

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCABELICA
(CREADA POR LEY N° 25265)



FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE
AGRONOMÍA**

TESIS

**“EFECTO DE APLICACIÓN FOLIAR Y AL SUELO DE LOS
MICRONUTRIENTES EN EL CULTIVO DE YACÓN
(*Smallanthus sonchifolius* Poeppig & Endlicher)”**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

PRESENTADO POR EL BACHILLER:

NICOLÁS MARTÍNEZ ROJAS

**ACOBAMBA – HUANCABELICA
2012**

ACTA DE SUSTENTACIÓN O APROBACIÓN DE UNA DE LAS MODALIDADES DE TITULACIÓN

En la Ciudad Universitaria de "Común Era"; auditorio de la Facultad de Ciencias Agrarias, a los 21 días del mes de noviembre del año 2012, a horas 11:00 a.m.; se reunieron; el Jurado Calificador, conformado de la siguiente manera:

Presidente : Dr. David RUIZ VÍLCHEZ
Secretario : Ing. Efraín David ESTEBAN NOLBERTO
Vocal : Ing. Isaac Nolberto ALIAGA BARRERA
Accesitario : Ing. Leónidas LAURA QUISPETUPA

Designados con **RESOLUCIÓN Nº 017-2012-CF-FCA-COYG-UNH**; del: proyecto de investigación o examen de capacidad o informe técnico u otros. Intitulado:

"EFECTO DE APLICACIÓN FOLIAR Y AL SUELO DE LOS MICRONUTRIENTES EN EL CULTIVO DE YACON (*Smallanthus sonchifolius* Poepig & Endlicher)"

Cuyo autor es el graduado:

BACHILLER: **MARTÍNEZ ROJAS, Nicolás**

A fin de proceder con la evaluación y calificación de la sustentación del: proyecto de investigación o examen de capacidad o informe técnico u otros, antes citado.

Finalizado la evaluación; se invito al público presente y la sustentante abandonar el recinto; y, luego de una amplia deliberación por parte del jurado, se llegó al siguiente resultado:

APROBADO **POR** *UNANIMIDAD*

DESAPROBADO

En conformidad a lo actuado firmamos al pie.



Presidente



Secretario



Vocal

Accesitario

ASESOR.

Ph. D. AGUSTÍN PERALES ANGOMA.

CO-ASESOR.

Mg. Sc. Ing. MARINO BAUTISTA VARGAS.

DEDICATORIA.

En forma muy especial para mi padre y mi madre y toda mi familia.

Especial reconocimiento a Los Docentes y amigos con quienes compartí momentos agradables durante mis estudios en la E.A.P. de Agronomía. F.C.A. – U.N.H.

AGRADECIMIENTO.

Mis agradecimientos están dirigidos a todas aquellas personas que de alguna u otra manera hicieron posible llegar a esta instancia de mi carrera.

Agradezco a Dios, por darme la fuerza en los momentos difíciles y poder superar las dificultades que se presentaron durante mi carrera.

Agradezco a mis padres, por confiar siempre en mí, entregando todo su amor y sacrificio.

A mis hermanos Julia, Félix, Oscar y Rómulo quienes siempre me apoyaron incondicionalmente en toda la etapa de mi formación. A mi asesor al Ph.D. Agustín Perales Angoma, por su apoyo y consejos brindados en la realización de esta investigación.

Agradezco a todos los docentes de la Facultad de Ciencias Agrarias, en especial a los docentes de la *Escuela Académico Profesional de Agronomía* por infundir sus conocimientos y valores en las aulas universitarias.

Finalmente quiero agradecer a todas aquellas personas que de una u otra manera me brindaron su apoyo y colaboración para la realización del presente trabajo.

INDICE

AGRADECIMIENTO

INDICE

RESUMEN

INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO I PROBLEMA.

1.1 Planteamiento del problema.	14
1.1.1 Conocimientos previos y delimitación del problema.	14
1.1.1.1 Conocimientos previos.	14
1.1.1.2 Característica y significado del problema.	18
1.1.2 Caracterización y delimitación del problema.	19
1.2 Formulación del problema.	19
1.3 Objetivo: General y específicos.	19
1.3.1 Objetivo General:	19
1.3.2 Objetivos Específicos:	19
1.4 Justificación.	20

CAPÍTULO II MARCO TEORICO.

2.1. Antecedentes	21
2.2. Bases teóricas.	22
2.2.1 Cultivo de Yacon.	22
2.2.2 Variable de Cultivos.	23
2.2.3 Requerimiento climático.	25
2.2.4 Manejo agronómico del cultivo de yacon.	26
2.2.5 Cosecha y post cosecha.	29
2.2.6 Micronutrientes (oligoelementos).	29

2.2.7 Aplicación de micronutrientes.	31
2.2.8 Material experimental.	32
2.3. Hipótesis.	36
2.4. Variables de estudio	36
CAPÍTULO III METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	
3.1. Ámbito de estudio.	37
3.1.1 Ámbito de estudio.	37
3.1.2 Ubicación política.	37
3.1.3 Ubicación geográfica.	37
3.1.4 Factores climáticos.	37
3.1.5 Suelo.	38
3.1.6 Historia del campo experimental.	38
3.2. Tipo de investigación.	38
3.3. Nivel de investigación.	39
3.4. Método de investigación.	39
3.5. Diseño de investigación.	39
3.6. Población, muestra, muestreo.	40
3.6.1. Población.	40
3.6.2. Muestra.	40
3.6.3. Muestreo.	41
3.7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.	41
3.8. Procedimiento de recolección de datos.	41
3.9. Técnicas de procesamiento y análisis de datos.	41
CAPÍTULO IV RESULTADOS.	
4.1 Presentación de resultados.	42
4.1.1. Altura de planta, antes de la aplicación de micronutrientes.	42
4.1.2. Altura de planta en la etapa de floración.	43
4.1.3. Peso de raíz tuberosa.	44
4.1.4. Cantidad de raíz tuberosa.	45
4.1.5. Tamaño de raíz tuberosa.	46
4.2 Discusión.	48

Conclusiones.

Recomendaciones.

Referencia Bibliográfica.

Artículo científico.

Anexos.

Imágenes.

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro N° 1. Principales características morfológicas de cuatro cultivares de yacón.	24
Cuadro N° 2. Concentración usual de los elementos menores en las plantas superiores.	31
Cuadro N° 3. Recomendaciones de uso de Micro Kel.	34
Cuadro N° 4. Resultados de análisis de suelo.	38
Cuadro N° 5. Tratamientos y dosis.	40
Cuadro N° 6. Detalle de las técnicas e instrumentos.	41
Cuadro N° 7. Altura de planta (cm), antes de la aplicación de los tratamientos.	42
Cuadro N° 8. Altura de plantas en la etapa de floración del cultivo de yacón (después de aplicación de los tratamientos).	43
Cuadro N° 9. Peso (Kg.) de la raíz tuberosa.	44
Cuadro N° 10. Cantidad de raíz tuberosa.	45
Cuadro N° 11. Tamaño (cm.) de raíz tuberosa.	46

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N°1. Altura de planta (cm), antes de la aplicación de los tratamientos.	43
Gráfico N° 2. Altura de planta (cm), en la etapa de floración, después de la aplicación de los micronutrientes.	44
Gráfico N° 3. Peso (Kg.) de raíz tuberosa por planta.	45
Gráfico N° 4. Cantidad (Und.) de raíz tuberosa por planta.	46
Gráfico N° 5. Tamaño (cm) de raíz tuberosa por planta.	47

RESUMEN

La investigación se realizó en centro experimental de "Común Era" de la Facultad de Ciencias Agrarias - Universidad Nacional de Huancavelica, localizado en el distrito y provincia de Acobamba del departamento de Huancavelica en la campaña agrícola (2 008 - 2 009).

Esta investigación sobre "EFECTO DE APLICACIÓN FOLIAR Y AL SUELO DE LOS MICRONUTRIENTES EN EL CULTIVO DE YACÓN (*Smallanthus sonchifolius* Poeppig & Endlicher)" se hizo con la finalidad de evaluar la influencia de los micronutrientes sobre la producción total de raíces tuberosas en el cultivo de yacón, para el cual, se utilizó el diseño de bloque completamente randomizado (DBCR) con 5 tratamientos y 3 repeticiones.

Las variables que se evaluaron fueron: altura de plantas, (prefloración y en el momento de la floración) y rendimiento de raíces (cantidad, peso y tamaño). Los resultados fueron analizados mediante la prueba de Duncan con niveles de significación de 0.05. En los tratamientos en estudio se consideró para el tratamiento A "Súper húmico", para el tratamiento B "Grow combi", para el tratamiento C "Micro kel", para el tratamiento D "Bio" y el tratamiento E fue el testigo al que no se le aplicó ningún insumo.

Los resultados se muestran, que el tratamiento C es el mejoren las variables propuestas, en el cual de acuerdo al promedio de los datos originales se obtuvo 1.108 kg de raíz/planta, teniendo en último lugar al tratamiento B con 0.85 kg por planta. El análisis de varianza indica significación estadística en altura de plantas en floración y en el peso de raíz tuberosa y en los demás casos no se encontró ninguna significación estadística.

El análisis de Duncan se empleó para todas las variables estudiadas y los resultados que nos muestra fue que en solo el tamaño de raíz tuberosa se encontró significación estadística.

INTRODUCCIÓN

El yacón, cuyo nombre científico es *Smallanthus sonchifolius* Poeppig & Endlicher, es una planta originaria de la zona andina que fue domesticada y cultivada por los antiguos peruanos desde la época pre incaica. Tradicionalmente se lo encuentra cultivado como planta de borde o dentro de los huertos familiares. Además de ser rústico y tener altos rendimientos (30 t/ha en promedio), está ampliamente distribuido y puede adaptarse fácilmente a ecologías de costa, valles interandinos y selva alta, hasta los 3 500 msnm. Las zonas con mayor tradición en su cultivo se hallan en el Norte (Cajamarca, Amazonas, Piura, Ancash) y también en el sur (Cuzco, Apurímac, Ayacucho, Puno). Se consume como fruta fresca y posee importantes propiedades nutracéuticas, lo que quiere decir que además de ser alimento, también es medicina. En los últimos años, su cultivo ha dejado de ser marginal para convertirse en una excelente alternativa para generar ingresos económicos a los agricultores. Su presencia en cantidades importantes en los mercados nacionales se debe entre otros aspectos a la divulgación de los beneficios nutricionales de los azúcares dietéticos presentes en grandes cantidades en esta raíz y, a la percepción de que es un alimento útil para diabéticos. Por estas razones, se espera que en los próximos años, la industria absorba mayor cantidad de producto fresco: las raíces para elaborar miel, jarabe, hojuelas, harina, etc y las hojas para la elaboración de filtrantes. Este uso no tradicional del yacón ha incrementado notablemente su importancia como cultivo comercial.

Para la realización del presente trabajo de investigación se optó por el cultivo de yacón por que en la actualidad este cultivo viene alcanzando grandes demandas en los mercados debido a sus propiedades medicinales para el hombre (tanto de las raíces tuberosas como de las hojas) como cultivo alternativo por su amplia adaptabilidad

agroecológica y, sus propiedades medicinales y forrajeras para los ganados. Al final de la ejecución, los datos obtenidos de la investigación justificarán el mismo y nos dará a conocer la importancia de los micronutrientes en el cultivo de yacón estudiados y analizados la rentabilidad de los tratamientos en estudio, y de obtener los resultados, se harán las publicaciones respectivas hacia los agricultores, estudiantes e interesados en general. La información experimental nos permitirá establecer recomendaciones prácticas acerca de la aplicación de los micronutrientes al cultivo de yacón, puesto que, esta información será de mucha utilidad para la comunidad interesada en general, y el cual, como cultivo alternativo de alguna manera se estaría solucionando los problemas alimenticios existente de nuestra población, así como también se estaría mejorando los ingresos económicos de nuestra población, de acuerdo a ello se han planteado los siguientes objetivos:

- Evaluar la influencia de los micronutrientes sobre la producción total de raíces tuberosas en el cultivo de yacón.
- Evaluar la cantidad, peso y tamaño de las raíces tuberosas.
- Evaluar la rentabilidad de la aplicación de micronutrientes.

CAPÍTULO I: PROBLEMA.

