

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

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



**SOLUCIONES NUTRITIVAS EN LA PRODUCCIÓN DE
CUATRO VARIETADES HÍBRIDAS DE BRÓCOLI (*Brassica
oleracea*) MEDIANTE TÉCNICA DE CULTIVO ACOLCHADO
PLÁSTICO EN K'AYRA – CUSCO**

Tesis presentada por la Bachiller en
Ciencias Agrarias:

LIZBETH ROXANA TINTAYA MAMANI,
para optar al Título Profesional de
INGENIERO AGRÓNOMO.

Asesor:

Mgt. Juan Wilbert Mendoza Abarca

Patrocinador:

Centro de Investigación en Suelos y
Abonos – CISA

K'AYRA - CUSCO - PERÚ

2019

ÍNDICE

	pág.
ÍNDICE	i
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
RESUMEN	vi
INTRODUCCIÓN	1
I. PROBLEMA OBJETO DE INVESTIGACIÓN	2
1.1. Identificación del problema.....	2
1.2. Formulación del problema.....	2
1.2.1. Problema general	2
1.2.2. Problemas específicos.....	3
II. OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN	4
2.1. Objetivo general	4
2.2. Objetivos específicos	4
2.3. Justificación.....	5
III. HIPÓTESIS	6
3.1. Hipótesis general	6
3.2. Hipótesis específicos.....	6
IV. MARCO TEÓRICO	7
4.1. Cultivo del brócoli.....	7
4.1.1. Origen y distribución	7

4.1.2.	Posición sistemática	7
4.1.3.	Descripción botánica	8
4.1.4.	Variedades	11
4.2.	Técnicas del cultivo	13
4.3.	Requerimientos de clima y suelo	18
4.4.	Abonado	20
4.5.	Nutrición de las plantas	21
4.5.1.	Composición de las soluciones nutritivas	22
4.5.2.	Funciones de los elementos nutritivos en las plantas.....	24
4.6.	Cobertura de plástico en cultivos	39
4.7.	Definición de suelo agrícola	41
V.	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	45
5.1.	Tipo de investigación.....	45
5.2.	Ubicación del campo experimental	45
5.3.	Ubicación temporal.....	46
5.4.	Materiales y métodos	46
5.4.1.	Materiales	46
5.4.2.	Métodos.....	49
1.	Diseño experimental.....	49
2.	Características del campo experimental.....	51
3.	Conducción de la investigación	53
4.	Evaluación de variables.....	59

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	64
A. Rendimiento.....	64
B. Comportamiento agronómico.....	82
VII. CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS	97
7.1. Conclusiones.....	97
7.2. Sugerencias	100
VIII.BIBLIOGRAFÍA.....	101
ANEXOS	104

DEDICATORIA

*A DIOS POR DARMÉ LA VIDA, LA FUERZA PARA
NECESARIA PARA SEGUIR ADELANTE Y
PERMITIRME CONCLUIR ESTA ETAPA DE MI VIDA.*

*A LA MEMORIA DE MI ANGEL PROTECTOR MI
QUERIDO PADRE "WALTER TINTAYA HUARANCA",
POR SER MI GÜIA Y DARMÉ LA FUERZA
SUFICIENTE PARA PERMITIRME CUMPLIR LA
PROMESA QUE LE HISE EN SU LECHO DE MUERTE.*

*A MI QUERIDA MAMITA "LUCIANA MAMANI
VDA. DE TINTAYA", POR DARMÉ LA VIDA, POR SU
EJEMPLO, SU ESTIMULO, PACIENCIA, CONFIANZA,
CONSEJOS Y TODO SU APOYO MORAL Y
ECONÓMICO EN LA REALIZACIÓN DE ESTE
TRABAJO.*

A MIS DOS

*QUERIDOS HERMANOS "RUSBEL RONALDO
TINTAYA MAMANI Y SHANDA YADIRA
TINTAYA MAMANI" QUIENES SON MI FUENTE
DE SUPERACION POR SU COMPRENSION,
APOYO, PACIENCIA Y TODOS LOS CONSEJOS
BRINDADOS, POR SUS ESTIMULOS EN LA
REALIZACION DE ESTE TRABAJO Y
PERMITIRME CUMPLIR UNA DE LAS
PROMESAS A MI ANGEL PROTECTOR.*

AGRADECIMIENTO

A la **Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco** que me formó académicamente y gracias a ello mi formación profesional.

A todos mis **Docentes de la Escuela Profesional de Agronomía de la Facultad de Ciencias Agrarias**, por haberme impartido sus sabiduría durante mi vida universitaria.

Con profundo reconocimiento y agradecimiento a mi asesor **Mgt. Juan Wilbert Mendoza Abarca**, por aceptarme para realizar el presente trabajo de investigación bajo su dirección, puesto que gracias a sus sugerencias y orientaciones se ha desarrollado el presente trabajo.

Al **Mgt. Arcadio Calderón Choquechambi**, por su predisposición y apoyo constante en la realización del presente trabajo.

Al **Centro de Investigación de Suelos y Abonos (CISA)**, por permitir realizar la conducción de este trabajo de investigación en las instalaciones del campo experimental.

A "**Wini Yaquely Quispe Cahuana**" mi mejor amiga por brindarme su amistad, consejos, paciencia y estar conmigo en todos los momentos de mi vida personal y universitaria.

A "**Emerson Avelino Paño Ancasi**" por su estímulo, comprensión, apoyo en la realización de este trabajo.

A mis amigos y compañeros que con su estímulo contribuyeron al logro de este propósito, "**Sorayda, Lisset, Alexander, Gabriela, Jhoulisa y Ever**" que los llevaré siempre en mi corazón.

A mis tíos, primos, padrinos, compadres, que con sus estímulos contribuyeron al logro de este propósito.

RESUMEN

El trabajo de investigación intitulado “Soluciones nutritivas en la producción de cuatro variedades híbridas de brócoli (*Brassica oleracea*) mediante técnica de cultivo acolchado plástico en K'ayra – cusco”; se llevó a cabo en el periodo del 2017-2018; cuyos objetivos fueron: Determinar el rendimiento y comportamiento agronómico, en cuatro variedades híbridas de brócoli, por efecto de dosis de soluciones nutritivas, mediante la técnica de acolchado plástico.

Determinar el tratamiento que mejor asimila la solución nutritiva, mediante la técnica de acolchado plástico.

Se adoptó el Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), con arreglo factorial de 2A x 4B, 8 tratamientos, 4 repeticiones y total 32 unidades experimentales.

Las conclusiones a que se llegaron son:

En peso fresco de pella, el tratamiento 0 ml A/ litro agua + 0 ml B/ litro agua * variedad Legacy, con 558.13 g/planta (22.3252 t/ha) ocupó el primer lugar.

En peso fresco de residuos de cosecha, los tratamientos 5ml A + 2ml B / litro agua * Var. Bucanero, 5ml A + 2ml B / litro agua * Var. Grand Prix, 0ml A + 0ml B / litro agua * Var. Bucanero, 0ml A + 0ml B / litro agua * Var. Grand Prix, y 0ml A + 0ml B / litro agua * Var. Paraíso, con 2560.00, 2390.00, 2297.50, 2237.50 y 2032.50 g/planta (102.4, 95.6, 91.9, 89.5 y 81.3 t/ha) respectivamente ocuparon los primeros lugares.

En peso seco de residuos de cosecha, los tratamientos 5ml A + 2ml B / litro agua * Var. Bucanero, 0ml A + 0ml B / litro agua * Var. Bucanero, 5ml A + 2ml B / litro agua * Var. Grand Prix, 0ml A + 0ml B / litro agua * Var. Grand Prix, y 0ml A + 0ml B / litro

agua * Var. Legacy, con 410.75, 372.50, 327.50, 326.25 y 320.00 g/planta (16.43, 14.90, 13.10, 13.05 y 12.80 t/ha) respectivamente ocuparon los primeros lugares.

En altura de planta, los tratamientos 5ml A + 2ml B / litro agua * Var. Bucanero, 0ml A + 0ml B / litro agua * Var. Bucanero, 0ml A + 0ml B / litro agua * Var. Grand Prix y 5ml A + 2ml B / litro agua * Var. Grand Prix con 69.25, 64.94, 64.75 y 58.31 cm respectivamente ocuparon los primeros lugares.

En longitud de raíz, los tratamientos 0ml A + 0ml B / litro agua * Var. Bucanero y 5ml A + 2ml B / litro agua * Var. Bucanero, con 23.65 y 20.40 cm respectivamente ocuparon los primeros lugares.

En diámetro de pella, los tratamientos 0ml A + 0ml B / litro agua * Var. Bucanero y 5ml A + 2ml B / litro agua * Var. Bucanero, con 23.65 y 20.40 cm respectivamente ocuparon los primeros lugares.

INTRODUCCIÓN

La producción de hortalizas es una actividad de gran importancia desde el punto de vista económico y social. Por esa razón entendemos que la investigación en nuevas tecnologías para la producción de hortalizas no solo suministrará consejos útiles: también configura un aporte de nuevas alternativas tecnológicas a fin de mejorar la productividad de hortalizas.

El brócoli es una de las hortalizas que tiene especial importancia por su alto valor nutritivo que existe en nuestra dieta alimenticia y salud.

Contiene importantes cantidades de vitamina A, C, E, zinc, potasio y aminoácidos; por tener estos componentes es muy útil para prevenir el cáncer de mama, de útero, del intestino y los riñones. Por la cantidad de fibra que contiene el brócoli, es ideal para prevenir enfermedades cardiovasculares. Sus componentes ayudan a eliminar el colesterol malo, protegiendo el corazón. Además de contener potasio también contiene calcio y magnesio, el cual ayuda a controlar la presión arterial.

En ese sentido el presente trabajo pretende investigar innovaciones tecnológicas para lograr una cosecha altamente productiva, en menor área y en condiciones del Centro Agronómico K'ayra a fin de optimizar los rendimientos y la calidad de las pellas de brócoli. Por lo que se propone evaluar el rendimiento y comportamiento agronómico de cuatro variedades híbridas de brócoli, esto se consigue a través de un manejo de cultivo acolchado plástico con soluciones nutritivas de macro y micronutrientes para mejorar las propiedades del suelo, mientras que la cobertura del plástico debe retener básicamente la humedad del suelo, suprimir la competencia con malezas e incrementar la temperatura en beneficio del rendimiento de pellas de brócoli de buena calidad.

La autora.

I. PROBLEMA OBJETO DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación del problema

En la región Cusco, por la escasa diversidad de variedades híbridas comerciales con alto rendimiento, el brócoli (*Brassica oleracea*) es un cultivo poco difundido, pero muy importante dentro de las hortalizas que se cultivan. Se cultiva bajo diferentes sistemas de producción.

Cuando se hace una revisión exhaustiva sobre el cultivo de brócoli, no existe información alguna referida al efecto de soluciones nutritivas de macro y micronutrientes, aplicadas a diferentes variedades híbridas conducidas mediante la técnica de acolchado plástico en condiciones de campo; lo que conllevaría a obtener resultados sobre peso fresco de pella, peso fresco y seco de residuos de cosecha, altura de planta, longitud de la raíz y diámetro de pella. Datos básicos que son muy importantes para continuar con los trabajos de investigación, cuando se conocen estos resultados; y si no se conoce, entonces constituye un problema que requiere ser analizada desde el punto de vista agronómico.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Cómo es el efecto de soluciones nutritivas, en la producción de cuatro variedades híbridas de brócoli (*Brassica oleracea*) mediante la técnica de acolchado en condiciones del Centro Agronómico K'ayra – Cusco)?

1.2.2. Problemas específicos

1. ¿Cuál será el peso fresco de pella, peso fresco y seco de los residuos de cosecha, altura de planta, longitud de raíz y diámetro de pella, en cuatro variedades híbridas de brócoli (***Brassica oleracea***) por efecto de soluciones nutritivas?
2. ¿Cuál de los tratamientos tendrá mejor rendimiento y comportamiento agronómico con la técnica de cultivo acolchado plástico?
3. ¿Cuál de las variedades híbridas de brócoli (***Brassica oleracea***) asimila mejor las soluciones nutritivas aplicadas al sustrato suelo, con la técnica de acolchado plástico?

II.OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN

2.1. Objetivo general

Evaluar el efecto de soluciones nutritivas, en la producción de cuatro variedades híbridas de brócoli (***Brassica oleracea***) mediante la técnica de acolchado en condiciones del Centro Agronómico K'ayra – Cusco.

2.2. Objetivos específicos

1. Determinar el peso fresco de pella, peso fresco y seco de los residuos de cosecha, altura de planta, longitud de raíz y diámetro de pella, en cuatro variedades híbridas de brócoli (***Brassica oleracea***), por efecto de soluciones nutritivas, mediante la técnica de acolchado plástico.
2. Determinar el tratamiento que mejor asimila la solución nutritiva incorporada al sustrato suelo, mediante la técnica de acolchado plástico en condiciones del Centro Agronómico K'ayra - Cusco.

2.3. Justificación

En la región Cusco por sus factores limitantes como el clima, por la escasa diversidad de variedades híbridas con alto rendimiento, la práctica del cultivo del brócoli está restringida, y para abastecer el mercado de los consumidores de la zona, ésta hortaliza es traída desde la ciudad de Arequipa, el mismo que es consumido previa cocción tal vez en menor cantidad que el coliflor. Por lo que es muy importante conocer el rendimiento de las variedades híbridas por efecto de soluciones nutritivas de macro y micronutrientes en condiciones de campo.

Además, los elementos nutritivos incorporados al sustrato suelo, permitirán a que la producción sea favorable especialmente gracias a sus características agronómicas. La longitud de la raíz es una característica que permitirá conocer la extracción de nutrientes en un sustrato controlado por un material impermeabilizante como el acolchado plástico, que básicamente permite retener la humedad del suelo, controlar las plantas que compiten con el cultivo e incrementar la temperatura, la pella sea un producto de mejor calidad y cotizado en la meza del consumidor.

III. HIPÓTESIS

3.1. Hipótesis general

La producción de variedades híbridas de brócoli (*Brassica oleracea*) mediante la técnica de acolchado plástico en el Centro Agronómico K'ayra – Cusco, está en función al efecto de soluciones nutritivas y características genéticas de las variedades.

3.2. Hipótesis específicos

1. Las soluciones nutritivas incorporadas al sustrato suelo tendrán mejor rendimiento en las cuatro variedades híbridas de brócoli (*Brassica oleracea*) en condiciones del centro agronómico K'ayra – cusco.
2. La técnica de acolchado plástico influye en la producción de cuatro variedades híbridas de brócoli (*Brassica oleracea*) en condiciones del Centro Agronómico K'ayra – Cusco.

IV. MARCO TEÓRICO

4.1. Cultivo del brócoli

4.1.1. Origen y distribución

<http://www.regmurcia.com>, dice que el origen del brócoli parece estar ligado con los países cálidos de Oriente próximo, siendo la civilización romana durante sus conquistas quienes lo introdujeron en los países europeos ribereños del Mar Mediterráneo. Su cultivo se extendió ampliamente durante el siglo XX, concentrándose a comienzos del siglo XXI los principales productores del brócoli en Europa y Estados Unidos. En España tiene especial relevancia la zona levantina y sureste, contando con producciones que se comercializan en los mercados de Barcelona o Valencia, desde donde se exportan a los mercados internacionales. En concreto, en la Región de Murcia se cosechan anualmente unas 14.000 toneladas de brócoli.

4.1.2. Posición sistemática

<http://mrbroko.com/taxonomía-del-brócoli/>, detalla que el brócoli presenta la siguiente clasificación taxonómica:

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Brassicales
Familia:	Brassicaceae
Género:	Brassica
Especie:	<i>Brassica oleracea var.italica</i>
Subespecie:	Brócoli.
Nombre común:	Brócoli

4.1.3. Descripción botánica

Jaramillo, J., & Díaz, C. (2006), mencionan de la forma siguiente:

- **Altura:** Entre 60 a 90 cm, y termina en una masa de yemas funcionales.
- **Raíces:** Son ramificadas, profundas, extendiéndose alrededor del tallo de 45 a 60 centímetros.
- **Tallos:** Son herbáceos, cilíndricos; el tallo principal es relativamente grueso (3 a 6 cm diámetro), de 20 a 50 cm de alto, sobre el cual se disponen las hojas en forma helicoidal, con entrenudos cortos.
- **Inflorescencia** Primaria, conformada por flores dispuestas en un corimbo principal. Los corimbos son de color verde claro a púrpura, según el cultivar. Las flores son de color amarillo sobre inflorescencias racimosas de polinización alógama.
- **Descripción del ciclo vital del brócoli**

Fase juvenil: Durante esta fase, que se inicia con la nacerencia, la planta sólo forma hojas y raíces. Su duración varía de 6-8 semanas para las variedades tempranas, en cuyo periodo desarrollan unas 5 a 7 hojas, y de hasta 10-15 semanas para las variedades más tardías, para formar una masa vegetativa de 20 a 30 hojas.

Fase de inducción floral: La planta continúa formando hojas igual que en la fase anterior, pero además se inician cambios fisiológicos encaminados a formar las inflorescencias o pellas. La temperatura es el factor que determina esta variación y su efecto se produce con temperaturas próximas a los 15 °C. Para alcanzar buenos rendimientos e inflorescencias de calidad es fundamental que las plantas hayan logrado, hasta este momento, un buen follaje.

Fase de formación de pellas: La temperatura juega un papel importante en el crecimiento de la inflorescencia. Por debajo de 3 - 5°C cesa el crecimiento, mientras que con temperaturas de 8 - 10°C el crecimiento es plenamente satisfactorio. El

tamaño de la pella y su compacidad van a determinar el momento óptimo de recolección para cada variedad.

Fase de floración: Las pellas pierden su firmeza y se comienzan a amarillear. Su valor comercial se devalúa significativamente y posteriormente se produce su alargamiento y floración.

- **Necesidades de la planta**

Es un cultivo de desarrollo en estación de otoño e invierno; necesita temperatura baja para desarrollar las pellas, que es su interés comercial hortícola.

La planta para un desarrollo normal en la fase de crecimiento necesita temperaturas entre 20-24°C.

La planta para poder iniciar la fase de inducción floral necesita entre 10°C a 15°C de temperatura durante varias horas del día.

La planta y la pella no se hielan con temperaturas cercanas a por debajo de 0° C, cuando su duración es de pocas horas del día.

Respecto a humedad relativa, ésta oscila entre 60 y 75% para un estado óptimo.

Como todas las crucíferas prefiere suelos con tendencia a la acidez y no a la alcalinidad, estando el óptimo de pH entre 6,5 y 7. Requiere suelos de textura media. Soporta mal la salinidad excesiva del suelo y del agua de riego.

Es conveniente que el suelo esté en un estado óptimo de humedad.

El riego debe ser abundante y regular en la fase de crecimiento.

En la fase de inducción floral y formación de pella, conviene que el suelo esté sin excesiva humedad, pero sí en capacidad de campo.

Bolea, J. (1982), indica que Brassica es el nombre latino de las coles; termino que deriva, a su vez del latin *caulis* que significa tallo y que corresponde al nombre

general en español para el grupo de hortalizas que componen esta especie. De las seis variedades botánicas de *Brassica oleracea*, cuatro presentan mayor importancia como cultivo: *Brassica oleracea* var. Botrytis, *Brassica oleracea* var. Capitata, *Brassica oleracea* var. Gemmifera y *Brassica oleracea* var. Itálica.

Bernal, J. (2011), menciona que posee una forma similar a la coliflor pero con pedúnculos florales menos prietos o compactos, conformando un ramillete o cabeza irregular y abierta. Sus hojas permanecen erguidas, con peciolo desnudos, limbos cuyos bordes se ondulan, así como nervaduras marcadas, blancas. El cogollo del brócoli puede llegar a desarrollar 20 centímetros de diámetro, rondando los 2 kg distinguiéndose colores diferentes según variedades: moradas, rojizas, blancas o amarillentas, siendo la más común la verde oscura en el tallo y verde azulado en el extremo de la flor. El brócoli es una planta anual, la planta es recta, tiene de 60-90 cm de altura y termina en una masa de flores de color verde que puede alcanzar un diámetro hasta de 35 cm. Las flores son de color amarillo y tienen cuatro pétalos en forma de cruz. El fruto es de color verde cenizo que mide en promedio de 3 a 4 cm y que contiene las semillas las que tienen forma de munición y miden de 2 a 3 mm de diámetro.

Valdez, K. (2012), dice que la planta de brócoli es de naturaleza herbácea, el sistema radicular del brócoli trasplantado en el campo definitivo está conformado por raíces adventicias secundarias, terciarias y raicillas, las que se concentran en su mayor parte en los primeros 40 a 60 cm de profundidad; el tallo principal tiene un diámetro que varía entre 2 y 6 cm y de 20 a 50 cm. de longitud. Este tallo principal presenta entrenudos cortos 6 con hábitos de desarrollo intermedio entre la forma roseta y caulinar; tiene entre 15 a 30 hojas grandes, cada una aproximadamente con 50 cm de longitud y 30 cm de ancho. Las hojas son más anchas y menos erguidas, con limbos que cubren totalmente el pecíolo, a los bordes menos

ondulados, los nervios menos marcados y menos blancos. La inflorescencia es una pella compacta de color verdoso forman brotes laterales, presenta las yemas florales en el extremo del tallo principal pero tras el corte de este van apareciendo más yemas escalonadamente las axilas de la hoja, dando al conjunto un aspecto ramificado.

4.1.4. Variedades

Stoppani, M., & Francescageli, N. (2000), indican que el brócoli es una de las mayores fuentes de innovación tecnológica ha sido la generación de nuevos cultivares e híbridos, mejorados en sus rendimientos cuantitativos, en sus cualidades comerciales y en la conservación del producto final.

Valadez, A. (1993), indica que el brócoli es una planta alógama, con un número cromosómico de $2n=18$ ($n=9$). Las flores presentan fenómenos de incompatibilidad por reacciones químicas y esterilidad masculina, aprovechándose estas condiciones para la producción de híbridos.

Brócoli. (1999), menciona que hay un tipo de brócoli perenne que puede dar cogollos durante mucho tiempo solo necesitan 90 cm de separación entre las plantas.

Bolea, J. (1982), señala algunos de los principales cultivares según su periodo de siembra a cosecha:

- ✓ **Cultivares precoces (menos de 90 días):** Chancellor, Dandy Early, Emperor, Green Comet, Green Duke, Premium Crop, Sprinter y Zeus.
- ✓ **Cultivares intermedios (entre 90 y 110 días):** Citation, Clipper, Green Belt, Green Valiant, Idol, Legend, Ninja y Pirata.
- ✓ **Cultivares tardíos (más de 110 días):** Arcadia, Clímax, Legacy, Marathon, RS19015, Samurai, Shogun y Viking

<http://www.regmurcia.com>, dice que las variedades de brócoli se clasifican según el ciclo de formación de la pella, quedando divididas en precoces o tempranas cuando se recolectan menos de 90 días tras la siembra, intermedias al ser cosechadas entre 90 y 110 días después de plantarlas, y tardías cuando necesitan más de 110 días para alcanzar un adecuado desarrollo. Entre las primeras destacan las Topper, Clipper, Coaster, Azul de Santa Teresa y San Andrés, esta última en tonos rosados. Entre las segundas están las variedades como Rosado de San Antonio (azulada), Lluçat o Toro. Finalmente, las tardías más significativas son San José, Verde tardío, San Isidro, Angers, Mammouth, Walcheren y Roscoffo (estas cuatro últimas de pella blanca).

<http://www.abcagro.com>, indica las siguientes variedades de brócoli:

ADMIRAL: Variedad de ciclo medio. 80-85 días desde trasplante a recolección.

