

Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución- NoComercial-Compartirigual 2.5 Perú](http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/).

Vea una copia de esta licencia en <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



Evaluación de tres dosis de fertilizante (N, P, K) fraccionadas en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea var italica* Plenck.) bajo condiciones de invernadero

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo

AUTOR:

Isabel Sandoval Gonzales

ASESOR:

Ing. M.Sc. Patricia Elena García Gonzales

Tarapoto – Perú

2021

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



Evaluación de tres dosis de fertilizante (N, P, K) fraccionadas en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea var italica* Plenck) bajo condiciones de invernadero

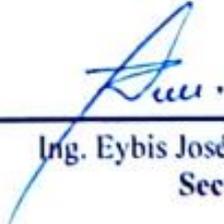
AUTOR:

Isabel Sandoval Gonzales

Sustentada y aprobada el 14 de diciembre 2021, ante el honorable jurado



Dr. Carlos Rengifo Saavedra
Presidente



Ing. Eybis José Flores García
Secretario



Ing. M.Sc. Tedy Castillo Díaz
Miembro



Ing. M.Sc. Patricia Elena García Gonzales
Asesor

Declaratoria de autenticidad

Isabel Sandoval Gonzales, con DNI N°47651423, egresada de la Escuela Profesional de Agronomía de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de San Martín, autor de la tesis titulada: **Evaluación de tres dosis de fertilizante (N, P, K) fraccionadas en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea var italica* Plenck) bajo condiciones de invernadero.**

Declaramos bajo juramento que:

1. La tesis presentada es de mi autoría.
2. La redacción fue realizada respetando las citas y referencia de las fuentes bibliográficas consultadas.
3. Toda información que contiene la tesis no ha sido plagiada;
4. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido alterados ni copiados, por tanto, la información de esta investigación debe considerarse como aporte a la realidad investigada.

Por lo antes mencionado, asumimos bajo responsabilidad las consecuencias que deriven de mi accionar, sometiéndome a las leyes de nuestro país y normas vigentes de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto.

Tarapoto, 14 de diciembre de 2021.



Isabel Sandoval Gonzales
DNI N°47651423

Formato de autorización NO EXCLUSIVA para la publicación de trabajos de investigación, conducentes a optar grados académicos y títulos profesionales en el Repositorio Digital de Tesis

1. Datos del autor:

Apellidos y nombres: <i>Sandoval Gonzales Isabel</i>
Código de alumno : <i>091364</i> Teléfono: <i>959594010</i>
Correo electrónico : <i>isasmndgonz1@gmail.com</i> DNI: <i>47651473</i>

(En caso haya más autores, llenar un formulario por autor)

2. Datos Académicos

Facultad de: <i>Ciencias Agrarias</i>
Escuela Profesional de: <i>Agronomía</i>

3. Tipo de trabajo de investigación

Tesis	(X)	Trabajo de investigación	()
Trabajo de suficiencia profesional	()		

4. Datos del Trabajo de investigación

Título : <i>Evaluación de tres dosis de fertilizantes (N,P,K) fraccionadas en el cultivo de brócoli (Brassica oleracea var italica Plenck.) bajo condiciones de invernadero</i>
Año de publicación: <i>2021</i>

5. Tipo de Acceso al documento

Acceso público *	(X)	Embargo	()
Acceso restringido **	()		

Si el autor elige el tipo de acceso abierto o público, otorga a la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, una licencia **No Exclusiva**, para publicar, conservar y sin modificar su contenido, pueda convertirla a cualquier formato de fichero, medio o soporte, siempre con fines de seguridad, preservación y difusión en el Repositorio de Tesis Digital. Respetando siempre los Derechos de Autor y Propiedad Intelectual de acuerdo y en el Marco de la Ley 822.

En caso que el autor elija la segunda opción, es necesario y obligatorio que indique el sustento correspondiente:

6. Originalidad del archivo digital.

Por el presente dejo constancia que el archivo digital que entrego a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, como parte del proceso conducente a obtener el título profesional o grado académico, es la versión final del trabajo de investigación sustentado y aprobado por el Jurado.

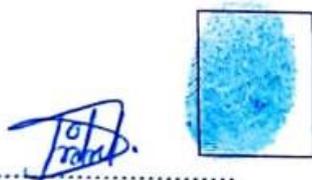
7. Otorgamiento de una licencia *CREATIVE COMMONS*

Para investigaciones que son de acceso abierto se les otorgó una licencia *Creative Commons*, con la finalidad de que cualquier usuario pueda acceder a la obra, bajo los términos que dicha licencia implica

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>

El autor, por medio de este documento, autoriza a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, publicar su trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Digital de Tesis, al cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegra a todo el documento.

Según el inciso 12.2, del artículo 12° del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales - RENATI "Las universidades, instituciones y escuelas de educación superior tienen como obligación registrar todos los trabajos de investigación y proyectos, incluyendo los metadatos en sus repositorios institucionales precisando si son de acceso abierto o restringido, los cuales serán posteriormente recolectados por el Repositorio Digital RENATI, a través del Repositorio ALICIA".



Firma del Autor

8. Para ser llenado en el Repositorio Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto de la UNSM - T.

Fecha de recepción del documento.

06 / 07 / 22



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN
Repositorio Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto - UNSM
Dra. Grecia Vanessa Fachín Ruiz
Responsable

***Acceso abierto:** uso lícito que confiere un titular de derechos de propiedad intelectual a cualquier persona, para que pueda acceder de manera inmediata y gratuita a una obra, datos procesados o estadísticas de monitoreo, sin necesidad de registro, suscripción, ni pago, estando autorizada a leerla, descargarla, reproducirla, distribuirla, imprimirla, buscarla y enlazar textos completos (Reglamento de la Ley No 30035).

