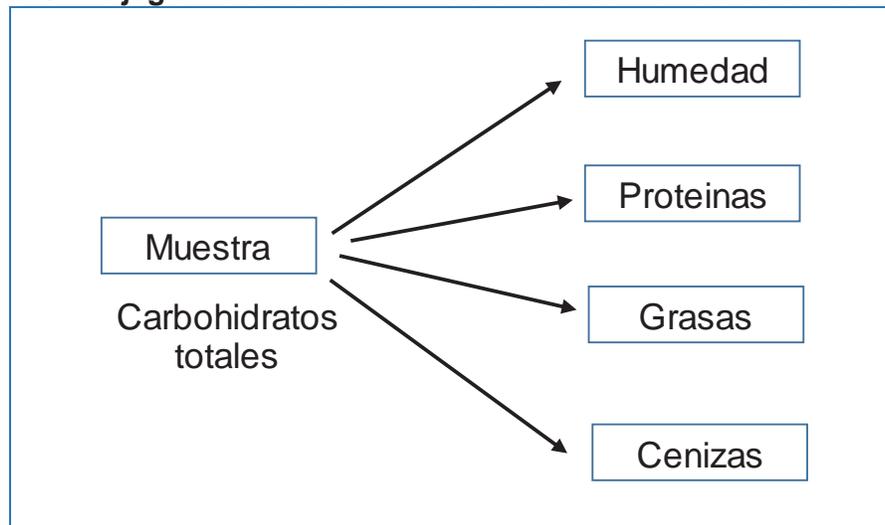
♣ **Procedimiento:** De los datos obtenidos de porcentajes de humedad, proteína, grasa y ceniza, la sumatoria de estos menos el porcentaje del total nos dará el porcentaje de carbohidratos totales como sigue en el ensayo

♣ **Cálculos:**

$$\% \text{ carbohidratos} = 100 - (\% \text{ Hum} + \% \text{Prot} + \% \text{Grasa} + \% \text{Ceniza})$$

♣ **Flujo grama de la determinación de carbohidratos**

Gráfico 6: Flujograma de la determinación del contenido de carbohidratos



VI. RESULTADOS

Cuadro 10: Resultados del análisis de contenido de humedad (%)

Repetición	Tratamientos									Total
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	
	CICA	Hatun q'ello	Hatun Toqtocha	Ñut'o Q'ello	Riti' Raqacha	Q'ello P'asña	Toqtocha	Yana Raqacha	Yuraq P'asña	
1	70.96	70.90	70.97	74.14	70.41	69.50	73.38	70.28	72.28	
2	71.10	69.90	70.10	73.32	70.57	67.53	68.38	71.54	74.36	
3	73.02	69.40	72.03	75.23	72.49	68.26	67.31	70.66	71.40	
Σy.j.	215.08	210.20	213.10	222.69	213.47	205.29	209.07	212.48	218.04	1,919.42
Promedio	71.69	70.07	71.03	74.23	71.16	68.43	69.69	70.83	72.68	71.09

Cuadro 11: Resultados del análisis de contenido de proteína (%)

Repeticiones	Tratamientos									Total
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	
	CICA	Hatun q'ello	Hatun Toqtocha	Ñut'o Q'ello	Riti' Raqacha	Q'ello P'asña	Toqtocha	Yana Raqacha	Yuraq P'asña	
1	0.920	0.900	0.850	0.800	0.830	0.820	0.760	0.730	0.680	
2	0.840	0.920	0.790	0.790	0.840	0.800	0.770	0.750	0.700	
3	0.880	0.910	0.820	0.790	0.850	0.780	0.780	0.770	0.720	
Σy.j.	2.640	2.730	2.460	2.380	2.520	2.400	2.310	2.250	2.100	21.790
Promedio	0.880	0.910	0.820	0.793	0.840	0.800	0.770	0.750	0.700	0.807

Cuadro 12: Resultados del análisis de contenido de grasa (%)

Repeticiones	Tratamientos									Total
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	
CICA	Hatun q'ello	Hatun Toqtocha	Hatun Toqtocha	Ñut'o Q'ello	Rit'i Raqacha	Q'ello P'asña	Toqtocha	Yana Raqacha	Yuraq P'asña	
1	0.39	0.33	0.35	0.35	0.33	0.32	0.32	0.42	0.33	
2	0.39	0.31	0.31	0.37	0.31	0.29	0.3	0.4	0.35	
3	0.39	0.32	0.33	0.36	0.32	0.26	0.28	0.38	0.37	
Σy.j.	1.170	0.960	0.990	1.080	0.960	0.870	0.900	1.200	1.050	9.180
Promedio	0.390	0.320	0.330	0.360	0.320	0.290	0.300	0.400	0.350	0.340

Cuadro 13: Resultados del análisis de contenido de ceniza (%)