COASTER: Ciclo medio-largo. 80-85 días desde trasplante a recolección.

GREENDUKE: Ciclo de 80-90 días.

CORVET: Variedad precoz. 90-95 días desde la siembra. Resistente a Mildiu.

SHOGUM: Ciclo semi tardío. Tolerante a Mildiu.

MARISA: Muy precoz. 55-60 días desde el trasplante a la recolección.

<http://s3.esoft.com.mx>, menciona que existen variedades desde grano muy apretado hasta tipos que lo tienen muy suelto, pasando por las formas intermedias. Teniendo en cuenta el ciclo de formación de la pella desde siembra a madurez, se dividen también las variedades en tempranas, de media estación y tardías. Las variedades tempranas se siembran a finales de junio, en clima continental y se recolectan durante los meses de octubre, noviembre y diciembre. Las de media estación se siembran en la misma fecha y se recolectan en enero y febrero. Y las variedades tardías se cosecharán durante los meses de marzo, abril y mayo.

4.2. Técnicas del cultivo

<http://s3.esoft.com.mx>, dice sobre:

- **Preparación del terreno**

Se dará una labor de remover el suelo por debajo de la capa arable a unos 50 cm, seguido de una de vertedera de 40 cm. Posteriormente se darán unas labores complementarias de grada o cultivador, para dejar de este modo el suelo bien mullido. Se realizarán caballones separados entre sí de 0.8 a 1 m, según el desarrollo de la variedad que se va a cultivar. Los cultivos precedentes de los brócolis más recomendados son: patatas, cebollas, tomates, melones, maíz, etc. Deben evitarse las rotaciones con otras crucíferas como rábanos, repollos, nabos, etc.

- **Siembra**

El brócoli se siembra en semillero. La semilla se cubre ligeramente con una capa de tierra de 1-1.5 cm y con riegos frecuentes para conseguir una planta desarrollada en unos 45-55 días. La nacencia tiene lugar aproximadamente 10 días después de la siembra. En general, la cantidad de semilla necesaria para una hectárea de plantación es de 250 a 300 gramos, en función del marco de plantación y de la variedad que se plante. Si el semillero está muy espeso es conveniente aclararlo para que la planta se desarrolle de forma vigorosa y evitar el ahilamiento.

- **Trasplante**

La planta tiene que ser vigorosa y estar bien desarrollada, con 18-20 cm de altura y 6-8 hojas definitivas, lo que tiene lugar a los 50 días de la siembra. Se deberán eliminar las plantas débiles y las que tengan la yema terminal abortada, particularmente importante en las variedades de pella. Normalmente se emplean unas densidades de 12.000-30.000 plantas/ha, que en marcos de plantación sería 0.80-1 m entre líneas y 0.40-0.80 m entre plantas.

- **Riego**

El riego debe ser abundante y regular en la fase de crecimiento. En la fase de inducción floral y formación de pella, conviene que el suelo esté sin excesiva humedad, pero sí en capacidad de campo.

- **Abonado**

Es un cultivo que requiere un alto nivel de materia orgánica, que se incorporará un mes o dos antes de la plantación del orden de 4 kg/ha de estiércol bien fermentado. Si es un cultivo de relleno, último en la alternativa anual, no es necesario hacer estercoladura. El brócoli es exigente en potasio y también lo es en boro; en suelos en los que el magnesio sea escaso conviene hacer aportación de este elemento.

% en unidades de fertilizante kg/ha unidades de fertilizante/ha Abonado de fondo
Sulfato amónico 20 600 120 Superfosfato de cal 18 500 90 Sulfato potásico 50 300
150 Abonado de cobertera Nitrato amónico 33.5 300 100 5 .En suelos demasiado
ácidos conviene utilizar abonos alcalinos para elevar un poco el pH con el fin de
evitar el desarrollo de la enfermedad denominada “hernia o potra de la col”.
Extracciones totales de 1 ha de brócolis N 90 P2O5 34 K2O 84.

- **Malas hierbas**

El terreno se debe mantener limpio de malas hierbas.

<http://www.agrosiembra.com>, indica que para la producción de brócoli (***Brassica oleracea var. Italica***), es aconsejable la utilización de semilleros. Esto ofrecerá a las semillas y a las plántulas las mejores condiciones para el desarrollo de la planta. Las etapas del cultivo son: la selección y preparación del terreno, siembras de las semillas en el semillero, trasplante al suelo definitivo, deshierbas y riego.

- **Preparación del suelo**

La preparación del suelo puede realizarse mediante maquinaria, tracción animal o mano, siempre que sea una arada profunda y dos pases de rastra. En terrenos con

pendientes fuertes se deben realizar trabajos de conservación de suelos para prevenir la erosión.

- **Época de siembra**

La siembra del brócoli, como la mayoría de hortalizas, depende básicamente de la disponibilidad de agua, al igual que del mercado objetivo. Si el agua no es problema, entonces se podrá sembrar durante todo el año, de lo contrario la siembra debe ser durante el periodo lluvioso.

- **Semilleros**

El brócoli, al ser una hortaliza de trasplante, la semilla se coloca en semilleros bajo invernadero hasta que germine. En los semilleros se facilita el control de temperatura, humedad, suelo y luminosidad. Aquí se utiliza tierra con nutrientes especiales y sustratos que son muy importantes. La semilla emerge después de 6 a 10 días después de la siembra, con la aparición de un par de hojas. La etapa de semillero tarda entre 30 y 35 días, debiéndose tener cuidado similar al semillero de cualquier otra hortaliza, en lo que respecta a fertilización, control de enfermedades, plagas y otros problemas fitosanitarios. En la metodología del manejo integrado de plantas, aconsejan algunas prácticas con respecto al manejo del semillero, tales como: establecer el semillero en áreas aisladas de otras crucíferas, eliminación de malezas hospederas alrededor del semillero y destrucción del semillero al concluir el trasplante.

Las distancias de siembra pueden oscilar entre 0.4 y 0.6 m entre plantas y surcos, respectivamente para obtener una densidad promedio de 34,500 plantas por hectárea. La siembra o trasplante se puede hacer en surcos dobles o sencillos.

- **Trasplante**

El trasplante debe realizarse cuando la planta tenga una altura de 12 a 15 cm y buen desarrollo radicular. Esto ocurre aproximadamente a los 30 a 35 días de

sembrada la semilla en un invernadero. Para este tiempo la planta deberá tener de 5 a 6 hojas verdaderas que nos indica una buena firmeza del tallo. No deben trasplantarse las plántulas con un desarrollo mayor al antes mencionado, ya que puede haber un desarrollo prematuro de la inflorescencia restándole calidad al producto. Antes de realizar el trasplante, los surcos deberán estar bien húmedos, esto facilita la colocación de la planta en la parte superior del surco. Cuando la planta está lista para el trasplante, han pasado entre 5 y 6 semanas después de la siembra. Se recomienda que en el trasplante de la plántula se lleve parte del suelo del semillero en el que germino, con el fin de que mantenga los nutrientes colocados inicialmente mientras adquiere estabilidad y firmeza. La densidad es de 50,000 plantas por hectáreas.

- **Riego**

Se requiere abundante agua durante el ciclo productivo del brócoli, siendo en los primeros 45 días los momentos más críticos para la planta en cuanto al riego. El suelo debe permanecer húmedo en un 80% de capacidad de campo, para lo cual debe regarse frecuentemente sin llegar al exceso. El agua de riego o de lluvia, permitirá airear el suelo. Es necesario que el agua tenga la temperatura ambiental y poca concentración de sales. En la fase de inducción floral y formación de pella, es conveniente que el suelo no esté excesivamente húmedo, pero si en capacidad de campo. Agua proveniente de lagunas o ríos no son aconsejables para su uso. El agua de estas fuentes a menudo está contaminada por correr a través de los campos y galpones de empaque y por lo tanto contienen grandes cantidades de patógenos pos cosecha. Usar esa agua para riego también puede contaminar los productos en el campo. Siempre se aconseja usar agua potable.

- **Fertirrigación y fertilización**

La fertilización debe basarse en los contenidos de los elementos nutricionales reportados luego de un análisis del terreno, así como de las condiciones climáticas en que se realizara el cultivo. Si el brócoli ha sido sembrado como un cultivo secundario, se beneficiara de la fertilización que se le dé al cultivo tradicional. Se recomienda la aplicación de fertilizante foliar, principalmente de los elementos boro, magnesio, azufre. El brócoli al igual que cualquier otro cultivo, necesita extraer del suelo macro y micronutrientes esenciales para su completo desarrollo. La disponibilidad de estos nutrientes varía con todo tipo de suelo y es necesario realizar un estudio detenido de cada uno de ellos, tanto de la disponibilidad como de otras características inherentes a cada sustrato, tales como pH, contenido de materia orgánica, textura, etc. En general se puede decir que se logran buenos rendimientos en suelos fértiles, ricos en materia orgánica. Cualquier programa de fertilización debe ser consecuencia de un análisis de suelo. Es importante resaltar que el cultivo de brócoli posee alto requerimiento de boro en cantidades superiores a 0.5 ppm en el suelo, por lo que en determinadas ocasiones puede ser conveniente la aportación de boro en la fertilización.

Labores culturales durante el crecimiento del cultivo:

Dentro de las labores culturales principales del cultivo del brócoli, se puede mencionar las escardilladas y aporcados en las primeras semanas y una carpida previa a la cosecha. Las prácticas de escarda, deshierbes y aporques, se realizan por lo menos dos o tres veces durante el ciclo del cultivo, con el fin de mantener limpio y libre de malezas el cultivo, así como para lograr retener la humedad de la planta y suelo.

- **Aporcado y rehundido**

El aporcado se realiza de dos o tres veces durante todo el ciclo del cultivo, elaborándose la primera a las tres semanas luego de la plantación, la segunda siete semanas después de la plantación y la tercera dependerá de la madurez del cultivo.

- **Protección de heladas**

El brócoli es una planta que tolera heladas ligeras de hasta -2° C, siempre que no se hayan formado la inflorescencia ya que la baja temperatura puede producir congelamiento y posterior pudrición de las flores.

- **Producción**

Dirección Regional Agraria. (2010), resume que la producción del brócoli en el Perú, durante el año 2010 fue:

Cuadro 01. Producción del brócoli en 2010 por departamentos – Perú.

Departamento	t	Ha	Kg/ha	S/. por Kg
La Libertad	3,593.00	161.00	22,383.00	0.91
Lima	26,265.00	2,270.00	11,571.00	0.72
Junín	478.00	23.00	20,761.00	1.03
Arequipa	579.00	39.00	14,834.00	1.41

Fuente: Dirección Regional Agraria. (2010)

4.3. Requerimientos de clima y suelo

http: //s3.esoft.com.mx, refiere que el brócoli es un cultivo de desarrollo fundamentalmente durante las estaciones de otoño e invierno. Para un desarrollo normal de la planta es necesario que las temperaturas durante la fase de crecimiento oscilen entre 20 y 24°C; para poder iniciar la fase de inducción floral necesita entre 10 y 15°C durante varias horas del día. La planta y la pella no suelen helarse con temperaturas cercanas a 0° C, cuando su duración es de pocas horas del día. Las variedades que tienen pella única y blanca (más similares a la coliflor)

son menos resistentes al frío que los brócolis ahijados. En zonas donde las temperaturas bajan excesivamente, se cultivan variedades tardías, de recolección a finales de invierno o principios de primavera. La humedad relativa óptima oscila entre 60 y 75%. Como todas las crucíferas prefiere suelos con tendencia a la acidez y no a la alcalinidad, estando el óptimo de pH entre 6,5 y 7. Requiere suelos de textura 3 media. Soporta mal la salinidad excesiva del suelo y del agua de riego. En el caso de variedades tempranas pueden emplearse suelos ligeros y son más adecuados los fuertes para las variedades tardías. Es conveniente que el suelo esté en un estado perfecto de humedad.

Valdez, K. (2012), indica que como todas las crucíferas el cultivo de brócoli prefiere suelos con tendencia a la acidez y no a la alcalinidad, estando el óptimo de pH entre 6,5 y 7; se desarrolla en una amplia gama de suelos pero son preferibles los franco, franco arcillosos o franco limosos, profundos con buen contenido de materia orgánica y con una buena capacidad de retener agua.

Alvarado, A. (2014), menciona que el suelo para este tipo de hortaliza por lo general debe estar constantemente con abastecimiento regular de agua en sus primeras semanas de desarrollo, con una iluminación adecuada durante todo su proceso de crecimiento, el suelo debe ser fertilizado con humus de lombriz ya que este tipo de fertilizante es el que mayor beneficio proporciona al desarrollo de la planta, además el suelo tiene que estar bien preparado profundamente hasta los 35 o 40 cm, para así obtener un rápido y buen crecimiento de la planta.

Valdez, A. (1993), dice que el brócoli es una hortaliza propia de climas fríos y frescos. Así mismo, puede tolerar heladas (-2°C) siempre y cuando no se haya formado aun la inflorescencia, ya que esta es fácilmente dañada por las bajas temperaturas del clima. El rango de temperaturas para germinación es de 5° a 28°C, pudiendo llegar a emerger a los 8 y 3 días respectivamente. Su crecimiento

es muy rápido a temperaturas altas durante el desarrollo de la pella, siendo necesario cosecharlo a tiempo para evitar la apertura de las yemas florales.

Valdez, K. (2012), menciona que la planta para su desarrollo normal en la fase de crecimiento necesita temperaturas entre 20 a 24 grados centígrados; para poder iniciar la fase de inducción floral necesita entre 10 y 15 grados centígrados. La planta y la pella no se hielan con temperaturas cercanas o por debajo de los cero grados centígrados, duración es de pocas horas del día.

La humedad relativa óptima oscila entre un 40% y un 60%; humedades relativas muy elevadas favorecen al desarrollo de enfermedades.

UNALM, citado por Cornejo. (2011), menciona que al igual que el repollo y la coliflor, las variedades de brócoli que se siembran en el país, requieren de clima frío; la temperatura óptima requerida debe oscilar entre 15°C y 20°C , con máxima de 24°C y la humedad relativa óptima que requiere debe oscilar entre 50 y 65%.

Díaz, S. (2015), menciona que el brócoli requiere humedad prácticamente constante, por lo que el riego debe ser abundante y regular, sobre todo en la fase de crecimiento, aunque sin llegar a encharcar el suelo. En la fase de inducción floral, conviene que el suelo esté sin excesiva humedad, pero sí en capacidad de campo. Cuando han formado la inflorescencia, no conviene regar por aspersión (por encima), pues podrían presentar podredumbres u hongos, es por ello que el sistema de riego ideal para este cultivo es el riego por goteo.

4.4. Abonado

<http://www.abcagro.com>, menciona que si es un cultivo de relleno, último en la alternativa anual, no es necesario hacer estercoladura, a no ser que interese estercolar para el cultivo principal que le va a seguir en la alternativa; en este caso se aportan 3 kg por metro cuadrado, de estiércol que esté bien fermentado.

El brócoli es exigente en potasio y también lo es en boro; en suelos que el magnesio sea escaso conviene hacer aportación de este elemento.

En suelos demasiado ácidos conviene utilizar abonos alcalinos para elevar un poco el pH con el fin de evitar el desarrollo de la enfermedad denominada “Hernia de la col”.

Díaz, S. (2015), dice que las plantas de brócoli necesitan que el sustrato esté bien abonado, pues es exigente en cuanto a potasio (K) y nitrógeno (N), por lo que sería conveniente aportar compost, puesto que en agricultura ecológica no están permitidos los fertilizantes de síntesis. Al igual que las espinacas, al brócoli le gusta que el suelo esté constantemente húmedo, pero sin llegar al encharcamiento. Un acolchado o una cobertura vegetal permanente, le ayudarán a mantener la humedad necesaria además de aportar un plus de materia orgánica.

4.5. Nutrición de las plantas

Zirena, J. (2002), manifiesta que la llave del éxito será la utilización de nutrientes como método de nutrición de las plantas, es conveniente disponer de un programa de diagnóstico (en grandes plantaciones a nivel comercial) que nos permita conocer el nivel nutricional de la planta en cualquier momento, para así poder evitar los desequilibrios nutricionales que limitarían el crecimiento de las mismas. El método ideal para diagnosticar alguna deficiencia de nutriente es el análisis foliar una o dos veces por semana como medida preventiva, para así medir el nivel de cada uno de los elementos esenciales en los tejidos de las plantas y así poder corregir alguna deficiencia vía solución nutritiva.

4.5.1. Composición de las soluciones nutritivas

Sólo 16 elementos están considerados como esenciales para el desarrollo y crecimiento de las hortalizas. Estos se dividen en macronutrientes, requeridos en grandes cantidades y los micronutrientes, requeridos en menor cantidad.

Cuadro 02. Macro y micronutrientes para la nutrición de las plantas

Macronutrientes	Micronutrientes
Nitrógeno (N)	Hierro (Fe)
Potasio (K)	Cloro (Cl)
Azufre (S)	Manganeso (Mn)
Fósforo (P)	Boro (B)
Calcio (Ca)	Cobre (Cu)
Magnesio (Mg)	Zinc (Zn)
Carbono (C)	Molibdeno (Mo)
Hidrógeno (H)	
Oxígeno (O)	

Fuente. Zirena, J. (2002).

<https://www.academia.edu>, La solución preparada a partir de las soluciones concentradas A y B de la solución hidropónica La Molina®, es una solución nutritiva promedio que puede ser utilizada para producir diferentes cultivos, dando muy buenos resultados en hortalizas de hoja: lechuga, apio, albahaca, acelga, berro, espinaca, culantro, perejil, arúgula, y otras hortalizas de hojas.

También se emplea para cultivar hortalizas de raíces: zanahoria, nabo, betarraga, rabanito; hortalizas de fruto: tomate, pimiento, pepino, berenjena, fresa y otros cultivos; plantas aromáticas como menta, hierba luisa, orégano, huacatay, etc.

Imagen 01: solución nutritiva la molina.



Solución concentrada: A (para 5.0 litros volumen final)

Nitrato de potasio: 550.0 g

Nitrato de amonio: 350.0 g

Superfosfato triple: 155.0 g

- **Micronutrientes: Solución B La Molina**

Solución concentrada: B (para 2.0 litros volumen final)

Sulfato de magnesio : 220.0 g

Quelato de hierro 6%Fe : 17.0 g

Solución de micronutrientes : 400.0ml

Solución micronutrientes (para 1.0 litros de agua destilada o hervida)

Sulfato de manganeso : 5.0 g

Ácido bórico : 3.0 g

Sulfato de zinc : 1.7 g

Sulfato de cobre : 1.0 g

Molibdato de amonio : 0.2 g

4.5.2. Funciones de los elementos nutritivos en las plantas

Vitorino, B. (2010), dice que de los 16 elementos químicos considerados necesarios para el crecimiento saludable de la planta, 13 son nutrientes minerales. Ellos en condiciones naturales de cultivo (suelo) entran a las plantas a través de las raíces. El déficit de uno solo de ellos limita o puede disminuir los rendimientos y, por lo tanto, las utilidades para el cultivador.

La localización de los síntomas de deficiencia en las plantas se relaciona mucho con la velocidad de movilidad de nutrientes a partir de las hojas viejas hacia los puntos de crecimiento; en el caso de los elementos (N,P,K) que son traslocados rápidamente, los síntomas aparecen primero en las hojas más viejas. Los elementos móviles, como el calcio y boro, causan síntomas de deficiencia en los puntos de crecimiento.

En algunos elementos, el grado de movilidad depende del grado de deficiencia, la especie y el nivel de nitrógeno. Hay muy poca movilidad de cobre, zinc y el molibdeno desde las hojas viejas hacia las jóvenes, cuando las plantas están deficientes en estos elementos.

- Nitrógeno

a. Importancia agrícola de la asimilación del nitrógeno

- **Elaboración clorofílica:** Esta función produce glúcidos que se proteinizan después por medio del N del suelo. Si el abonado del nitrógeno es abundante, la mayor parte de los glúcidos se emplean en la proteínización y quedan poco para los órganos de reserva. Por el contrario si hay déficit de N, los glúcidos tienden a acumularse. En este principio se basa la distinción entre plantas agrícolas “proteicas” (leguminosas) y “glucídicas” (remolacha, papa, yucas, etc.).

Una planta proteica con abono nitrogenado abundante desarrolla primero la parte aérea y la subterránea. Además el N favorece la formación de una auxina (ácido indolacético) que estimula la proliferación de las yemas y disminuye el ritmo de formación de las raíces. De hecho las plantas ricas en N forman yemas y raíces cortas y espesas. Sin embargo, es necesario un mínimo de N, pues en caso contrario se retrasa el crecimiento de la planta entera. Las leguminosas no necesariamente requieren el abonado nitrogenado, basta con el N atmosférico que incorporan a través de las rizobias, esa es su naturaleza de nutrición nitrogenada.

- **Nitrógeno y sistema radicular:** La abundancia del N favorece el desarrollo aéreo en detrimento de las raíces. El N debe ir acompañado en iguales proporciones de otros elementos más el carbono (nutrición carbonada) para un equilibrio en la nutrición en general.
- **Nitrógeno y resistencia a las enfermedades:** El N disminuye o aumenta la resistencia a las enfermedades según los casos:

- Asegura una vegetación mayor a la planta, repara más fácilmente los daños debidos a las enfermedades criptogámicas de las raíces; siembra precoz de la remolacha.
 - Hace más fina la cutícula y por ello es más fácil la penetración de esporas germinadas que, una vez en el interior, encuentran en los jugos ricos en N una alimentación mejor, al igual que atrae a los áfidos.
 - Crea una vegetación más densa que retiene una atmósfera más húmeda favorable para la germinación de las esporas de los hongos.
 - Estos inconvenientes se deben a un abonado nitrogenado unilateral; es decir, debe practicarse un abonado completo.
- **Época de aplicación de los abonos nitrogenados:** Como la evolución del N, tanto en la planta como en el suelo, es muy variable y condicionada por las características climáticas (temperatura, humedad), la dosis de N y su época de aplicación, dependerán de estas condiciones imprevisibles a largo plazo.

En nuestras zonas de cultivo, el problema se concreta en conocer la mejor época de aplicación, junto con la siembra o durante los primeros estadios de crecimiento.

b. Síntomas de carencia

- Vegetación raquítica, las hojas se enderezan y quedan más frágiles, el peciolo se acorta y las nervaduras son más pronunciadas, ya que el desarrollo de las partes suculentas se ha retrasado.
- El color del follaje es verde amarillento o verde claro, que evoluciona después hacia una pigmentación anaranjada, púrpura o violácea en los bordes de las hojas. Esta evolución de colores se nota primero en las hojas antiguas.

- Las plantas son duras, rugosas, lignificadas, coriáceas; esto es importante para la mayor parte de las hortalizas, que deben ser suculentas.
- Retarda la maduración.

c. Síntomas de abundancia

- Las hojas son verde oscuras.
- Las plantas son suculentas y digestibles, hay pocas partes leñosas; por este motivo estas plantas son presa fácil de plagas y enfermedades.
- La madurez, y por tanto, la recolección se retrasan, pues el N estimula la vida vegetativa en perjuicio de los órganos de reproducción.
- El exceso de N acelera el desarrollo vegetativo aéreo, en detrimento de las raíces que fijan la planta al suelo (equilibrio: glúcidos/N).
- Estos efectos se deben a un exceso unilateral de N; pueden neutralizarse parcialmente con un buen abonado mineral que contenga los restantes elementos nutritivos: P, K, Ca. Este abonado completo aumenta también la resistencia de las enfermedades.