** **Acceso restringido:** el documento no se visualizará en el Repositorio.

Dedicatoria

A mis padres:

Jorge Luis Sandoval Panduro y Lidia Isabel Gonzalez Morales por sus sabios consejos y motivarme a seguir adelante con valores.

A mi hija:

Kylie Trinidad Ortiz Sandoval quien es el motor de mi vida.

A mi esposo:

Renzo Baltazar Ortiz Mosquera por su apoyo que me brinda día a día para lograr mis metas como buen profesional.

Agradecimientos

A Dios:

Quien me acompaño y me ha dado las fortalezas de seguir adelante en mi vida profesional.

A mi familia:

Por depositar en mi la confianza, estímulo y apoyo a lo largo de mi carrera profesional.

A mi asesor:

Ing. M.Sc. Patricia Elena García Gonzales.

A mis jurados:

Dr. Carlos Rengifo Saavedra, Ing. Eybis José Flores García y Ing. M.Sc. Tedy Castillo Díaz quienes con sus enseñanzas, correcciones y mejoras logré terminar este proyecto de investigación tan anhelado, y de esta manera contribuir a la sociedad con los conocimientos forjados en mí.

Índice general

	Página
Dedicatoria	vi
Agradecimiento	vii
Índice general.....	viii
Índice de tablas	ix
Índice de gráficos	xi
Lista de siglas y abreviaturas	xii
Resumen	xiii
Abstrac.....	xiv
Introducción	1
CAPÍTULO I: REVISIÓN BIBLIOGRAFICA	3
1.1. Antecedentes de la investigación en el distrito de Lamas	3
1.2. Bases teóricas	5
1.3. Definición de términos básicos.....	12
CAPÍTULO II: MATERIAL Y MÉTODOS	14
2.1. Descripción área experimental	14
2.2. Características edafoclimáticas.....	14
2.3. Materiales	15
2.4. Metodología.....	16
2.5. Conducción del experimento	19
CAPÍTULO III: RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	23
3.1. Variables morfológicas	23
3.2. Rendimiento (kg. ha ⁻¹).....	41
3.3. Análisis económico	45
CONCLUSIONES	47
RECOMENDACIONES	48
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	49
ANEXOS	54

Índice de tablas

	Página
Tabla 1: Datos climáticos del lugar de ejecución meses de mayo-agosto del 2019	14
Tabla 2: Análisis físico-químico del suelo	15
Tabla 3: Factor A: Dosis de fertilizantes	16
Tabla 4: B1: Dos fracciones de aplicación	17
Tabla 5: B2: Tres fracciones de aplicación	17
Tabla 6: Tratamientos	18
Tabla 7: Esquema del análisis de varianza	18
Tabla 8: ANVA para la altura de planta (cm)	23
Tabla 9: Prueba de rangos múltiples de Duncan ($\alpha = 0,05$) para promedios de altura de planta (cm) por niveles del FA: Dosis de fertilización.	24
Tabla 10: Prueba de rangos múltiples de Duncan ($\alpha = 0,05$) para promedios de altura de planta (cm) por niveles del FB: Frecuencias de aplicación.....	24
Tabla 11: Prueba de rangos múltiples de Duncan ($\alpha = 0,05$) para promedios de altura de planta (cm) por tratamientos.	25
Tabla 12: ANVA para el diámetro del tallo (cm)	26
Tabla 13: Prueba de rangos múltiples de Duncan ($\alpha = 0,05$) para promedios del diámetro del tallo (cm) por niveles del FA: Dosis de fertilización.....	27
Tabla 14: Prueba de rangos múltiples de Duncan ($\alpha = 0,05$) para promedios del diámetro del tallo (cm) por niveles del FB: Frecuencias de aplicación	28
Tabla 15: Prueba de rangos múltiples de Duncan ($\alpha = 0,05$) para promedios de diámetro del tallo (cm) por tratamientos.....	28
Tabla 16: ANVA para el diámetro de la inflorescencia (cm)	30
Tabla 17: Prueba de rangos múltiples de Duncan ($\alpha = 0,05$) para promedios del diámetro de la inflorescencia (cm) por niveles del FA: Dosis de fertilización.	31
Tabla 18: Prueba de rangos múltiples de Duncan ($\alpha = 0,05$) para promedios del diámetro de la inflorescencia (cm) por niveles del FB: Frecuencias de aplicación	31
Tabla 19: Prueba de rangos múltiples de Duncan ($\alpha = 0,05$) para promedios de diámetro de la inflorescencia (cm) por tratamientos.....	32