1.1 Planteamiento del problema.

1.1.1 Conocimientos previos y delimitación del problema.

1.1.1.1 Conocimientos previos.

MICRONUTRIENTES (OLIGOELEMENTOS) Las plantas utilizan en su nutrición pequeñas cantidades de ciertos elementos, denominados microelementos, oligoelementos o elementos trazas. En la tabla 1, se presenta la concentración en miligramos por 100 gramos de materia seca de estos ocho (8) microelementos a saber: boro, cloro, cobre, hierro manganeso, molibdeno, níquel, zinc y sodio. Los vegetales los requieren solamente en cantidades muy pequeñas que oscilan entre 0,01 a 0,5 ppm. Los micronutrientes tienen varias propiedades en común, entre las que están la de actuar como activadores de muchas enzimas esenciales para la vida animal y vegetal, aunque cuando presentes en cantidades elevadas en las soluciones nutritivas o solución del suelo, producen toxicidad. Comúnmente los oligoelementos no se aplican al suelo mediante el uso de fertilizantes comerciales, a pesar de que su extracción del suelo ha proseguido durante siglos sin ninguna reposición sistemática, agotándose sus existencias, con el subsiguiente efecto sobre la productividad vegetal. Así mismo, la utilización de fertilizantes químicos que estimulan un mayor rendimiento de los cultivos, junto a la pérdida de oligoelementos por meteorización, lixiviación, el uso cada vez menor de estiércol animal y de otros productos fertilizantes naturales, en comparación con

el uso de fertilizantes químicos, cada vez más puros, entre otros, está contribuyendo al agotamiento acelerado de las reservas de oligoelementos en los suelos. El suministro mezquino de oligoelementos a las plantas limita el desarrollo y productividad vegetal. Los cultivos requieren cantidades de elementos químicos que oscilan desde algunos gramos a pocos kilogramos por hectárea. Se ha estimado que un cultivo de avena remueve cerca de 20g de cobre, 100g de zinc y 500g de manganeso, comparado con 8Kg de fósforo por hectárea. Los oligoelementos se clasifican para una mejor discusión, en aniónicos y catiónicos. Los aniónicos incluyen el boro, cloro y molibdeno. El molibdeno se considera como un anión, ya que se presenta como átomo central del anión molibdato, cuyo comportamiento es semejante al del boro. El cloro se presenta en el suelo como ión cloruro. Los oligoelementos catiónicos comprenden zinc, hierro, cobre, manganeso y níquel. Estos se encuentran en los suelos con valencia de +2, aunque el hierro se puede presentar con valencia +3 y el manganeso como, Mn^{+4} y a veces como Mn^{+4O} .

Tabla 1. Concentración usual de los elementos menores en las plantas superiores.

MICROELEMENTOS	MG POR 100 G DE MATERIA SECA	PARTE POR MILLON
Boro	2,0	20
Cloro	10,0	100
Cobre	0,6	6
Hierro	10,0	100
Manganeso	5,0	50
Molibdeno	0,01	0,1
Zinc	2,0	20
Níquel	0,3	3
Sodio	1,0	10

"Fertilizar" Industria Química (APLICACIÓN FOLIAR DE MICRONUTRIENTES) En forma similar a lo que ocurre en suelos las hojas están negativamente cargadas. El recubrimiento de cera en la superficie de las hojas, la cutícula y las paredes celulares contribuyen a esta carga negativa. El micronutriente no quelado, positivo, es retenido sobre la superficie de la hoja por las cargas negativas, de forma que la mayor parte no puede penetrar en la planta.

La carga negativa de los micronutrientes quelados permite penetrar fácilmente la capa de cera y las paredes celulares, siendo rápidamente transportados a través de la planta. Cuando el sistema enzimático requiere al micronutriente el quelato es metabolizado liberándolo.

Tanto en aplicación foliar o en suelos el micronutriente quelado aporta además del microelemento una fertilización adicional, ya que los complejos metálicos (EDETATOS) son sales potásicas o amónicas.

Virgili, (1996). Muchos suelos en climas áridos tienen pH alto, lo cual puede afectar sus propiedades e influenciar la productividad. Por supuesto, estos suelos no requieren de cal, sin embargo, su pH alto afecta la disponibilidad de nutrientes, la fertilidad del suelo y el manejo de los fertilizantes.

Los Suelos Calcáreos contienen CaCO_3 libre..., no disuelto..., con pHs que se encuentran generalmente entre valores de 7.3 a 8.4 . La presencia de carbonatos libres influye en ciertas prácticas de manejo como el uso de herbicidas, localización de P (debido a la fijación) y a la disponibilidad de micronutrientes, particularmente el Fe. El reducir el pH de los suelos calcáreos generalmente no es económico. Con manejo apropiado, estos pueden ser unos de los suelos más productivos.

Cuando se trata de Micronutrientes, lo mejor es usar unos fertilizantes especiales llamados *quelatos*, es decir abonos con micronutrientes quelatizados.

Los abonos foliares resultan muy interesantes para aportar Micronutrientes porque la planta necesita pequeñas cantidades. La *clorosis férrica* se puede paliar en 24 horas con un abono foliar.

Aparte de echar los quelatos o abonos foliares y para no tener que gastar tanto en ellos, es muy bueno intentar liberar el Hierro y los demás micronutrientes que contiene el suelo alcalino pero que están insolubilizados y no pueden ser tomados por las raíces. Haber, hay, de todo, pero no están solubles, con lo que es como si no estuvieran para las raíces. Esto se consigue bajando el pH, es decir, acidificando el suelo; así se liberarán solos.

Con los abonos foliares se recomienda no pasarte de dosis ni aplicarlos con sol fuerte, sino al atardecer, ya que se podrían producir "quemaduras" en las hojas.

UNC, CIP, COSUDE – PYMAGROS (2002), El yacón o llacón, pertenece al género *Smallanthus* (familia Asteraceae, sub familia Asteroidea, tribu Heliantheas). Su hábito es herbáceo, perenne, erecto de 0.8 a 2 m. De altura, con pocas o muchas ramas. Los tallos son cilíndricos verdes a púrpuras, pilosos huecos a la madurez, con hojas pecioladas, opuestas y decusadas, de lámina triangular, de base trunca, hastada, cordada o sub cordada produce hojas hasta el inicio de la floración, después solo produce hojuelas pequeños. El sistema radical está compuesto principalmente por raíces reservantes engrosadas, fusiformes u ovadas, exteriormente de color crema, blanquecino o púrpura de forma irregular. Existen también pocas raíces en forma de cable, generalmente ubicadas en la parte superior, cuya función es de fijación y absorción.

Entre la raíz y el tallo aéreo se forma una cepa o corona, que es una masa de forma irregular de tejido parenquimático y con abundantes yemas vegetativas, de la cual se extraen los propágulos para la siembra. La rama floral es terminal de ramificación dicásica, compuesta de capítulos o cabezuelas. Cada rama floral puede

presentar entre 20 a 40 capítulos y una planta puede producir 20 a 80 capítulos. Cada capítulo está formado por flores masculinas y femeninas. El fruto, que en este caso viene a ser a la vez, la semilla, es un aquenio de color negro a marrón de forma ovado elíptico, de aproximadamente 3.7 mm de largo y 2.2 mm de ancho. Cien frutos de semillas pesan entre 0.6 a 1.2g.

Las mejores condiciones para su cultivo se encuentran entre el piso alto de la región yunga (marítima y fluvial) y el piso medio de la región quechua, según su clasificación de Pulgar Vidal (1981), en el rango altitudinal de 1100 a 2500m.

Los requerimientos de agua están entre los 650 y 1000 mm de lluvia, anuales. Aunque es muy susceptible a las heladas, esto se compensa con una excelente capacidad de rebrote. Se comporta mejor en suelos sueltos, francos a francos arenosos, con pH, desde ligeramente ácido hasta el neutro. Los suelos de bosque son excelentes para el yacón. Muestra respuesta positiva a la provisión de materia orgánica. Crece bien bajo sombra de árboles frutales y otros arbustos, y también a pleno sol; del mismo modo, crece bien asociado con maíz, papa, hortaliza y otros cultivos.

1.1.1.2 Característica y significado del problema.

Para ejecutar el presente trabajo de investigación se optó por el Cultivo de Yacón por que en la actualidad este cultivo viene alcanzando grandes demandas en los mercados debido a sus propiedades medicinales para el hombre (tanto de las raíces tuberosas como de las hojas), como cultivo alternativo por su amplia adaptabilidad agroecológica, y, sus propiedades medicinales y forrajeras para los ganados.

Al final de la ejecución, los datos obtenidos del proyecto justificarán el mismo y nos dará a conocer la importancia de los micronutrientes en el cultivo de yacón estudiados y analizados la rentabilidad de los tratamientos en estudio, y de obtener los resultados, se harán las

publicaciones respectivas hacia los agricultores, estudiantes e interesados en general de esta localidad; con la finalidad de mejorar los ingresos económicos y por ende la calidad de vida del poblador Acobambino.

1.1.2 Caracterización y delimitación del problema.

La información experimental nos permitirá establecer recomendaciones prácticas acerca de la aplicación de los micronutrientes al cultivo de yacón y su rentabilidad., Puesto que, esta información será de mucha utilidad para la comunidad interesada en general, y el cual, como cultivo alternativo de alguna manera se estaría solucionando los problemas alimenticios existente de nuestra población, así como también se estaría mejorando los ingresos económicos de nuestra población.

1.2 Formulación del problema.

La falta de estudios sobre el efecto de los micronutrientes en el cultivo de yacón, es la razón que elegí por realizar este proyecto debido a que la aplicación de los micronutrientes a los cultivos es en la actualidad una necesidad, puesto que el constante uso del suelo, hace que estos elementos estén agotándose con el transcurrir del tiempo.

Como ha de trabajarse en un suelo calcáreo, estos suelos, ocasionan una gran retención de estos elementos (micronutrientes), fijándolos en forma no disponibles para las plantas., Es por esta razón que las aplicaciones se realizaron tanto a nivel foliar como también al suelo.

1.3 Objetivo: General y específicos.

1.3.1 Objetivo General:

- Evaluar la influencia de los micronutrientes sobre la producción total de raíces tuberosas en el cultivo de yacón.

1.3.2 Objetivos Específicos:

- Determinar la cantidad, peso y tamaño de las raíces tuberosas.
- Determinar la rentabilidad de la aplicación de micronutrientes.

1.4 Justificación.

Para la ejecución del presente trabajo de investigación se optó por el Cultivo de Yacón, por una razón importante que, en la actualidad este cultivo viene alcanzando grandes demandas en los mercados debido a sus propiedades medicinales para el hombre (tanto de las raíces tuberosas como de las hojas), como cultivo alternativo por su amplia adaptabilidad agroecológica, y, sus propiedades medicinales y forrajeras para los ganados.

- **Científico.**

Con la investigación se pretende llegar a saber y dar a conocer al público en general el efecto de los micronutrientes en la producción del cultivo de yacón en el sector de la provincia de Acobamba y a nivel Nacional.

- **Social.**

Con la ejecución del presente trabajo de tesis se obtendrá un resultado adecuado que mejore la producción del cultivo en estudio y asimismo impulsar a los agricultores a cultivar en grandes extensiones como un cultivo alternativo.

- **Económico.**

La investigación a realizarse incentivará a la aplicación de los diferentes micronutrientes comerciales y caseros, dependiendo de los resultados obtenidos para mejorar la producción, asimismo obtener mayores ingresos económicos mediante la comercialización del producto de yacón.

CAPÍTULO II: MARCO TEORICO.

2.1. Antecedentes.

El consumo del Yacón es atractivo por ser una planta que contiene gran cantidad de fructosazos o inulina, que es el azúcar del mañana; sirve especialmente para el uso de los diabéticos y en las dietas de adelgazamiento, por lo que cada día se está haciendo más conocido incrementando su consumo a nivel mundial.

El Yacón posee grandes cantidades de carbohidratos como los oligofructanos denominados inulina (polímero de la fructosa), sustancia adecuada para el consumo de diabéticos y para los que desean hacer dieta; contiene también, minerales como el potasio, fósforo, hierro, zinc, magnesio, sodio, calcio y cobre; entre las vitaminas las que se encuentran en mayor cantidad son la vitamina C, tiamina, riboflavina y niacina. El contenido promedio de azúcares consiste principalmente en inulina (un polímero de la fructosa), la cual aumenta conforme se concentra las raíces expuestas al sol, por ejemplo la fructosa varía de 2-22 g por 100 en raíces frescas; alfa glucosa de 2-7 g; beta glucosa de 2-6 g, y sacarosa de 2-4 g.

BENEFICIOS NATURALES DEL YACÓN:

- Reduce el Contenido de Azúcar en la Sangre.
- Permite reducir el nivel de Colesterol en la Sangre.
- Proporciona alivio a los Problemas Gastrointestinales-Estrefimiento.
- Estimula el Sistema Inmunológico.