- Fósforo

a. Importancia agrícola

- El P es necesario para la formación de las semillas (almidón), cuando falta el P la cosecha puede reducirse en un 50%.
- El P acelera la maduración contrarrestando el efecto unilateral de un exceso de N. Influye en la calidad de algunos productos; cebada cervecera.
- Estimula el desarrollo radicular; en ausencia del P, los glúcidos sirven para la formación de las partes aéreas.
- La abundancia del P explica la mayor resistencia de las raíces a algunas enfermedades.

- El P es necesario para la formación de los prótidos.
- La calidad de los alimentos (vitaminas) para el hombre, depende del P presente en todas las enzimas que producen las vitaminas.

b. Síntomas de carencia

- Presenta disminución general del crecimiento (estado benigno). La planta es más esbelta, los pecioloos se alargan, las hojas son delgadas y erectas, las nervaduras poco pronunciadas y la planta toma el carácter de umbría.
- En estado agudo, las hojas amarillean y se necrosan, con un pardeado rojizo (no bronceado como en la carencia potásica).
- Estos signos son más o menos generales y se producen en suelos ligeros, pobres en cal y en ácido fosfórico y ricos en Fe por formación de FePO_4 no asimilable.

- Potasio

a. Importancia agrícola

- La cutícula de las células exteriores de las hojas, se hacen más resistentes a la penetración de las esporas patógenas.
- Las paredes de los vasos conductores son más espesas, con un diámetro menor. Las plantas que han recibido fuertes abonados potásicos gastan menos agua para su ETV. Esta situación es importante en suelos y climas secos.
- Ya que las raíces han de alimentarse con los glúcidos que vienen de las hojas, un abonado potásico abundante, estimula el desarrollo radicular.

b. Síntomas de carencia

- El K siendo un elemento móvil, si hay K en la planta, las hojas viejas ceden a las hojas jóvenes y aquellos presentarán los signos externos de carencia.

Los bordes y los extremos de las hojas, comienzan a amarillear, broncearse y luego aparecen necrosados. En algunas especies la necrosis aparece en puntos blancos luego se necrosan.

- La falta de K con exceso de N, prolonga el periodo vegetativo con retraso de la maduración de las semillas.
- Las plantas resisten al frío; el K catión hidrófilo, aumenta la presión osmótica del jugo celular con descenso del punto de congelación en unos -2 ó -3°C.

- Calcio

a. Importancia agrícola

- El Ca interviene en la formación de las paredes celulares ya que se fijan precipitando en forma de pectatos de Ca y Mg.
- El Ca transporta la sustancia elaboradas por la planta.
- El Ca aumenta la transpiración y disminuye la absorción del agua por las raíces, ya que disminuye la permeabilidad de la membrana celular (es plasmolizante).
- El Ca neutraliza los ácidos orgánicos que podrían ser nocivos, si bajan demasiado el pH del jugo celular (como el ácido oxálico: oxalato de calcio).
- El Ca penetra en la planta por difusión por las raíces, cuando el suelo tiene de 30 a 35 ppm (para el Mg 20 a 30 ppm).

b. Síntomas de carencia

- La carencia en la planta se manifiesta desde la germinación, impidiendo el transporte de las sustancias elaboradas por la planta y provocando clorosis.
- Detiene el desarrollo radicular.
- Las hojas se enrollan.

- Debido a su carácter perezoso, su distribución en la planta se realiza en forma inversa a la del N, P y K, entonces la clorosis presentan las hojas jóvenes o apicales (blanquecinas).

- **Magnesio**

a. Importancia agrícola

- Es el único elemento mineral presente en el núcleo de la clorofila, entonces es evidente que juega un papel importante en la elaboración de la misma.
- Aproximadamente los 2/3 del total del Mg contenido en la planta son solubles en agua y el resto combinado orgánicamente.
- El Mg es necesario para la formación de los carotenoides y otros pigmentos, por ejemplo la protoporfirina IX, precursores de la clorofila.
- La presencia de Mg en el suelo favorece la asimilación del fósforo y se pone en contacto con ellos para la formación de la fitina.
- El Mg interviene en la formación de los glúcidos (fosforilación).
- En necesario aplicar al suelo Mg adicional cuando se aplica al suelo grandes cantidades de potasio.

b. Síntomas de carencia

La carencia de Mg es como consecuencia de las siguientes condiciones:

- Se presenta en suelos ligeros, permeables, ácidos y en años lluviosos. Como consecuencia del lavado fuerte.
- Se presenta la carencia por la fijación del Mg en la red cristalina (arcillas ácidas montmorilloníticas).
- El encalado y los abonados potásicos provocan frecuentemente carencias de Mg (antagonismo iónico).

- La deficiencia en Mg de las plantas puede corregirse más fácilmente con un abonado magnésico aportando a las raíces que por riego foliar. El abono orgánico y la ceniza de vegetales son las fuentes principales y sustentables de magnesio.

- **Azufre**

a. Importancia agrícola

- Influye en el metabolismo, ya que, al igual que el P se encuentra abundantemente en todas las partes vitales.
- Las plantas con carencia de S disminuyen su asimilación de nitratos por hidrólisis de las albúminas ya formadas, lo que aumenta el contenido de aminas y amidas.
- Sólo el azufre reducido (sulfhídrico – SH) es activado en la planta; el sulfúrico es una reserva. Contrariamente al N, que una vez reducido por la planta no vuelve a ser oxidado a NO_3^- , el S reducido puede ser re oxidado a SO_4^{2-} , que permanece en la planta en reserva.

b. Síntomas de carencia

- Las hojas amarillean en los puntos de crecimiento (hojas jóvenes).
- Afecta la fotosíntesis que se realiza anormalmente.
- Como el S forma varios prótidos, la carencia de S tendrá puntos comunes con la del N.

- **Hierro**

Vitorino, B. (2010). Mencionan que:

- a. El hierro interviene en muchos procesos vitales para la planta, formando parte de diversos sistemas enzimáticos, bien como un componente metálico específico de las enzimas, bien como uno de los varios metales igualmente

- necesarios para la actividad de los enzimas correspondientes. Muchas vitaminas, como por ejemplo: tiamina (B1), riboflavina (B2), piridoxina (B6), etc. Constituyen grupos prostéticos de diferentes enzimas, o bien forman parte de dichos grupos. También el hierro participa en la síntesis clorofílica.
- b. Todos los vegetales deficientes en hierro muestran una sintomatología común, y es sin duda la más fácil de reconocer entre las deficiencias de los oligoelementos. Comienza con un ligero amarillamiento de las zonas foliares intervenales, en contraste con el color verde oscuro de sus nerviaciones. Cuando la enfermedad progresa, las hojas van siendo cada vez más amarillas, y en los casos muy graves se llega a la ausencia total de clorofila.
 - c. El hierro resulta necesario aunque en cantidades mínimas. Algunas plantas absorben en cantidades mayores y son muy sensibles ante su carencia (espinaca, lechuga, encina, arroz, peral, nogal, naranjo, limonero, rosal, piña, etc.).
 - d. Las plantas lo contienen en proporción de 0.1 a 6%.
 - e. La absorción del Fe y su translocación en las plantas es frenada por el Mn, Cu, Mg, K y Rb. De todos, el más deprimente es el Zn.

- **Manganeso**

- Aunque muchas de las funciones del manganeso son aún desconocidas, si se sabe que interviene en numerosos procesos metabólicos que se realizan en las plantas. En ellos, su comportamiento químico se asemeja en ciertos aspectos al calcio y magnesio, y en otros a los oligoelementos hierro y zinc.

- Influye en el proceso fotosintético, así cuando las plantas enfermas fotosintetizan mucho menos que las sanas. Posteriormente se comprobó que la causa de alteración era la deficiencia de manganeso.
- Aunque no se puede considerar como regla general, los primeros síntomas de la deficiencia de manganeso suelen observarse en las hojas jóvenes. Aparecen bajo la forma de decoloraciones, que van desde verde pálido a amarillo, o manchas cloróticas entre las nerviaciones. Las hojas, en cuanto a tamaño y forma, no difieren de las normales.
- El Mn interviene en la respiración (oxidación) y en síntesis de proteínas: reducción de los nitratos a nitritos y a NH_2 .
- El Mn es necesario igual que el Fe, se encuentran en todas las plantas, a veces incluso en las mismas cantidades que el Fe (0.5 – 2%).
- Se han comprobado carencias de Mn en casi todas las plantas cultivadas: cereales, soja, vid, caña de azúcar, remolacha y lechuga.
- Estimula la formación de los hidratos de carbono. Forma parte de varias enzimas de las que intervienen en el ciclo de Krebs.
- La carencia de Mn se manifiesta sobre todo en el menor contenido de clorofila en las plantas.

- **Boro**

- Interviene en el metabolismo y transporte de carbohidratos, en la formación de las paredes celulares (lignificación), influencia en el metabolismo de ácidos nucleicos y en la síntesis proteica.

- Las plantas jóvenes absorben el B más intensamente que las adultas. El B es muy móvil en la planta después de la absorción radicular, pero en las hojas quedan casi inmovilizadas.
- Los monocotiledóneas son más pobres en B que las dicotiledóneas.
- El B influye en la división celular.

- **Zinc**

- Este oligoelemento es requerido para la síntesis del ácido B-indol acético, una de las hormonas de crecimiento en las plantas; participa en el metabolismo nitrogenado; en la glucólisis y transformación de las hexosas fosforiladas.
- Bajo el punto de vista analítico, es interesante señalar que todas las plantas deficientes de zinc presentan en sus hojas altos contenidos de hierro, manganeso, nitratos y fosfatos, y bajos en almidón. Se observa también que las células contienen un número de cloroplastos siempre notablemente inferior a las normales.
- Interviene en la producción de auxinas que activan las yemas.
- Influye en la actividad fotosintética.

- **Cobre**

- Las funciones del cobre en la planta están asociadas con un buen número de enzimas, ya sea como activador, o formando parte de ellos como grupo prostético.
- En el caso de una deficiencia de cobre, los enzimas fenol oxidasas no presentan actividad, se sintetiza menos lignina, los tejidos quedan debilitados y los órganos de la planta tienden a encorvarse por esta pérdida de rigidez.

- Es elemento esencial de algunas enzimas vegetales y juega un papel importante en la respiración.
- El Cu se combina con las proteínas con carácter de fermentos: ureasa, lactasa, tirosinasa y la oxidasa. Todas estas enzimas oxidan la MO, con el O₂ libre. El Cu se encuentra en este caso en forma de quelatos.
- El Cu oxida el Fe en la planta y le hace inasimilable. Una carencia de Cu acumula Fe en los tejidos (Cu/Fe).

- **Molibdeno**

- El principal papel fisiológico del molibdeno se fundamenta en el hecho de que es componente de dos enzimas que catalizan procesos importantes en la planta: nitrogenasa y nitrato reductasa.
- El enzima nitrogenasa constituye la molécula base en la fijación biológica del nitrógeno. Todos los organismos que fijan el nitrógeno contienen este enzima, y aquellos que no lo poseen son incapaces de hacerlo.
- Los enzimas nitrato reductasa, también es importante para asegurar la reducción del nitrógeno nítrico absorbido por la planta en la forma amónica. A partir de ésta, el nitrógeno puede incorporarse como constituyente de los diversos compuestos nitrogenados que integran su organismo.
- Las plantas no leguminosas requieren para la reducción del nitrato ya que el Mo es activador de las enzimas de la reductasa del nitrato y de la oxidasa de la xantina.
- El Mo es indispensable para la formación del ácido ascórbico.

- Una carencia del Mo disminuye el contenido de clorofila y aumenta la actividad respiratoria.
- Las plantas que carecen de Mo contienen un exceso de nitratos, se supone que el Mo predispone para su reducción a nitritos, NH_3 , NH_2 y aminoácidos, especialmente ácido glutámico y glutamina.

- Cloro

- Se admite que el cloro tiende a favorecer la turgencia de la planta y a actuar como neutralizador de cationes.
- Las alteraciones por deficiencia de cloro sólo han podido ser demostradas utilizando disoluciones nutritivas en condiciones de invernadero. Sus síntomas no son fáciles de identificar. Los más destacables son el marchitamiento de la planta y clorosis foliar, junto a un bronceado o necrosis de ciertas zonas, y disminución del tamaño. También se aprecia una reducción del crecimiento radicular y, en los casos agudos, no hay producción de frutos.
- Es muy móvil en los tejidos y emigran fácilmente a las partes en actividad fisiológica: hojas, tallos de gramíneas, jugo celular de los tejidos parenquimatosos.
- No está conocida perfectamente, pues el Cl está combinado siempre al C que puede ser necesario (K). Parece existir incluso un antagonismo iónico entre el Cl y el K. En presencia de exceso de Cl, la planta puede presentar carencias de K. Existe también antagonismo entre el Cl^- y NO_3^- , no más bien con los abonos amoniacales (NH_4Cl).

- Sodio

- La función específica que el sodio puede desempeñar en la planta no se conoce. Algunos investigadores han señalado recientemente su posible acción como activador del enzima carboxilasa fosfoenolpirúvica, primer enzima de carboxilación en la fotosíntesis de plantas C₄.
- Es absorbido por la planta bajo la forma de ion Na⁺.
- El Na corrobora la actividad del K en la planta, eleva el CRU del K triplicándola.
- Existe un antagonismo entre el K y el Na, tanto en el suelo como en la planta. Un suelo rico en K o enriquecido por un abono potásico, disminuye el contenido de Na en la planta e inversamente (gramíneas especialmente).

- Silicio

- La función en la planta no está establecida. La similitud química que presenta con el fósforo y el boro ha hecho que algunos autores piensen en la posibilidad de que el silicio pueda reemplazar o interferir determinadas funciones de aquellos, como por ejemplo consensarse con azúcares-alcoholes o ácidos orgánicos.
- Se encuentra especialmente en la membrana celular. Si se incineran estos tejidos y se les somete a examen microscópico puede aún verse la forma de las células.
- El Si se encuentra en el tejido del duramen y a lo largo de los vasos, es decir en los lugares menos vitales. Lo que indica que el Si es una

sustancia inerte que la planta debe transportar con la savia bruta. El Si hace más frágil y rígidos los órganos de la planta (riesgo de encamado).

- **Cobalto**

- En el momento actual, el elemento sólo se considera esencial para organismos que fijan el nitrógeno atmosférico.
- La vitamina B₁₂ contiene Co; se forma por la flora microbiana en el intestino de los rumiantes, pero aún no se ha comprobado que la vitamina B₁₂ puede formarse en la misma planta.

- **Vanadio**

- Un buen número de estudios han implicado al vanadio en el proceso de fijación del nitrógeno atmosférico. Según los datos aportados, se sugiere que el vanadio puede reemplazar al molibdeno como elemento necesario para la fijación en distintas especies de Azotobacter, hasta un cierto límite, pero en ningún caso se ha podido demostrar que puede sustituirlo de una forma total. También se ha indicado por otros que esta participación puede tener lugar en la fijación simbiótica del nitrógeno por Rhizobium. Sin embargo, en toda esta problemática y en el momento actual, no se disponen de resultados concretos para aceptar de forma concluyente esta participación.
- Aumenta la actividad de algunas sustancias de crecimiento como el ácido ascórbico, la oxidasa polifenólica, las peroxidasa y la catalasa en las hojas y frutos.
- Las plantas que crecen en suelos seleníferos contienen mucho vanadio y, contrariamente, las que lo hacen en terrenos calizos contienen poco.

4.6. Cobertura de plástico en cultivos

Berardocco, H. (2012), indica que el acolchado de suelos es una técnica muy antigua que consiste en colocar materiales como paja, aserrín, cascara de arroz, papel o plástico, cubriendo el suelo, con la finalidad de proteger al cultivo y al suelo de los agentes atmosféricos, promover cosechas precoces, mejorar rendimientos y calidad de los productos. Las películas de polietileno, fundamentalmente por su bajo costo relativo y su fácil mecanización de su instalación, es el material más utilizado en acolchado de suelos a nivel mundial. Es flexible, impermeable al agua y no se pudre ni es atacado por los microorganismos.

TP agro. (2015), indica que el acolchamiento es una técnica empleada para proteger los cultivos y el suelo de la acción de los agentes atmosféricos, los cuales, entre otros efectos, reducen la calidad de los frutos, resecan el suelo, enfrían la tierra y arrastran los fertilizantes, incrementando los costos. Para enfrentar estos problemas, la agricultura dispone del plástico, denominado polietileno para acolchado o mulch, con el cual se cubren las camas como capa protectora. Esta capa actúa como barrera de separación entre el suelo y el ambiente para amortiguar los efectos negativos. Las camas cubiertas de polietileno ofrecen, además, otras ventajas: disminuye la radiación de la luz solar que impide el desarrollo de la vegetación espontánea que compite por los fertilizantes; la absorción de calor durante el día y su posterior restitución durante la noche que se convierte en un excelente medio de defensa contra las bajas temperaturas nocturnas, contribuyendo notablemente en la aceleración del proceso fotosintético que redundará en precocidad e incremento de los rendimientos. El uso de polietileno como cobertura de las camas ha dado excelentes resultados y se incrementa de manera sustantiva en el mundo.

Gómez. (1994). citado por Berardocco. (2012), para el acolchado de suelo actualmente se utilizan diferentes tipos de plástico, en cuanto al color, este varía dependiendo de las necesidades del cultivo y la región, cada uno de ellos posee determinadas características que dan lugar a efectos diferentes sobre los cultivos, por ello es preciso que el agricultor antes de utilizarlos conozca los efectos de cada uno para tomar las decisiones más correctas de acuerdo al cultivo que va a establecer y las condiciones climáticas de la época y región en que se encuentra.

Robledo y Martín. (1988). citado por Berardocco. (2012), menciona que los productores enfrentan serios problemas cuando el tipo y color del plástico empleado no es el correcto o cuando se emplea en una época donde los efectos climatológicos no actúan favorablemente en combinación con el color del acolchado empleado, ya que se ven fuertemente modificados por los diferentes colores, provocando efectos impredecibles pudiendo ser favorables o desfavorables para el cultivo cuando no se tiene el conocimiento necesario.

Berardocco, H. (2012), indica que la radiación reflejada, absorbida y transmitida por los diferentes acolchados determina en gran medida las temperaturas que se generan en el suelo y el efecto positivo y negativo de estas temperaturas sobre el desarrollo y rendimiento de las plantas; el color cristal natural o transparente, es el polietileno sin ningún tipo de pigmento ni aditivos, se usa principalmente para elevar la temperatura del suelo. El plástico de color negro asegura un perfecto control de malezas, a menor costo que los otros materiales verdes, blanco/negro, plata/negro; presenta la menor reflexión (9%) acercándose a las características propias de un cuerpo negro, que absorbe un 91% de la radiación que incide sobre él, es el que más se calienta pudiendo causar quemaduras en aquellas estructuras de la planta en contacto con el film, en cultivos bajos y en sus primeros estadios pues más adelante el propio follaje del cultivo intercepta la radiación. El plástico de color

Blanco/Negro Asegura un perfecto control de malezas, se calienta menos que el negro porque su coloración blanca refleja parte de la radiación, además al reflejar los rayos solares disminuyendo la temperatura del suelo aumenta la radiación fotosintética que llega a la planta. Presenta un efecto de disminución de insectos en el envés de las hojas. El color Plata/Negro, asegura un perfecto control de malezas mientras que la reflexión del plata repele los insectos protegiendo la planta, también disminuye la temperatura de suelo aumenta la radiación fotosintética que llega a la planta. El verde traslucido ofrece un control adecuado de malezas permitiendo el calentamiento del suelo. El Naranja / Marrón Permite el paso del calor durante el día, con cierta opacidad para prevenir las malezas, reduciendo la pérdida de calor durante la noche.

4.7. Definición de suelo agrícola

<http://www.definicionabc.com/>, considera que el concepto de suelo agrícola es aquel que se utiliza en el ámbito de la productividad para hacer referencia a un determinado tipo de suelo que es apto para todo tipo de cultivos y plantaciones, es decir, para la actividad agrícola o agricultura. El suelo agrícola debe ser en primer lugar un suelo fértil que permita el crecimiento y desarrollo de diferentes tipos de cultivo que sean luego cosechados y utilizados por el hombre, por lo cual también debe ser apto por sus componentes para el ser humano.

Cuando hablamos de suelo agrícola estamos hablando de un tipo especial de suelo que debe contar con ciertos elementos que lo conviertan en suelo apto para el crecimiento de cultivos. Además de ser un suelo fértil, con una importante composición de humus (o la sección orgánica del suelo), el suelo agrícola debe contar con nutrientes principales tales como los nitratos, amonio, fósforo, potasio, sulfato, magnesio, calcio, sodio, cloruro y otros como el hierro, el cobre, el manganeso aunque estos últimos en menor proporción. Todos estos nutrientes

pueden ser reforzados y agregados de manera artificial a través de fertilizadores que se aplican en las zonas que más lo necesitan. Es importante que los fertilizantes utilizados no sean perjudiciales ni tóxicos porque entonces luego esos tóxicos irán a los alimentos cultivados.

Otros elementos que también deben ser controlados para considerar a un suelo como un suelo apto para la agricultura son por ejemplo el pH del suelo, su textura y su conductividad energética. Estos tres, en los parámetros normales contribuirán a que aquellos cultivos crezcan más efectivamente y sean de mejor calidad, pudiendo ser consumidos por el ser humano sin ningún tipo de problema y convirtiéndose en productos de alta duración y resistencia a las posibles inclemencias del tiempo o de otros factores externos.

<http://edukavital.blogspot.com/>, refiere que el concepto de suelo agrícola es aquel que se utiliza en el ámbito de la productividad para hacer referencia a un determinado tipo de suelo que es apto para todo tipo de cultivos y plantaciones, es decir, para la actividad agrícola o agricultura. El suelo agrícola debe ser en primer lugar un suelo fértil que permita el crecimiento y desarrollo de diferentes tipos de cultivo que sean luego cosechados y utilizados por el hombre, por lo cual también debe ser apto por sus componentes para el ser humano.

Cuando hablamos de suelo agrícola estamos hablando de un tipo especial de suelo que debe contar con ciertos elementos que lo conviertan en suelo apto para el crecimiento de cultivos. Además de ser un suelo fértil, con una importante composición de humus (o la sección orgánica del suelo), el suelo agrícola debe contar con nutrientes principales tales como los nitratos, amonio, fósforo, potasio, sulfato, magnesio, calcio, sodio, cloruro y otros como el hierro, el cobre, el manganeso aunque estos últimos en menor proporción. Todos estos nutrientes pueden ser reforzados y agregados de manera artificial a través de fertilizadores

que se aplican en las zonas que más lo necesitan. Es importante que los fertilizantes utilizados no sean perjudiciales ni tóxicos porque entonces luego esos tóxicos irán a los alimentos cultivados.

Otros elementos que también deben ser controlados para considerar a un suelo como un suelo apto para la agricultura son por ejemplo el pH del suelo, su textura y su conductividad energética. Estos tres, en los parámetros normales contribuirán a que aquellos cultivos crezcan más efectivamente y sean de mejor calidad, pudiendo ser consumidos por el ser humano sin ningún tipo de problema y convirtiéndose en productos de alta duración y resistencia a las posibles inclemencias del tiempo o de otros factores externos.