Tabla 20: ANVA para la longitud de la inflorescencia (cm)	34
Tabla 21: Prueba de rangos múltiples de Duncan ($\alpha = 0,05$) para promedios de longitud de la inflorescencia (cm) por niveles del FA: Dosis de fertilización	34
Tabla 22: Prueba de rangos múltiples de Duncan ($\alpha = 0,05$) para promedios de longitud de la inflorescencia (cm) por niveles del FB: Frecuencias de aplicación	35
Tabla 23: Prueba de rangos múltiples de Duncan ($\alpha = 0,05$) para promedios de longitud de la inflorescencia (cm) por tratamientos.....	36
Tabla 24: ANVA para el peso de la inflorescencia (gr).....	37
Tabla 25: Prueba de rangos múltiples de Duncan ($\alpha = 0,05$) para promedios del peso de la inflorescencia (gr) por niveles del FA: Dosis de fertilización	38
Tabla 26: Prueba de rangos múltiples de Duncan ($\alpha = 0,05$) para promedios del peso de la inflorescencia (gr) por niveles del FB: Frecuencias de aplicación	38
Tabla 27: Prueba de rangos múltiples de Duncan ($\alpha = 0,05$) para promedios de peso de la inflorescencia (gr) por tratamientos.	39
Tabla 28: ANVA para el rendimiento ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$)	41
Tabla 29: Prueba de rangos múltiples de Duncan ($\alpha = 0,05$) para promedios de rendimiento ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) por niveles del FA: Dosis de fertilización.....	42
Tabla 30: Prueba de rangos múltiples de Duncan ($\alpha = 0,05$) para promedios de rendimiento ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) por niveles del FB: Frecuencias de aplicación.....	42
Tabla 31: Prueba de rangos múltiples de Duncan ($\alpha = 0,05$) para promedios de rendimiento ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) por tratamientos.....	43
Tabla 32: Resumen del análisis económico de los tratamientos estudiados	45

Índice de gráficos

Gráfico 1: Respuesta de los promedios de las interacciones respecto a la altura de la planta (cm) por tratamiento	25
Gráfico 2: Respuesta de los promedios de las interacciones respecto al diámetro del tallo (cm) por tratamiento	29
Gráfico 3: Respuesta de los promedios de las interacciones respecto al diámetro de la inflorescencia (cm) por tratamiento	33
Gráfico 4: Respuesta de los promedios de las interacciones respecto a la longitud de la inflorescencia (cm) por tratamiento	36
Gráfico 5: Respuesta de los promedios de las interacciones respecto al peso de la inflorescencia (gr) por tratamiento	40
Gráfico 6: Respuesta de los promedios de las interacciones respecto al rendimiento (kg.ha ⁻¹) por tratamiento	44
Gráfico 7: Respuesta de los promedios de las interacciones respecto a la rentabilidad (%) por tratamiento	46

Lista de Siglas y Abreviaturas

- **ICCAF:** Investigación y Capacitación Agropecuaria Acuícola y Forestal
- **GORESAM:** Gobierno Regional de San Martín
- **INIA:** Instituto Nacional de Innovación Agraria
- **MINAG:** Ministerio Nacional de Agricultura
- **SENAMHI:** Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú
- **DBCA:** Diseño de Bloques Completamente al Azar
- **t:** Tonelada
- **Kg:** Kilogramo
- **Ha:** hectárea
- **USAID:** La Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (en inglés: United States Agency for International Development)
- **Vr.:** variedad
- **Co2:** dióxido de carbono
- **g:** gramos

Resumen

Con el objetivo de obtener uniformidad, mejor crecimiento y desarrollo, para incrementar el rendimiento con calidad y rentabilidad económica, se realizó la evaluación de tres dosis de fertilizante (N, P, K) fraccionadas en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea var itálica* Plenck) bajo condiciones de invernadero. Se realizó en el Fundo el Pacífico en Lamas con el empleo del diseño estadístico de Bloques Completamente al Azar (DBCA) con arreglo factorial de 3x2, teniendo 6 tratamientos y un testigo, con 3 repeticiones. Los tratamientos estudiados fueron dosis de fertilizantes y frecuencia de aplicación. En la evaluación de altura de planta, diámetro de tallo, diámetro de inflorescencia y peso de inflorescencia; se obtuvieron los promedios más resaltantes con el T6 (145 N - 87 P - 193,2 K - 17,38 Mg - 36,71 S - 0,14 B - 0,19 Zn - 0,19 Mn en 3 fracciones), seguido del T3 (145 N - 87 P - 193,2K - 17,38 Mg - 36,71 S - 0,14 B - 0,19 Zn - 0,19 Mn / 2 fracciones). Finalmente, se determinó que con el T6 (145 N - 87 P - 193,2 K - 17,38 Mg - 36,71 S - 0,14 B - 0,19 Zn - 0,19 Mn en 3 fracciones) se obtuvo mayor rendimiento con 24 790,74 kg.ha⁻¹ y un Beneficio/Costo de 1,27 (127% de rentabilidad)

Palabras claves; fertilizante, invernadero, Bloques Completamente al Azar, rentabilidad

Abstract

In order to obtain uniformity, better growth and development, as well as to increase yield with quality and economic profitability, the evaluation of three fractionated fertilizer doses (N, P, K) was carried out on broccoli (*Brassica oleracea* var *italica* Plenck) cultivation under greenhouse conditions. The study was conducted at Fundo el Pacífico located in the city of Lamas using the statistical technique of randomized complete block design (RCBD) with a factorial arrangement of 3x2, having 6 treatments and a control, with 3 replicates. The treatments studied were fertilizer dose and frequency of application. Regarding the evaluation of plant height, stem diameter, inflorescence diameter and inflorescence weight, the most outstanding averages were obtained with T6 (145 N - 87 P - 193.2 K - 17.38 Mg - 36.71 S - 0.14 B - 0.19 Zn - 0.19 Mn in 3 fractions), followed by T3 (145 N - 87 P - 193.2K - 17.38 Mg - 36.71 S - 0.14 B - 0.19 Zn - 0.19 Mn / 2 fractions). Finally, it was determined that with T6 (145 N - 87 P - 193.2 K - 17.38 Mg - 36.71 S - 0.14 B - 0.19 Zn - 0.19 Mn in 3 fractions) the highest yield was obtained with 24 790.74 kg.ha-1 and a Benefit/Cost of 1.27 (127% profitability).