Repeticiones	Tratamientos									Total
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	
CICA	Hatun q'ello	Hatun Toqtocha	Hatun Toqtocha	Ñut'o Q'ello	Rit'i Raqacha	Q'ello P'asña	Toqtocha	Yana Raqacha	Yuraq P'asña	
1	1.12	1.11	1.09	1.14	0.96	1.14	0.96	1.22	1.04	
2	1.20	1.13	1.11	1.10	0.94	1.16	0.97	1.25	1.08	
3	1.16	1.03	1.10	1.12	0.95	1.18	0.98	1.28	1.12	
Σy.j.	3.480	3.270	3.300	3.360	2.850	3.480	2.910	3.750	3.240	29.640
Promedio	1.160	1.090	1.100	1.120	0.950	1.160	0.970	1.250	1.080	1.098

Cuadro 14: Resultados del análisis de contenido de fibra (%)

Repeticiones	Tratamientos									Total
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	
	CICA	Hatun q'ello	Hatun Toqtocha	Ñut'o Q'ello	Riti' Raqacha	Q'ello P'asña	Toqtocha	Yana Raqacha	Yuraq P'asña	
1	1.42	1.14	1.39	1.38	1.28	1.30	1.40	1.39	1.29	
2	1.38	1.10	1.33	1.34	1.18	1.42	1.34	1.39	1.36	
3	1.40	1.12	1.32	1.36	1.20	1.28	1.38	1.40	1.28	
Σy.j.	4.200	3.360	4.040	4.080	3.660	4.000	4.120	4.180	3.930	35.570
Promedio	1.400	1.120	1.347	1.360	1.220	1.333	1.373	1.393	1.310	1.317

Cuadro 15: Resultados del análisis de contenido de carbohidratos (%)

Repeticiones	Tratamientos									Total
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	
	CICA	Hatun q'ello	Hatun Toqtocha	Ñut'o Q'ello	Riti' Raqacha	Q'ello P'asña	Toqtocha	Yana Raqacha	Yuraq P'asña	
1	26.61	26.76	26.74	23.57	27.47	28.22	23.18	27.35	25.67	
2	26.47	27.74	27.69	24.42	26.16	29.52	30.65	26.91	26.39	
3	24.55	28.34	25.62	22.50	23.39	30.22	29.58	26.06	23.51	
Σy.j.	77.630	82.840	80.050	70.490	77.020	87.960	83.410	80.320	75.570	715.290
Promedio	25.877	27.613	26.683	23.497	25.673	29.320	27.803	26.773	25.190	26.492

VII. DISCUSION DE RESULTADOS

7.1. Contenido de humedad

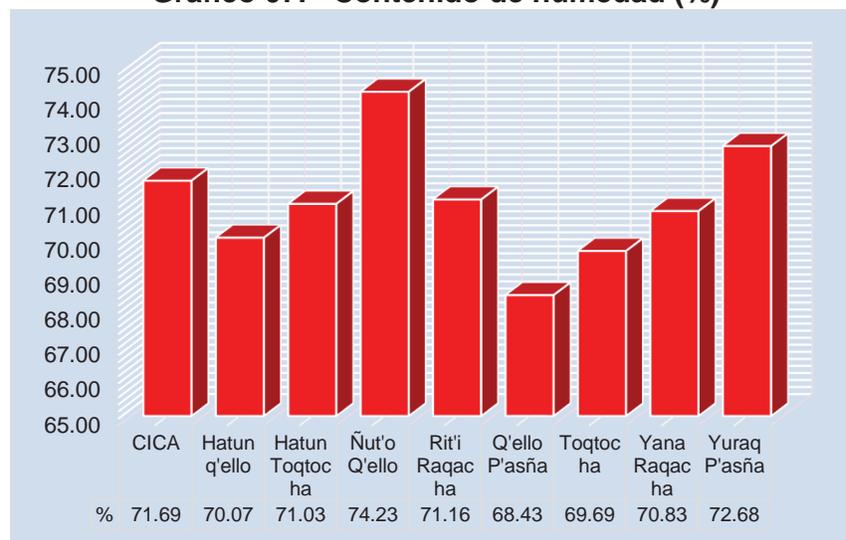
Cuadro 16: Análisis de variancia para contenido de humedad

Fuente de variabilidad	GL	S.C.	C.M	F.C.	F.T.		Significancia	
					0.05	0.01	0.05	0.01
Tratamientos	8	68.73456296	8.59182037	4.00	2.51	3.71	*	*
Error	18	38.63733333	2.14651852					
Total	26	107.37189630					CV:	2.06

Las nueve entradas de raqacha, evaluadas en la presente investigación, muestran contenido de humedad estadísticamente distinto, puesto que existen diferencias significativas en las muestras analizadas en el laboratorio, al 95% y 99% de confianza. Razón por la cual se realizó la prueba de Tukey para saber cual de las entradas muestra el mayor contenido de humedad.

El coeficiente de variabilidad en los datos registrados es de 2.06%, este valor es aceptable, por cuanto en experimentación agrícola se recomienda que el coeficiente de variabilidad sea inferior al 30%.

Gráfico 07: Contenido de humedad (%)



Según el gráfico anterior la entrada identificada como Ñut'o Q'ello muestra el promedio más alto con 74.23% de humedad, mientras que la entrada Q'ello

P'asña tiene el contenido menor con 68.43%. Es decir el contenido de humedad de las entradas analizadas fluctua de 68.43% a 74.23%.