Para entender de qué estamos hablando cuando decimos **suelo agrícola**, primero necesitamos comprender y saber qué es suelo, en general. El suelo es la parte de la superficie de toda la corteza terrestre. Es donde nosotros apoyamos nuestros pies. Esta parte de la corteza de la Tierra se dice que está activa biológicamente hablando, y se ha conformado por la desintegración y la progresiva alteración de las rocas y de diferentes tipos de residuos a partir de procesos físicos o químicos, donde sin dudas la actividad de todos los seres vivos que habitan la Tierra ha tenido gran influencia, y no sólo estamos hablando aquí del Hombre ni tampoco de impactos negativos. Sólo la interacción de todos los componentes que habitan la corteza terrestre, viva y no viva, sufren mutaciones, alteraciones y transformaciones derivadas de la convivencia dentro del ecosistema.

Por estos procesos que nombrábamos anteriormente, de carácter físico, químico y biológico, el suelo es un sistema complejo y por causa de estos procesos, existen diferentes tipos de suelos en toda la corteza terrestre, que por ello, no es homogénea ni idéntica en toda la superficie del planeta. Por eso en algunas partes

podemos observar extensas praderas verdes y abundante vegetación, pero en otras latitudes encontramos kilométricos desiertos de arena caliente. La disposición eólica (vientos), la presencia y sedimentación de cursos de agua, depósitos de material orgánico, etc.; pueden ser algunos de los factores que influyen cuando encontramos un tipo de suelo en particular en una parte del planeta, y en otra parte, otro tipo de suelo.

Bien, entonces volvamos a lo que nos interesa: el suelo agrícola. El suelo agrícola es aquel que, por su condición ante estos factores que nombramos en el párrafo anterior, es adecuado para el desarrollo de la actividad agrícola en su superficie. Por actividades agrícolas, entendemos principalmente la agricultura, aunque también la ganadería. El suelo agrícola posee todas las propiedades y características necesarias para desarrollar en él la vida de los vegetales y plantaciones que la agricultura puede impulsar.

Las principales características del suelo agrícola es que se encuentra en zonas de clima que favorecen el desarrollo y crecimiento de cultivos, teniendo en cuenta principalmente la variación de precipitaciones (lluvias), temperatura, vientos, periodicidad de sucesos como fenómenos climáticos (tormentas eléctricas, vientos fuertes, etc.); por otra parte, el suelo debe ser rico en nutrientes, y también influye la pendiente del suelo que para el caso de suelos aptos para la agricultura debe ser igual o menor a 5% (se puede medir mediante un proceso determinado con herramientas específicas).

V. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

5.1. Tipo de investigación

Descriptivo.

5.2. Ubicación del campo experimental

El campo de investigación fue ubicada en las instalaciones de la Unidad de Lombricultura del Centro de Investigación en Suelos y Abonos (CISA) de la Facultad de Ciencias Agrarias (FCA) de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco (UNSAAC) con la siguiente ubicación.

1. Ubicación política

Región : Cusco
Provincia : Cusco
Distrito : San Jerónimo
Localidad : Centro Agronómico K'ayra

2. Ubicación geográfica

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

3. Ubicación hidrográfica

Cuenca : Vilcanota
Subcuenca : Huatanay
Microcuenca : Huanacaure

4. Ubicación ecológica

Según Holdridge A., la zona de vida del ámbito de influencia del trabajo de investigación Centro Agronómico K'ayra, basado en el promedio de

temperatura de 10 años y precipitación anual de 640 mm, está considerada como Bosque húmedo montano sub tropical (bh-MS).

5.3. Ubicación temporal

Inicio : Diciembre del 2017 (almacigado).

Finalización : Abril del 2018 (cosecha).

5.4. Materiales y métodos

5.4.1. Materiales

1. Material biológico

- Brócoli (*Brassica oleracea*):

Variedades híbridas: Legacy, Paraíso, Bucanero y Grand Prix.

a) V1: Híbrido variedad Legacy.

Seminis. (2016), menciona que las plantas de esta variedad son de alto rendimiento, excelente calidad, ideal para mercado fresco y agroindustria; tiene un periodo vegetativo de 85 a 90 días desde el trasplante; es un híbrido bien adaptado a condiciones frescas (cosechas de otoño invierno); las pellas son de forma de domo, firmes y compactas, granulometría fina, tiene un peso promedio de 1.3 kg.

b) V2: Híbrido variedad Paraíso (TBE-449)

<http://www.takii.com>, menciona que las plantas de esta variedad presentan una madurez uniforme, tienen fuerte tolerancia de campo al vástago hueco y grano marrón, es mejor sembrar en primavera y cosechar en verano a otoño.

2. Soluciones nutritivas

- Macronutrientes: Solución A La Molina
- Micronutrientes: Solución B La Molina

<http://www.lamolina.edu.pe>, para preparar un litro de solución nutritiva, añadir 5 ml de la solución concentrada A y 2 ml de la solución concentrada B en un litro de agua. Si desea preparar 20, 50, 100 o más litros de solución nutritiva, aplicar la misma relación.

La solución nutritiva preparada con solución hidropónica La Molina® porta la siguiente:

Cuadro 03. Concentración de nutrientes (ppm o mg/L)

210 ppm K	1.00 ppm Fe
190 ppm N	0.50 ppm Mn
150 ppm Ca*	0.50 ppm B*
70 ppm S*	0.15 ppm Zn
45 ppm Mg*	0.10 ppm Cu
35 ppm P	0.05 ppm Mo

Fuente: <http://www.lamolina.edu.pe>

1 ppm (una parte por millón) = 1 mg/litro

* incluye las cantidades que aporta el agua

Nota: La concentración de la solución nutritiva variará, según el agua que se utilice para prepararla.

3. Sustrato

- Suelo agrícola

4. Plástico de color blanco

Se utilizó polietileno de alta densidad (color blanco) con el cual se cubren las camas como capa protectora. Esta capa actúa como barrera de separación entre el suelo y el ambiente para amortiguar los efectos negativos. Las camas cubiertas de polietileno ofrecen, además, otras ventajas: la opacidad a la luz solar que impide el desarrollo de la vegetación espontánea que compite por los fertilizantes; la absorción de calor durante el día y su posterior restitución durante la noche que se convierte en un excelente medio de defensa contra las bajas temperaturas nocturnas, contribuyendo notablemente en la aceleración del proceso fotosintético que redundará en precocidad e incremento de los rendimientos.

5. Materiales de campo

- Agua potabilizada.
- Cajas impermeabilizadas.
- Etiquetas.
- Cajas almacigueras.
- Libreta de campo.
- Depósitos de soluciones nutritivas.
- Tablas de madera.
- Cinta métrica
- Nivel de manguera.
- Tijera.
- Alicata.
- Envases de lata para agujerear plásticos.
- Cámara fotográfica

- Balanza electrónica.
- Regla graduada.
- Vasos de plástico milimetradas.
- Probetas milimetradas.
- Instalación de riego por goteo.

6. Equipos de gabinete

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

5.4.2. Métodos

1. Diseño experimental

Se adoptó para el análisis estadístico el Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), con arreglo factorial de 2A x 4B, 8 tratamientos, 4 repeticiones y total 32 unidades experimentales.

a. Factores de estudio

A: Dosis de soluciones nutritivas

- D1: 0 ml A + 0 ml B (testigo)
- D2: 5 ml A + 2 ml B

B: Variedades de brócoli

- V1: Híbrido variedad Legacy
- V2: Híbrido variedad Paraíso

- V3: Híbrido variedad Bucanero
- V4: Híbrido variedad Grand Prix

Se aclara que: En el trabajo se ha visto por conveniente considerar a los testigos como tratamientos, sin solución nutritiva alguna a fin de contar con un tratamiento control o de comparación con otras dosis recomendadas por la UNA LA MOLINA, por ser un insumo preparado por referida institución.

b. Tratamientos

Cuadro 04. Combinación de tratamientos.

N° Trat.	Combinación de tratamientos	Clave
1	Dosis soluciones nutritivas 0 ml A + 0 ml B en Híbrido variedad Legacy	S0-0/VL
2	Dosis soluciones nutritivas 0 ml A + 0 ml B en Híbrido variedad Paraíso	S0-0/VP
3	Dosis soluciones nutritivas 0 ml A + 0 ml B en Híbrido variedad Bucanero	S0-0/VB
4	Dosis soluciones nutritivas 0 ml A + 0 ml B en Híbrido variedad Grand Prix	S0-0/VG
5	Dosis soluciones nutritivas 5 ml A + 2 ml B en Híbrido variedad Legacy	S5-2/VL
6	Dosis soluciones nutritivas 5 ml A + 2 ml B en Híbrido variedad Paraíso	S5-2/VP
7	Dosis soluciones nutritivas 5 ml A + 2 ml B en Híbrido variedad Bucanero	S5-2/VB
8	Dosis soluciones nutritivas 5 ml A + 2 ml B en Híbrido variedad Grand Prix	S5-2/VG

c. Variables e indicadores

1. Rendimiento:

- Peso fresco de pella, en g/planta, t/ha
- Peso fresco de residuos de cosecha, en g/planta, t/ha
- Peso seco de residuos de cosecha, en g/planta, t/ha

2. Comportamiento agronómico:

- Altura de planta, en cm.
- Longitud de raíz, en cm.
- Diámetro de pella, en cm.

2. Características del campo experimental

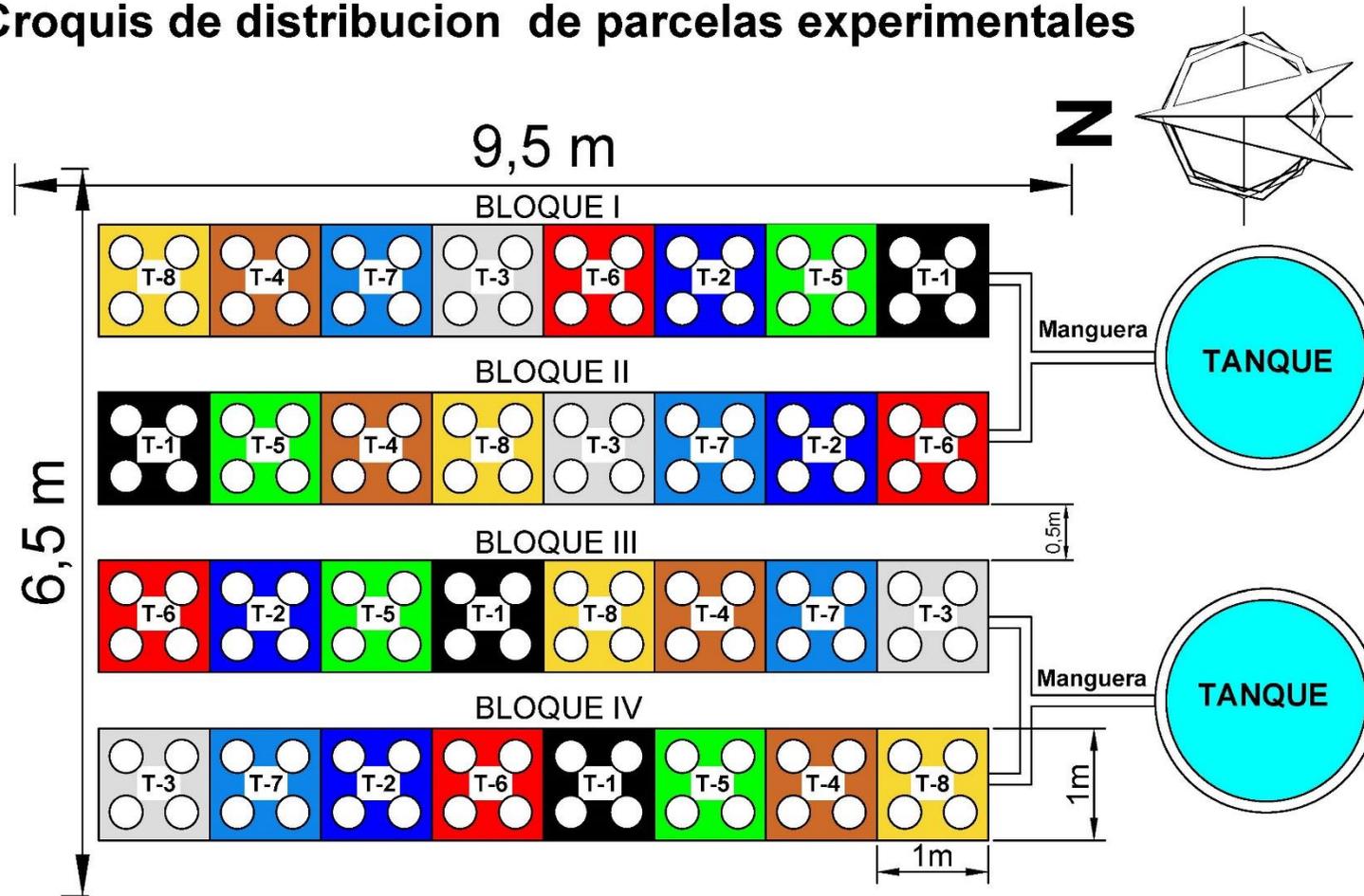
Almaciguera:

Largo	2.0 m
Ancho	1.0 m
Área total	2.0 m ²

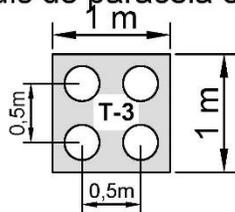
Campo definitivo:

Largo	9.50 m
Ancho	6.50 m
Área total	61.75 m ²
Distancia entre bloques	0.50 m
Número de parcelas por bloque	8
Área neta de parcelas	1.00 m ²
Distancia entre plantas	50 cm x 50 cm
Número de plantas por tratamiento	4
Número de plantas por experimento	128
Número de plantas por variedad	32

Croquis de distribución de parcelas experimentales



Croquis de parcela experimental



LEYENDA								
Tratamientos	T-1	T-2	T-3	T-4	T-5	T-6	T-7	T-8
Dosis	0 A-0 B/L Agua				5 A-2 B/L Agua			
Variedad	Legacy	Paraiso	Bucanero	Grand prix	Legacy	Paraiso	Bucanero	Grand prix
Color	Black	Blue	Grey	Brown	Green	Red	Light Blue	Yellow

3. Conducción de la investigación

- Siembra

La siembra de semillas de variedades de brócoli se realizó en una cama almaciguera de 2.00 m de largo por 1.00 m de ancho, preparada a una profundidad de 0.20 m con sustratos mezclados de tierra agrícola y humus de lombriz. La humedad del sustrato al momento de la siembra de las semillas, estuvo a capacidad de campo; luego se cubrieron primero con totorilla y luego con una malla rashel a 50 % de sombra, a fin de proteger de fuertes radiaciones solares y daño de animales como roedores y aves silvestres.

Las semillas de brócoli fueron adquiridas de tiendas agro veterinarias de la ciudad del Cusco. La siembra en almaciguera se realizó el 13 de diciembre del 2017.

Fotografía 01. Siembra de semillas de brócoli en almaciguera.



- **Preparación del terreno**

El preparado de terreno consistió en roturado, desmenuzado, nivelado la capa arable del suelo agrícola y se surcaron para formar los camellones (0.20 m de alto); todo ello con la ayuda de picos, palas y rastrillo.

Esta labor se llevó a cabo el 09 de enero del 2018.

Fotografía 02. Preparación del terreno y camellones.



- **Muestreo del suelo**

Se tomó una muestra representativa de suelo de aproximadamente 1 Kg para llevar al laboratorio de suelos de la Facultad de Ciencias Agrarias, para su análisis de fertilidad y mecánico.

Esta labor se realizó el 09 de enero del 2018.

Fotografía 03. Muestreo del suelo.



- **Técnica de acolchado**

Con un plástico de color blanco de 2 m de ancho por 10 m de largo fue cubierto cada bloque, sujetando sus bordes con suelo agrícola. Luego con un envase de hojalata circular (10 cm de diámetro) previamente calentado al fuego, se agujerearon las cubiertas de plástico, a una distancia de 0.50 m por lado.

Esta labor se realizó el 11 de enero el 2018.

Fotografía 04. Acolchado del campo experimental.



- **Tinglado**

Solamente para evitar daños por la fuerte radiación solar en las plantitas de brócoli durante el trasplante y por un tiempo de una semana, se cubrió el campo experimental con un tinglado de malla rashel a 50 % de sombra, sujetadas en soportes de rollizos de Eucalipto.

Esta actividad se realizó el 26 de enero del 2018.

- **Trasplante**

Cuando las plántulas de brócoli alcanzaron una altura promedio de 12 a 15 cm, se trasplantaron con una plantita de brócoli por agujero y sobre un sustrato previamente humedecido a capacidad de campo; a una densidad de 50 x 50 cm de planta a planta. Inmediatamente después, a fin de generar sombra y hasta el momento de prendimiento total de las plantitas se cubrieron con pequeñas ramas verdes de “citicio” (*Cytisus racemosus*).

Esta labor se realizó el día 26 de enero del 2018, a los 44 días de la siembra en almácigo.

Fotografía 05. Trasplante de plántulas de brócoli.



- **Riego**

Luego del trasplante se aplicó el primer riego con ayuda de una regadora manual; y los demás riegos se realizaron mediante riego por goteo instalado en depósitos de 100 litros de agua por bloque a una altura de 3.00 m a fin de mantener humedad del sustrato suelo agrícola a capacidad de campo.

La instalación del riego por goteo se realizó el 15 de febrero del 2018.

- **Aplicación de soluciones nutritivas**

Después de 10 días del trasplante y con una frecuencia de cada 7 días, se aplicaron las dosis de soluciones nutritivas A y B La Molina hasta 2 semanas antes de la cosecha de pellas. Esta labor de abonamiento se realizó desde el (05 de febrero hasta el 20 de abril del 2018), con ayuda de un vaso milimetrado (como medida) dirigiendo la solución nutritiva a la base de cada planta.

Fotografía 06. Aplicación de dosis de soluciones nutritivas.



- **Control de malezas**

Se realizaron en forma manual cada vez que se presentaron tanto en los agujeros donde están ubicadas las plantas de brócoli, así como en las calles del campo experimental.

- **Cosecha**

Se realizó en forma manual, cortando las pellas de brócoli, esto con ayuda de un cuchillo; actividad que se realizó cuando el cultivo y principalmente las pellas presentaron estado fenológico de madurez comercial.

Esta labor se llevó a cabo el 30 de abril del 2018, a 94 días del trasplante a campo definitivo.

Fotografía 07. Cosechado de pella del cultivo brócoli.



4. Evaluación de variables

Todas las evaluaciones de las variables que se describen a continuación, se realizaron cuando el cultivo de brócoli presentó pellas al estado fenológico de madurez comercial. En la última cosecha se extrajeron del suelo todas las plantas existentes en cada área neta del tratamiento, para luego calcular los promedios por tratamiento según las variables requeridas y unidades de medida previstas.

a. Rendimiento

- **Peso fresco de pella**

Durante la cosecha del brócoli, se cortaron las pellas con ayuda de un cuchillo, separando las inflorescencias de sus tallos, para inmediatamente pesar en una balanza estas pellas frescas en gramos por planta. Cuyos resultados registrados se tabularon para los análisis estadísticos.

Fotografía 08. Peso fresco de pella cosechada.



- Peso fresco y seco de residuos de cosecha

Básicamente los residuos de cosecha son las hojas y tallos excedentes de la cosecha fueron pesadas en una balanza, tanto para registrar los pesos fresco y seco de las respectivas variables. Para obtener el peso seco, las muestras de residuos de cosecha se llevaron al laboratorio de suelos para su secado en estufa por 24 horas a 105°C. Las unidades de medida fueron en gramos por planta.

Fotografía 09. Peso fresco de residuos de cosecha.



b. Comportamiento agronómico

- Altura de planta

Con ayuda de una regla milimetrada, se midió la altura de planta del brócoli desde el límite de la parte superior del sustrato suelo agrícola hasta el ápice extremo más largo de las hojas que cubren la pella; siendo el centímetro como unidad de medida empleada para los cálculos estadísticos respectivos.

Fotografía 10. Medición de altura de planta.



- Longitud de raíz

Después de extraer la planta con toda la porción radicular, se midió la longitud de raíz en centímetros esto con ayuda de una regla milimetrada.

Fotografía 11. Medida de longitud de raíz del cultivo de brócoli.



- **Diámetro de pella**

Al momento de la cosecha se midió con un vernier en centímetros la parte superior media de la pella o inflorescencia principal; cuyos datos fueron utilizados para la tabulación y análisis estadístico.

Fotografía 12. Medida del diámetro de pella del cultivo de brócoli.



VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A. Rendimiento

Cuadro 05: Peso fresco de pella (g/planta)

Dosis soluciones nutritivas	0ml A + 0ml B por litro de agua				5ml A + 2ml B por litro de agua				
Variedades	Variedad Legacy	Variedad paraíso	Variedad Bucanero	Variedad Grand Prix	Variedad Legacy	Variedad paraíso	Variedad Bucanero	Variedad Grand Prix	Total
Bloques									
B - I	458.75	357.50	425.00	550.00	565.00	325.00	377.50	668.75	3727.50
B - II	461.25	460.00	385.00	327.50	591.25	516.25	385.00	356.75	3483.00
B - III	587.50	642.50	385.00	426.25	578.75	531.25	401.25	453.75	4006.25
B - IV	725.00	412.50	432.50	453.75	490.00	567.50	398.75	200.00	3680.00
Suma	2232.50	1872.50	1627.50	1757.50	2225.00	1940.00	1562.50	1679.25	14896.75
Prom.	558.13	468.13	406.88	439.38	556.25	485.00	390.63	419.81	465.52
Dosis soluciones nutritivas	0ml A + 0ml B por litro de agua				5ml A + 2ml B por litro de agua				
	Suma = 7490.00				Suma = 7406.75				14896.75
	Prom. = 468.13				Prom. = 462.92				465.52
Variedades	Var. Legacy Suma = 4457.50 Prom. = 557.19		Var. Paraíso Suma = 3812.50 Prom. = 476.56		Var. Bucanero Suma = 3190.00 Prom. = 398.75		Var. Grand Prix Suma = 3436.75 Prom. = 429.59		14896.75 465.52

Cuadro 06: ANVA para peso fresco de pella

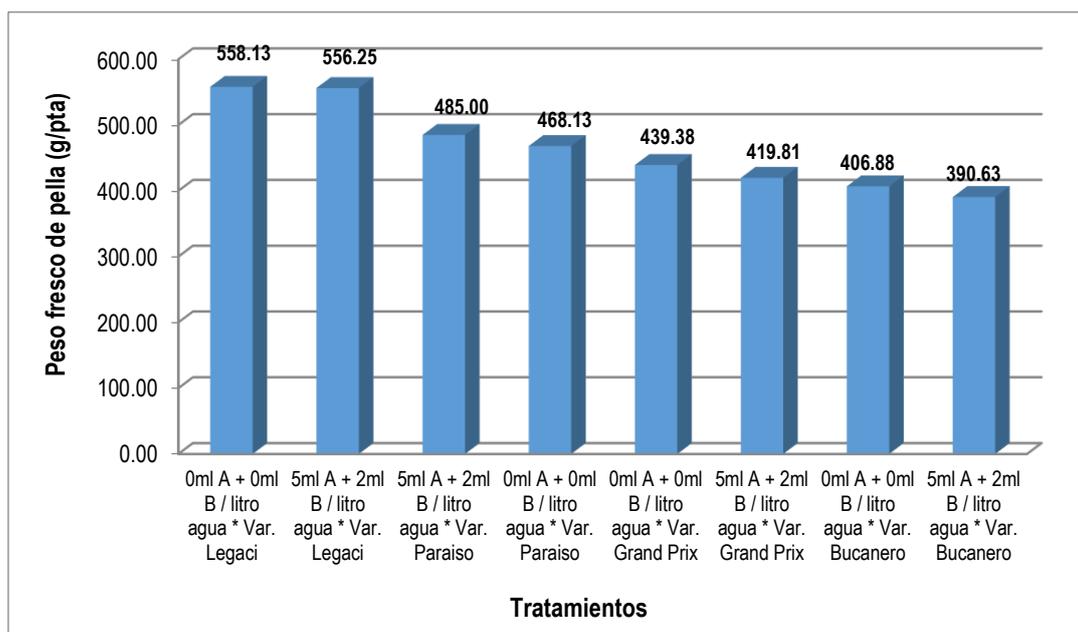
F. de V.	GL	SC	CM	Fc	Ft		Signif.	
					5%	1%		
Bloques	03	17461.771	5820.590	0.46849	0.07100	0.02325	NS. NS.	
Tratamientos	07	116060.436	16580.062	1.33451	2.49000	3.64000	NS. NS.	
Dosis Solución nutritiva (S)	01	216.580	216.580	0.01743	0.00100	0.00004	NS. NS.	
Variedades (V)	03	114190.365	38063.455	3.06368	3.07000	4.87000	NS. NS.	
Interacción S * V	03	1653.490	551.163	0.04436	0.07100	0.02325	* NS.	
Error	21	260905.838	12424.09					
Total	31	394428.045	CV = 23.94%					

Del cuadro 06 del ANVA para peso fresco de pella se desprende que no existe diferencia estadística entre los bloques, lo que indica que la distribución de las repeticiones es homogénea. El coeficiente de variabilidad de 23.94% indica que los datos analizados para el procesamiento de esta variable expresa confiabilidad en sus resultados, además que se desarrolló el trabajo de investigación en un ambiente controlado. No muestra diferencias estadísticas entre tratamientos, dosis de dosis de soluciones nutritivas y variedades; muestra diferencia significativa al 95% de probabilidad en la interacción de dosis de soluciones nutritivas por variedades.