Key words: fertilizer, greenhouse, Randomized Complete Block Design, cost effectiveness



Introducción

El cultivo del brócoli es una hortaliza de la familia de las crucíferas, plantas ricas en calcio (Ca), vitamina A, B₁, C, E, ácido fólico (B₉) que es importante en salud humana; la extracción de nutrientes de 15 – 20 t/ha de brocoli (inflorescencia, hojas, tallos, raíces), en kilogramos por hectárea N 250; P₂O₅ 125; K₂O 350 (Ministerio de Agricultura y Riego & Agro Rural, 2018).

Es originario de Europa Oriental (Asia Menor, Líbano, Siria), expandiéndose como cultivo a partir del siglo XVI, pasando poco después al continente americano (Océano/Centrum, 1999). El brócoli es un cultivo con potencial admisibles a los Estados Unidos; así como también a Guatemala, Hawaii, Puerto Rico y las islas Vírgenes (APENN, 1996). Sus rendimientos están más en función del número de plantas por área que por el tamaño o peso de cada inflorescencia (Bolaños, 2001).

Desde su introducción en el Perú, hace más de 40 años, el consumo del brócoli en nuestro medio se ha dado de manera casi exclusiva en un segmento muy limitado del mercado limeño y su cultivo se limitó a unas pocas hectáreas. Desde la década del 90, se produjo un incremento en los rendimientos de los cultivos hortícolas debido a la aplicación de innovaciones tecnológicas, fundamentalmente dirigidas al proceso de productivo, tales como uso de variedades mejoradas e híbridos, incremento del empleo de fertilizantes, mejoramiento en la tecnología de riego y difusión del cultivo bajo invernadero (INIA, 2003).

En la región San Martín, el cultivo de Brócoli ha tomado gran importancia por su consumo culinario, siendo considerado de gran importancia alimenticia, por otra parte, contamos con diferentes nichos ecológicos donde se desarrolla muy bien este cultivo. El manejo de fertilización es un tema poco conocido en este cultivo por los horticultores, mucho mejor si se trata de investigar la influencia de dosis de fertilizante aplicado mediante fertirriego ya que es un tema muy importante para el agro, porque nos va a permitir obtener uniformidad en el cultivo, mejor crecimiento y desarrollo por ende incrementar el rendimiento con calidad.

Trabajos de investigación sobre tesis en el cultivo del brócoli en Lamas, genera expectativa en los horticultores, como una alternativa para incrementar nuevas especies en la producción de hortalizas (Montalvo, 2012. Marquina 2018, Vislao 2013, Hidrogo, 2015 y otros). Vislao (2013), observó que el color verde petróleo es un indicador necesario en el mercado, para lo cual sugiere realizar investigaciones en variedades o híbridos que presenten esta matización y por otro lado la falta conocimiento de las dosis de fertilizantes compuestos y el momento de aplicación en brócoli en la provincia de Lamas, nos generó la expectativa para la investigación con los siguientes objetivos:

General

Evaluar tres dosis fraccionadas de fertilizante (N, P, K) aplicado mediante un sistema de riego por aspersión bajo condiciones de invernadero en busca de mejorar el rendimiento del cultivo en el distrito de Lamas.

Específicos

- Determinar la dosis eficiente de fertilizante fraccionado para el crecimiento y desarrollo con alto rendimiento del cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* L.).
- Realizar el análisis económico de cada tratamiento.

CAPÍTULO I

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1. Antecedentes de la investigación en el distrito de Lamas

Marquina (2018), en el distrito de Lamas evaluó cuatro dosis de fertilizante orgánico enriquecido con microorganismos (Ferti EM) en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea*) variedad Royal Favor F-1 Hyb, concluyendo que con la aplicación de 800 kg.ha⁻¹ de Ferti-EM (T4) se obtuvieron los mejores resultados agronómicos de 22 289,2 kg.ha⁻¹ de rendimiento. Además 780,1 g de peso de la inflorescencia; 5,29 cm de diámetro del tallo; 23,6 cm de diámetro de la inflorescencia y 46,8 cm de altura de planta y a la vez que la aplicación de 800 kg/ha de Ferti-EM (T4) mayores beneficios económicos con 2,26 de B/C y S/. 22 596,02 nuevos soles de beneficio neto.

Rocha (2016), en el distrito de Lamas determinó el efecto de tres dosis de tetrahormona en el cultivo de brócoli usando el híbrido Royal Favor F-1 HyB, concluyó que el tratamiento T3 (400 cc.ha⁻¹ de Biogyz) obtuvo el mayor promedio de altura de planta con 37, 1 cm. Así mismo, todos tratamientos arrojaron índices de B/C superiores a 1, siendo que el T3 (400 kg.ha⁻¹) el que arrojó alto valor con 3,69 y el tratamiento T0 (testigo) el menor valor con un índice de 1,6 de B/C.