En los tiempos pre-hispánicos los habitantes del Tahuantinsuyo, encontraban en el Yacón una importante fuente de hidratación del cuerpo humano, por lo que esta raíz era un cultivo obligado en los tiempos de los Incas, después del Maíz y la Papa, era un cultivo que establecía los límites de una propiedad a otra. El 98% del Yacón

consiste en agua ligeramente dulce. En la actualidad investigaciones han comprobado que su azúcar es fácilmente asimilable por el cuerpo y ayuda a mantener los estándares de azúcar normales en la sangre.

Las Culturas Andinas atribuyen al Yacón propiedades antidiabéticas y también de alivio a problemas gastro-intestinales, riñones y como rejuvenecedor de la piel.

Es un sustituto del azúcar. Su consumo es atractivo por ser una planta que contiene gran cantidad de fructosazos o inulina que es el azúcar del mañana y que sirve especialmente para el uso de los diabéticos y en las dietas de adelgazamiento por lo que cada día se está haciendo más conocido incrementando su consumo a nivel mundial.

2.2. Bases teóricas.

2.2.1 Cultivo de Yacon.

VALDERRAMA *et al.* (2 005) Menciona que; es una planta herbácea, erecta, que puede llegar a medir desde 0,7 hasta 2.0 m de altura, con pocas o muchas ramas y presenta las siguientes características:

Morfología de planta de Yacon

VALDERRAMA *et al.* (2 005) Detalla lo siguiente:

a. Raíces.

Produce principalmente raíces reservantes o tuberosas, engrosadas, fusiformes u ovadas que almacenan azúcares en forma de fructooligosacáridos (FOS), un tipo especial de azúcares con atributos beneficiosos para la salud humana. Son los órganos de interés económico, y exteriormente son de color crema, blanquecino o púrpura. Según el cultivar tienen diferente color de pulpa, pudiendo ser blanca, anaranjada, crema o pigmentada de púrpura. El número de raíces por planta varía desde 3 hasta 35 con un promedio de 12. Produce también algunas raíces delgadas, fibrosas, no engrosadas, cuya función es de fijación y absorción.

b. Cepa.

Conforme se acerca a la cosecha, la planta forma entre los tallos y las raíces, una masa irregular de tejido de reserva (parenquimático), con

muchas yemas que dan lugar a brotes y se le llama "cepa" o "corona". De este órgano, se obtiene la "semilla" tradicional en forma de porciones de cepa que son los propágulos para la siembra; por esto se dice que la propagación del yacón es predominantemente vegetativa.

c. Tallos.

Son cilíndricos, algo huecos como cañas y con pilosidad. Son de colores verdes o pigmentados de púrpura. Su número varía de 4 a 12 según el cultivar. La planta puede presentar ramas desde la base del tallo o sólo en la parte superior.

d. Hojas.

Son enteras y con peciolo, su borde es por lo general dentado; la lámina tiene forma triangular con la base astada (como la punta de una flecha), truncada o acorazonada. También presentan pilosidad en su superficie. Cada tallo produce de 13 a 16 pares de hojas antes de la floración y, conforme la planta se acerca a la cosecha, las hojas reducen su número y tamaño. Contienen compuestos con propiedades benéficas a la salud humana.

e. Flores.

El yacón presenta una inflorescencia que se llama capítulo, el cual está compuesto por dos tipos de flores: a) Las femeninas o liguladas que se ubican alrededor del capítulo, son de color amarillo intenso o anaranjado pálido y están en número de 12 a 16 y b) Las masculinas o tubulares que están muy juntas, en mayor número y ocupan el centro del capítulo. Cada flor masculina está formada por un manojito de estambres. Producen semillas (tipo aquenio) en poca cantidad y con bajo poder germinativo (15 – 25 %).

2.2.2 Variable de cultivos.

VALDERRAMA *et al.* (2005) Mencionan que; se estima que en el Perú hay 12 cultivares diferentes de yacón. Los departamentos de Cajamarca, Amazonas y Piura (en el Norte) y Cuzco, Apurímac y Puno (en el sur), concentran la mayor variabilidad. Sin embargo, atendiendo a la clasificación y

la forma como los nombran los agricultores, son cuatro los de mayor distribución y cultivo. Las principales características morfológicas de éstos se detallan en la siguiente tabla.

Cuadro N° 1: Principales características morfológicas de cuatro cultivares de yacón.

	Cultivar I	Cultivar II	Cultivar III	Cultivar IV*
Carácter o descriptor	"morado", "púrpura"	"amarillo" "intermedio" "crespo"	"Hualqui" "verde claro", "anaranjado"	"moteado", "morado moteado" "checche"
Color de follaje	Verde oscuro	Verde amarillento	Verde amarillento	Verde amarillento
Ramificación del tallo	A través del tallo	Ausente	Ausente	A través del tallo
Color principal del tallo	Púrpura claro	Verde amarillento	Verde amarillento	Púrpura claro
Borde de lámina	Dentado	Doblemente dentado	Dentado	Dentado
Forma de la base de la lamina	Astada	Astada	Truncada	Astada
Forma de la lígula de la flor femenina	Oblonga	oblonga	ovada	oblonga
Color externo principal de la raíz	Púrpura grisáceo	Gris anaranjado	Gris anaranjado	Púrpura grisáceo

reservante				
Color principal de la pulpa de la raíz reservante	Amarillo anaranjado	Blanco amarillento	Naranja	Blanco amarillento moteado de púrpura
Color de los propágulos (cepa)	Púrpura grisáceo	Rojo púrpura con blanco	Blanco	Rojo púrpura

* Mayor presencia en el sur peruano.

En la zona de Cajabamba, y en particular en el Valle de Condebamba, los agricultores mantienen de preferencia en sus huertas y alrededor de las chacras, plantas del cultivar I o "morado" y, pocos tienen el cultivar II o "intermedio" que al parecer es de reciente introducción. Los "morados" son de amplia distribución en la región y según se reconoce, su cultivo data desde épocas antiguas. No se ha reportado la presencia del cultivar III o "Hualqui".

2.2.3 Requerimiento climático:

VALDERRAMA *et al.* (2 005) Mencionan que; en el Perú, las mejores condiciones para su desarrollo se encuentran entre el piso alto de la región yunga y el piso medio de la región quechua, según la clasificación de Pulgar Vidal (1981), en el rango altitudinal de 1100 a 2500 msnm. En el norte peruano, son escasos los lugares donde crece arriba de los 3,000 m. (Yungay, Inkawasi), pero su cultivo se extiende hacia la ceja de selva, de los departamentos de Cajamarca, Amazonas y San Martín.

a. Temperatura.

Desarrolla bien en la sierra y en los valles interandinos; con temperaturas medias anuales de 14 a 20 °C. Las temperaturas menores a 10 °C retardan su crecimiento y alargan el periodo vegetativo, mermando los rendimientos.

Si la temperatura excede los 26°C, y la humedad del suelo es insuficiente, la planta se estresa y marchita excesivamente, afectando su normal desarrollo. El yacón es muy susceptible a las heladas, pero esta limitante se compensa con una excelente capacidad de rebrote. El cultivo desciende hasta la costa, sin mayor problema; sin embargo, hay evidencias que en estas altitudes, la tuberización no es del todo eficiente.

b. Humedad.

El cultivo desarrolla normalmente en un rango de 550 a 1 000 mm de lluvia anuales. Sin embargo, es importante que en los cinco primeros meses después de la siembra, no le falte una dotación de agua uniforme y frecuente. A partir de la floración, el suelo debe mantener la humedad suficiente para favorecer la tuberización y un buen desarrollo de la planta.

c. Luz.

Tiene un comportamiento indiferente a la longitud del día y a la intensidad de la luz; pero en términos generales, el cultivo debe recibir como mínimo nueve horas de luz. Crece bien bajo sombra de árboles frutales y otros arbustos, y también a pleno sol; del mismo modo, desarrolla bien asociado con maíz, hortalizas y otros cultivos.

2.2.4 Manejo agronómico del cultivo de yacón.

VALDERRAMA *et al.* (2 005) indican que; se deben tomar en cuenta los siguientes aspectos:

a. Elección del terreno.

Es una de las decisiones más importantes y necesita de un conocimiento cabal de los requerimientos de suelo (edáficos) y climáticos del cultivo. Si se dispone de terrenos planos en el valle, optar por aquellos que están descansados, de preferencia de textura franco arenosa, sueltos, "polvosos", con buen drenaje y profundos, mejor si tiene contenidos medios - altos de materia orgánica. Si el terreno está en ladera, asegurar la disponibilidad de agua de riego, evite los suelos excesivamente arcillosos (pesados) y no siembre en sectores con probabilidad de incidencia de heladas o vientos

fuertes. Resulta favorable si el terreno está rodeado por árboles nativos. En ambos casos (ladera y plano), la información sobre cultivos anteriores, dará las pautas para elegir el terreno con menos probabilidad de incidencia de plagas y enfermedades. Tener muy en cuenta además la accesibilidad del terreno, respecto a las vías de comunicación.

b. Suelos recomendados.

El yacón prospera mejor en suelos sueltos y de textura franco arenoso, franco limo arenosos o franco arcillo arenoso y en suelos recientemente incorporados a la agricultura o descansados, con buena provisión de materia orgánica. Deben ser profundos, porosos, con buen drenaje y buena retención de agua. El pH ideal se ubica entre los 6 y 7,5, aunque tolera también suelos medianamente ácidos. De preferencia evitar suelos con alta salinidad.

c. Labranza del suelo.

Como actividad preliminar se debe limpiar el campo de malezas que tienen raíz profunda y quitar piedras grandes. La preparación del suelo puede ser mecanizada (tractor), con tracción animal o manual.

En suelos de valle y con riego, se recomienda una buena remoción del suelo mediante dos pasajes de arado de disco, seguido de igual pasajes de rastra y otro de arado rotativo. En el caso de utilizar yunta con arado de reja, se recomienda tres cruzaes como mínimo. Una buena preparación del suelo, facilita la siembra, asegura el brotamiento uniforme de los propágulos y permite obtener una buena cosecha a partir de un mejor y más uniforme desarrollo de las raíces.

d. Surcado y distanciamientos de plantación.

Si se cuenta con tractor o con yunta, abrir surcos de mediana profundidad. Los distanciamientos entre surcos y entre plantas dependen del cultivar a sembrar. Para cultivares que ramifican ("morados"), considerar 1,0 m entre surcos y 0,7 m entre plantas (14, 286 plantas / ha) En cultivares de escasa ramificación y poco desarrollo del follaje ("Hualqui), así como en plantaciones con esquejes y nudos enraizados, se recomienda

distanciamientos de 0,9 entre surcos y 0,5 a 0,6 m entre plantas (22, 222 a 18, 519 plantas / ha).

e. Drenaje.

Los terrenos bajos del Valle, están asociados por lo general a texturas franco arcillosas con drenaje deficiente y presencia de napa freática que sube excesivamente en meses de lluvia. Estas condiciones y la susceptibilidad del yacón al exceso de humedad, sugieren diseñar medidas preventivas como: canales de riego y drenaje adecuados, incorporar abundante materia orgánica (rastreo, compost, abono verde, etc) al suelo y establecer un sistema de riegos controlados.

f. Propagación.

Yacón es propagado vegetativamente entre 5-12 cm de propágulos (semilla vegetativa) separados de la corona. De un kilo de cepa, se obtienen aproximadamente 20 propágulos deben ser dejadas bajo la sombra por 1 a 3 días para favorecer la propágulos cicatrización de la herida. Esta herida puede ser tratada con benlate o cenizas que pueden favorecer la protección de los patógenos.

El enraizamiento puede ser favorecido o acelerado usando reguladores de crecimiento (auxinas).

Distanciamiento entre plantas es entre 0.5-0.6 m y entre surcos es 1-1.2 m. Es decir a aproximadamente 10-12 mil plantas por Ha.

g. Sistema del cultivo.

El yacón se cultiva tradicionalmente bajo tres sistemas. Monocultivo, asociado y huerto familiar. Las asociaciones son con frijol arbustivo o semiarbustivo, maíz para choclo, tomate, repollo. Otras veces se siembra alrededor de los cultivos de papa y maíz.

h. Época de siembra.

El yacón se puede cultivar todo el año en la ceja de selva sierra interandina, donde no hay presencia de heladas, o las heladas se presentan al final del cultivo. Sin embargo se recomienda sembrar a inicios de las precipitaciones pluviales entre los meses de setiembre y octubre.

i. Abonamiento.