Cuadro 07: Ordenamiento de tratamientos para peso fresco de pella (g/planta)

Nº de orden	Tratamientos	Peso fresco de pella (g/planta)
I	0ml A + 0ml B / litro agua * Var. Legacy	558.13
II	5ml A + 2ml B / litro agua * Var. Legacy	556.25
III	5ml A + 2ml B / litro agua * Var. Paraíso	485.00
IV	0ml A + 0ml B / litro agua * Var. Paraíso	468.13
V	0ml A + 0ml B / litro agua * Var. Grand Prix	439.38
VI	5ml A + 2ml B / litro agua * Var. Grand Prix	419.81
VII	0ml A + 0ml B / litro agua * Var. Bucanero	406.88
VIII	5ml A + 2ml B / litro agua * Var. Bucanero	390.63

Gráfico 01: Tratamientos para peso fresco de pella en brócoli.

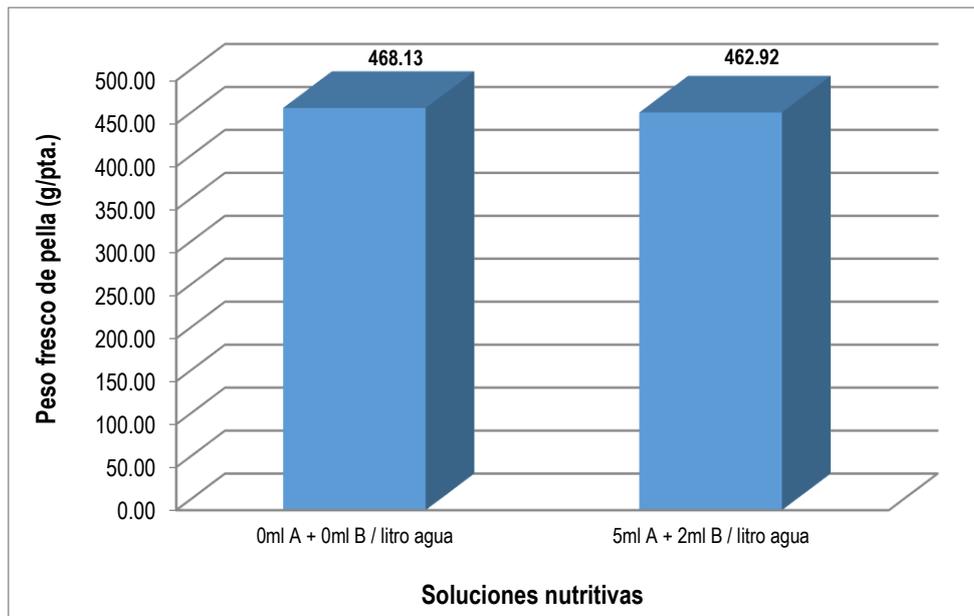


Del cuadro 07 de Ordenamiento de tratamientos para peso fresco de pella se desprende que, el tratamiento 0 ml A/1 l agua + 0 ml B/1 l agua * variedad Legacy, con 558.13 g/planta ocupó el primer lugar, y el tratamiento 5 ml A/1 l agua + 2 ml B/1 l agua* variedad Bucanero con 390.83 g/planta ocupó el último lugar; y los demás tratamientos ocuparon lugares intermedios. Esta superioridad se debe a que las dosis promedio recomendadas por la UNA La Molina de 5 ml de solución A/litro de agua y 2 ml de solución B/litro de agua, no fueron suficientes para producción de pella en condiciones de K'ayra, tampoco las dosis muy altas fueron las más satisfactorias; sino más bien se debe a las características genéticas de la variedad híbrida.

Cuadro 08: Ordenamiento de dosis solución nutritiva para peso fresco de pella

Nº de orden	Dosis soluciones nutritivas	Peso fresco de Pella (g/planta)
I	0ml A + 0ml B / litro agua	468.13
II	5ml A + 2ml B / litro agua	462.92

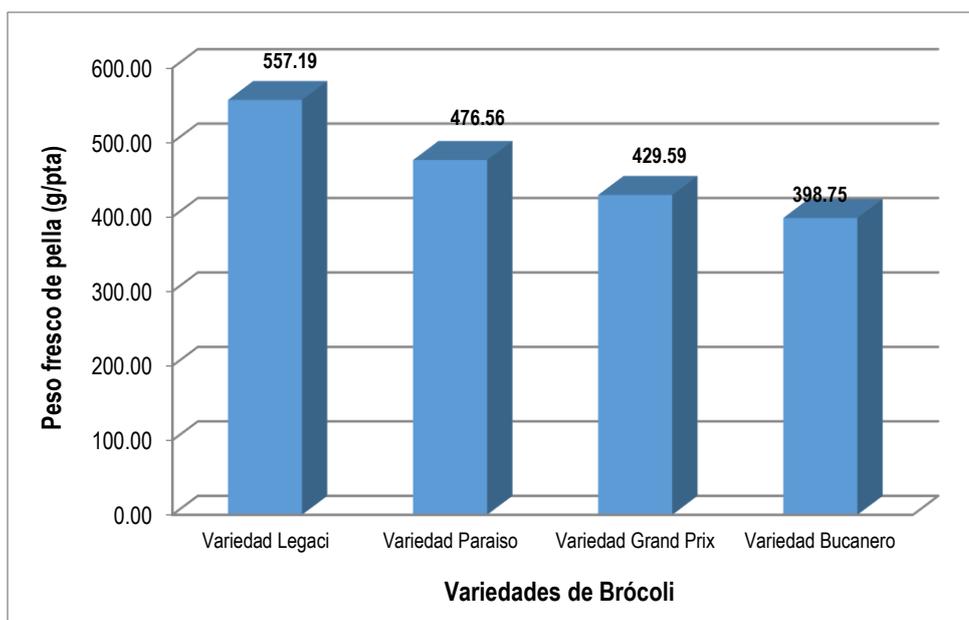
Gráfico 02: Soluciones nutritivas para peso fresco de pella en brócoli.



Cuadro 09: Ordenamiento de variedades para peso fresco de pella en brócoli

Nº de orden	Variedades de Brócoli	Peso fresco de pella (g/planta)
I	Variedad Legacy	557.19
II	Variedad Paraíso	476.56
III	Variedad Grand Prix	429.59
IV	Variedad Bucanero	398.75

Gráfico 03: Variedades para peso fresco de pella en brócoli.



Cuadro 10: Peso fresco de residuos de cosecha (g/planta)

Dosis Soluciones nutritivas	0ml A + 0ml B por litro de agua				5ml A + 2ml B por litro de agua				Total
	Variedad Legacy	Variedad Paraíso	Variedad Bucanero	Variedad Grand Prix	Variedad Legacy	Variedad Paraíso	Variedad Bucanero	Variedad Grand Prix	
Bloques									
B - I	1790.00	1940.00	2380.00	2320.00	1270.00	1310.00	2585.00	2820.00	16415.00
B - II	1715.00	1990.00	2240.00	2100.00	1290.00	2060.00	2545.00	2335.00	16275.00
B - III	1810.00	2390.00	2260.00	2220.00	1240.00	2110.00	2580.00	2415.00	17025.00
B - IV	1915.00	1810.00	2310.00	2310.00	1210.00	2150.00	2530.00	1990.00	16225.00
Suma	7230.00	8130.00	9190.00	8950.00	5010.00	7630.00	10240.00	9560.00	65940.00
Prom.	1807.50	2032.50	2297.50	2237.50	1252.50	1907.50	2560.00	2390.00	2060.63
Dosis Soluciones nutritivas	0ml A + 0ml B por litro de agua				5ml A + 2ml B por litro de agua				
	Suma = 33500.00				Suma = 32440.00				65940.00
	Prom. = 2093.75				Prom. = 2027.50				2060.63
Variedades	Var. Legacy		Var. Paraíso		Var. Bucanero		Var. Grand Prix		
	Suma = 12240.00		Suma = 15760.00		Suma = 19430.00		Suma = 18510.00		65940.00
	Prom. = 1530.00		Prom. = 1970.00		Prom. = 2428.75		Prom. = 2313.75		2060.63

Cuadro 11: ANVA para peso fresco de residuos de cosecha

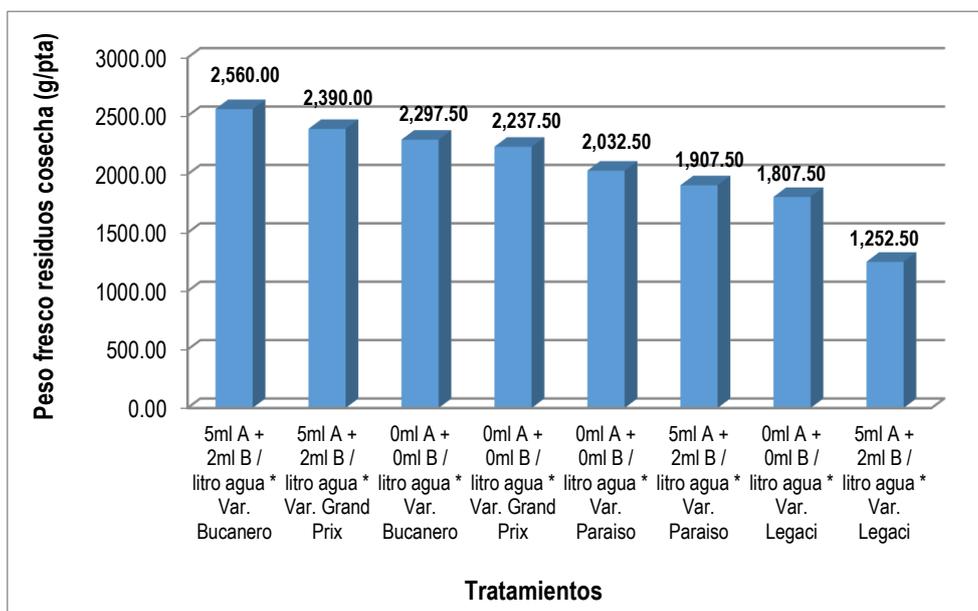
F. de V.	GL	SC	CM	Fc	Ft		Signif.	
					5%	1%		
Bloques	03	51025.00	17008.3	0.34527	0.07100	0.02325	NS. NS.	
Tratamientos	07	4746537.50	678076.8	13.76506	2.49000	3.64000	**	
Dosis solución nutritiva(S)	01	35112.50	35112.5	0.71279	0.00100	0.00004	NS. NS.	
Variedades (V)	03	3914912.50	1304970.8	26.49111	3.07000	4.87000	**	
Interacción S * V	03	796512.50	265504.2	5.38978	3.07000	4.87000	**	
Error	21	1034475.00	49260.71					
Total	31	5832037.50	CV =10.77%					

Del cuadro 11 del ANVA para peso fresco de residuos de cosecha se desprende que, no existe diferencia estadística entre los bloques, lo que indica que la distribución de las repeticiones es homogénea. El coeficiente de variabilidad de 10.77% indica que los datos analizados para el procesamiento de esta variable expresa confiabilidad en sus resultados, además que se desarrolló el trabajo de investigación en un ambiente controlado. Muestra diferencias altamente significativas entre tratamientos, variedades e interacción dosis de soluciones nutritivas por variedades; más no existen diferencias estadísticas entre dosis de soluciones nutritivas.

Cuadro 12: Tukey de tratamientos para peso fresco de residuos de cosecha

N° de Orden	Tratamientos	Peso fresco residuos (g/planta)	Significación	
			5%	1%
I	5ml A + 2ml B / litro agua * Var. Bucanero	2560.00	a	a
II	5ml A + 2ml B / litro agua * Var. Grand Prix	2390.00	a b	a b
III	0ml A + 0ml B / litro agua * Var. Bucanero	2297.50	a b c	a b
IV	0ml A + 0ml B / litro agua * Var. Grand Prix	2237.50	a b c	a b
V	0ml A + 0ml B / litro agua * Var. Paraíso	2032.50	b c	a b
VI	5ml A + 2ml B / litro agua * Var. Paraíso	1907.50	b c	b
VII	0ml A + 0ml B / litro agua * Var. Legacy	1807.50	c	b c
VIII	5ml A + 2ml B / litro agua * Var. Legacy	1252.50	d	c

Gráfico 04: Tratamientos para peso fresco de residuos de cosecha en brócoli.

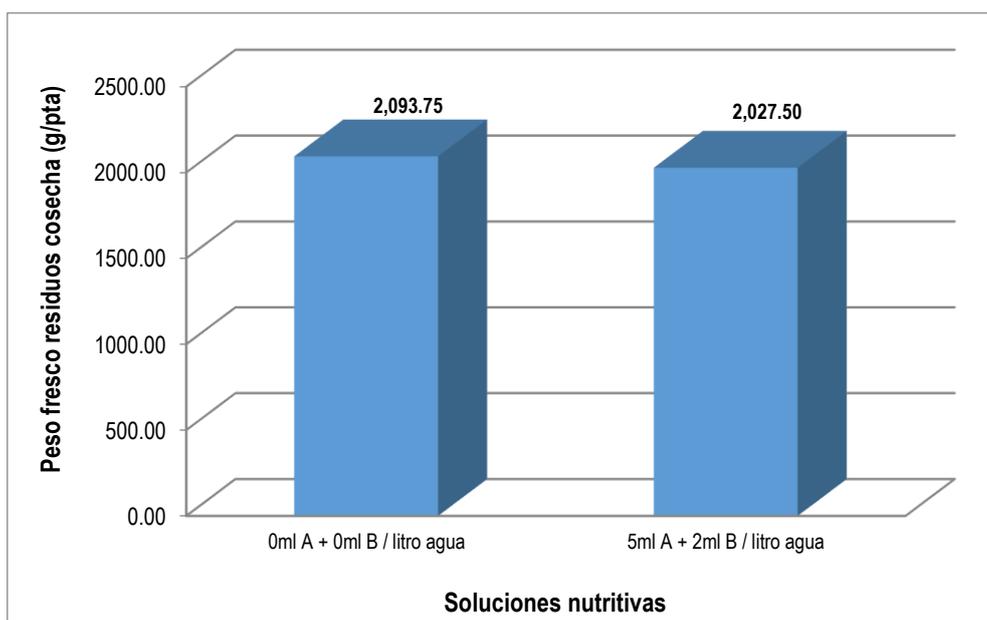


Del cuadro 12 de Prueba de Tukey de tratamientos para peso fresco de residuos de cosecha se desprende que, los tratamientos 5ml A + 2ml B / litro agua * Var. Bucanero, 5ml A + 2ml B / litro agua * Var. Grand Prix, 0ml A + 0ml B / litro agua * Var. Bucanero, 0ml A + 0ml B / litro agua * Var. Grand Prix, y 0ml A + 0ml B / litro agua * Var. Paraíso, con 2560.00.00, 2390.00, 2297.50, 2237.50 y 2032.50 g/planta respectivamente ocuparon los primeros lugares, y los tratamientos 0ml A + 0ml B / litro agua * Var. Legacy y 5ml A + 2ml B / litro agua * Var. Legacy, con 1807.50 y 1252.50 g/planta respectivamente ocuparon los últimos lugares; y los demás tratamientos ocuparon lugares intermedios. Esta superioridad se debe a que las dosis promedio recomendadas por la UNA La Molina de 5 ml de solución A/litro de agua y 2 ml de solución B/litro de agua, fueron suficientes para producción de peso fresco de residuos de cosecha en condiciones de K'ayra.

Cuadro 13: Ordenamiento de soluciones nutritivas para peso fresco de residuos de cosecha

Nº de orden	Dosis soluciones nutritivas	Peso fresco residuos de cosecha (g/planta)
I	0ml A + 0ml B / litro agua	2093.75
II	5ml A + 2ml B / litro agua	2027.50

Gráfico 05: Dosis soluciones nutritivas para peso fresco de residuos de cosecha en brócoli.

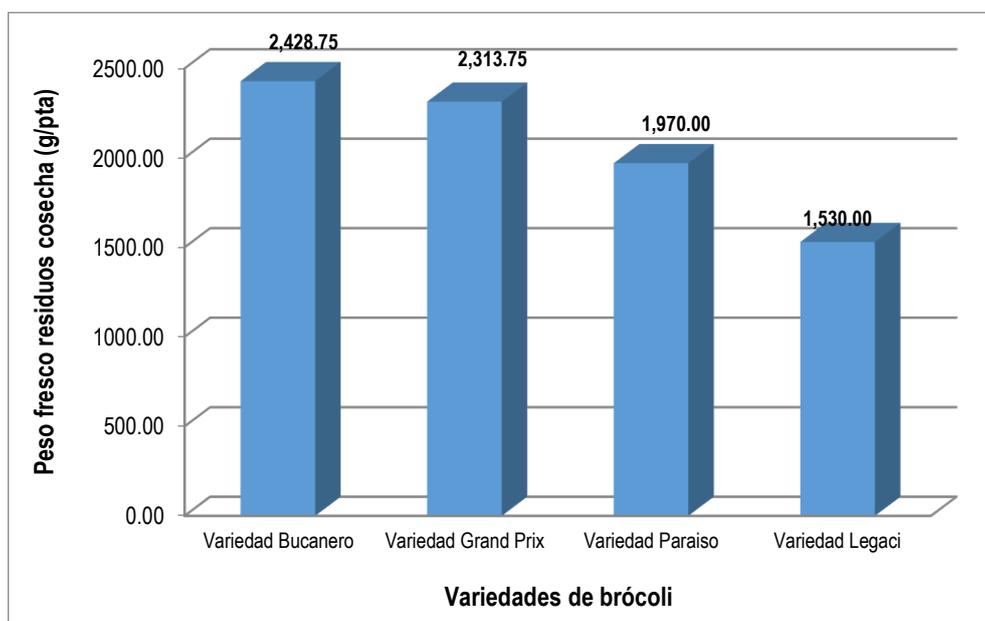


Cuadro 14: Prueba Tukey de variedades para peso fresco residuos de cosecha

Nº de Orden	Variedades	Peso fres. residuos (g/planta)	Significancia	
			5%	1%
I	Variedad Bucanero	2428.75	a	a
II	Variedad Grand Prix	2313.75	a	a b
III	Variedad Paraiso	1970.00	b	b
IV	Variedad Legacy	1530.00	c	c

ALS_{5%} = 309.17 ALS_{1%} = 391.57

Gráfico 06: Variedades para peso fresco de residuos de cosecha en brócoli.



Cuadro 15: Ordenamiento interacción dosis soluciones nutritivas. x variedad para peso fresco de los residuos de cosecha

Soluciones nutritivas	Variedad brócoli	Variedad Legacy	Variedad Paraiso	Variedad Bucanero	Variedad Grand Prix	Total
		Suma	7,230.00	8,130.00	9,190.00	
0ml A + 0ml B / litro agua	Prom.	1,807.50	2,032.50	2,297.50	2,237.50	
	Suma	5,010.00	7,630.00	10,240.00	9,560.00	32,440.00
5ml A + 2ml B / litro agua	Prom.	1,252.50	1,907.50	2,560.00	2,390.00	
		12,240.00	15,760.00	19,430.00	18,510.00	65,940.00

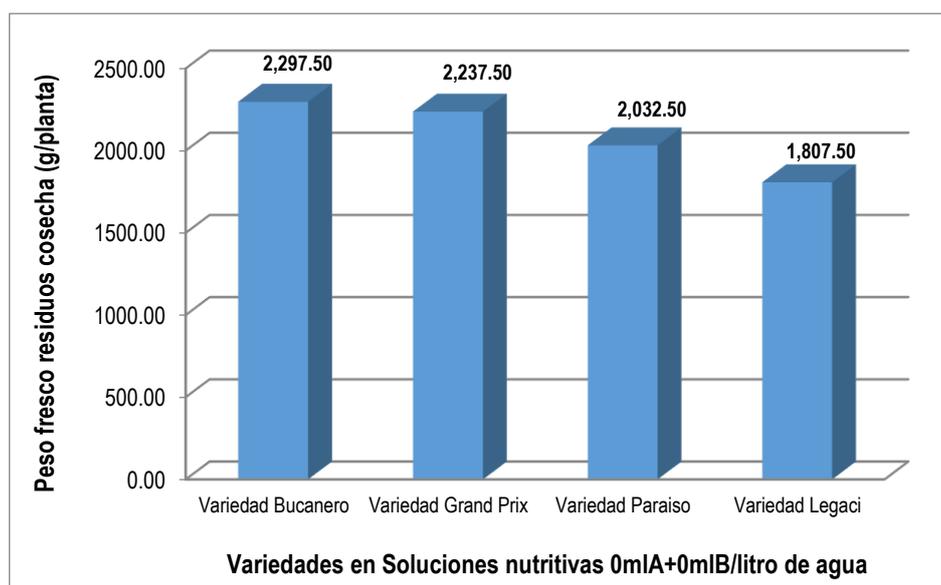
Cuadro 16: ANVA auxiliar dosis soluciones nutritivas x variedades para peso fresco de residuos de cosecha

F. de V.	GL.	SC.	CM.	Fc.	Ft.		Signif.
					5%	1%	
0ml A + 0ml B / litro agua en Var.	03	591,475.0	197,158	4.0023	3.07000	4.87000	* NS.
5ml A + 2ml B / litro agua en Var.	03	4,119,950.0	1,373,317	27.8785	3.07000	4.87000	**
Error	21	1,034,475.0	49,261				

Cuadro 17: Prueba Tukey soluciones nutritivas 0mlA+0mlB/l agua en variedades para peso fresco residuos de cosecha

Nº de Orden	Solución nutritiva 0mlA+0mlB/litro de agua	Peso fres. residuos (g/planta)	Significancia	
			5%	1%
I	Variedad Bucanero	2297.50	a	
III	Variedad Grand Prix	2237.50	a	b
III	Variedad Paraíso	2032.50	a	b
IV	Variedad Legacy	1807.50		b

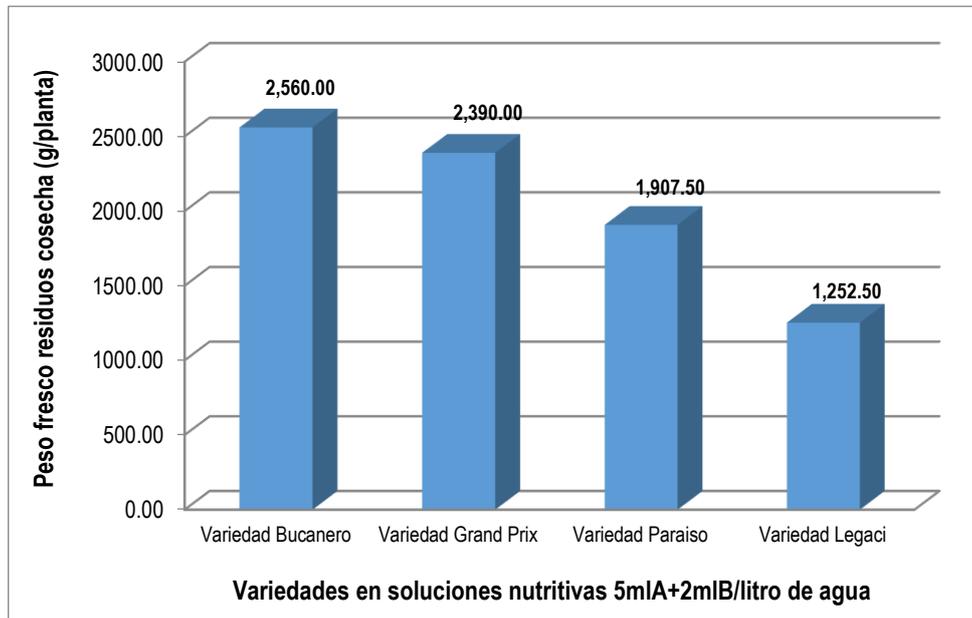
Gráfico 07: Soluciones nutritivas 0mlA +0mlB/l agua en variedades para peso fresco de residuos de cosecha.