Por su parte Hidrogo (2015), en el distrito de Lamas evaluó dosis de ácido húmico granulado de leonardita y ácidos húmicos y fúlvicos con macro y micro elementos en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea*). Concluye que el tratamiento T4 (50 l.ha⁻¹) fue el de mayor rendimiento con un promedio de 15071,53 kg.ha⁻¹, igualmente obtuvo los mayores promedios, de peso de inflorescencia y de diámetro de la base del tallo, con 610,57 gramos y 4,81 cm respectivamente

Vislao (2013), también en Lamas estudió la adaptabilidad de cinco híbridos y una variedad en la producción del cultivo del brócoli (*Brassica oleracea* L.) bajo dichas condiciones agroecológicas. Este concluyo que los híbridos de brócoli que tuvieron mejor adaptados a las condiciones del distrito de Lamas fueron: H-Royal Favor F-1

Hyb (T1); H-WSX 748 (T4); H-WSX 752 (T5); H-WSX 742 (T3), los mismos que sobresalieron por sus características agronómicas en altura, peso de la inflorescencia, diámetro de la inflorescencia y diámetro de la base del tallo.

Estebez (2006), en su investigación titulada efectos de la aplicación de tres ácidos húmicos comerciales con diferentes dosis en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* Var. Itálica), determinó que el mayor porcentaje de prendimiento de las plantas se obtuvo con la aplicación P1 (EcoHum DX) D1 (1 l.ha⁻¹). Se comprobó que todos los productos que contienen ácidos húmicos utilizados en este ensayo, se destacaron sobre el testigo, con el Eco HumDx se alcanzó un crecimiento de 0,594 cm del grosor del tallo y un mayor rendimiento promedio en las unidades experimentales.

Correa G y Miranda E (2007), investigaron tres dosis (130 kg.ha⁻¹, 227,27 kg.ha⁻¹, 260kg.ha⁻¹) de la formula 18N – 46P – 0K en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea*), en Ecuador. Determinaron que con 260 kg.ha⁻¹ obtuvieron en promedio un peso de 338 gramos por cabeza 11,75 número de brácteas por cabeza.

Rincón, *et al* (1999) respecto al crecimiento y absorción de nutrientes del brócoli, mencionan que las condiciones del medio, el ciclo estacional del cultivo y la técnica del cultivo son factores determinantes de su productividad. En las hojas se presentaron las concentraciones más altas en N, Ca y Mg, en las inflorescencias en P y en tallos K, produciéndose una mayor concentración de nitrógeno entre los 20-30 días después del trasplante, de P entre los 60-80 días después del trasplante y de K en el período de recolección. La absorción total de macronutrientes realizada por el cultivo para una producción comercial de 19,2 kg.ha⁻¹ de inflorescencias fue de kg.ha⁻¹: 243,9 N; 28,7 P; 240,9 K; 221,3 Ca y 23,0 Mg. La mayor velocidad de absorción de N, P y K se produjo en el período de crecimiento foliar, la de Ca durante el crecimiento de inflorescencias y Mg ahora si se mantuvo constante durante todo el período de cultivo. La velocidad de acumulación específica de N, K y Ca fue máxima en las primeras fases del crecimiento y en el P, se mantuvo prácticamente constante, aunque con una ligera disminución al final del cultivo. En el Mg la acumulación específica fue máxima en el período de formación de la inflorescencia.

Hernán (2021), sobre la evaluación de extracción de N, P y K en el cultivo de brócoli var. Avenger, De acuerdo a su ciclo fenológico, mencionó que de los resultados obtenidos concluyó que la planta a los 75 días después del trasplante extrajo mayor cantidad de macronutrientes N, P y K para iniciar la fase productiva.

Para el desarrollo vegetativo e inicio de la fase reproductiva y formación de pellas, de la extracción de K a los 95 días después del trasplante, el ppp fue 454 g.pella⁻¹, considerándose un índice de calidad para industria

1.2. Bases teóricas

El brócoli taxonómicamente según Species2000&ITIS Catalogue of Life, (2019) se clasifica en Reino Plantae, Filo Tracheophyta, Clase Magnoliopsida, Orden Brassicales, Familia Brassicaceae, Género Brassica

El Manual Agropecuario (2004), menciona que esta planta anual tiene la forma de coliflor que produce cabezas verdes alargadas y en ramificaciones. Tiene un sistema radicular secundario muy profuso y abundante; posee raíz pivotante que puede llegar hasta 1,20 m de profundidad. La planta es erecta, tiene de 60 cm a 90 cm de altura y termina en una masa de yemas funcionales; los tallos florales salen de las axilas foliares, una vez movida. La parte comestible es una masa densa de yemas florales (inflorescencia) de color verde. Las flores son de color amarillo y tienen cuatro pétalos en forma de cruz, de donde proviene el nombre de la familia a la que pertenecen. El fruto es una vaina pequeña de color verde oscuro, que mide en promedio de 3 cm a 4 cm y contiene las semillas; es una planta difícil de producir.

El mismo autor hace referencia que es importante resaltar la posible aparición de brotes laterales en los bróculis de pella blanca en contraposición a la ausencia de este tipo de brotes en la coliflor. La raíz es pivotante con raíces secundarias y superficiales.

Las flores del brócoli son pequeñas, en forma de cruz de color amarillo y el fruto es una silicua de valvas ligeramente convexas con un solo nervio longitudinal y produce abundantes semillas redondas y de color rosáceo (Minag, 2011).

“La Hortaliza tiene entre 15 a 30 hojas grandes, cada una de aproximadamente 50 cm de longitud y 30 cm de ancho. La lámina es lobulada, el pecíolo de mayor tamaño que en la col o coliflor y la superficie de las hojas presenta una cutícula cerosa bastante desarrollada e impermeable” (INIA, 2003).

“El sistema radicular está formado por una raíz principal pivotante, puede llegar a 1.20 m de profundidad; las raíces secundarias son muy abundantes. La profundidad de las raíces está muy influenciada por el perfil del suelo, si existe una capa dura no desarrolla en profundidad” (Ministerio de Agricultura y Riego & Agro Rural, 2018).