El contenido de humedad determinado en las nueve entradas es similar al resultado mencionado por otros investigadores, así tenemos: **Seminario (1993)** menciona que el contenido de humedad varía entre 69.64% y 71.89% para tres variedades (Hualla, Q'ello y P'asña), cuadro 7. **Ugas (1993)**, para tres variedades Blanca, Morada A y Morada B, obtuvo de 71.90% a 73.4% de humedad. Cuadro 4. **Arellano (1950)** en un análisis único obtuvo 74.0% de humedad. Cuadro 5.

Finalmente **Espinoza y Ramírez (1988)** mencionan que la raqacha tiene un 80% de contenido de humedad, valor superior al encontrado en los análisis realizados en la presente investigación. Cuadro 6.

Cuadro 17: Prueba de Tukey para contenido de humedad

Orden de meritos	Tratamiento		Promedio	ALS(t)	
	Clave	Entrada		0,05	0,01
I	T4	Ñut'o Qélllo	74.23	a	a
II	T9	Yuraq P'asña	72.68	a b	a b
III	T1	CICA	71.69	a b c	a b
IV	T5	Rit'i Raqacha	71.16	a b c	a b
V	T3	Hatun Toqtocha	71.03	a b c	a b
VI	T8	Yana Raqacha	70.83	a b c	a b
VII	T2	Hatun q'ello	70.07	a b c	a b
VIII	T7	Toqtocha	69.69	b c	a b
IX	T6	Q'ello P'asña	68.43	c	b
Sx		ALS(t) 0.05		ALS(t) 0.01	
0.84587598		4.19		5.14	

Según la prueba de Tukey las entradas Ñut'o Qélllo (74.23%), Yuraq P'asña (72.68%), CICA (71.69%), Rit'i Raqacha (71.16%), Hatun Toqtocha (71.03%), Yana Raqacha (70.83%) y Hatun q'ello (70.07%) son estadísticamente iguales al 95% de probabilidad, pero a su vez son superiores a las entradas Toqtocha (69.69%) y Q'ello P'asña (68.43%).

Al 99% de confianza las entradas Ñut'o Qélllo (74.23%), Yuraq P'asña (72.68%), CICA (71.69%), Rit'i Raqacha (71.16%), Hatun Toqtocha (71.03%), Yana

Raqacha (70.83%), Hatun q'ello (70.07%) y Toqtocha (69.69%) son estadísticamente iguales pero superiores a la entrada Q'ello P'asña (68.43%).

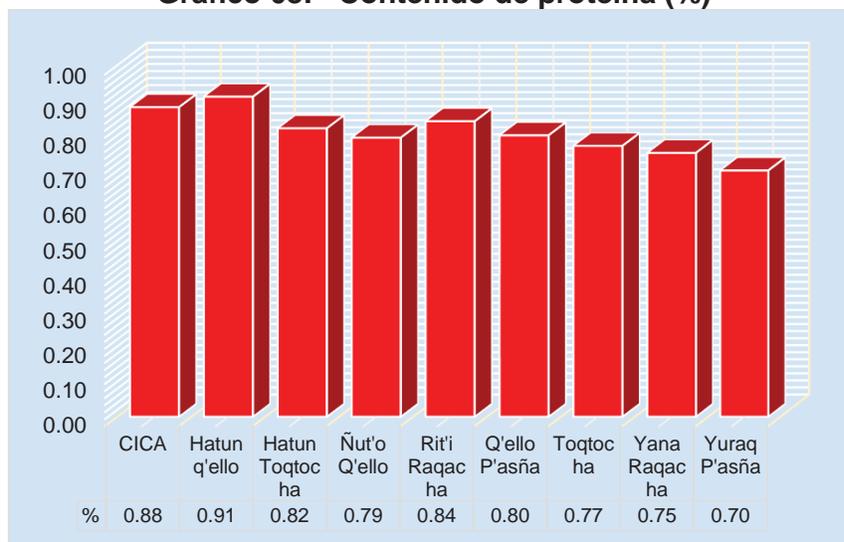
7.2. Contenido de proteína

Cuadro 18: Análisis de variancia para contenido de proteína

Fuente de variabilidad	GL	S.C.	C.M	F.C.	F.T.		Significancia	
					0.05	0.01	0.05	0.01
Tratamientos	8	0.10049630	0.01256204	28.03	2.51	3.71	*	*
Error	18	0.00806667	0.00044815					
Total	26	0.10856296					CV:	2.62

Según el análisis de variancia realizado, las nueve entradas de raqacha evaluadas en la presente investigación, tienen contenido de proteínas estadísticamente distinto, puesto que existen diferencias significativas al 99 y 95% de probabilidad entre los tratamientos. El coeficiente de variabilidad de los datos registrados es de 2.62% valor aceptable para la experimentación agrícola.

Gráfico 08: Contenido de proteína (%)



En el gráfico anterior se observa que la entrada Hatun Q'ello con 0.91% de proteínas promedio registra el valor más alto, mientras que la entrada Yuraq P'asña con 0.70% de proteínas tiene el valor más bajo. En las entradas de raqacha analizadas el contenido de proteína varía entre 0.70% y 0.91%.