Se recomienda usar 140-120-100, las fuentes de NPK utilizados son nitrato de amonio 33,5%, superfosfato triple de calcio 46%, cloruro de potasio 60%, con el nitrógeno fraccionado, 50% a la siembra y el otro 50% a los 40 días posteriores junto con el aporque.

j. Control de malezas.

Después de 35 a 45 días de la plantación, se realizará el control de mala hierbas, el deshierbo manual se realiza empleando lampa, azadón, kituchi en el momento oportuno.

k. Control fitosanitario.

Aquí tenemos a los:

- Masticadores de hojas, loritos; cuyo ataque no es significativo.
- Comedores de raíces, babosas; no es significativo.
- Pudrición de raíces en post cosecha.

2.2.5 Cosecha y post cosecha.

Las raíces alcanzan su madurez entre 6-10 meses, esto depende de la zona donde se cultiva, generalmente en zonas bajas la cosecha se adelanta. Esta operación se realiza cuando el follaje empieza a secarse. Esto se realiza en los andes en forma manual con lampas o azadón, las raíces se separan dejando en el campo las cepas. Se han utilizado cosechadores de para con éxito en Brasil. Para consumo en fresco las raíces son expuestas al sol por algunos días (3-8 días) para incrementar su dulzor. Para almacenamiento por periodo largo, las raíces son colocadas en cuartos fríos (4°C) en oscuridad y secos. Bajo estas condiciones las raíces del yacón pueden ser guardadas por algunos meses.

2.2.6 Micronutrientes (oligoelementos).

VITORINO (1 989) Menciona que, las plantas utilizan en su nutrición pequeñas cantidades de ciertos elementos, denominados microelementos, oligoelementos o elementos trazas. En el Cuadro N° 2, se presenta la concentración en miligramos por 100 gramos de materia seca de estos ocho (9) microelementos a saber: boro, cloro, cobre, hierro manganeso, molibdeno,

níquel, zinc y sodio. Los vegetales los requieren solamente en cantidades muy pequeñas que oscilan entre 0,01 a 0,5 ppm. Los micronutrientes tienen varias propiedades en común, entre las que están la de actuar como activadores de muchas enzimas esenciales para la vida animal y vegetal, aunque cuando presentes en cantidades elevadas en las soluciones nutritivas o solución del suelo, producen toxicidad.

Comúnmente los oligoelementos no se aplican al suelo mediante el uso de fertilizantes comerciales, a pesar de que su extracción del suelo ha proseguido durante siglos sin ninguna reposición sistemática, agotándose sus existencias, con el subsiguiente efecto sobre la productividad vegetal. Así mismo, la utilización de fertilizantes químicos que estimulan un mayor rendimiento de los cultivos, junto a la pérdida de oligoelementos por meteorización, lixiviación, el uso cada vez menor de estiércol animal y de otros productos fertilizantes naturales, en comparación con el uso de fertilizantes químicos, cada vez más puros, entre otros, está contribuyendo al agotamiento acelerado de las reservas de oligoelementos en los suelos. El suministro mezquino de oligoelementos a las plantas limita el desarrollo y productividad vegetal. Los cultivos requieren cantidades de elementos químicos que oscilan desde algunos gramos a pocos kilogramos por hectárea.

Se ha estimado que un cultivo de avena remueve cerca de 20 g de cobre, 100 g de zinc y 500 g de manganeso, comparado con 8Kg de fósforo por hectárea. Los oligoelementos se clasifican para una mejor discusión, en aniónicos y catiónicos. Los aniónicos incluyen el boro, cloro y molibdeno. El molibdeno se considera como un anión, ya que se presenta como átomo central del anión molibdato, cuyo comportamiento es semejante al del boro. El cloro se presenta en el suelo como ión cloruro. Los oligoelementos catiónicos comprenden zinc, hierro, cobre, manganeso y níquel. Estos se encuentran en los suelos con valencia de +2, aunque el hierro se puede presentar con valencia +3 y el manganeso como, Mn^{+4} y a veces como Mn^{+4} .

Cuadro N° 2: Concentración usual de los elementos menores en las plantas superiores.

Microelementos	mg por 100 g de materia seca	Parte por millón
Boro	2,0	20
Cloro	10,0	100
Cobre	0,6	6
Hierro	10,0	100
Manganeso	5,0	50
Molibdeno	0,01	0,1
Zinc	2,0	20
Níquel	0,3	3
Sodio	1,0	10

Fuente: Vitorino (1 989).

2.2.7 Aplicación de micronutrientes.

AZABACHE (2 003) refiere que; en forma similar a lo que ocurre en suelos las hojas están negativamente cargadas. El recubrimiento de cera en la superficie de las hojas, la cutícula y las paredes celulares contribuyen a esta carga negativa. El micronutriente no quelado, positivo, es retenido sobre la superficie de la hoja por las cargas negativas, de forma que la mayor parte no puede penetrar en la planta.

La carga negativa de los micronutrientes quelados permite penetrar fácilmente la capa de cera y las paredes celulares, siendo rápidamente transportados a través de la planta. Cuando el sistema enzimático requiere al micronutriente el quelato es metabolizado liberándolo.

Tanto en aplicación foliar o en suelos el micronutriente quelado aporta además del microelemento una fertilización adicional, ya que los complejos metálicos (EDETATOS) son sales potásicas o amónicas.

VIRGILI (1 996) menciona que, muchos suelos en climas áridos tienen pH alto, lo cual puede afectar sus propiedades e influenciar la productividad. Por

supuesto, estos suelos no requieren de cal, sin embargo, su pH alto afecta la disponibilidad de nutrientes, la fertilidad del suelo y el manejo de los fertilizantes.

Los Suelos Calcáreos contienen CaCO_3 libre., no disuelto., con pHs que se encuentran generalmente entre valores de 7.3 a 8.4. La presencia de carbonatos libres influye en ciertas prácticas de manejo como el uso de herbicidas, localización de P (debido a la fijación) y a la disponibilidad de micronutrientes, particularmente el Fe. El reducir el pH de los suelos calcáreos generalmente no es económico. Con manejo apropiado, estos pueden ser unos de los suelos más productivos.

Cuando se trata de Micronutrientes, lo mejor es usar unos fertilizantes especiales llamados quelatos, es decir abonos con micronutrientes quelatizados.

Los abonos foliares resultan muy interesantes para aportar Micronutrientes porque la planta necesita pequeñas cantidades. La clorosis férrica se puede paliar en 24 horas con un abono foliar.

Aparte de echar los quelatos o abonos foliares y para no tener que gastar tanto en ellos, es muy bueno intentar liberar el Hierro y los demás micronutrientes que contiene el suelo alcalino pero que están insolubilizados y no pueden ser tomados por las raíces. Haber, hay, de todo, pero no están solubles, con lo que es como si no estuvieran para las raíces. Esto se consigue bajando el pH, es decir, acidificando el suelo; así se liberarán solos.

Con los abonos foliares se recomienda no pasarte de dosis ni aplicarlos con sol fuerte, sino al atardecer, ya que se podrían producir "quemaduras" en las hojas.

2.2.8 Material experimental.

1. Yacón (*Smallanthus sonchifolius* Poeppig & Endlicher)

SEMINARIO et al. (2 003) Afirman que, el yacón pertenece al género *Smallanthus*, la planta es herbácea, perenne, erecta de 0.80 – 2 m de alto; los tallos son cilíndricos verdes a púrpuras, pilosos, huecos a la madurez. Si proviene de semilla consta de un solo tallo principal. Si la

planta proviene de propágulos o semilla vegetativa consta de varios tallos hasta 12 tallos.

En el caso de la planta que se usa en el experimento proviene de propágulos. El origen de la planta madre donde se saco la semilla vegetativa proviene del distrito de Acoria de la provincia de Huancavelica. El cultivar es blanco.

2. **Micro Kel (abono con micronutrientes quelatizados).**

Es un fertilizante foliar que ayuda al desarrollo de las plantas, aplicándolo tanto a nivel foliar y/o suelo para incrementar el rendimiento de los cultivos y mejorar la calidad de los productos a cosechar.

a. **Composición química.**

- . Magnesio (Mg) 3.0%
- . Manganeso (Mn) 2.0%
- . Hierro (Fe) 2.0%
- . Zinc (Zn) 2.0%

Estos microelementos están quelatizados por lo cual son totalmente asimilados a través de la hojas y raíces manteniendo el equilibrio nutricional necesario o corrigiendo las deficiencias.

b. **Otros usos.**

Puede aplicarse a cualquier cultivo agrícola en una sola aplicación empleando la dosis por hectárea recomendada o fraccionando ésta en dos o tres aplicaciones, según el cultivo. Para cultivos nuevos se recomienda efectuar aplicaciones previas para evaluar sus resultados y optimizarlos. En cuanto a su compatibilidad, puede ser mezclado con la mayoría de los plaguicidas comerciales.

c. Recomendaciones de uso.

Cuadro N° 3: Recomendaciones de uso de Micro Kel

Cultivos	Por Cilindro (200 l)	Época de Aplicación
Manzano	100 a 140 gr.	Después del cuajado
Maíz	100 a 200 gr.	A 70 días de la siembra
Papa	100 a 140 gr.	Antes de la floración
Cebolla	100 a 140 gr.	Al mes del trasplante

Fuente: Micro Kel.

3. Súper húmico.

Es una solución que contiene Sustancias Orgánicas extraídas del Humus., Estimula una buena formación de la cabellera radicular , que ayuda a mejorar la extracción de los nutrientes del suelo, formando plantas más vigorosas., Es un excelente "Tampón" regulador natural del pH de las aguas , neutralizando las sales del suelo causantes de la fototoxicidad en las plantas., Neutraliza la acción negativa de aguas salinas (alcalinas) que se utilizan en las pulverizaciones foliares, logrando incrementar la eficacia de los insecticidas, fungicidas y herbicidas.

Dosis: De 1 lt. en 200 lts. de agua ó 2 a 3 lts./hectárea.

Compatibilidad: Puede ser utilizado sin restricciones en mezclas con los nutrientes foliares y pesticidas.

Composición química:

Ácidos Húmicos	25 %
Quelato de Magnesio (Mn)	2 %
Quelato de Zinc (Zn)	2%
Quelato de Hierro (Fe)	2 %
Quelato de Cobre (Cu)	2 %
Quelato de Manganeso (Mn)	2 %
Compuestos Fenólicos - Inertes	65 %

Efecto de los ácidos húmicos sobre los cultivos:

- Elevan la intensidad de la respiración y por lo tanto fortalecen el metabolismo de la planta.
- Aceleran el desarrollo de los meristemos terminales del vegetal al potenciar su división celular y estimulan la formación de las raíces.
- Favorecen la asimilación de los nutrientes y prolongan el periodo productivo de la planta.

4. Biól.

ITACAB (2 001) menciona que; es un abono foliar para su uso en cultivos diversos, como una alternativa ecológica a los fertilizantes sintéticos contaminantes de los suelos. El proceso de fermentación ocurre en ausencia de aire y de oxígeno (anaeróbica) de desechos orgánicos de los mismos predios rurales (estiércol, residuos de cosecha y otros). Y el producto de esta fermentación contiene nutrientes de alto valor para los cultivos y de la misma manera tiene alto contenido de hormonas de crecimiento vegetal, aminoácidos y vitaminas. Se puede elaborar biól en cualquier parcela rural donde se almacenan los residuos agrícolas. Desde el nivel del mar hasta los 3,500 msnm o más dependiendo de las condiciones de frío extremo que retarda o impide la fermentación.

En cuanto a su aplicación, un litro de biól puro se puede diluir en 15 litros de agua para cargar una fumigadora. Este preparado sirve como abono foliar para 300 m lineales de cultivo. Se puede usar biól puro cuando se quiere aplicar directamente al suelo. En este caso el suelo debe estar previamente regado. Un litro alcanza para 10 metros lineales de cultivo.

5. Grow combi

Es un abono orgánico de aplicación foliar y del suelo diseñado para proveer a las plantas de micronutrientes solubles y rápidamente disponibles en forma quelatada en el rango de pH entre 5.5 - 6.0

Al suelo: (Café, cacao, sorgo, algodón, arroz, trigo, piña, maíz, soya, maní, fréjol, alfalfa, papa, tomates, pimientos) 0.5 - 1 kg / ha.

Follaje: Se debe tener cuidado de disolver completamente el producto para no causar fitotoxicidad a plantas muy sensibles. No exceder del 0.2% de concentración máxima.