Cuadro 17: Prueba Tukey solución 5mlA+2mlB/l agua en variedades para peso fresco residuos de cosecha

Nº de Orden	Dosis soluciones nutritivas 5mlA+2mlB/litro de agua	Peso fres. residuos (g/planta)	Significancia	
			5%	1%
I	Variedad Bucanero	2560.00	a	a
II	Variedad Grand Prix	2390.00	a	a b
III	Variedad Paraíso	1907.50	b	b
IV	Variedad Legacy	1252.50	c	c

Gráfico 08: Soluciones nutritivas 5mlA +2mlB/l agua en variedades para peso fresco de residuos de cosecha.



Cuadro 18: Peso seco residuos de cosecha (g/pta.) en brócoli

Dosis Soluciones Nutritivas	0ml A + 0ml B por litro de agua				5ml A + 2ml B por litro de agua				Total
	Variedad Legacy	Variedad paraíso	Variedad Bucanero	Variedad Grand Prix	Variedad Legacy	Variedad paraíso	Variedad Bucanero	Variedad Grand Prix	
BLOQUES									
B - I	320.00	203.00	395.00	335.00	210.00	205.00	415.00	380.00	2463.00
B - II	305.00	195.00	385.00	315.00	215.00	210.00	410.00	360.00	2395.00
B - III	325.00	225.00	380.00	325.00	205.00	218.00	413.00	375.00	2466.00
B - IV	330.00	190.00	330.00	330.00	208.00	220.00	405.00	195.00	2208.00
Suma	1280.00	813.00	1490.00	1305.00	838.00	853.00	1643.00	1310.00	9532.00
Prom.	320.00	203.25	372.50	326.25	209.50	213.25	410.75	327.50	297.88
Dosis soluciones nutritivas	0ml A + 0ml B por litro de agua Suma = 4888.00 Prom. = 305.50				5ml A + 2ml B por litro de agua Suma = 4644.00 Prom. = 290.25				9532.00 297.88
Variedades	Var. Legacy Suma = 2118.00 Prom. = 264.75		Var. paraíso Suma = 1666.00 Prom. = 208.25		Var. Bucanero Suma = 3133.00 Prom. = 391.63		Var. Grand Prix Suma = 2615.00 Prom. = 326.88		9532.00 297.88

Cuadro 19: ANVA para peso seco residuos de cosecha en brócoli

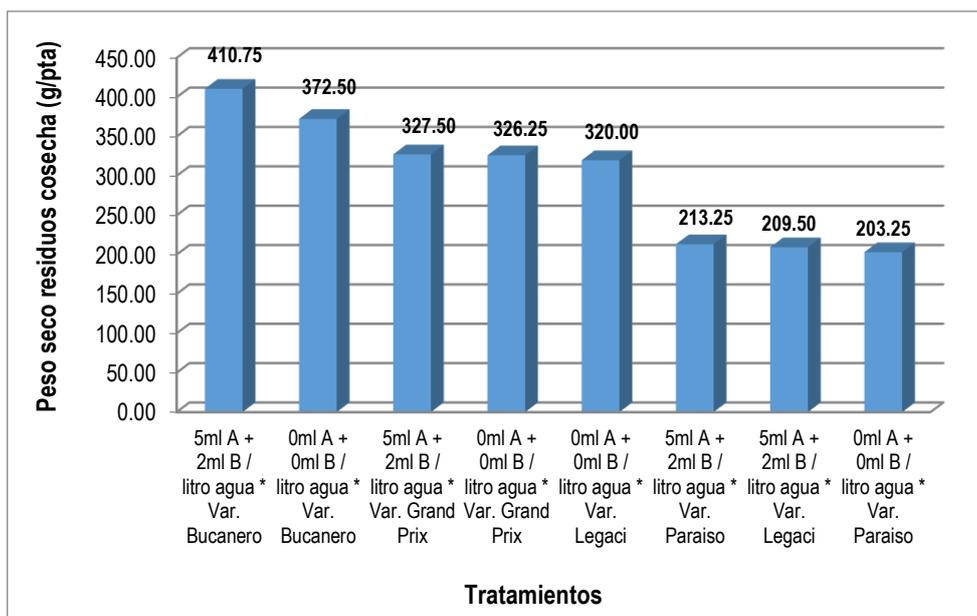
F. de V.	GL	SC	CM	Fc	Ft		Signif.
					5%	1%	
Bloques	03	5507.250	1835.750	1.73771	3.07000	4.87000	NS. NS.
Tratamientos	07	177629.500	25375.643	24.02049	2.49000	3.64000	**
Dosis Solución nutritiva (S)	01	1860.500	1860.500	1.76114	4.32000	8.01000	NS. NS.
Variedades (V)	03	150079.750	50026.583	47.35497	3.07000	4.87000	**
Interacción S * V	03	25689.250	8563.083	8.10578	3.07000	4.87000	**
Error	21	22184.750	1056.417				
Total	31	205321.500	CV =	10.91%			

Del cuadro 19 del ANVA para peso seco de residuos de cosecha se desprende que, no existe diferencia estadística entre los bloques, lo que indica que la distribución de las repeticiones es homogénea. El coeficiente de variabilidad de 10.91% indica que los datos analizados para el procesamiento de esta variable expresa confiabilidad en sus resultados, además que se desarrolló el trabajo de investigación en un ambiente controlado. Muestra diferencias altamente significativas entre tratamientos, variedades e interacción dosis de soluciones nutritivas por variedades; más no existen diferencias estadísticas entre dosis de soluciones nutritivas.

Cuadro 20: Tukey de tratamientos para peso seco residuos de cosecha en brócoli

Nº de orden	Tratamientos	Peso seco residuos (g/pta.)	Significancia	
			5%	1%
I	5ml A + 2ml B / litro agua * Var. Bucanero	410.75	a	a
II	0ml A + 0ml B / litro agua * Var. Bucanero	372.50	a b	a
III	5ml A + 2ml B / litro agua * Var. Grand Prix	327.50	b	a
IV	0ml A + 0ml B / litro agua * Var. Grand Prix	326.25	b	a
V	0ml A + 0ml B / litro agua * Var. Legacy	320.00	b	a
VI	5ml A + 2ml B / litro agua * Var. Paraíso	213.25	c	b
VII	5ml A + 2ml B / litro agua * Var. Legacy	209.50	c	b
VIII	0ml A + 0ml B / litro agua * Var. Paraíso	203.25	c	b

Gráfico 09: Tratamientos para peso seco residuos de cosecha en brócoli.

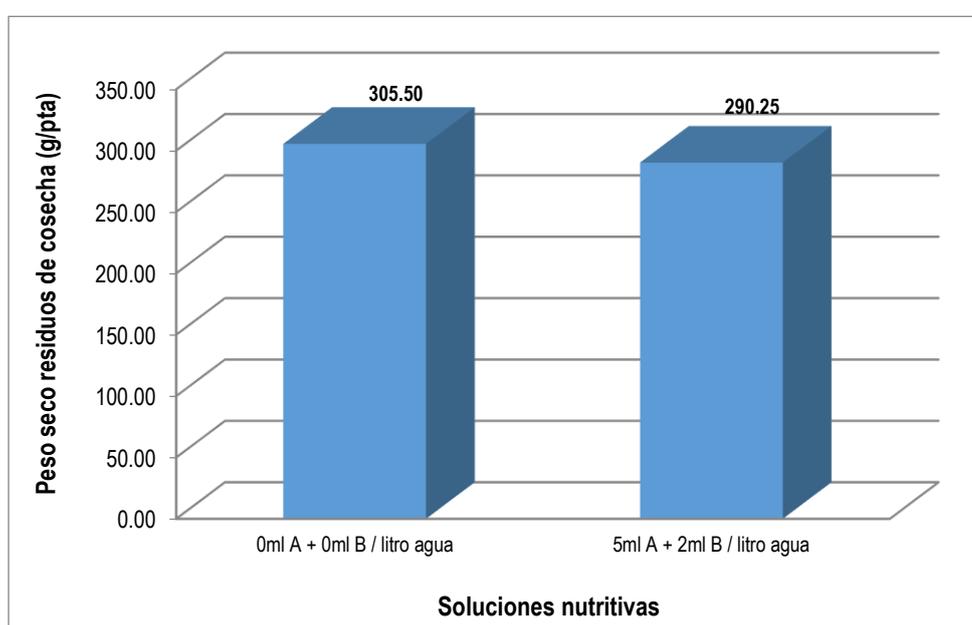


Del cuadro 20 de Prueba de Tukey de tratamientos para peso seco de residuos de cosecha se desprende que, los tratamientos 5ml A + 2ml B / litro agua * Var. Bucanero, 0ml A + 0ml B / litro agua * Var. Bucanero, 5ml A + 2ml B / litro agua * Var. Grand Prix, 0ml A + 0ml B / litro agua * Var. Grand Prix, y 0ml A + 0ml B / litro agua * Var. Legacy, con 410.75, 372.50, 327.50, 326.25 y 320.00g/planta respectivamente ocuparon los primeros lugares, y los tratamientos 5ml A + 2ml B / litro agua * Var. Paraíso, 5ml A + 2ml B / litro agua * Var. Legacy y 0ml A + 0ml B / litro agua * Var. Paraíso, con 213.25, 209.50 y 203.25g/planta respectivamente ocuparon los últimos lugares; y los demás tratamientos ocuparon lugares intermedios. Esta superioridad no se debe a que las dosis promedio recomendadas por la UNA La Molina de 5 ml de solución A/litro de agua y 2 ml de solución B/litro de agua; sino se debe a las características genéticas de las variedades híbridas en condiciones de K'ayra.

Cuadro 21: Ordenamiento de dosis soluciones nutritivas para peso seco residuos de cosecha en brócoli

Nº de orden	Dosis soluciones nutritivas	Peso seco residuos (g/pta.)
I	0ml A + 0ml B / litro agua	305.50
II	5ml A + 2ml B / litro agua	290.25

Gráfico 10: Dosis soluciones nutritivas para peso seco residuos de cosecha en brócoli.

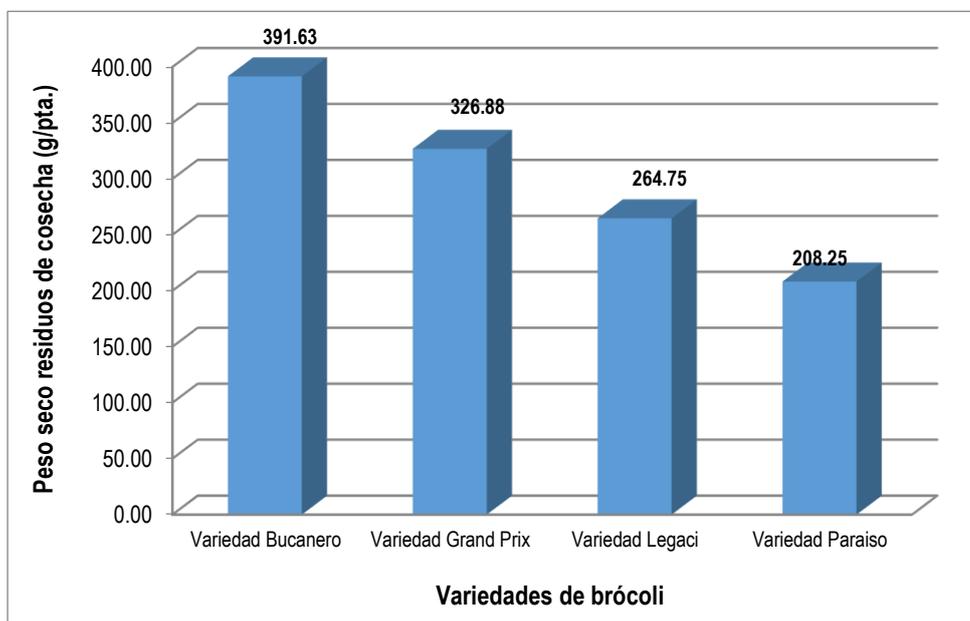


Cuadro 22: Prueba Tukey de Variedades para peso seco residuos de cosecha en brócoli

Nº Orden	Variedades	Peso seco residuos (g/pta.)	Significancia	
			5%	1%
I	Variedad Bucanero	391.63	a	a
II	Variedad Grand Prix	326.88	b	b
III	Variedad Legacy	264.75	c	c
IV	Variedad Paraíso	208.25	d	c

ALS_{5%}=45.28 ALS_{1%}=57.34

Gráfico 11: Variedades para peso seco residuos de cosecha en brócoli.



Cuadro 23: Ordenamiento interacción dosis soluciones nutritivas x variedades para peso seco residuos de cosecha en brócoli

Dosis Soluciones nutritivas	Variedades brócoli				Total	
	Variedad Legacy	Variedad Paraiso	Variedad Bucanero	Variedad Grand Prix		
0ml A + 0ml B / litro agua	Suma	1,280.00	813.00	1,490.00	1,305.00	4,888.00
	Prom.	320.00	203.25	372.50	326.25	
5ml A + 2ml B / litro agua	Suma	838.00	853.00	1,643.00	1,310.00	4,644.00
	Prom.	209.50	213.25	410.75	327.50	
		2,118.00	1,666.00	3,133.00	2,615.00	9,532.00

Cuadro 24: ANVA auxiliar dosis soluciones nutritivas x Variedades para peso seco residuos de cosecha en brócoli

F. de V.	GL.	SC.	CM.	Fc.	Ft.		Signif.
					5%	1%	
0ml A + 0ml B / litro agua en Var.	03	62,339.5	20,780	19.6701	3.07000	4.87000	**
5ml A + 2ml B / litro agua en Var.	03	113,429.5	37,810	35.7906	3.07000	4.87000	**
Error	21	22,184.8	1,056				

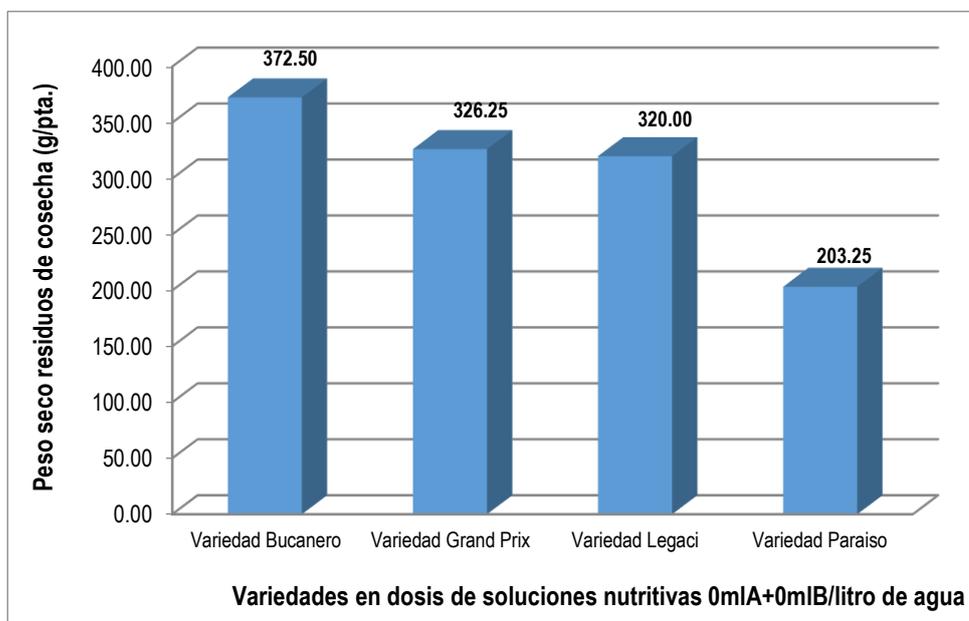
Cuadro 25: Prueba Tukey dosis soluciones nutritivas 0mlA+0mlB/l agua en variedades para peso seco de residuos de cosecha en brócoli

Nº Orden	Dosis soluciones nutritivas 0mlA+0mlB/litro de agua	Peso seco (g/pta.)	Significancia	
			5%	1%
I	Variedad Bucanero	372.50	a	a
III	Variedad Grand Prix	326.25	a	a
III	Variedad Legacy	320.00	a	a
IV	Variedad paraíso	203.25	b	b

ALS_{5%}= 64.03

ALS_{1%}= 81.09

Gráfico 12: Dosis soluciones nutritivas 0mlA +0mlB/l agua en variedades para peso seco residuos de cosecha en brócoli.



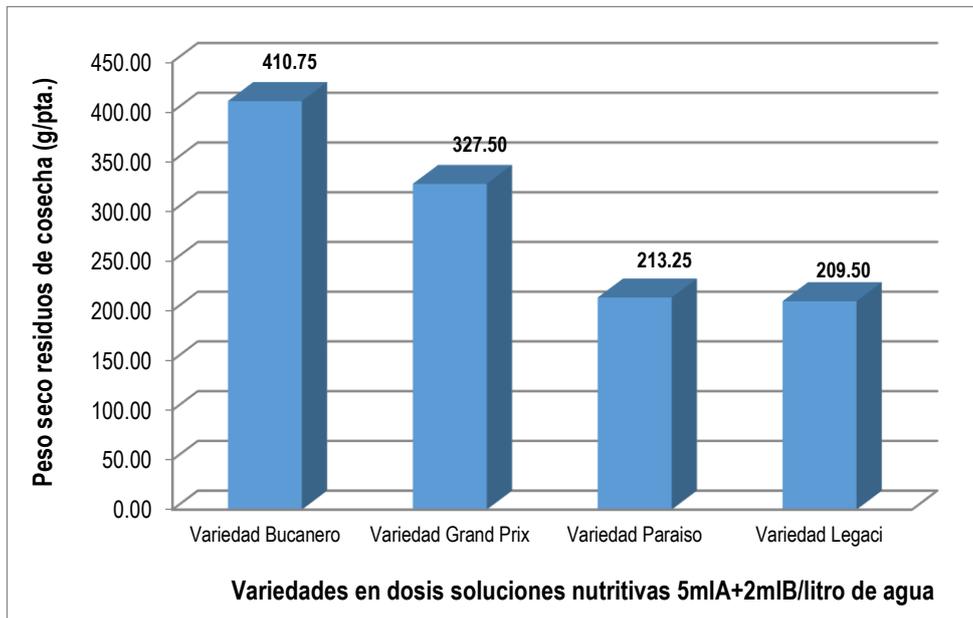
Cuadro 26: Prueba Tukey dosis soluciones nutritivas 5mlA+2mlB/l agua en variedades para peso seco residuos cosecha en brócoli

Nº de Orden	Dosis soluciones nutritivas 5mlA+2mlB/litro de agua	Peso seco residuos (g/pta.)	Significancia	
			5%	1%
I	Variedad Bucanero	410.75	a	a
II	Variedad Grand Prix	327.50	b	b
III	Variedad paraíso	213.25	c	c
IV	Variedad Legacy	209.50	c	c

ALS_{5%}= 56.86

ALS_{1%}= 79.00

Gráfico 13: Dosis soluciones nutritivas 5mlA +5mlB/l agua en variedades para peso seco residuos de cosecha en brócoli.



B. Comportamiento agronómico

Cuadro 27: Altura de planta (cm)

Dosis Soluciones Nutritivas	0ml A + 0ml B por litro de agua				5ml A + 2ml B por litro de agua				Total
	Variedad Legacy	Variedad paraíso	Variedad Bucanero	Variedad Grand Prix	Variedad Legacy	Variedad paraíso	Variedad Bucanero	Variedad Grand Prix	
Bloques									
B - I	52.00	44.75	61.00	65.50	51.25	48.00	68.00	63.00	453.50
B - II	42.00	44.00	60.25	64.50	46.00	47.00	69.00	63.50	436.25
B - III	44.50	49.75	59.50	62.50	45.40	46.50	70.50	62.75	441.40
B - IV	44.50	46.75	79.00	66.50	44.75	52.50	69.50	44.00	447.50
Suma	183.00	185.25	259.75	259.00	187.40	194.00	277.00	233.25	1778.65
Prom.	45.75	46.31	64.94	64.75	46.85	48.50	69.25	58.31	55.58
Dosis Soluciones nutritivas	0ml A + 0ml B por litro de agua Suma = 887.00 Prom. = 55.44				5ml A + 2ml B por litro de agua Suma = 891.65 Prom. = 55.73				1778.65 55.58
Variedades	Var. Legacy Suma = 370.40 Prom. = 46.30		Var. Paraíso Suma = 379.25 Prom. = 47.41		Var. Bucanero Suma = 536.75 Prom. = 67.09		Var. Grand Prix Suma = 492.25 Prom. = 61.53		1778.65 55.58

Cuadro 28: ANVA para altura de planta

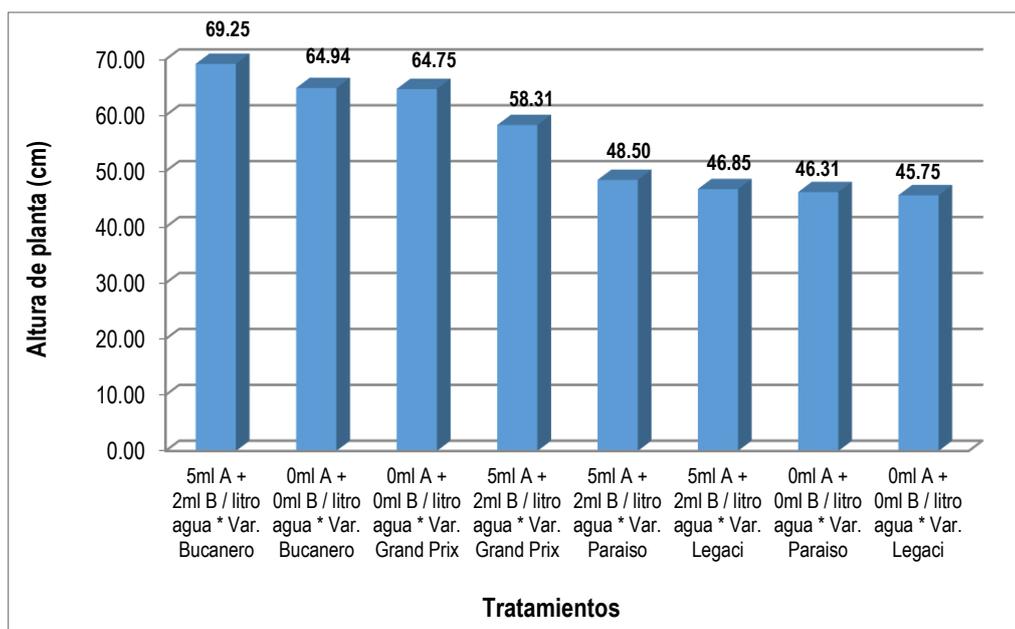
F. de V.	GL.	SC.	CM.	Fc.	Ft.		Signif.
					5%	1%	
Bloques	03	20.9459	6.9820	0.22405	0.07100	0.02325	NS. NS.
Tratamientos	07	2699.3674	385.6239	12.37457	2.49000	3.64000	**
Dosis soluciones nutritivas (S)	01	0.6757	0.6757	0.02168	0.00100	0.00004	NS. NS.
Variedades (V)	03	2567.2990	855.7663	27.46132	3.07000	4.87000	**
Interacción S * V	03	131.3927	43.7976	1.40545	3.07000	4.87000	NS. NS.
Error	21	654.4148	31.1626				
Total	31	3374.7280	CV =	10.04%			

Del cuadro 28 del ANVA para altura de planta se desprende que, no existe diferencia estadística entre los bloques, lo que indica que la distribución de las repeticiones es homogénea. El coeficiente de variabilidad de 10.04% indica que los datos analizados para el procesamiento de esta variable expresa confiabilidad en sus resultados, además que se desarrolló el trabajo de investigación en un ambiente controlado. Muestra diferencias altamente significativas entre tratamientos y variedades; más no existen diferencias estadísticas entre dosis de soluciones nutritivas e interacción dosis de soluciones nutritivas por variedades.