El contenido de proteína de las nueve entradas evaluadas es inferior al resultado de los investigadores: **Seminario (1993)** quien menciona que el contenido de proteína varía entre 1.35% y 1.57% para tres variedades de raqacha (Hualla, Q'ello y P'asña), cuadro 7 y **Espinoza y Ramírez (1988)** quienes obtuvieron 1.25% de contenido de proteína. Cuadro 6.

En cambio si comparamos con otros investigadores, los valores encontrados en la presente investigación son similares, así tenemos: **Ugas (1993)**, para tres variedades Blanca, Morada A y Morada B, obtuvo de 0.80% a 1.10% de proteína. Cuadro 4 y **Arellano (1950)** en menciona que la raqacha tiene 0.70% de proteína. Cuadro 5.

Cuadro 19: Prueba de Tukey para contenido de proteína

Orden de meritos	Tratamiento		Promedio	ALS(t)	
	Clave	Entrada		0,05	0,01
I	T2	Hatun q'ello	0.91	a	a
II	T1	CICA	0.88	a b	a b
III	T5	Rit'i Raqacha	0.84	b c	a b c
IV	T3	Hatun Toqtocha	0.82	b c d	b c d
V	T6	Q'ello P'asña	0.80	c d e	c d
VI	T4	Ñut'o Q'ello	0.79	c d e	c d
VII	T7	Toqtocha	0.77	d e	c d e
VIII	T8	Yana Raqacha	0.75	e f	d e
IX	T9	Yuraq P'asña	0.70	f	e
Sx		ALS(t) 0.05		ALS(t) 0.01	
0.012222222		0.061		0.074	

Al 95% de probabilidad las entradas Hatun Q'ello (0.91%), CICA (0.88%) y Rit'i Raqacha (0.84%) son estadísticamente iguales, pero superiores a las entradas Hatun Toqtocha (0.82%), Q'ello P'asña (0.80%), Ñut'o Q'ello (0.79%), Toqtocha (0.77%), Yana Raqacha (0.75%) y Yuraq P'asña (0.70%).

Al 99% de confianza las entradas Hatun Q'ello con 0.91% de proteína promedio y CICA con 0.88% de proteína promedio son estadísticamente iguales, pero superiores a las entradas Hatun Toqtocha (0.82%), Q'ello P'asña (0.80%), Ñut'o Q'ello (0.79%), Toqtocha (0.77%), Yana Raqacha (0.75%) y Yuraq P'asña (0.70%).

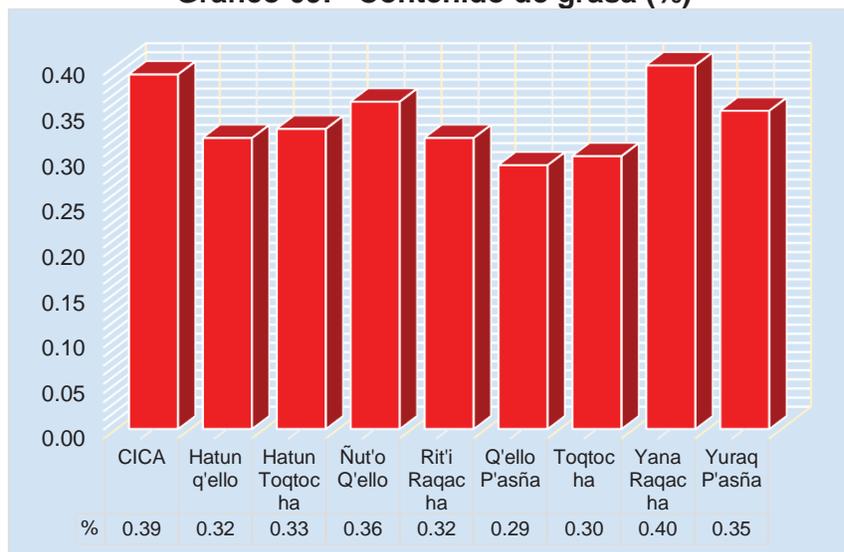
7.3. Contenido de grasa

Cuadro 20: Análisis de variancia para contenido de grasa

Fuente de variabilidad	GL	S.C.	C.M	F.C.	F.T.		Significancia	
					0.05	0.01	0.05	0.01
Tratamientos	8	0.03480000	0.00435000	13.98	2.51	3.71	*	*
Error	18	0.00560000	0.00031111					
Total	26	0.04040000					CV:	5.19

Las nueve entradas de raqacha analizadas en laboratorio muestran contenido de grasa estadísticamente diferente. Puesto que al realizar el análisis de variancia se ha determinado que al 99 y 95% de probabilidad existen diferencias significativas entre los tratamientos. Razón por la cual se ha realizada la prueba de Tukey para saber cual de las entradas muestra mayor contenido de grasa. El coeficiente de variabilidad de los datos registrados es de 5.19% valor aceptable para la experimentación agrícola.

Gráfico 09: Contenido de grasa (%)



La entrada Yana Raqacha presenta el mayor contenido de grasa con 0.40% y la entrada Q'ello P'asña muestra el menor contenido de grasa con 0.29% de contenido. En las entradas analizadas el contenido de la grasa varía entre 0.29% y 0.40%.