Composición química:

- Magnesio 9.0 %
- Boro 0.5%
- Hierro 4.0%
- Molibdeno 0.1%
- Zinc 1.5%
- Azufre 3.0%
- Cobalto 0.0005%
- Manganeseo 4.0%
- Cobre 1.5%
- Aminoácidos y vitaminas 0.0125%

Diluir 5 a 10 gr. en 1 Lt de agua y aplicar como agua de riego en la proyección de la copa o área foliar de la planta.

2.3. Hipótesis.

H_p: Al aplicar Micronutrientes al cultivo, mejora la producción de raíces tuberosas del cultivo de yacón.

H_a: Al aplicar Micronutrientes al cultivo, no mejora la producción de raíces tuberosas del cultivo de yacón.

2.4. Variables de estudio.

2.4.1. Variable independiente.

- Material experimental: Súper húmico, Micro Kel, Grow combi y Biól.

2.4.2. Variable dependiente.

- El cultivo de yacón.

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.

3.1. **Ámbito de estudio.**

3.1.1 **Ámbito de estudio.** La investigación se realizó en centro experimental de "Común Era" de la Facultad de Ciencias Agrarias - Universidad Nacional de Huancavelica, localizado en el distrito y provincia de Acobamba del departamento de Huancavelica en la campaña agrícola (2,008 – 2,009). A 1 Km. de la ciudad de Acobamba vía carretera afirmada Acobamba - Huanta.

3.1.2 **Ubicación política.**

Región	: Huancavelica
Provincia	: Acobamba
Distrito	: Acobamba
Lugar	: Ciudad Universitaria "Común Era E.A.P.A. – F.C.A. – U.N.H.

3.1.3 **Ubicación geográfica.**

Altitud	: 3 410 m. s. n. m.
Latitud sur	: 12° 50'30" Línea Ecuatorial
Longitud oeste	: 74° 33'10" Meridiano de Greenwich.

3.1.4 **Factores climáticos.**

Temperatura promedio anual	: 12° C
Humedad relativa promedio anual	: 60%
Precipitación pluvial promedio anual	: 600 mm

Fuente: SENAMHI - Junín.

3.1.5 Suelo.

De textura franco arenoso, provenientes de material calizo, con pH = 6.8, la pendiente de la superficie del terreno 8 %. Sin problemas de salinidad, de mediana fertilidad.

3.1.6 Materiales, herramientas, equipos e insumos.

MATERIALES	HERRAMIENTAS	EQUIPOS	INSUMOS
- Cuaderno	- Pico	- Tractor	- Plantas de yacón
- Libreta de campo	- Azadón	- Cámara fotográfica	- Biol
- Papel bond	- Lampa	- Balanza analítica	- Micro – Kel
- bolsas de Polietileno	- Wincha	- Computadora	- Súper húmico
- Costales	- Cordel		- Grow combi
	- Estacas		
	- Listones		
	- Flexómetro		

Fuente: Propia – 2012.

3.1.7 Historia del campo experimental.

2006 –2007 = Hortalizas.

2007 –2008 = Cultivo de arveja.

2008 –2009 = Trabajo de Investigación.

Cuadro N° 4: Resultados de análisis de suelo.

	C.E	M.O.	P	K	Al	N	Mn	Arena	Arcilla	Limo	Ao
pH	mmhos/cm	%	(ppm)	(ppm)	me/ 100gr	%	(ppm)	%	%	%	
6.8		0.8	11.3	254		0.04		60.8	13.6	25.6	Fr

Fuente: Análisis de suelo INIA – Junín.

3.2. Tipo de investigación.

El presente trabajo de Investigación es de tipo Aplicativo y experimental orientado a generar y ampliar nuevos conocimientos.

3.3. Nivel de investigación.

De acuerdo a la naturaleza de estudio reúne una investigación experimental explicativa.

3.4. Método de investigación.

Se utilizó la metodología experimental, con las siguientes etapas:

- **Recopilación de información.**

En esta etapa se recolectó y se revisó diferentes bibliografías cuyo contenido es referente al cultivo de yacón.

- **Recolección de materiales y preparación de terreno.**

Está dado en la recolección de las plantas previamente seleccionadas y la preparación manual del terreno experimental.

- **Instalación, ejecución y evaluación.**

Consiste en instalar el cultivo de yacón y ejecución del proceso de dosificación de los tratamientos en estudio con la preparación y pesado de los insumos que se aplicó. En la ejecución una vez instalado se tuvo en cuenta los cuidados hasta la cosecha como: labores culturales, riego y las evaluaciones de campo.

- **Análisis y discusión de resultados.**

Aquí el trabajo es de gabinete y se analizaron los resultados obtenidos en la evaluación conjuntamente con el Autor, el Asesor y el Co-Asesor.

- **Elaboración del informe.**

Esta fase es la final, que consiste en la elaboración y publicación de los resultados una vez ya analizados y discutidos. Esta publicación se hace por medio del informe final.

3.5. Diseño de investigación.

a. Diseño experimental.

En el presente proyecto se utilizó el Diseño de Bloques Completamente Randomizado, con cinco tratamientos, y tres repeticiones.

b. Croquis y distribución de los tratamientos.



I	A	B	C	D	E
II	B	C	D	E	A
III	C	D	E	A	B

Cuadro N° 5: Tratamientos y dosis.

N°	TRATAMIENTOS	DOSIS (200L. agua)		CLAVE
		FOLIAR	SUELO	
01	Súper húmico	1 - 1.5 L.	1.5 - 2 L.	A
02	Grow combi 1	0.5 - 1.0 Kg.	1.0 - 2.0 Kg.	B
03	Micro kel	100 - 140 gr.	120 - 150 gr.	C
04	Biol	13 - 15 L.	30 - 45 L.	D
05	Testigo del Agricultor	-	-	E

Fuente: propia – 2012.

3.6. Población, muestra, muestreo.

3.6.1. Población.

La población motivo de esta investigación está conformado por una densidad de 60 plántulas de yacón, provenientes de propágulos de origen de planta madre del distrito de Acoria de la provincia de Huancavelica, el cultivar es blanco.

3.6.2. Muestra.

Las muestras están representadas por cada una de las integrantes y/o plantas en estudio que finalmente están basadas en muestras sucesivas.

3.6.3. Muestreo.

Son las técnicas que consistieron en utilizar procedimientos para conformar una representatividad de la población abordada como objeto de estudio del proyecto de investigación, aplicando las muestras sucesivas con la finalidad de medir la altura de plantas antes y después de la aplicación de los tratamientos respectivos, asimismo obtener el rendimiento de las raíces tuberosas del cultivo de yacon.

3.7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Cuadro N° 6: Detalle de las técnicas e instrumentos.

Técnicas	Instrumentos
Observación sistemática	Guía de Análisis documental.
Medición y análisis	Balanza, Wincha, Contómetro.
Análisis de resultados	Cámara fotográfica, cuaderno de apuntes, office de ingeniería.

3.8. Procedimiento de recolección de datos.

Se ha procedido de la siguiente manera:

- a) **Etapa de prefloración y floración** (antes y después de aplicación de micronutrientes). se realizó la medición de altura de planta de cada uno de los tratamientos dando utilizando un flexómetro.
- b) **Etapa de cosecha.** se realizaron los siguientes:
 - Pesaje de las raíces tuberosas con una balanza.
 - Medición de tamaño de raíces tuberosas con un flexómetro.
 - Cantidad de raíces tuberosas utilizando un contómetro.

3.9. Técnicas de procesamiento y análisis de datos.

El procesamiento y análisis de datos se realizó usando programa de Microsoft Excel para poder hacer los gráficos y comparativos de los datos obtenidos de campo del trabajo de investigación, asimismo el procesamiento de datos se desarrollaron con el diseño de bloques completamente randomizados (DBCR) y pruebas de Duncan para obtener resultados eficientes.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS.

4.1 Presentación de resultados.

4.1.1. Altura de planta, antes de la aplicación de micronutrientes.

Cuadro N° 7. Altura de planta (cm.), antes de la aplicación de los tratamientos.

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F. C.	F. T.		SIG.
					0.01	0.05	
TRAT.	4	159.89	39.97	1.85	7.01	3.84	NS
BLOQ.	2	50.38	25.19	1.17	8.65	4.46	NS
ERROR	8	172.86	21.61				
TOTAL	14	383.13					

S=4.65 X=57.10 C.V. =8.14

En el análisis de varianza del estudio realizado, en la altura de planta antes de la aplicación de micronutrientes (momento del aporque) del cultivo de yacón, dentro de la fuente de variabilidad para tratamientos y repeticiones no significa el diseño de estadística, debido a que se comportaron en forma homogénea (Osorio, 2000).

El coeficiente de variabilidad nos da un valor de 8.14, la cual según estadística de calificación es excelente, indicando la seguridad de que los datos evaluados son confiables.

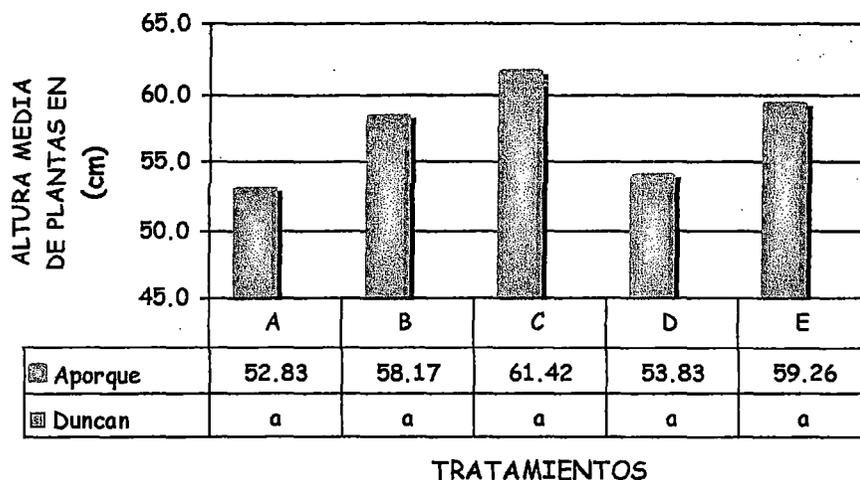


Gráfico N° 1. Altura de planta (cm), antes de la aplicación de los tratamientos.

4.1.2. Altura de planta en la etapa de floración.

Cuadro N° 8. Altura de plantas en la etapa de floración del cultivo de yacón (después de aplicación de los tratamientos).

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F. C.	F. T.		SIG.
					0.01	0.05	
TRAT.	4	216.93	54.23	0.83	7.01	3.84	NS
BLOQ.	2	0.01	0.01	6.37	8.65	4.46	*
ERROR	8	523.49	65.44				
TOTAL	14	740.43					

S=8.09 X=90.82 C.V.=8.91

En el análisis de varianza del experimento realizado sobre el efecto de los micronutrientes con la aplicación foliar y al suelo en la altura (cm.) de plantas en la etapa de floración del cultivo de yacón, en la fuente de variabilidad para tratamientos no existe significación estadística debido a que los tratamientos en estudio se comportaron en forma homogénea. Y dentro de la fuente de variabilidad para repeticiones existe significación estadística debido a que las repeticiones en estudio se comportaron en forma heterogénea.

El coeficiente de variabilidad nos da un valor de 8.91, la cual según estadística de calificación es como excelente, indicando la seguridad de que los datos evaluados son confiables.

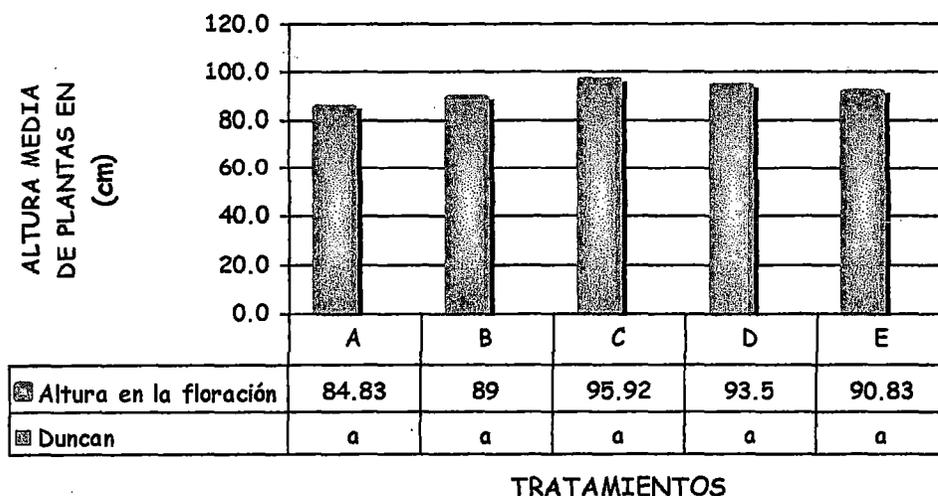


Gráfico N° 2. Altura de planta (cm), en la etapa de floración, después de la aplicación de los micronutrientes.