Cuadro 29: Tukey de tratamientos para altura de planta

Nº Orden	Tratamientos	Altura (cm)	Significancia	
			ALS _{5%} =13.23 ALS _{1%} =16.16	
			5%	1%
I	5ml A + 2ml B / litro agua * Var. Bucanero	69.25	a	a
II	0ml A + 0ml B / litro agua * Var. Bucanero	64.94	a	a
III	0ml A + 0ml B / litro agua * Var. Grand Prix	64.75	a	a
IV	5ml A + 2ml B / litro agua * Var. Grand Prix	58.31	a b	a b
V	5ml A + 2ml B / litro agua * Var. Paraíso	48.50	b	b
VI	5ml A + 2ml B / litro agua * Var. Legacy	46.85	b	b
VII	0ml A + 0ml B / litro agua * Var. Paraíso	46.31	b	b
VIII	0ml A + 0ml B / litro agua * Var. Legacy	45.75	b	b

Gráfico 14: Tratamientos para altura de planta en brócoli.

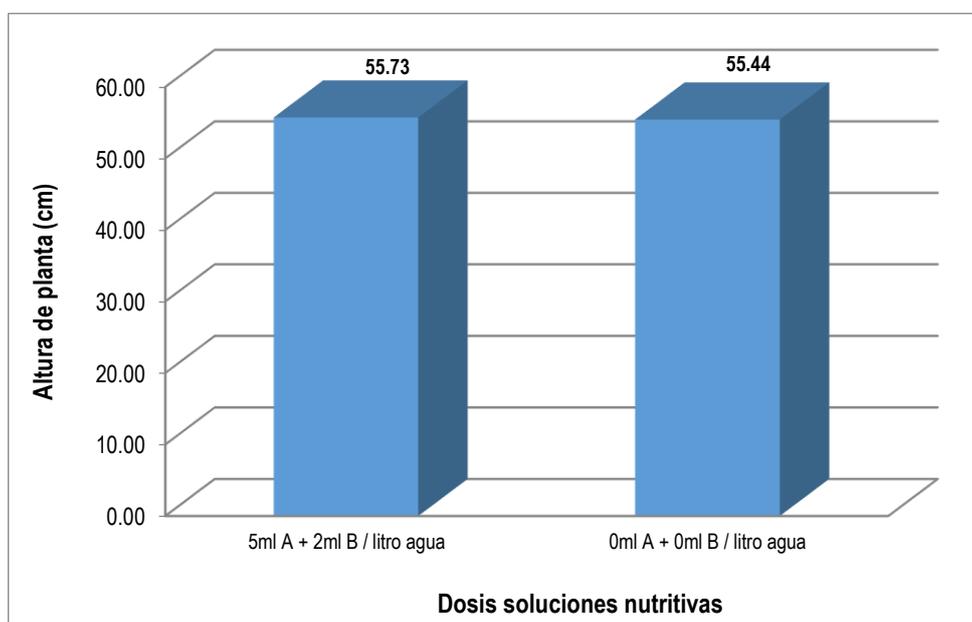


Del cuadro 29 de Prueba de Tukey de tratamientos para altura de planta se desprende que, los tratamientos 5ml A + 2ml B / litro agua * Var. Bucanero, 0ml A + 0ml B / litro agua * Var. Bucanero, 0ml A + 0ml B / litro agua * Var. Grand Prix y 5ml A + 2ml B / litro agua * Var. Grand Prix con 69.25, 64.94, 64.75 y 58.31 cm respectivamente ocuparon los primeros lugares, y los tratamientos 5ml A + 2ml B / litro agua * Var. Grand Prix, 5ml A + 2ml B / litro agua * Var. Paraíso, 5ml A + 2ml B / litro agua * Var. Legacy, 0ml A + 0ml B / litro agua * Var. Paraíso y 0ml A + 0ml B / litro agua * Var. Legacy, con 58.31, 48.50, 46.85, 46.85 y 45.75 cm respectivamente ocuparon los últimos lugares; y los demás tratamientos ocuparon lugares intermedios. Esta superioridad se debe a que las dosis promedio recomendadas por la UNA La Molina de 5 ml de solución A/litro de agua y 2 ml de solución B/litro de agua fue suficiente para esta variable; sin embargo, esta superioridad en gran porcentaje se debe a las características genéticas de las variedades híbridas en condiciones de K'ayra.

Cuadro 30: Ordenamiento de dosis soluciones nutritivas para altura de planta

Nº de Orden	Dosis soluciones nutritivas	Altura de planta (cm)
I	5ml A + 2ml B / litro agua	55.73
II	0ml A + 0ml B / litro agua	55.44

Gráfico 15: Dosis soluciones nutritivas para altura de planta en brócoli.

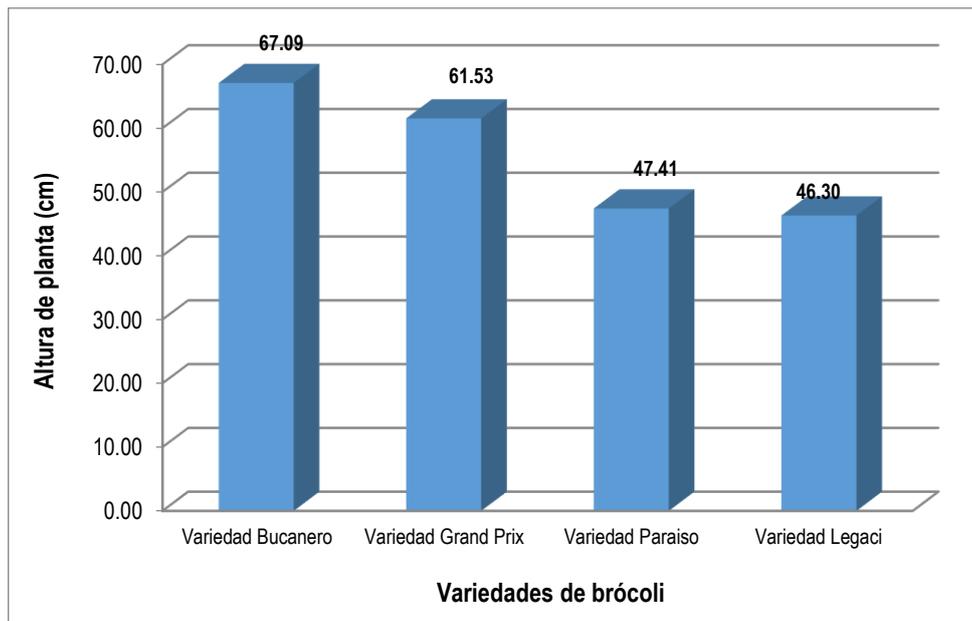


Cuadro 31: Prueba Tukey de variedades para altura de planta

Nº de Orden	Variedades	Altura de planta (cm.)	Significancia	
			5%	1%
I	Variedad Bucanero	67.09	a	a
II	Variedad Grand Prix	61.53	a	a
III	Variedad Paraíso	47.41	b	b
IV	Variedad Legacy	46.30	b	b

ALS_{5%}=16.16 ALS_{1%}=9.85

Gráfico 16: Variedades para altura de planta en brócoli.



Cuadro 32: Longitud de raíz (cm)

Dosis soluciones nutritivas	0ml A + 0ml B por litro de agua				5ml A + 2ml B por litro de agua				Total
	Variedad Legacy	Variedad Paraíso	Variedad Bucanero	Variedad Grand Prix	Variedad Legacy	Variedad Paraíso	Variedad Bucanero	Variedad Grand Prix	
Bloques									
B - I	16.20	15.20	24.00	18.50	18.50	17.50	20.10	18.00	148.00
B - II	18.30	15.60	23.50	17.50	16.50	17.00	20.00	18.10	146.50
B - III	19.50	18.60	24.10	16.50	16.00	16.90	21.00	18.50	151.10
B - IV	19.50	16.50	23.00	18.00	16.00	18.50	20.50	15.50	147.50
Suma	73.50	65.90	94.60	70.50	67.00	69.90	81.60	70.10	593.10
Prom.	18.38	16.48	23.65	17.63	16.75	17.48	20.40	17.53	18.53
Dosis soluciones nutritivas	0ml A + 0ml B por litro de agua Suma = 304.50 Prom. = 19.03				5ml A + 2ml B por litro de agua Suma = 288.60 Prom. = 18.04				593.10 18.53
Variedades	Var. Legacy Suma = 140.50 Prom. = 17.56		Var. paraíso Suma = 135.80 Prom. = 16.98		Var. Bucanero Suma = 176.20 Prom. = 22.03		Var. Grand Prix Suma = 140.60 Prom. = 17.58		593.10 18.53

Cuadro 33: ANVA para longitud de raíz

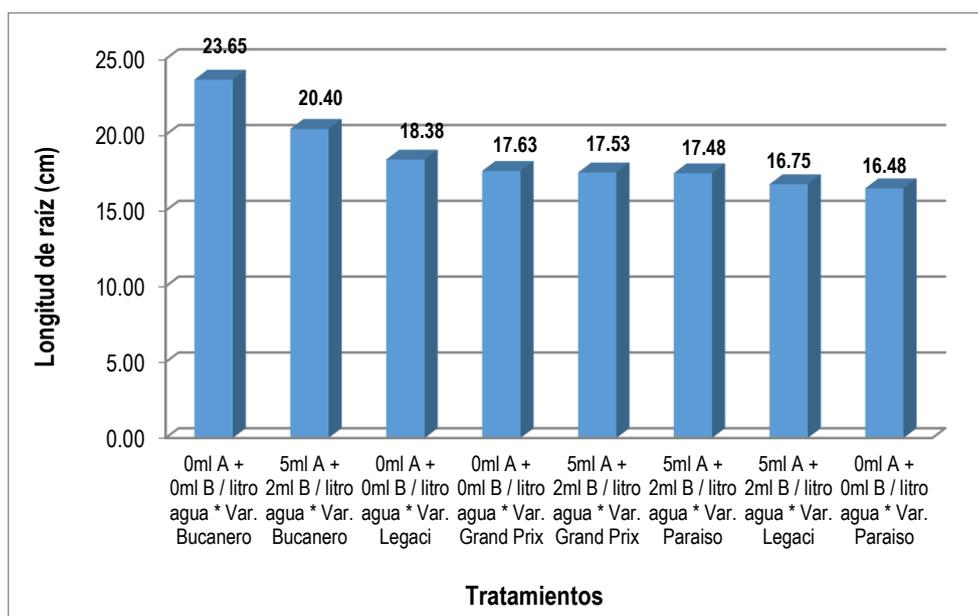
F. de V.	GL.	SC.	CM.	Fc.	Ft.		Signif.
					5%	1%	
Bloques	03	1.4759	0.4920	0.37242	0.07100	0.02325	NS. NS.
Tratamientos	07	160.2747	22.8964	17.33226	2.49000	3.64000	**
Dosis soluciones nutritivas (S)	01	7.9003	7.9003	5.98043	4.32000	8.01000	* NS.
Variedades (V)	03	131.8484	43.9495	33.26918	3.07000	4.87000	**
Interacción S * V	03	20.5259	6.8420	5.17929	3.07000	4.87000	**
Error	21	27.7416	1.3210				
Total	31	189.4922	CV = 6.20%				

Del cuadro 33 del ANVA para longitud de raíz se desprende que, no existe diferencia estadística entre los bloques, lo que indica que la distribución de las repeticiones es homogénea. El coeficiente de variabilidad de 6.20% indica que los datos analizados para el procesamiento de esta variable expresa confiabilidad en sus resultados, además que se desarrolló el trabajo de investigación en un ambiente controlado. Muestra diferencias altamente significativas entre tratamientos, variedades e interacción dosis de soluciones nutritivas por variedades; pero si existen diferencias estadísticas al 95% de probabilidad entre dosis de soluciones nutritivas.

Cuadro 34: Tukey de tratamientos para longitud de raízALS_{5%}=2.72ALS_{1%}=3.33

Nº Orden	Tratamientos	Longitud de raíz (cm)	Significancia	
			5%	1%
I	0ml A + 0ml B / litro agua * Var. Bucanero	23.65	a	a
II	5ml A + 2ml B / litro agua * Var. Bucanero	20.40	b	a b
III	0ml A + 0ml B / litro agua * Var. Legacy	18.38	b c	b c
IV	0ml A + 0ml B / litro agua * Var. Grand Prix	17.63	c	b c
V	5ml A + 2ml B / litro agua * Var. Grand Prix	17.53	c	b c
VI	5ml A + 2ml B / litro agua * Var. Paraíso	17.48	c	b c
VII	5ml A + 2ml B / litro agua * Var. Legacy	16.75	c	c
VIII	0ml A + 0ml B / litro agua * Var. paraíso	16.48	c	c

Gráfico 17: Tratamientos para longitud de raíz.



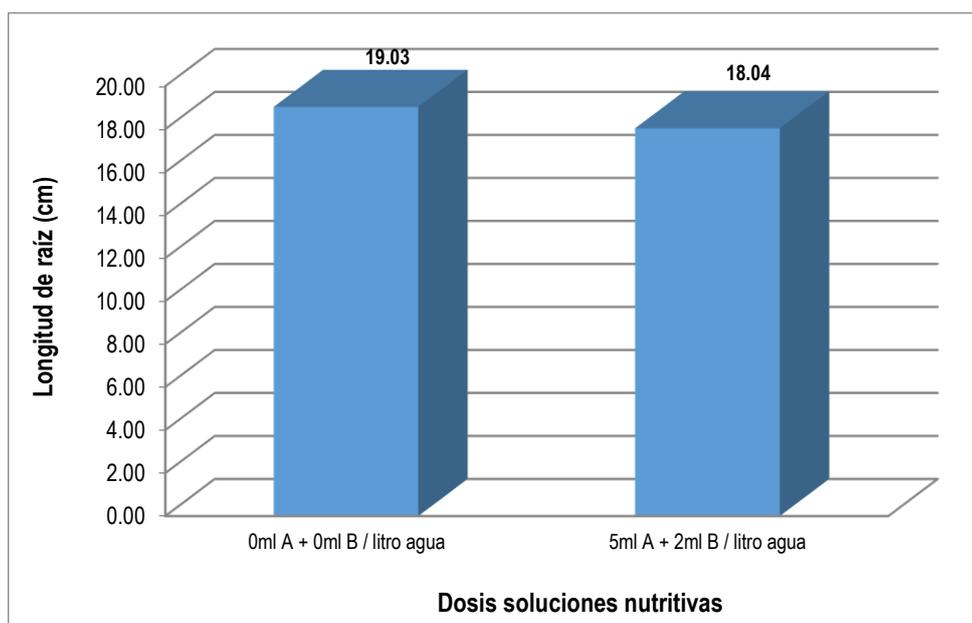
Del cuadro 34 de Prueba de Tukey de tratamientos para longitud de raíz se desprende que, los tratamientos 0ml A + 0ml B / litro agua * Var. Bucanero y 5ml A + 2ml B / litro agua * Var. Bucanero, con 23.65 y 20.40 cm respectivamente ocuparon los primeros lugares, y el tratamiento 0ml A + 0ml B / litro agua * Var. Paraíso, con 16.48 cm ocupó el último lugar. Esta superioridad no se debe a que las dosis promedio recomendadas por la UNA La Molina de 5 ml de solución A/litro de agua y 2 ml de solución B/litro de agua; sino más bien se debe a las características genéticas de las variedades híbridas en condiciones de K'ayra.

Cuadro 35: Prueba Tukey de dosis de soluciones nutritivas para longitud de raíz

ALS_{5%}=0.84

Nº Orden	Tratamientos	Longitud de raíz (cm)	Significancia
			5%
I	0ml A + 0ml B / litro agua	19.03	a
II	5ml A + 2ml B / litro agua	18.04	b

Gráfico 18: Dosis soluciones nutritivas para longitud de raíz en brócoli.

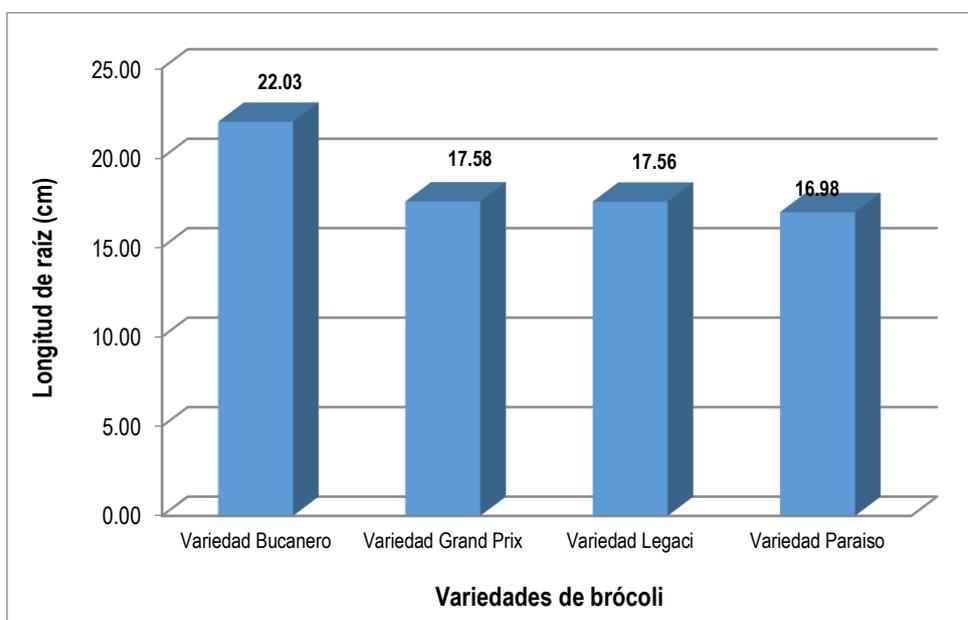


Cuadro 36: Prueba Tukey de variedades para longitud de raíz

Nº de Orden	Variedades	Longitud de raíz (cm.)	Significancia	
			5%	1%
I	Variedad Bucanero	22.03	a	a
II	Variedad Grand Prix	17.58	b	b
III	Variedad Legacy	17.56	b	b
IV	Variedad Paraíso	16.98	b	b

ALS_{5%}=1.60 ALS_{1%}=2.03

Gráfico 19: Variedades para longitud de raíz en brócoli.



Cuadro 37: Ordenamiento interacción dosis soluciones nutritivas x variedades para longitud de raíz

Dosis soluciones nutritivas		Variedades brócoli				Total
		Variedad Legacy	Variedad Paraíso	Variedad Bucanero	Variedad Grand Prix	
0ml A + 0ml B / litro agua	Suma	73.50	65.90	94.60	70.50	304.50
	Prom.	18.38	16.48	23.65	17.63	
5ml A + 2ml B / litro agua	Suma	67.00	69.90	81.60	70.10	288.60
	Prom.	16.75	17.48	20.40	17.53	
		140.50	135.80	176.20	140.60	593.10

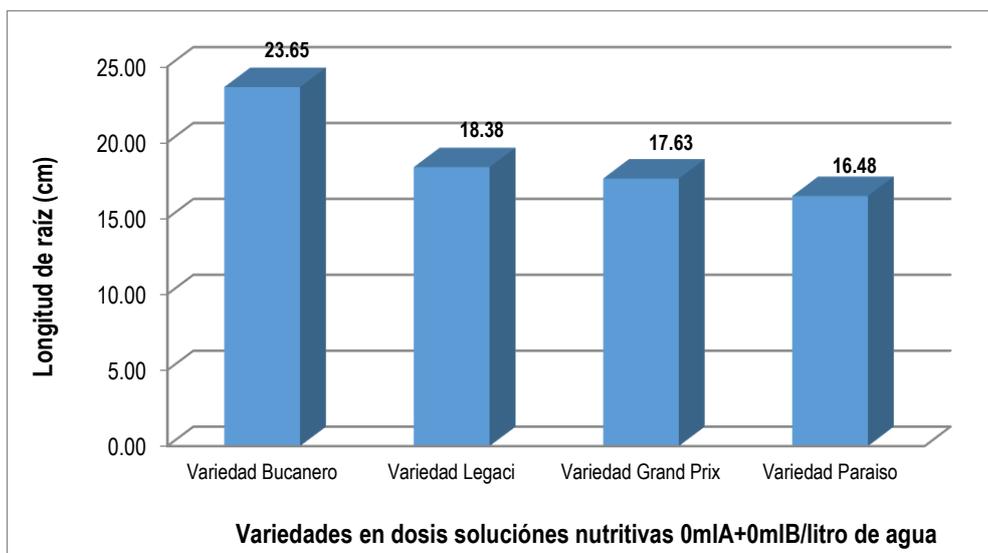
Cuadro 38: ANVA auxiliar dosis soluciones nutritivas x variedades para longitud de raíz

F. de V.	GL.	SC.	CM.	Fc.	Ft.		Signif.
					5%	1%	
0ml A + 0ml B / litro agua en Var.	03	121.1	40	30.5575	3.07000	4.87000	**
5ml A + 2ml B / litro agua en Var.	03	31.3	10	7.8910	3.07000	4.87000	**
Error	21	27.7	1				

Cuadro 39: Prueba Tukey soluciones nutritivas 0mlA+0mlB/l agua en variedades para longitud de raíz

Nº de Orden	Dosis soluciones nutritivas 0mlA+0mlB/litro de agua	Longitud de raíz (cm.)	Significancia	
			ALS _{5%} = 2.26	
			5%	1%
I	Variedad Bucanero	23.65	a	a
III	Variedad Legacy	18.38	b	b
III	Variedad Grand Prix	17.63	b	b
IV	Variedad Paraíso	16.48	b	b

Gráfico 20: Dosis soluciones nutritivas 0mlA +0mlB/l agua en variedades para longitud de raíz.