El contenido de grasa determinado en las entradas de raqacha es superior al resultado de los investigadores: **Ugas (1993)**, quien para tres variedades Blanca, Morada A y Morada B, obtuvo de 0.10% a 0.20% de grasa. Cuadro 4 y **Arellano (1950)** menciona un contenido de 0.20% de grasa. Cuadro 5 y **Espinoza y Ramírez (1988)**. Quienes obtuvieron el contenido de 0.20% de grasa. Cuadro 6.

En cambio si comparamos con **Seminario (1993)**, quien menciona que el contenido de grasa varía entre 0.71% y 0.88% para tres variedades de raqacha (Hualla, Q'ello y P'asña), cuadro 7, los valores encontrados en la presente investigación son inferiores.

Cuadro 21: Prueba de Tukey para contenido de grasa

Orden de méritos	Tratamiento		Promedio	ALS(t)	
	Clave	Entrada		0,05	0,01
I	T8	Yana Raqacha	0.40	a	a
II	T1	CICA	0.39	a b	a b
III	T4	Ñut'o Qéllo	0.36	a b c	a b c
IV	T9	Yuraq P'asña	0.35	b c d	a b c d
V	T3	Hatun Toqtocha	0.33	c d e	b c d
VI	T2	Hatun q'ello	0.32	c d e	c d
VII	T5	Rit'i Raqacha	0.32	c d e	c d
VIII	T7	Toqtocha	0.30	d e	c d
IX	T6	Q'ello P'asña	0.29	e	d
Sx		ALS(t) 0.05		ALS(t) 0.01	
0.010183502		0.05047		0.062	

Según la prueba de Tukey las entradas Yana Raqacha (0.40%), CICA (0.39%) y Ñut'o Qéllo (0.36%), son estadísticamente iguales pero superiores a las entradas Yuraq P'asña (0.35%), Hatun Toqtocha (0.33%), Hatun Q'ello (0.32%) promedio, Rit'i Raqacha (0.32%), Toqtocha (0.30%) y Q'ello P'asña (0.29%).

Al 99% de probabilidad las entradas Yana Raqacha (0.40%), CICA (0.39%), Ñut'o Qéllo (0.36%) y Yuraq P'asña (0.35%), son estadísticamente iguales y mejores que las entradas Hatun Toqtocha (0.33%), Hatun Q'ello (0.32%), Rit'i Raqacha (0.32%), Toqtocha (0.30%) y Q'ello P'asña (0.29%).

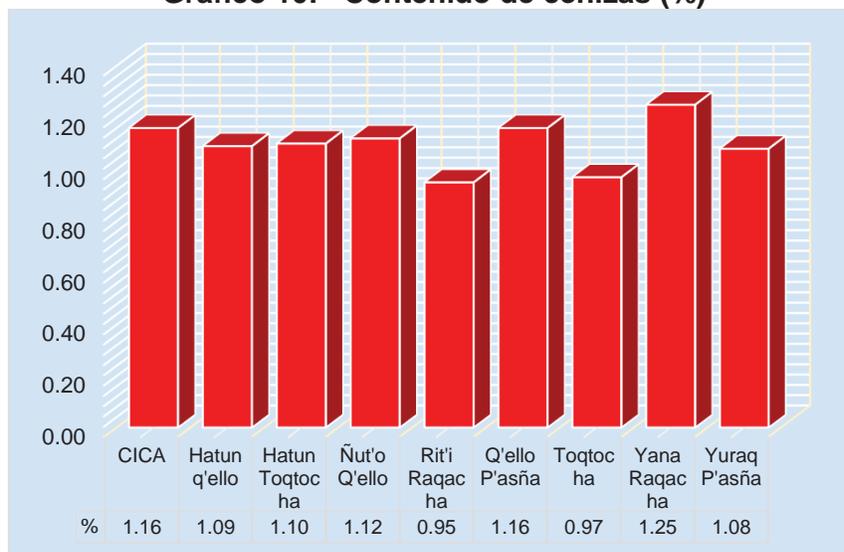
7.4. Contenido de cenizas

Cuadro 22: Análisis de variancia para contenido de cenizas

Fuente de variabilidad	GL	S.C.	C.M	F.C.	F.T.		Significancia	
					0.05	0.01	0.05	0.01
Tratamientos	8	0.20986667	0.02623333	29.51	2.51	3.71	*	*
Error	18	0.01600000	0.00088889					
Total	26	0.22586667					CV:	2.72

Según el análisis de variancia efectuado, las nueve entradas evaluadas son estadísticamente diferentes con respecto al contenido de ceniza, debido a que existen diferencias significativas entre los tratamientos del experimento al 99 y 95% de confianza. El coeficiente de variabilidad de los datos registrados es de 2.72% valor aceptable en la experimentación agrícola.

Gráfico 10: Contenido de cenizas (%)



En el gráfico anterior se observa lo siguiente: la entrada que muestra el más alto contenido de cenizas es Yana Raqacha con un promedio de 1.25% de ceniza, la entrada que muestra el contenido de ceniza más bajo es Rit'i Raqacha con 0.95% de ceniza. Por tanto, en las muestras analizadas en laboratorio el contenido de ceniza fluctúa de 0.85 a 1.25%.