1.2.1. Fertilización y deficiencias nutricionales N, P, K

Zamora (2016), en su guía sobre el cultivo del brócoli nos dice que, va a depender del tipo de suelo. Logrando requerir por hectárea la fórmula 220-40-00 de fertilizante o más. Por ejemplo, para la región del Bajío se recomienda la fórmula 400-150-100 de N-P-K. Por otro lado, nos recomienda que antes de la instalación del cultivo se realice un análisis de suelo y antes de trasplantar se considere la aplicación de un "enraizador".

En la dosificación del fertilizante se aplica un tercio o la mitad del nitrógeno, todo el fósforo y potasio en pre-siembra. Luego, aplicar un tercio o un cuarto de nitrógeno al tiempo del aclareo y un tercio o un cuarto después de la aparición de las primeras yemas.

Para la aplicación de B recomienda una aplicación de 1 a 1,5 kg por hectárea (2 a 3 libras por acre) siempre y cuando el boro en el suelo este menor a 0,2 ppm. Este no se colocará en banda muy cerca de la semilla ó planta.

La deficiencia de este resulta en deformación del follaje, yemas de color café y cavidades internas de color parduzco en tallos. Sin embargo, la formación de tallo hueco en brócoli pudiera estar relacionada con la presencia de altas temperaturas en combinación con altos niveles de nitrógeno, tallos con diámetros grandes y amplio marco de plantación

Infante (2018), menciona que aplicó la fórmula de fertilización de 120 N- 100 P₂O₅ - 100 K₂O kg/ha. La primera fertilización fue después del rayado del campo. Se procedió con la aplicación de todo el fósforo y potasio al fondo de

surco. El nitrógeno fue aplicado de forma fraccionada en dos oportunidades. La primera mitad, lo aplicó a 15 días después del trasplante en forma manual y entre plantas, mientras que la segunda mitad fue aplicada a los 30 días después del trasplante, al fondo de surco y mediante el cambio de surco.

Por otro lado, Yara (2019), en su publicación menciona que, el desarrollo del brócoli usualmente se encuentra entre 70 a 80 días desde trasplante hasta cosecha (existiendo por supuesto notables excepciones). La toma de N más importante del brócoli ocurre entre los 28 y los 56 días después de trasplante, llegando a su pico de demanda alrededor del día 40 después de trasplante, momento en el que llega a requerir hasta 11 kg N/ha/día y que coincide con los momentos de crecimiento más rápido del cultivo. Estos momentos de aplicación de nitrógeno deben ir de acuerdo a su fenología. El primero debe ser para conseguir un mejor desarrollo temprano y, aunque las dosis requeridas no son tan mayores, de acuerdo a este se calculará las próximas fertilizaciones. La segunda será alrededor del día 25 o cuando el cultivo tenga de 4 a 6 hojas verdaderas, en el que será importante realizar la aplicación de algún fertilizante nitrogenado o reajustar las dosis y fuentes nitrogenadas.

Para la tercera aplicación será importante aplicar previo a la formación de la inflorescencia o bien alrededor del día 40. <https://www.yara.com.mx/noticias-y-eventos/noticias-mexico/estas-utilizando-el-n-correctamente-en-tu-cultivo-de-brocoli/>

Para Ministerio de Agricultura y Riego & Agro Rural (2018), “existen diferentes maneras de medir la eficiencia de uso del nutriente aplicado. La EFICIENCIA APARENTE DE RECUPERACIÓN (ER): kg de aumento en la absorción por kg nutriente aplicado, es el principal parámetro para evaluar el resultado de buenas prácticas de manejo empleados (BPM). En general, la eficiencia de uso de los nutrientes se considera: Nitrógeno = 60 – 85 %; Fósforo = 50 – 70 % y Potasio = 65 – 80 %. Los valores de eficiencia varían por factores como textura de suelo, momento de aplicación, forma de aplicación, tipo de riego, estado de humedad del campo entre otros; mayor eficiencia se consigue aplicando los nutrientes en fertirriego”.

Diego (2015), en su tesis “utilizó la dosis de fertilización de 60 – 80 – 80 kg de N, P, K respectivamente, usando como fuentes: urea (46% de N), fosfato diamónico (46% P_2O_5) y cloruro de potasio (60% K_2O). Realizando la fertilización en forma localizada 50% del fertilizante nitrogenado, todo el fósforo y potasio quedando el 50% del fertilizante nitrogenado para el aporte”. El cultivo del Brócoli requiere de 60 - 20 - 50 N, P, K, según Ramírez (1995), sin embargo, Vigliola (1992), sostiene que el brócoli necesita más nitrógeno al desarrollar las yemas laterales después de cortar la cabeza principal.

El brócoli para una producción de $16,329.32 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, ha requerido en $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$: 145 de N, 57 P_2O_5 , 225 K_2O , 80 Ca, 29 Mg, 0.61 B (Sakata, 2011)

Según Sakata (2011), menciona que se puede realizar hasta tres (3) fertilizaciones en el cultivo de brócoli, tal como podemos observar:

1ra. Fertilización: En el momento del surcado o de base se incorporan 500 Kg de la fórmula 10 - 21 - 10, con un total de 50 N, 105 P, 50 K, unidades por hectárea.

2da. Fertilización: Se realiza de 20 a 25 días después de la plantación con 400 Kg de Nitrato de amonio y 50 Kg de Nitrato de calcio con un total de 141 N, y 20 K, unidades por hectárea.