4.1.3. Peso de raíz tuberosa.

Cuadro N° 9. Peso (Kg.) de la raíz tuberosa.

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F. C.	F. T.		SIG.
					0.01	0.05	
TRAT.	4	0.13	0.03	1.58	7.01	3.84	NS
BLOQ.	2	0.22	0.11	5.27	8.65	4.46	*
ERROR	8	0.17	0.02				
TOTAL	14	0.51					

S = 0.14 X = 1.00 C.V. = 14.33

En el análisis de varianza del experimento realizado sobre el efecto de los micronutrientes con la aplicación foliar y al suelo en el peso de raíz tuberosa del cultivo de yacón, dentro de la fuente de variabilidad para tratamientos no

existe significación estadística debido a que los tratamientos en estudio se comportaron en forma homogénea. Y la fuente de variabilidad para repeticiones si existe significación estadística debido a que las repeticiones en estudio se comportaron en forma heterogénea.

El coeficiente de variabilidad nos da un valor de 14.33, la cual según estadística de calificación es muy buena, indicando la seguridad de que los datos evaluados son confiables.

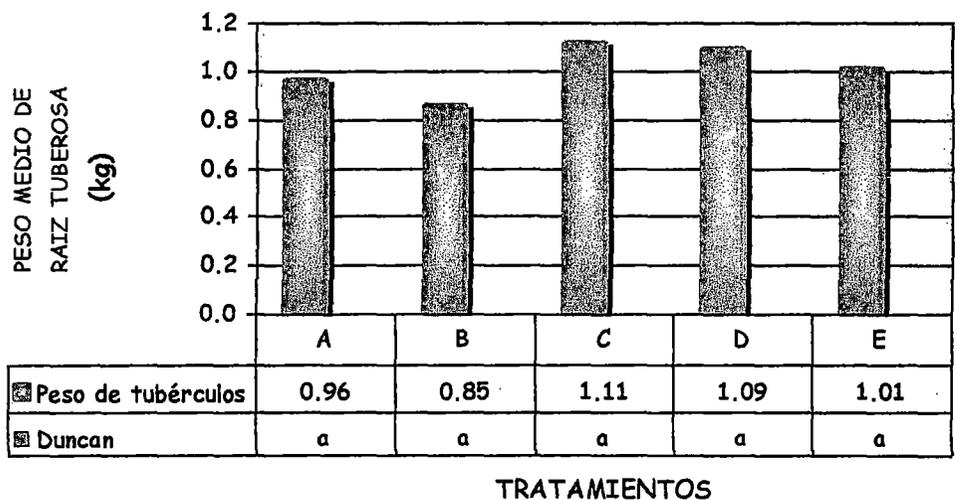


Grafico N° 3. Peso promedio (Kg.) de raíz tuberosa.

4.1.4. Cantidad de raíz tuberosa.

Cuadro N° 10. Cantidad de raíz tuberosa.

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F. C.	F. T.		SIG.
					0.01	0.05	
TRAT.	4	13.81	3.45	0.44	7.01	3.84	NS
BLOQ.	2	0.56	0.28	0.04	8.65	4.46	NS
ERROR	8	62.19	7.77				
TOTAL	14	76.56					

S =2.79 X =15.98 C.V. =17.44

En el análisis de varianza del estudio realizado, en la cantidad de raíz tuberosa con la aplicación de micronutrientes en el cultivo de yacón, dentro de la fuente

de variabilidad para tratamientos y repeticiones no significa el diseño de estadística, debido a que se comportaron en forma homogénea.

El coeficiente de variabilidad nos da un valor de 17.44, la cual según estadística de calificación es muy buena, indicando la seguridad de que los datos evaluados son confiables.

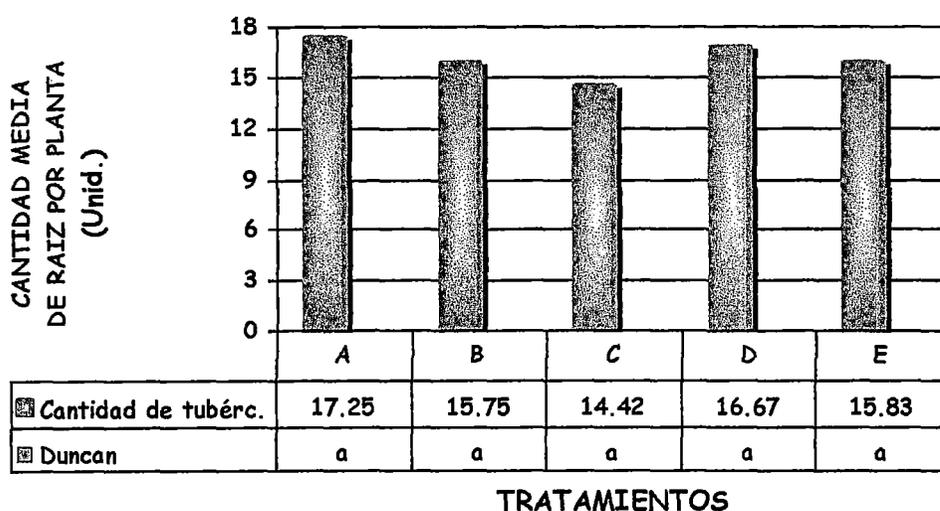


Gráfico N° 4. Cantidad (Und.) de raíz tuberosa por planta.

4.1.5. Tamaño de raíz tuberosa.

Cuadro N° 1. Tamaño (cm.) de raíz tuberosa.

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F. C.	F. T.		SIG
					0.01	0.05	
TRAT.	4	16.48	4.12	0.72	7.01	3.84	NS
REP.	2	28.26	14.13	2.49	8.65	4.46	NS
ERROR	8	45.49	5.69				
TOTAL	14	90.23					

S = 2.38 X = 10.27 C.V. = 23.22

En el análisis de varianza del experimento realizado sobre el efecto de los micronutrientes con la aplicación foliar y al suelo en el tamaño de raíz tuberosa

del cultivo de yacón, dentro de la fuente de variabilidad para tratamientos y repeticiones no significa el diseño de estadística, debido a que se comportaron en forma homogénea.

El coeficiente de variabilidad nos da un valor de 23.22, la cual según estadística de calificación es regular, indicando la poca seguridad de que los datos evaluados sean confiables.

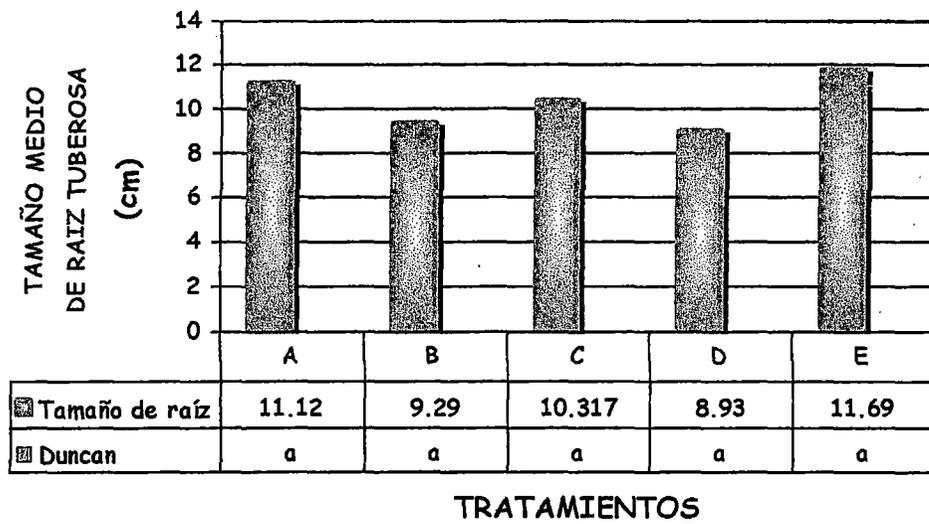


Gráfico N° 5. Tamaño (cm) de raíz tuberosa por planta.

4.2 Discusión.

- En los resultados encontrados, se observó que el tratamiento C fue el que mostró mejores resultados en cuanto a la altura de planta con 95,92 cm. debemos resaltar que de acuerdo al análisis de varianza y la prueba de comparación de Duncan no existió significación estadística.
- En el peso de raíz tuberosa, los tratamientos C y D fueron los que obtuvieron mejores resultados con 1,108 y 1,085 kg respectivamente por planta de acuerdo a los datos originales y de acuerdo al análisis de varianza si se encontró significación estadística, más no así en la prueba de comparación de Duncan.
- En cuanto al tamaño y la cantidad de raíz tuberosa no se encontró significación estadística en el análisis de varianza y en la prueba de Duncan solo se encontró significación estadística para tamaño de raíz, más no así para cantidad de raíz.
- De acuerdo a nuestra hipótesis planteada debemos resaltar que de los 5 tratamientos en estudio (de acuerdo a los datos originales) los que mejores resultados mostraron fueron los tratamientos C y D, quedando en último lugar el tratamiento B.
- Se encontró significación estadística en la altura de plantas en la etapa de Floración; después de la aplicación de los micronutrientes y en el peso de raíz tuberosa; en el resto de las variables no se encontró significación estadística.

CONCLUSIONES

- En el estudio ejecutado se demuestra que los tratamientos C "Micro kel" y D "Biol", tienen mejores resultados de acuerdo a la obtención de los datos de campo en cuanto a la altura de planta y peso de la raíz tuberosa, indicándonos que debemos siempre emplear los micronutrientes que son esenciales para el desarrollo y mejoramiento de la planta para una buena obtención de los raíces tuberosas en el cultivo estudiado.
- El tratamiento D (Biol), es el que mejor que se ha comportado en el crecimiento de la planta y desarrollo de la raíz y, este se encuentra como una de las alternativas que el agricultor puede tener a su alcance que no requiere una mayor inversión, para producirlo en grandes cantidades aprovechando los ingredientes que fácilmente lo dispone en el ámbito donde se encuentra.
- Es rentable la aplicación de los micronutrientes para una obtención de alto rendimiento de las raíces y hojas que mutuamente se aprovecha para la alimentación de los ganados y consumo alimenticio de la población.

RECOMENDACIONES

- a) El cultivo de yacón, de acuerdo a los resultados obtenidos, se recomienda la aplicación del tratamiento C "Micro Kel", puesto que fue el tratamiento que mejor mostró resultados en cuanto a la altura de planta y a la obtención de raíz tuberosa.

- b) De acuerdo a los resultados, se recomienda la utilización del D "BioI" por ser un producto que el poblador lo puede elaborar y de esta manera reducir los costos de producción.

- c) Para efectos de comparación y adaptabilidad se recomienda realizar trabajos de investigación por lo menos con cuatro ecotipos de yacón y de esta manera mejorar el presente investigación.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- AZABACHE LEYTON, Andrés 2 003. Fertilidad de suelos. Primera Edición. Impreso en Huancayo. p. 226.
- CALZADA B., J. 1 970. Métodos estadísticos para la investigación. Editorial Milagros S.A. Lima - Perú.
- CORDERO FERNÁNDEZ, Alfonso G. 2 008. Estadística experimental. Editorial Grapex Perú. Primera edición. p. 324.
- ITACAB 2 001. Instituto de Transferencia de Tecnologías Apropriadas para Sectores Marginales. San Borja, Lima 41 - Perú. Correo Electrónico: itacab@itacab.org
- SEMINARIO Juan, VALDERRAMA Miguel y MANRIQUE Ivan 2 003. El yacón, fundamentos para el aprovechamiento de un recurso promisorio. Centro internacional de la papa (CIP). Universidad Nacional de Cajamarca. Agencia Suiza para el desarrollo y la cooperación (COLUDE). Lima-Perú. p. 60.
- VALDERRAMA CABRERA, Miguel; DÍAZ, Angela y ACERO, Ander 2 005. Manual del cultivo de yacón. Experiencias de introducción y manejo técnico en el Valle de Condebamba. Con apoyo del programa PYMAGROS (Convenio COSUDE – MINAG) Cajamarca –Perú.
- VIRGILI, Albert 1 994. Introducción a la fertilización con microelementos. Segunda Edición. Departamento Técnico Comercial Química Massó S.A. Barcelona.
- VITORINO, F. B. 1 989. Fertilidad de Suelos y Fertilizantes con Énfasis en los Suelos del Perú. UNSAAC. Nueva Edición. Kayra – Cusco – Perú. p. 140.