El contenido de ceniza determinado en las nueve entradas es similar al resultado de los investigadores: **Arellano (1950)** quien menciona un contenido de 1.04% de

ceniza. Cuadro 5 y **Espinoza y Ramírez (1988)**. Quienes obtuvieron el valor de 1.30% de ceniza. Cuadro 6.

En cambio si comparamos con **Seminario (1993)**, quien menciona que el contenido de ceniza varía entre 3.08% y 3.49% para tres variedades de raqacha (Hualla, Q'ello y P'asña), cuadro 7, los valores encontrados en la presente investigación son inferiores.

Cuadro 23: Prueba de Tukey para contenido de ceniza

Orden de méritos	Tratamiento		Promedio	ALS(t)	
	Clave	Entrada		0,05	0,01
I	T8	Yana Raqacha	1.25	a	a
II	T1	CICA	1.16	b	a b
III	T6	Q'ello P'asña	1.16	b	a b
IV	T4	Ñut'o Qélllo	1.12	b	b
V	T3	Hatun Toqtocha	1.10	b	b
VI	T2	Hatun q'ello	1.09	b	b
VII	T9	Yuraq P'asña	1.08	b	b
VIII	T7	Toqtocha	0.97	c	c
IX	T5	Rit'i Raqacha	0.95	c	c
Sx		ALS(t) 0.05		ALS(t) 0.01	
0.017213259		0.085		0.105	

Al 95% de probabilidad la entrada Yana Raqacha con un promedio de 1.25% de contenido de ceniza es superior estadísticamente a las entradas CICA (1.16%), Q'ello P'asña (1.16%), Ñut'o Qélllo (1.12%), Hatun Toqtocha (1.10%), Hatun q'ello (1.09%), Yuraq P'asña (1.08%), Toqtocha (0.97%) y Rit'i Raqacha (0.95%) de ceniza en promedio.

Al 99% de confianza las entradas: Yana Raqacha con un promedio de 1.25% de contenido de ceniza, CICA (1.16%) y Q'ello P'asña (1.16%) son superiores estadísticamente a las entradas: Ñut'o Qélllo (1.12%), Hatun Toqtocha (1.10%), Hatun q'ello (1.09%), Yuraq P'asña (1.08%), Toqtocha (0.97%) y Rit'i Raqacha (0.95%) de ceniza en promedio.

7.5. Contenido de fibra

Cuadro 24: Análisis de variancia para contenido de fibra

Fuente de variabilidad	GL	S.C.	C.M	F.C.	F.T.		Significancia	
					0.05	0.01	0.05	0.01
Tratamientos	8	0.20145185	0.02518148	16.15	2.51	3.71	*	*
Error	18	0.02806667	0.00155926					
Total	26	0.22951852					CV:	3.00

Las nueve entradas de raqacha evaluadas son estadísticamente distintos en lo referente al contenido de fibra, ya que existen diferencias significativas entre los tratamientos al 99% y 95% de probabilidad. El coeficiente de variabilidad de los datos registrados es de 3.0% valor aceptable en la experimentación agrícola.

Gráfico 11: Contenido de fibra (%)



La entrada CICA con 1.40% de contenido promedio de fibra presenta el valor más alto y la entrada Hatun q'ello con 1.12% de contenido de fibra tiene el valor más bajo. Por tanto en las entradas evaluadas el contenido de fibra varía entre 1.12% y 1.40%.

El contenido de fibra determinado en las nueve entradas es superior al resultado de los investigadores: **Ugas (1993)**, quien para tres variedades Blanca, Morada A y Morada B, obtuvo de 0.6% a 1.0% de fibra. Cuadro 4 y **Arellano (1950)** en un análisis único obtuvo 1.10% de fibra. Cuadro 5.

En cambio si comparamos con **Seminario (1993)**, quien menciona que el contenido de fibra varía entre 1.34% y 1.57% para tres variedades de raqacha (Hualla, Q'ello y P'asña), cuadro 7, los valores encontrados en la presente investigación son inferiores.

Cuadro 25: Prueba de Tukey para contenido de fibra

Orden de meritos	Tratamiento		Promedio	ALS(t)	
	Clave	Entrada		0.05	0.01
I	T1	CICA	1.40	a	a
II	T8	Yana Raqacha	1.39	a	a
III	T7	Toqtocha	1.37	a	a
IV	T4	Ñut'o Q'ello	1.36	a	a
V	T3	Hatun Toqtocha	1.35	a	a
VI	T6	Q'ello P'asña	1.33	a b	a b
VII	T9	Yuraq P'asña	1.31	a b	a b
VIII	T5	Rit'i Raqacha	1.22	b c	b c
IX	T2	Hatun q'ello	1.12	c	c
Sx		ALS(t) 0.05		ALS(t) 0.01	
0.022798094		0.113		0.139	

Según la prueba de Tukey al comparar los promedios a un nivel de confianza del 95% y 99% las entradas de raqacha CICA (1.4%), Yana Raqacha (1.39%), Toqtocha (1.37%), Ñut'o Q'ello (1.36%), Hatun Toqtocha (1.35%), Q'ello P'asña (1.33%) y Yuraq P'asña (1.31%) presentan promedios estadísticamente iguales pero a su vez superiores a las entradas: Rit'i Raqacha con 1.22% de promedio y Hatun q'ello con 1.12% de fibra.