3ra. Fertilización: Se realiza a los 50 días después de plantado con 400 Kg de Nitrato de amonio, y 50 Kg de Nitrato de calcio con un total de 141 N, y 20 K unidades por hectárea.

No se recomienda el cultivo de brócoli en terrenos con alto contenido de Fe y Al y pH muy bajo (menor a 5.5) que se identifican normalmente como suelos "rojos", ya que estos elementos bloquean la disponibilidad de Calcio ocasionando disturbios fisiológicos en la planta como el tallo hueco y el poco crecimiento de la planta (Sakata 2011).

1.2.2. Importancia de los N, P, K

- **Nitrógeno (N)**

Es un nutriente de gran importancia debido a su presencia en las principales biomoléculas de la materia vegetal; si añadimos que los suelos suelen soportar un déficit de este elemento, tendremos que, junto al potasio y el fósforo, es uno de los elementos claves en la nutrición mineral. En términos mundiales es el nutriente que más limita las cosechas y por ello, el que más se fertiliza. Tiene implicaciones en la contaminación ambiental por nitratos. <http://www.uam.es/docencia/museovir/web/Museovirtual/fundamentos/nutricion%20mineral/macro/nitrogeno.htm>

Síntomas de deficiencia

La insuficiente nutrición de la planta en nitrógeno se manifiesta, en primer lugar, con vegetación raquítica, maduración acelerada con frutos pequeños y poca calidad causada por la inhibición de formación de carbohidratos, hojas de color verde amarillento, caída prematura de las hojas, disminución del rendimiento (Mirat, 2006).

Exceso de nitrógeno

El exceso de nutrición de la planta en nitrógeno produce una vegetación excesiva que conlleva algunos inconvenientes como puede ser el retraso en la maduración, la planta continúa desarrollándose, pero tarda en madurar, en perjuicio de la producción de semillas. El exceso también produce mayor sensibilidad a enfermedades, los tejidos permanecen verdes y tiernos más tiempo, siendo más vulnerables (Mirat, 2006).

- **Fosforo (P)**

Instituto de la potasa y el fosforo - INPOFOS (1997), señala que el amonio afecta significativamente la disponibilidad y absorción de P, la absorción ayuda a mantener una condición ácida en la superficie de la raíz mejorando de esta forma la absorción del fósforo.

Síntomas de deficiencia

La deficiencia de fósforo al igual que la de nitrógeno, suele comenzar en las hojas inferiores que son más viejas. Se presentan hojas con un verde oscuro apagado que adquiere luego un color rojizo o púrpura característicos y llegan a secarse. Además, el número de brotes disminuye, formando tallos finos y cortos con hojas pequeñas, menor desarrollo radicular, menor floración y menor cuajado de frutos (Infojardin, 2006).

Exceso

Jacob y Kull (1964), indican que el exceso de fósforo puede acelerar unilateralmente la madurez a costo del crecimiento vegetativo. Además de ello, las deficiencias de elementos menores particularmente zinc y hierro han sido atribuidas en ciertos casos a un exceso de fosfatos que origina depresiones en el rendimiento.

- **Potasio (K)**

Thompson (1985), manifiesta que el potasio es absorbido por las plantas en forma de ión K^+ , pero desde hace mucho tiempo el contenido de potasio de un suelo y de los fertilizantes se expresa en forma de K_2O . El potasio es uno de los tres cationes principales que utilizan las plantas. Es una de las bases retenida en forma intercambiable por las arcillas y por los aniones orgánicos. Es un catión bastante móvil, tanto en el suelo como en la planta, si bien como componente de la estructura de un retículo cristalino es muy inmóvil y relativamente resistente al proceso de meteorización.

Síntomas

Rodríguez *et al.* (2003), señala que los síntomas que presentan los vegetales ante las deficiencias de potasio se pueden generalizar en: reducción general del crecimiento, los tallos y la consistencia general de la planta son de menos resistencia física y presentan un menor vigor de crecimiento.

Exceso

Jacob y Kull, (1964), señalan que la mayoría de las plantas pueden asimilar grandes cantidades de potasio, sin que ello llegue a mermar su calidad.

1.2.3. Siembra en invernadero: *Evanthia genetic* (2019)

Período de plantación (con movilidad) en invernadero

Cuando se cultiva en invernadero para la cosecha de otoño, se requiere plantar entre las semanas 26 y 28, es el tiempo necesario que se requiere para que la col madure. Tan pronto como el cultivo ha alcanzado el tamaño requerido o necesario, el invernadero móvil ha de ser retirado de la zona de cultivo. El descenso de la temperatura hará que la col adquiera color. Si usted cultiva Brassica como la col verde, es también posible hacerlo en un invernadero fijo, de ese modo podemos continuar plantando y cultivando durante un período mayor. Así mismo aquí también comprobará que un descenso de la temperatura tendrá el efecto de dar color a su cultivo.

El riego para un buen desarrollo de las plantas debe regarlas lo suficiente al comienzo del proceso de cultivo. Esta regla no es aplicable a los invernaderos si se desea una cosecha en otoño, en ese caso, deberá regarlas de forma moderada al principio.

“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 estado de tempero. Cuando han formado la inflorescencia, no conviene regar por aspersion (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” según Díaz, 2015 citado por Rivera, W.D., (2016).