ARTÍCULO CIENTÍFICO

“EFECTO DE APLICACIÓN FOLIAR Y AL SUELO DE LOS MICRONUTRIENTES EN EL CULTIVO DE YACÓN (*Smallanthus sonchifolius* Poeppig & Endlicher)”

Nicolás MARTINEZ ROJAS.

Escuela Académico Profesional de Agronomía, Facultad de Ciencias Agrarias Universidad Nacional de Huancavelica.

Ciudad Universitaria de Común Era s/n Acobamba, Huancavelica – Perú
yomart5@hotmail.com; martinezx100pre@hotmail.com.

RESUMEN

La investigación se realizó en centro experimental de “Común Era” de la Facultad de Ciencias Agrarias - Universidad Nacional de Huancavelica, localizado en el distrito y provincia de Acobamba del departamento de Huancavelica en la campaña agrícola (2 008 – 2 009).

Esta investigación sobre “EFECTO DE APLICACIÓN FOLIAR Y AL SUELO DE LOS MICRONUTRIENTES EN EL CULTIVO DE YACÓN (*Smallanthus sonchifolius* Poeppig & Endlicher)” se hizo con la finalidad de evaluar la influencia de los micronutrientes sobre la producción total de raíces tuberosas en el cultivo de yacón, para el cual, se utilizó el diseño de bloque completamente randomizado (DBCR) con 5 tratamientos y 3 repeticiones.

Las variables que se evaluaron fueron: altura de plantas, (prefloración y en el momento de la floración) y rendimiento de raíces (cantidad, peso y tamaño). Los resultados fueron analizados mediante la prueba de Duncan con niveles de significación de 0.05. En los tratamientos en estudio se consideró para el tratamiento A “Súper húmico”, para el tratamiento B “Grow combi 1”, para el tratamiento C “Micro Kel”, para el tratamiento D “Biol” y el tratamiento E fue el testigo al que no se le aplicó ningún insumo.

Los resultados se muestran, que el tratamiento C es el mejor en las variables propuestas, en el cual de acuerdo al promedio de los datos originales se obtuvo 1.108 kg de raíz/planta, teniendo en último lugar al tratamiento B con 0.85 kg por planta. El análisis de varianza indica significación estadística en altura de plantas en floración y en el peso de raíz tuberosa y en los demás casos no se encontró ninguna significación estadística.

El análisis de Duncan se empleó para todas las variables estudiadas y los resultados que nos muestra fue que en solo el tamaño de raíz tuberosa se encontró significación estadística

ABSTRACT

The research was conducted in experimental center "Common Era" of the Faculty of Agricultural Sciences - National University of Huancavelica, located in the district and province of Huancavelica department Acobamba in the crop year (2 008-2 009). This research on "Effect of foliar and soil of micronutrients in yacon CROP (*Smallanthus sonchifolius* Poeppig & Endlicher)" was made in order to evaluate the influence of micronutrients on total production of tuberous roots in the culture of yacon, for which we used the randomized complete block design (DBCR) with 5 treatments and 3 replications. The variables evaluated were: plant height, (flowering and at the time of flowering) and root yield (quantity, weight and size). The results were analyzed using the Duncan test with significance level of 0.05. In the study treatments were considered for treatment A " Super humic" treatment B " Grow combi 1" treatment C " Micro Kel", for treatment D "Biol" and E treatment was the witness to will not apply any input. The results show that treatment C is the best in the variables proposed, in which according to the average of the original data was obtained root 1108 kg / plant, having last treatment B with 0.85 kg per plant. Analysis of variance indicated statistical significance in flowering plants height and weight of tuberous root and in other cases we found no statistical significance.

Duncan analysis was used for all the variables studied and the results show us was that only the tuberous root size show statistical significance.

INTRODUCCIÓN

El yacón, cuyo nombre científico es *Smallanthus sonchifolius* Poeppig & Endlicher, es una planta originaria de la zona andina que fue domesticada y cultivada por los antiguos peruanos desde la época pre incaica. Tradicionalmente se lo encuentra cultivado como planta de borde o dentro de los huertos familiares. Además de ser rústico y tener altos rendimientos (30 t/ha en promedio), está ampliamente distribuido y puede adaptarse

fácilmente a ecologías de costa, valles interandinos y selva alta, hasta los 3 500 msnm. Las zonas con mayor tradición en su cultivo se hallan en el Norte (Cajamarca, Amazonas, Piura, Ancash) y también en el sur (Cuzco, Apurímac, Ayacucho, Puno). Se consume como fruta fresca y posee importantes propiedades nutraceuticas, lo que quiere decir que además de ser alimento, también es medicina. En los últimos años, su cultivo ha dejado de ser marginal para convertirse en una excelente alternativa para generar ingresos económicos a los agricultores. Su presencia en cantidades importantes en los mercados nacionales se debe entre otros aspectos a la divulgación de los beneficios nutricionales de los azúcares dietéticos presentes en grandes cantidades en esta raíz y, a la percepción de que es un alimento útil para diabéticos. Por estas razones, se espera que en los próximos años, la industria absorba mayor cantidad de producto fresco: las raíces para elaborar miel, jarabe, hojuelas, harina, etc y las hojas para la elaboración de filtrantes. Este uso no tradicional del yacón ha incrementado notablemente su importancia como cultivo comercial.

Para la realización del presente trabajo de investigación se optó por el cultivo de yacón por que en la actualidad este cultivo viene alcanzando grandes demandas en los mercados debido a sus propiedades medicinales para el hombre (tanto de las raíces tuberosas como de las hojas) como cultivo alternativo por su amplia adaptabilidad agroecológica y, sus propiedades medicinales y forrajeras para los ganados. Al final de la ejecución, los datos obtenidos de la investigación justificarán el mismo y nos dará a conocer la importancia de los micronutrientes en el cultivo de yacón estudiados y analizados la rentabilidad de los tratamientos en estudio, y de obtener los resultados, se harán las publicaciones respectivas hacia los agricultores, estudiantes e interesados en general. La información experimental nos permitirá establecer recomendaciones prácticas acerca de la aplicación de los micronutrientes al cultivo de yacón, puesto que, esta información será de mucha utilidad para la comunidad interesada en general, y el cual, como cultivo alternativo de alguna manera se estaría solucionando los problemas alimenticios existente de nuestra población, así como también se estaría mejorando los ingresos económicos de nuestra población, de acuerdo a ello se han planteado los siguientes objetivos:

- Evaluar la influencia de los micronutrientes sobre la producción total de raíces tuberosas en el cultivo de yacón.
- Evaluar la cantidad, peso y tamaño de las raíces tuberosas.
- Evaluar la rentabilidad de la aplicación de micronutrientes.

MATERIALES Y METODOS

Ámbito de estudio. La investigación se realizó en centro experimental de "Común Era" de la Facultad de Ciencias Agrarias - Universidad Nacional de Huancavelica, localizado en el distrito y provincia de Acobamba del departamento de Huancavelica en la campaña agrícola (2,008 – 2,009). A 1 Km. de la ciudad de Acobamba vía carretera afirmada. Como materiales se ha usado tal como se detalla en la página N° 38.

Se utilizó la metodología experimental, con las siguientes etapas:

- Recopilación de información.
- Recolección de materiales y preparación de terreno.
- Instalación, ejecución y evaluación.
- Análisis y discusión de resultados.
- Elaboración del informe.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1 Presentación de resultados.

4.1.1 Altura de planta, antes de la aplicación de micronutrientes.

Cuadro N° 7. Altura de planta (cm.), antes de la aplicación de los tratamientos.

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F. C.	F. T.		SIG.
					0.01	0.05	
TRAT.	4	159.89	39.97	1.85	7.01	3.84	NS
BLOQ.	2	50.38	25.19	1.17	8.65	4.46	NS
ERROR	8	172.86	21.61				
TOTAL	14	383.13					

S=4.65

X=57.10

C.V. =8.14

En el análisis de varianza del estudio realizado, en la altura de planta antes de la aplicación de micronutrientes (momento del aporque) del cultivo de yacón, dentro de la fuente de variabilidad para tratamientos y repeticiones no significa el diseño de estadística, debido a que se comportaron en forma homogénea (Osorio, 2000).

El coeficiente de variabilidad nos da un valor de 8.14, la cual según estadística de calificación es excelente, indicando la seguridad de que los datos evaluados son confiables.

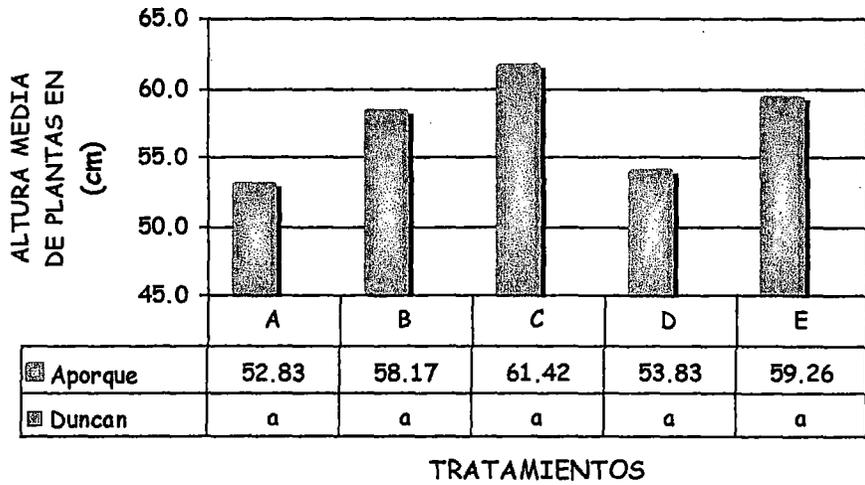


Gráfico N° 1. Altura de planta promedio, antes de la aplicación de los tratamientos.

4.1.2 Altura de planta en su etapa de floración.

Cuadro N° 9. Altura de plantas en la etapa de floración del cultivo de yacón (después de aplicación de los tratamientos).

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F. C.	F.T.		SIG.
					0.01	0.05	
TRAT.	4	216.93	54.23	0.83	7.01	3.84	NS
BLOQ.	2	0.01	0.01	6.37	8.65	4.46	*
ERROR	8	523.49	65.44				
TOTAL	14	740.43					

S=8.09 X=90.82 C.V.=8.91

En el análisis de varianza del experimento realizado sobre el efecto de los micronutrientes con la aplicación foliar y al suelo en la altura(cm.) de plantas en la etapa de floración del cultivo de yacón, en la fuente de variabilidad para tratamientos no existe significación estadística debido a que los tratamientos en estudio se comportaron en forma homogénea. Y dentro de la fuente de variabilidad para repeticiones existe significación estadística debido a que las repeticiones en estudio se comportaron en forma heterogénea.

El coeficiente de variabilidad nos da un valor de 8.91, la cual según estadística de calificación es como excelente, indicando la seguridad de que los datos evaluados son confiables.

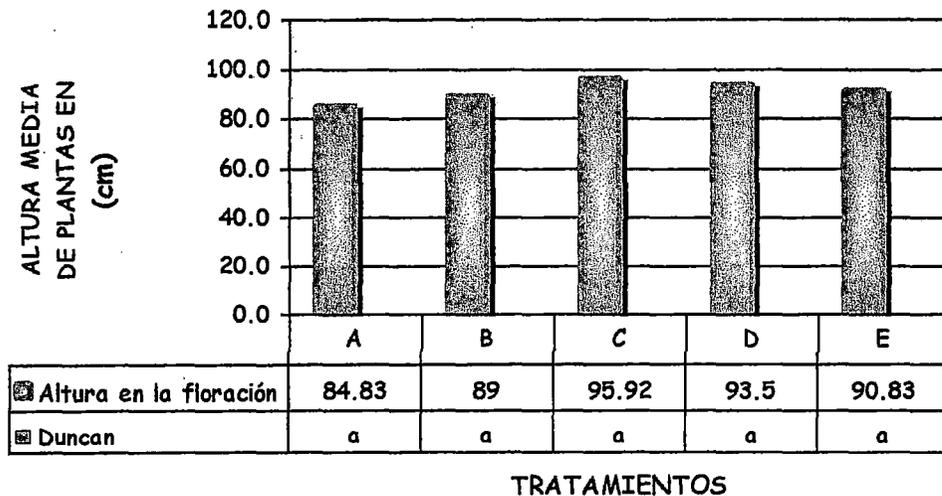


Gráfico N° 2. Altura (cm) de plantas en la etapa de floración, después de la aplicación de los micronutrientes.