7.6. Contenido de carbohidratos

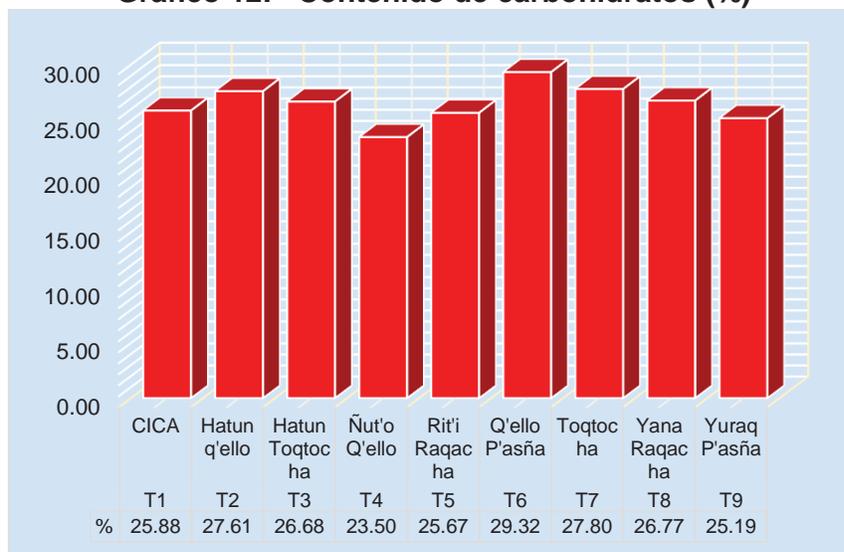
Cuadro 26: Análisis de variancia para contenido de carbohidratos

Fuente de variabilidad	GL	S.C.	C.M	F.C.	F.T.		Significancia	
					0.05	0.01	0.05	0.01
Tratamientos	8	68.41920000	8.55240000	2.72	2.51	3.71	*	NS
Error	18	56.64726667	3.14707037					
Total	26	125.06646667					CV:	6.70

Según el análisis de variancia realizado las nueve entradas de raqacha analizados en la presente investigación son estadísticamente distintos, puesto que existen diferencias significativas al 95% de probabilidad, mientras que a un nivel de confianza del 99% las entradas evaluadas son estadísticamente iguales.

El coeficiente de variabilidad de los datos registrados es de 3.0% valor aceptable en la experimentación agrícola.

Gráfico 12: Contenido de carbohidratos (%)



Según el gráfico anterior la entrada Q'ello Pasña con un promedio de 29.32% de carbohidratos muestra el promedio más alto, mientras que la entrada Ñut'o Q'ello con un promedio de 23.5% de cabohidratos es el valor más bajo. Por tanto en las entradas evaluadas el contenido de carbohidratos varía entre 23.5% y 29.32%.

El contenido de carbohidratos determinado en las nueve entradas es superior al mencionado por los investigadores: **Ugas (1993)**, quien para tres variedades Blanca, Morada A y Morada B, obtuvo de 24.40% a 24.90% de carbohidratos. Cuadro 4 y **Arellano (1950)** menciona que la raqacha tiene 23.0% de carbohidratos. Cuadro 5 y **Espinoza y Ramírez (1988)**. Quienes obtuvieron el valor de 22.0% de contenido de carbohidratos. Cuadro 6.

VIII. CONCLUSIONES

1. El contenido de humedad de las raíces tuberosas analizadas de raqacha varia de 68.43 a 74.23%. Al 99% de confianza la entrada Ñut'o Q'ello muestra el contenido más alto con 74.23% y Q'ello P'asña presenta el contenido más bajo con 68.43%.
2. El contenido de proteínas en las raíces tuberosas analizadas fluctua de 0.70% a 0.91%, siendo las entradas Hatun q'ello, CICA y Rit'i Raqacha las que muestran valores más altos a un 99% de confianza, mientras que la entrada Yuraq P'asña muestra el contenido más bajo con 0.70%.
3. El contenido de grasa de las entradas evaluadas varia de 0.29% a 0.40%. A un 99% de probabilidad las entradas Yana Raqacha, CICA, Ñut'o Q'elloy Yuraq P'asña presentan los valores más elevados en contenido de grasa con 0.40%, mientras que la entrada Q'ello P'asña muestra el contenido más bajo con 0.29%.
4. El contenido de ceniza en las raíces tuberosas evaluadas fluctua de 0.95 a 1.25%. Al 95% de probabilidad la entrada Yana Raqacha presenta el contenido de ceniza más elevado con 1.25%, mientras que la entrada Rit'i Raqacha presenta el contenido más bajo con 0.95%.
5. El contenido de fibra en las entradas evaluadas varia de 1.12 a 1.40%, siendo la entrada CICA la que presenta el contenido de fibra más elevado con 1.4%, mientras que las entradas Rit'i Raqacha y Hatun Q'ello presentan el contenido más bajo de fibra con 1.12%.
6. El contenido de carbohidratos de las entradas evaluadas varia de 23.5 a 29.32%. Todas las entradas evaluadas tienen el contenido de carbohidratos estadísticamente igual.