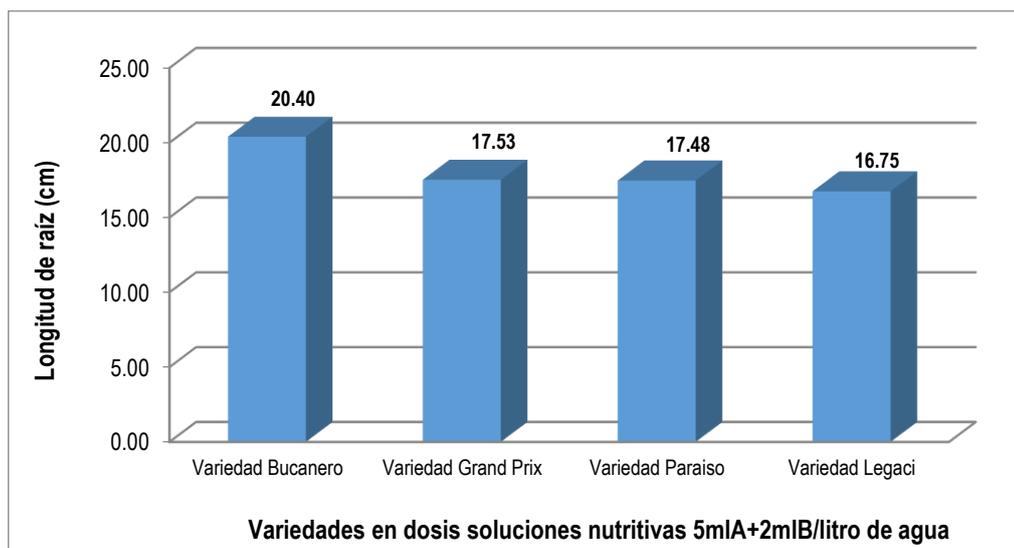


Cuadro 40: Prueba Tukey solución 5mlA+2mlB/l agua en variedades para longitud de raíz

ALS_{5%}=2.01 ALS_{1%}=2.79

Nº de Orden	Dosis solución nutritiva 5mlA+2mlB/litro de agua	Longitud de raíz (cm.)	Significancia	
			5%	1%
I	Variedad Bucanero	20.40	a	a
II	Variedad Grand Prix	17.53	b	b
III	Variedad Paraiso	17.48	b	b
IV	Variedad Legacy	16.75	b	b

Gráfico 21: Dosis solución nutritiva 5mlA +2mlB/l agua en variedades para longitud de raíz en brócoli.



Cuadro 41: Diámetro de pella (cm)

Dosis solución nutritiva	0ml A + 0ml B por litro de agua				5ml A + 2ml B por litro de agua				Total
	Variedad Legacy	Variedad Paraíso	Variedad Bucanero	Variedad Grand Prix	Variedad Legacy	Variedad Paraíso	Variedad Bucanero	Variedad Grand Prix	
Bloques									
B - I	11.88	11.80	13.12	12.90	12.91	11.65	12.24	13.89	100.39
B - II	11.90	12.51	10.21	11.74	13.10	13.74	12.96	10.78	96.94
B - III	13.64	13.15	12.24	10.93	13.97	12.10	13.36	13.11	102.50
B - IV	16.05	12.17	12.11	11.47	11.97	12.57	12.37	9.95	98.66
Suma	53.47	49.63	47.68	47.04	51.95	50.06	50.93	47.73	398.49
Prom.	13.37	12.41	11.92	11.76	12.99	12.52	12.73	11.93	12.45
Dosis soluciones nutritivas	0ml A + 0ml B por litro de agua Suma = 197.82 Prom. = 12.36				5ml A + 2ml B por litro de agua Suma = 200.67 Prom. = 12.54				398.49 12.45
Variedades	Var. Legacy Suma = 105.42 Prom. = 13.18		Var. Paraíso Suma = 99.69 Prom. = 12.46		Var. Bucanero Suma = 98.61 Prom. = 12.33		Var. Grand Prix Suma = 94.77 Prom. = 11.85		398.49 12.45

Cuadro 42: ANVA para diámetro de pella

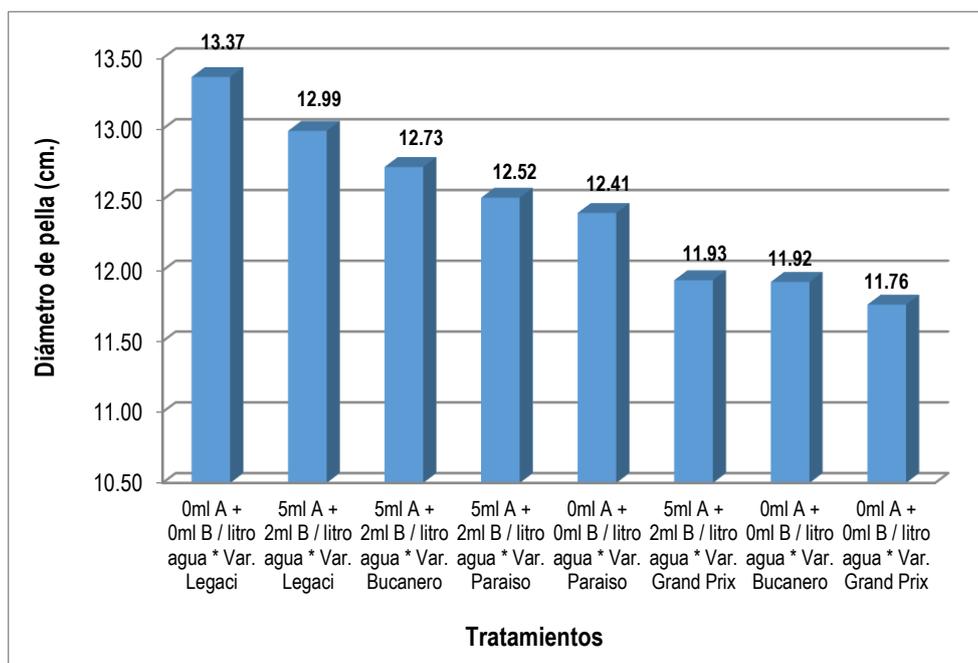
F. de V.	GL.	SC.	CM.	Fc.	Ft.		Signif.
					5%	1%	
Bloques	03	2.1239	0.7080	0.45307	0.07100	0.02325	NS. NS.
Tratamientos	07	8.9652	1.2807	0.81961	0.22450	0.12950	NS. NS.
Dosis Soluciones nutritivas (S)	01	0.2538	0.2538	0.16244	0.00100	0.00004	NS. NS.
Variedades (V)	03	7.2734	2.4245	1.55155	3.07000	4.87000	NS. NS.
Interacción S * V	03	1.4379	0.4793	0.30673	0.07100	0.02325	NS. NS.
Error	21	32.8150	1.5626				
Total	31	43.9040	CV =	10.04%			

Del cuadro 42 del ANVA para diámetro de pella se desprende que, no existe diferencia estadística entre los bloques, lo que indica que la distribución de las repeticiones es homogénea. El coeficiente de variabilidad de 10.04% indica que los datos analizados para el procesamiento de esta variable expresa confiabilidad en sus resultados, además que se desarrolló el trabajo de investigación en un ambiente controlado. No existe diferencias estadísticas entre tratamientos, dosis de soluciones nutritivas, variedades e interacción dosis de soluciones nutritivas por variedades.

Cuadro 43: Ordenamiento de tratamientos para diámetro de pella

Nº de Orden	Tratamientos	Diámetro de pella (cm)
I	0ml A + 0ml B / litro agua * Var. Legacy	13.37
II	5ml A + 2ml B / litro agua * Var. Legacy	12.99
III	5ml A + 2ml B / litro agua * Var. Bucanero	12.73
IV	5ml A + 2ml B / litro agua * Var. Paraíso	12.52
V	0ml A + 0ml B / litro agua * Var. Paraíso	12.41
VI	5ml A + 2ml B / litro agua * Var. Grand Prix	11.93
VII	0ml A + 0ml B / litro agua * Var. Bucanero	11.92
VIII	0ml A + 0ml B / litro agua * Var. Grand Prix	11.76

Gráfico 22: Tratamientos para diámetro de pella en brócoli.

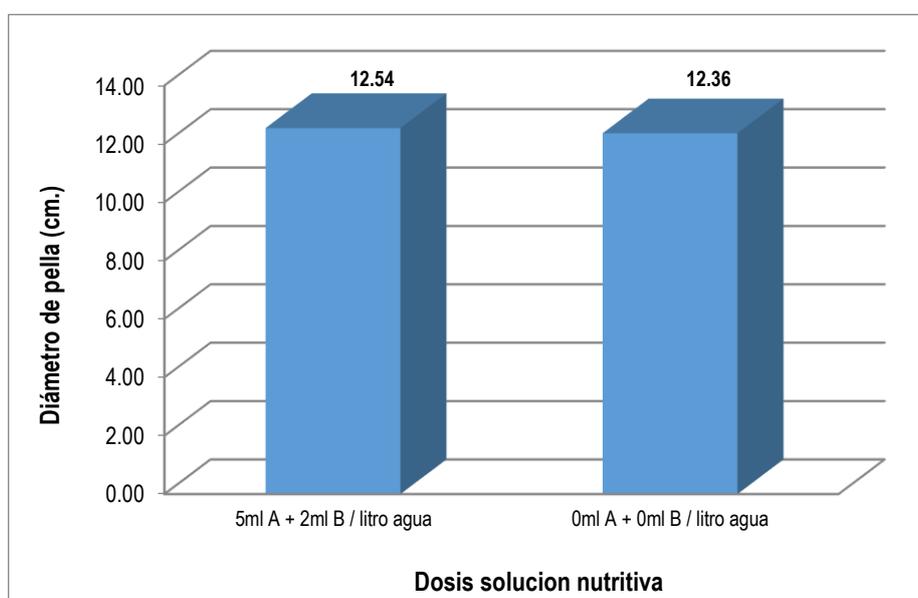


Del cuadro 43 de Prueba de Tukey de tratamientos para diámetro de pella se desprende que, los tratamientos 0ml A + 0ml B / litro agua * Var. Legacy, con 13.37 cm ocupó el primer lugar, y el tratamiento 0ml A + 0ml B / litro agua * Var. Gran Prix, con 11.76 cm ocupó el último lugar. Esta superioridad se debe a las características genéticas de la variedad híbrida en condiciones de K'ayra.

Cuadro 44: Ordenamiento de dosis soluciones nutritivas para diámetro de pella

Nº de orden	Dosis Soluciones nutritivas	Diámetro de pella (cm)
I	5ml A + 2ml B / litro agua	12.54
II	0ml A + 0ml B / litro agua	12.36

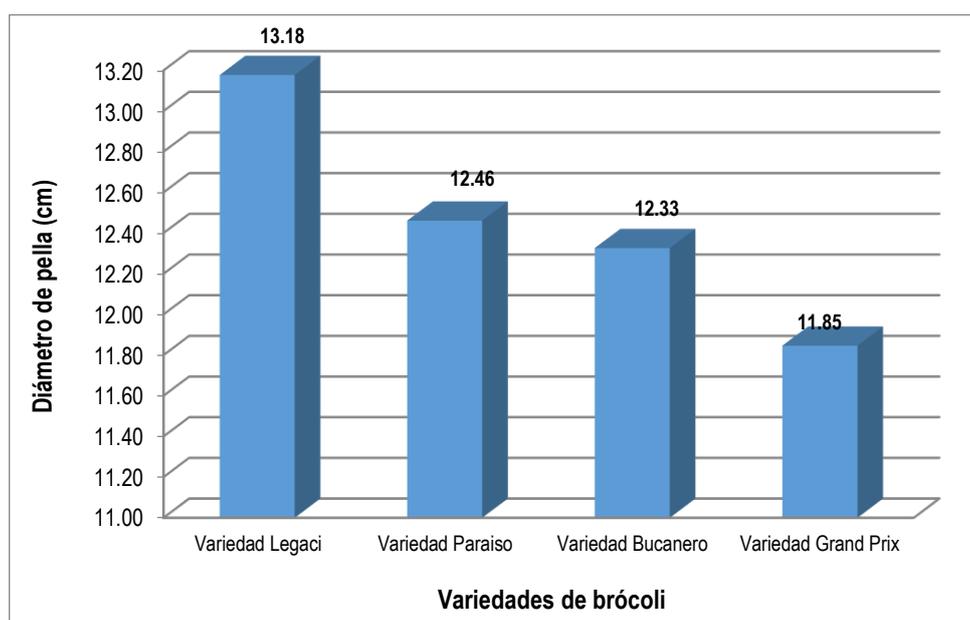
Gráfico 23: Dosis soluciones nutritivas para diámetro de pella en brócoli.



Cuadro 45: Ordenamiento de variedades para diámetro de pella

Nº de orden	Variedades	Diámetro de pella (cm.)
I	Variedad Legacy	13.18
II	Variedad Paraíso	12.46
III	Variedad Bucanero	12.33
IV	Variedad Grand Prix	11.85

Gráfico 24: variedades para diámetro de pella (cm) en brócoli.



VII. CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS

7.1. Conclusiones

A. Rendimiento

1. Peso fresco de pella

En peso fresco de pella se desprende que, el tratamiento 0 ml A/litro agua + 0 ml B/litro agua * variedad Legacy, con 558.13 g/planta ocupó el primer lugar, y el tratamiento 5 ml A/ litro agua + 2 ml B/ litro agua* variedad Bucanero con 390.83 g/planta ocupó el último lugar.

2. Peso fresco de residuos de cosecha

En peso fresco de residuos de cosecha se desprende que, los tratamientos 5ml A + 2ml B / litro agua * Var. Bucanero, 5ml A + 2ml B / litro agua * Var. Grand Prix, 0ml A + 0ml B / litro agua * Var. Bucanero, 0ml A + 0ml B / litro agua * Var. Grand Prix, y 0ml A + 0ml B / litro agua * Var. Paraíso, con 2,560.00.00, 2390.00, 2297.50, 2237.50 y 2032.50 g/planta respectivamente ocuparon los primeros lugares, y los tratamientos 0ml A + 0ml B / litro agua * Var. Legacy y 5ml A + 2ml B / litro agua * Var. Legacy, con 1807.50 y 1252.50 g/planta respectivamente ocuparon los últimos lugares

3. Peso seco de residuos de cosecha

En peso seco de residuos de cosecha se desprende que, los tratamientos 5ml A + 2ml B / litro agua * Var. Bucanero, 0ml A + 0ml B / litro agua * Var. Bucanero, 5ml A + 2ml B / litro agua * Var. Grand Prix, 0ml A + 0ml B / litro agua * Var. Grand Prix, y 0ml A + 0ml B / litro agua * Var. Legacy, con 410.75, 372.50, 327.50, 326.25 y 320.00g/planta respectivamente ocuparon los primeros lugares, y los tratamientos 5ml A + 2ml B / litro agua * Var. Paraíso, 5ml A + 2ml B / litro agua * Var. Legacy y

0ml A + 0ml B / litro agua * Var. Paraíso, con 213.25, 209.50 y 203.25g/planta respectivamente ocuparon los últimos lugares.

B. Comportamiento agronómico

1. Altura de planta

En altura de planta se desprende que, los tratamientos 5ml A + 2ml B / litro agua * Var. Bucanero, 0ml A + 0ml B / litro agua * Var. Bucanero, 0ml A + 0ml B / litro agua * Var. Grand Prix y 5ml A + 2ml B / litro agua * Var. Grand Prix con 69.25, 64.94, 64.75 y 58.31 cm respectivamente ocuparon los primeros lugares, y los tratamientos 5ml A + 2ml B / litro agua * Var. Grand Prix, 5ml A + 2ml B / litro agua * Var. Paraíso, 5ml A + 2ml B / litro agua * Var. Legacy, 0ml A + 0ml B / litro agua * Var. Paraíso y 0ml A + 0ml B / litro agua * Var. Legacy, con 58.31, 48.50, 46.85, 46.85 y 45.75 cm respectivamente ocuparon los últimos lugares.

2. Longitud de raíz

En longitud de raíz se desprende que, los tratamientos 0ml A + 0ml B / litro agua * Var. Bucanero y 5ml A + 2ml B / litro agua * Var. Bucanero, con 23.65 y 20.40 cm respectivamente ocuparon los primeros lugares, y el tratamiento 0ml A + 0ml B / litro agua * Var. Paraíso, con 16.48 cm ocupó el último lugar.

3. Diámetro de pella

En diámetro de pella se desprende que, los tratamientos 0ml A + 0ml B / litro agua * Var. Legacy, con 13.37 cm ocupó el primer lugar, y el tratamiento 0ml A + 0ml B / litro agua * Var. Gran Prix, con 11.76 cm ocupó el último lugar. Esta superioridad se debe a las características genéticas de la variedad híbrida en condiciones de K'ayra

7.2. Sugerencias

- Realizar experimentos con soluciones nutritivas que tenga funcionalidad en sustrato suelo.
- Evaluar trabajos de investigación en brócoli en campo abierto, con variedades más comunes de la zona.
- Desarrollar trabajos experimentales con fines de lograr semilla.
- Desarrollar trabajos de investigación con otras técnicas de acolchado.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

1. **ALVARADO, A. (2014).** Impacto en los costos de exportación de brócoli por la renuncia de Ecuador a la ley de promoción comercial andina con los Estados Unidos - Disponible en:
<http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/20589/1/tesis.pdf>
2. **BERARDOCCO, H. (2012).** Acolchado plástico. Disponible en:
<http://www.centa.gob.sv/sidia/pdf/produccion/Acolchado%20Plastico.pdf>
3. **BERNAL, J. (2011).** Producción y comercialización de brócoli en el cantón Batz tziqintzé, aldea xoncá, del municipio de nebaj, departamento de quiché – Guatemala. Disponible en:
http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/03/03_3779.pdf
4. **BOLEA, J. (1982).** Cultivo de coles y brocolis. Editorial Sintesis. Barcelona. España.
5. **BROCOLI. (1999).** www.eumar.com.ar/hogar/opcion/i_horto00.htm Buenos Aires – Argentina. Disponible en:
<http://repositorio.unsa.edu.pe/agribewd/tesis.pdf>
6. **CORNEJO, E. (2011).** Efecto del abonamiento orgánico en base a compost y biol en el rendimiento de pellas de brócoli (*Brassica oleracea* L. var. *italica* plenk) cv. legacy. Tesis para optar el título profesional de ingeniera agrónoma. Facultad Agronomía – UNSA. Arequipa – Perú. 67 p. Disponible en:
<http://repositorio.unsa.edu.pe/agribewd/tesis.pdf>
7. **DÍAZ, S. (2015).** Brócoli: Cultivo y Manejo en el huerto. Consultado: 8 de octubre del 2015. Disponible en:
<http://www.agrohuerto.com/brocoli-cultivo-y-manejo-en-el-huerto/>
8. **DIRECCIÓN REGIONAL AGRARIA - DIRECCIÓN INFORMÁTICA AGRARIA (2010).** Producción de Brócoli por departamentos. Perú.

- 9. JARAMILLO, J., & DÍAZ, C. (2006).** Generalidades del cultivo de las crucíferas: Importancia socioeconómica. Cultivo de Crucíferas, 17. Disponible en:
- <http://obtencionderomanesco.blogspot.com/2012/09/caracteristicas-del-brocoli.html>
- 10. SEMINIS. (2016).** Brócoli. Disponible en:
- <http://www.seminis.com/global/cl/products/Pages/Brocoli.aspx>
- 11. STOPPANI, M., & FRANCESCAGELI, N. (2000).** Horticultura. El Brócoli y su potencial hortaliza top del tercer milenio. Estación Experimental Agraria INTA San Pedro. Buenos Aires. Argentina. Disponible en www.inta.gov.ar/sanpedro/09_sala_de_lectura/difusion/09_sala_de_lectura_difusion.htm
- 12. TP agro. (2015).** Acolchamiento de suelos con polietileno. Disponible en:
- <http://www.tpagro.com/espanol/acolchamiento.htm>
- 13. VALADEZ, A. (1993).** Producción de Hortalizas. Editorial Limusa. Primera Edición. México
- 14. VALDEZ, K. (2012).** Evaluación agronómica del cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* var. itálica) con aplicación de tres bioestimulantes orgánicos en las localidades de Cumbayá y Checa. Tesis previo a la Obtención del Título de Ingeniero Agrónomo, Otorgado por la Universidad Estatal de Bolívar a Través de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente, Escuela de Ingeniería Agronómica. Ecuador. 114 p.
- 15. VITORINO FLOREZ, BRAULIO. (2010).** Fertilidad de suelos y abonamiento. Con énfasis en la nutrición orgánica sustentable de las plantas cultivadas. Texto Universitario. K'ayra – Cusco – Perú.

16. ZIRENA, J. (2002). Elementos plásticos y oligoelementos. Universidad Técnica de Cajamarca. Cajamarca - Perú.
17. <http://www.abcagro.com/hortalizas/brocoli.asp>
18. https://www.academia.edu/9454436/SOLUCI%C3%93N_HIDROP%C3%93NICA_LA_MOLINA
19. http://www.agrosiembra.com/?NAME=r_c_sembrar&c_id=14
20. <http://www.definicionabc.com/medio-ambiente/suelo-agricola.php>
21. <http://edukavital.blogspot.com/>.
22. http://s3.esoft.com.mx/esofthands/include/upload_files/4/Archivos/Brocoli1.pdf
23. <http://www.lamolina.edu.pe/hidroponia/Boletin62/>
24. http://www.regmurcia.com/servlet/s.SI?r=ReP-20159-DETALLE_REPORTAJES&sit=c, 543, m, 2714.
25. <http://www.takii.com/wp-content/uploads/2015/09/Broccoli-Paraiso-Rev-C.pdf>

ANEXOS

Anexo 01: Resultados de análisis de suelo

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

TIPO DE ANÁLISIS : Fertilidad y Mecánico.

PROCEDENCIA MUESTRA : Unidad de Lombricultura - Centro Agronómico K'ayra - Cusco.

SOLICITANTE : Lizbeth Roxana Tintaya Mamani

ANÁLISIS DE FERTILIDAD:

Nº	CLAVE	C.E. Mmhos/cm	pH	M.O %	N TOTAL %	P2O5 ppm	K2O ppm
01	Suelo agrícola	0.22	6.75	1.49	0.074	13.00	42.0

ANÁLISIS MECÁNICO:

Nº	CLAVE	ARENA %	LIMO %	ARCILLA %	CLASE TEXTURAL
01	Tierra agrícola	41	38	21	FRANCO

Cusco – K'ayra, 10 Enero 2018.

Anexo 02: Galería de fotografías.

Fotografía 13: Distribución de semillas de brócoli en la almaciguera.



Fotografía 14: Almacigo de brócoli a 7 días de siembra.



Fotografía 15: Trazado del acolchado plástico.



Fotografía 16: Perforado de acolchado plástico antes del trasplante.



Fotografía 17: Día siete después del trasplante de cultivo de brócoli.



Fotografía 18: Perforado de mangueras para riego por goteo.



Fotografía19: Preparación de soluciones nutritivas.



Fotografía 20: Cultivo de brócoli en pleno crecimiento y desarrollo.



Fotografía 21: Formación de pella del cultivo de brócoli.