4.1.3 Peso de raíz tuberosa.

Cuadro N° 11. Peso (Kg.) de la raíz tuberosa.

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F. C.	F. T.		SIG.
					0.01	0.05	
TRAT.	4	0.13	0.03	1.58	7.01	3.84	NS
BLOQ.	2	0.22	0.11	5.27	8.65	4.46	*
ERROR	8	0.17	0.02				
TOTAL	14	0.51					

S = 0.14 X = 1.00 C.V. = 14.33

En el análisis de varianza del experimento realizado sobre el efecto de los micronutrientes con la aplicación foliar y al suelo en el peso de raíz tuberosa del cultivo de yacón, dentro de la fuente de variabilidad para tratamientos no existe significación estadística debido a que los tratamientos en estudio se comportaron en forma homogénea. Y la fuente de variabilidad para repeticiones si existe significación estadística debido a que las repeticiones en estudio se comportaron en forma heterogénea.

El coeficiente de variabilidad nos da un valor de 14.33, la cual según estadística de calificación es muy buena, indicando la seguridad de que los datos evaluados son confiables.

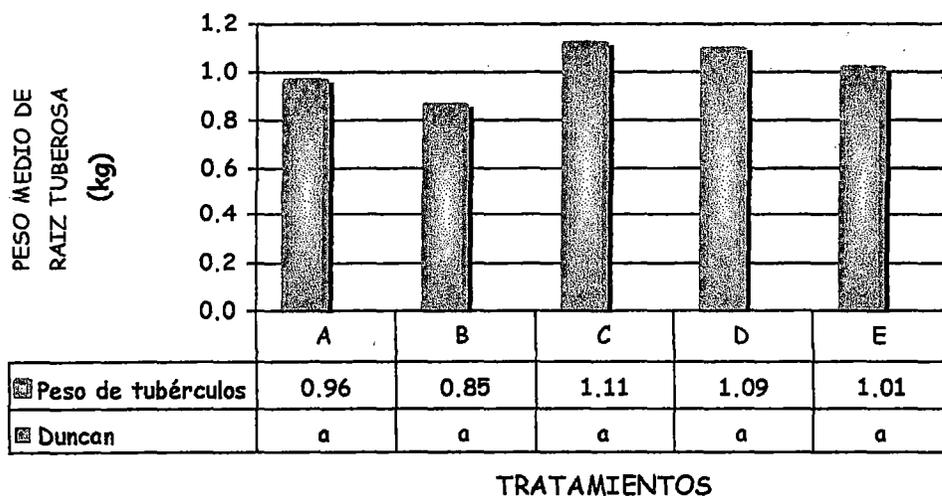


Grafico N° 3. Peso promedio (Kg.) de raíz tuberosa.

4.1.4 Cantidad de raíz tuberosa.

Cuadro N° 13. Cantidad de raíz tuberosa.

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F. C.	F. T.		SIG.
					0.01	0.05	
TRAT.	4	13.81	3.45	0.44	7.01	3.84	NS
BLOQ.	2	0.56	0.28	0.04	8.65	4.46	NS
ERROR	8	62.19	7.77				
TOTAL	14	76.56					

S = 2.79 X = 15.98 C.V. = 17.44

En el análisis de varianza del estudio realizado, en la cantidad de raíz tuberosa con la aplicación de micronutrientes en el cultivo de yacón, dentro de la fuente de variabilidad para tratamientos y repeticiones no significa el diseño de estadística, debido a que se comportaron en forma homogénea.

El coeficiente de variabilidad nos da un valor de 17.44, la cual según estadística de calificación es muy buena, indicando la seguridad de que los datos evaluados son confiables.

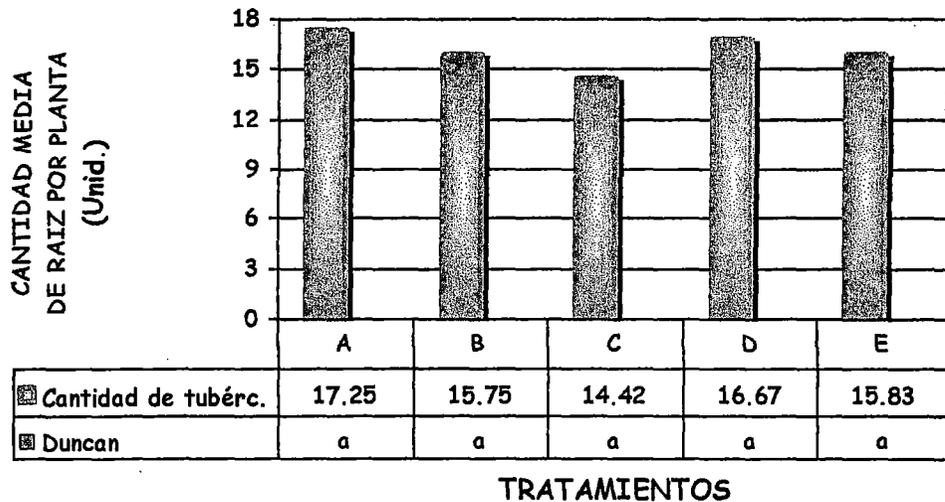


Gráfico N° 4. Cantidad (Und.) de raíz tuberosa por planta.

4.1.5 Tamaño de raíz tuberosa.

Cuadro N° 15. Tamaño (cm.) de raíz tuberosa.

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F. C.	F. T.		SIG
					0.01	0.05	
TRAT.	4	16.48	4.12	0.72	7.01	3.84	NS
REP.	2	28.26	14.13	2.49	8.65	4.46	NS
ERROR	8	45.49	5.69				
TOTAL	14	90.23					

S=2.38 X=10.27 C.V. =23.22

En el análisis de varianza del experimento realizado sobre el efecto de los micronutrientes con la aplicación foliar y al suelo en el tamaño de raíz tuberosa del cultivo de yacón, dentro de la fuente de variabilidad para tratamientos y repeticiones no significa el diseño de estadística, debido a que se comportaron en forma homogénea.

El coeficiente de variabilidad nos da un valor de 23.22, la cual según estadística de calificación es regular, indicando la poca seguridad de que los datos evaluados sean confiables.

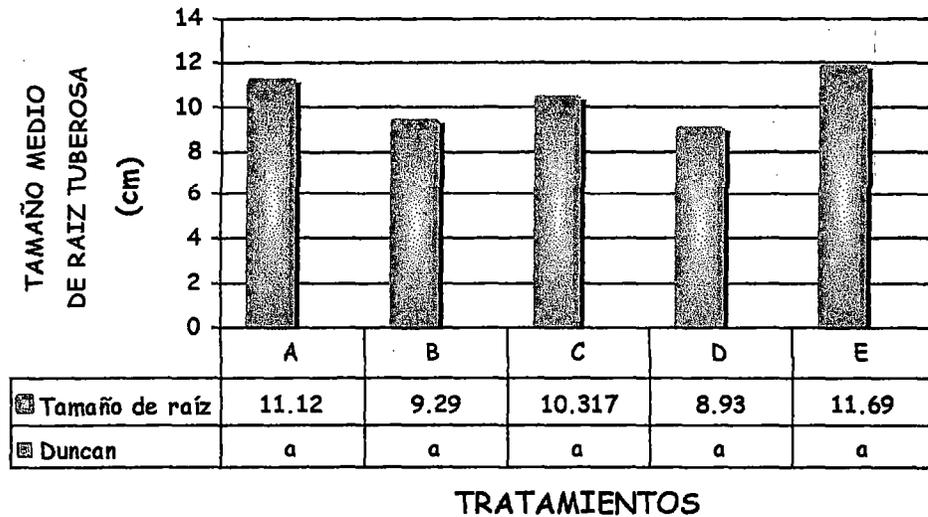


Gráfico N° 5. Tamaño promedio (cm) de raíz tuberosa.

4.2 Discusiones.

- En los resultados encontrados, se observó que el tratamiento C fue el que mostró mejores resultados en cuanto a la altura de planta con 95,92 cm. debemos resaltar que de acuerdo al análisis de varianza y la prueba de comparación de Duncan no existió *significación estadística*.
- En el peso de raíz tuberosa, los tratamientos C y D fueron los que obtuvieron mejores resultados con 1,108 y 1,085 kg respectivamente por planta de acuerdo a los datos originales y de acuerdo al análisis de varianza si se encontró *significación estadística*, más no así en la prueba de comparación de Duncan.
- En cuanto al tamaño y la cantidad de raíz tuberosa no se encontró *significación estadística* en el análisis de varianza y en la prueba de Duncan solo se encontró *significación estadística* para tamaño de raíz, más no así para cantidad de raíz.

- De acuerdo a nuestra hipótesis planteada debemos resaltar que de los 5 tratamientos en estudio (de acuerdo a los datos originales) los que mejores resultados mostraron fueron los tratamientos C y D, quedando en último lugar el tratamiento B.
- Se encontró significación estadística en la altura de plantas en la etapa de Floración; después de la aplicación de los micronutrientes y en el peso de raíz tuberosa; *en el resto de las variables no se encontró significación estadística.*

CONCLUSIONES

- En el estudio ejecutado se nota que los tratamientos C y D, tienen mejores resultados de acuerdo a la obtención de los datos de campo en cuanto a la altura de planta y peso de la raíz tuberosa, indicándonos que debemos siempre emplear los micronutrientes que son esenciales para el desarrollo y mejoramiento de la planta para una buena obtención de los raíces tuberosas en el cultivo estudiado.

El tratamiento D (Biol), es el que mejor se ha comportado en el crecimiento de la planta y desarrollo de la raíz y, este se encuentra como una de las alternativas que el agricultor puede tener a su alcance que no requiere una mayor inversión, para producirlo en grandes cantidades aprovechando los ingredientes que fácilmente lo dispone en el ámbito donde se encuentra.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

La referencia bibliográfica se cita en la pág. N° 51 del presente trabajo de investigación.

ANEXOS



INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN AGRARIA
ESTACION EXPERIMENTAL AGRARIA SANTA ANA HUANCAYO



SERVICIO DE LABORATORIO

Laboratorio de Servicio de Suelos : Teléfonos : 24-6206 y 24-7011
 NOMBRE : NICOLAS MARTINEZ ROJAS
 LOCALIDAD : ACOBAMBA - HUANCAYELICA

RESULTADOS DE ANALISIS

Comu era	351.05	15/12/05
Potrero	Nº de Laboratorio	Fecha

TEXTURA

6.8		0.8	11.3	254		0.04		60.8	13.6	25.6	Fr
pH	C.E	M.O	P	K	Al	N	Mn	Arena	Arcilla	Limo	Ao
	mmhos/cm	%	(ppm)	(ppm)	me/100 gr	%	(ppm)	%	%	%	

INTERPRETACION DE ANALISIS :

	Peligroso	Normal		BAJO	MEDIO	ALTO
Acidez			Nitrógeno (N)	XXXXX		
Extractable			Fósforo (P)	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX		
Reaccion del Suelo		X	Potasio (K)	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX		
			Calcio (Ca)			
			Magnesio (Mg)			
Salinidad del Suelo			Zinc (Zn)			
			Manganeso (Mn)			
			% M.O.	XXXXX		

RECOMENDACION DE NUTRIENTES DEL LABORATORIO DE SUELOS

NUTRIENTES	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha
Minimo	140	60	80						
Máximo	160	80	100						
Recomendaciones y observaciones Especiales	Incorporar Materia Orgánica descompuesta a razón de 10 T/Há al voleo, en el momento de la preparación del terreno. Nota: No he han hedcho trabajos sobre dosis de fertilización en este cultivo, sin embargo existe un solo que dio regulares resultados con la dosis mencionada.								
Cultivo Actual	YACON.								
Recomendaciones de fertilizantes por el	Al tiempo del sembrío	50 % del N.		Urea 3.5 Bolsas					
		Todo el P205 y el K20		S.T. 3.5 Bolsas					
	Al esporque o rriaca llaga	50 % del N.		Urea 3.5 Bolsas					
 INIA PROGRAMA DE LABORATORIOS ANTONIO CORRO VALVERDE Resp. Laboratorio de Suelos									

PANEL FOTOGRAFICO



Imagen N° 1: Instalación del cultivo de yacón en la parcela de Investigación.



Imagen N° 2: Desarrollo del cultivo en estudio.



Imagen N° 3: Aplicación foliar y al suelo de los micronutrientes.



Imagen N° 4: Medición de altura de plantas.



Imagen N° 5, 6: Pesaje de raíces tuberosas de yacón después de cosecha.



Imagen N° 7: Medición de tamaño de raíz tuberosa del cultivo de yacón.