IX. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda continuar con el análisis nutricional de las raíces reservantes de la raqacha determinando contenido de minerales y vitaminas para revalorar la especie.
2. Es necesario realizar la evaluación del contenido nutricional de las raíces reservantes de raqacha en otras entradas de raqacha existentes en la región para determinar el valor nutricional que tiene esta especie.
3. Se recomienda investigar sobre las posibilidades de industrialización de la raíz reservante de raqacha para incentivar su cultivo en nuestra región, puesto que las condiciones edafoclimáticas son adecuadas para su cultivo.
4. Se recomienda la instalación de un banco de germoplasma para trabajos de mejoramiento. Asimismo la conservación in situ y ex situ de la raqacha.

X. BIBLIOGRAFIA

1. Arbizu, C. y Hermann, M. (1993). *Algunos factores limitantes en el uso de raíces y tubérculos andinos y sus prioridades de investigación, el agro ecosistema andino*. Lima, Perú: Centro Internacional de la Papa
2. Arbizu, C. y Robles E. (1986). *La colección de los cultivos de raíces y tuberosas andinos de la universidad de Huamanga*. Puno, Perú: Congreso Internacional de Sistemas Agropecuarios Andinos,
3. Arellano, M. (1950). *Tratado de raíces andinas*. Perú: S/E
4. Astete N, V. (1995). *Evaluación de 42 genotipos de arracacha (Arracacia xanthorrhiza Bancroft) en el valle de La Convención*. (Tesis de grado). Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco. Cusco, Perú.
5. Bukasov, M. (1930). *Las plantas cultivadas de México, Guatemala y Colombia*.
6. Camino. A, J M y C. Díaz Polanco. (1972). *Identificación de una bacteriosis en apio (Arracacia xanthorrhiza Bancroft)*. Venezuela: Agronomía tropical.
7. Canahua Z., A. (1977). I Congreso Internacional sobre cultivos andinos Bolivia, Ecuador, Perú en Ayacucho, Perú. 25 – 28 octubre.
8. Cardenas, M. (1969). *Manual de plantas económicas de Bolivia*. Cochabamba, Bolivia: S/E
9. Cosio, P. (2010). *Apuntes de clase: Diseños experimentales*. Cusco, Perú: Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.
10. Espinoza M, E. y A., Ramirez. (1988). *Cultivos Andinos*. Lima, Perú: S/E
11. Ferreyra, R. (1986). *Flora del Perú dicotiledóneas*. Lima, Perú: S/E
12. Franco, S. (1997). *El cultivo de Arracacha o Racacha*. Cusco, Perú: Resumen del IX Congreso Internacional de Cultivos Andinos.
13. Franco P, S. y J, Rodriguez. (1988). *Evaluación del Germoplasma de arracacha o racacha (Arracada xanthorrhiza Bancroft) en el Valle de Cajamarca*. Quito, Ecuador: VI Congreso Internacional sobre Cultivos Andinos.
14. Hadge, W. H. (1949). *La arracacha comestible*. Medellín, Colombia: Revista de la Facultad Nacional Agronómica.

15. Herrera F. (1941). *Sinopsis de la flora del cusco. Tomo I, parte sistemática.*
16. Muller, A. S. (1941). *Septoria Miller. Reconocimiento de las Enfermedades de las Plantas Cultivadas de Venezuela.* Caracas, Venezuela: Boletín de Sociedad Venezuela Ciencias Naturales.
17. Navarro, R. y J. Castaño. (1991). *Mancha parda de los Tubérculos de arracacha.* Bogota, Colombia: Instituto Colombiano Agropecuario Regional.
18. Patiño V, M. (1964). *Plantas cultivadas y animales domésticos en América equinoccial.* Cali, Colombia: S/E
19. Pitter, H. (1968). *Manual de plantas usuales de Venezuela.* Caracas, Venezuela: S/E
20. Placencia C, C. y T, Sanches V. (1994). *Ensayo Comparativo de 10 Clones de Arracacha (Arracada xanthorrhiza Bancroft) en Cajamarca.* Cajamarca, Perú: S/E
21. Rivera R, R. (1993). *Cultivos andinos y seguridad alimentaria.* Lima, Perú: Editorial S.R.R.
22. Romani A, A. F. (1993). *Curva de enraizamiento en arracacha.* (Tesis de grado). Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco. Cusco, Perú.
23. Seminario, J. (1986). *Inventario de los cultivos de andinos en Cajamarca.* Puno, Perú: V Congreso Internacional de Sistemas Agropecuarios Andinos.
24. Soukup, J. (1970). *Vocabulario de los nombres vulgares de la flora peruana.* Lima – Perú: Edit. Salesiano.
25. Tapia, M. (1990). *Cultivos andinos sub explotados y su aporte a la alimentación.* Instituto de investigación agraria y agroindustrial, FAO
26. Ugas, G. (1993). *La arracacha (Arracacia xanthorrhiza Bancroft).* Lima, Perú: Revista de Divulgación Técnico Científico, volumen 41, Nº 1.