1.2.4. Ficha técnica del producto utilizado

YaraMila INTEGRADOR

15N - 9P₂O₅ - 20K₂O + 1,8 (MgO) + 3,8 (S) + 0,015 (B) + 0,02 (Mn) + 0,02 (Zn)

YaraMila INTEGRADOR contiene nitrógeno en la forma amoniacal y nítrica mejorando la asimilación de forma balanceada. Contiene un alto contenido de potasio (K) y fósforo (P) elementos claves para aumentar la producción y calidad.

En el proceso de fabricación se producen polifosfatos que en un 25% presentan fósforo, compensado eléctricamente con una mínima capacidad de fijación o formación de complejos insolubles.

Este fertilizante está acompañado de elementos mayores y secundarios como el magnesio, azufre y microelementos como el boro, manganeso y zinc.

1.3. Definición de términos básicos

Invernadero: El invernadero es un medio de protección utilizado para el cultivo en tierra y sin tierra, apto para crear condiciones climáticas más favorables a la producción y propagación de las plantas. Las instalaciones permiten alcanzar niveles elevados de control en la regulación de los factores del clima y en el desarrollo de las técnicas de cultivo.

Fisiología: Explica a través de leyes físicas/químicas cómo las plantas son capaces de utilizar la energía de la luz para, a partir de sustancias inorgánicas, sintetizar moléculas orgánicas.

Morfología: se define como el estudio de la estructura y forma de las plantas, e incluye la Citología y la Histología.

Rendimiento: Es la relación de la producción total de un cierto cultivo cosechado por hectárea de terreno utilizada. Se mide usualmente en toneladas métricas por hectárea.

Fenología: estudia cómo afectan las variables meteorológicas a las manifestaciones periódicas o estacionales de las plantas (floración, aparición (cuajado) de frutos y su maduración, caída de hojas y dormancia, etc.

Fertilizante: Sustancia que mejora la calidad de la tierra y facilita el crecimiento de las plantas.

Densidad De Siembra: se define como el número de plantas por unidad de área de terreno.

Variedad: es una población con caracteres que la hacen reconocible a pesar de que hibrida libremente con otras poblaciones de la misma especie.

CAPÍTULO II

MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. Descripción área experimental

La investigación se llevó a cabo en el Fundo “El Pacifico” propiedad del sr. Jorge Luís Peláez Rivera, teniendo un periodo de ejecución del proyecto del 1 de diciembre del 2019 al 30 de marzo del 2020. Las condiciones ecológicas según Holdridge (1985), indica que el área de trabajo se encuentra en la zona de vida de Bosque seco Tropical (bs – T) en la selva alta del Perú.

a. Ubicación política

Distrito: Lamas

Provincia: Lamas

Región: San Martín

b. Ubicación geográfica

Longitud sur: 06° 16' 15”

Longitud oeste: 76° 42' 45”

Altitud: 920 m.s.n.m.

2.2. Características edafoclimáticas

a. Características climáticas

La tabla 1 muestra los datos meteorológicos. Siendo los meses más húmedos diciembre y enero lluviosos y octubre. Con una temperatura máxima de 29; y una media de 24,6°C y una precipitación de 4,03 (m.m).

Tabla 1

Datos climáticos del lugar de ejecución meses de diciembre 2019 – marzo del 2020

Meses	Temperatura			Precipitación mensual (m.m)	Humedad relativa (%)
	Máxima	Mínima	Media		
Diciembre 2019	28,6	20,2	24,4	5,89	87,30
Enero 2020	28,7	20,9	24,8	3,01	87,03
Febrero 2020	28,9	20,0	24,5	2,86	86,64
Marzo 2020	29,9	19,9	24,9	4,34	84,56
Promedio	29,0	20,2	24,6	4,03	86,39

Fuente: SENAMHI, (2020)

b. Características edáficas.

En la tabla 2, se muestra, las características físicas y químicas del suelo. En ello se puede apreciar las condiciones de textura del fundo hortícola “El Pacífico” es franco arenoso, con un pH de 6,99, materia orgánica es 1,96.

Tabla 2

Análisis físico-químico del suelo

Determinaciones		Dato	Interpretación
	pH	6,99	Neutro
	M.O (%)	1,96	Bajo
	C.E. (μ S)	113,25	No hay problema de sales
Análisis Físico de la muestra	(%) Arena	53,0	Franco Arcillo Arenoso
	(%) Limo	16,0	
	(%) Arcilla	31,0	
	Clase Textural		
Elementos mayores disponibles	N (%)	0,0882	Bajo
	P (ppm)	30,63	Alto
	K (ppm)	136,23	Medio
Análisis Químico de Cationes Cambiables	Ca ⁺⁺ (meq/100 g)	6,32	Bajo
	Mg ⁺⁺ (meq/100 g)	1,12	Bajo
	K ⁺ (meq/100 g)	0,3	Bajo
	Na ⁺ (meq/100 g)	0,1	Muy Bajo
	C.I.C. (meq/100 g)	7,9	

Fuente: Laboratorio de suelos y aguas de la FCA de la UNSM-T. (2019).

2.3. Materiales

a. Cultivo estudiado

Brócoli: híbrido Royal Favor F-1 Hyb.

b. Fertilizante

Fuentes de fertilización: YARAMILA YDRAN

N: 15%

P: 9%

K: 20%

S: 3,8%

Mg: 1,8%

B: 0,015%

Zn: 0,02%

Mn: 0,02%

2.4. Metodología

2.4.1. Diseño experimental

Para la ejecución del experimento empleamos el diseño estadístico de Bloques Completamente al Azar (DBCA) con arreglo factorial de 3x2, teniendo 6 tratamientos y un testigo con 3 repeticiones. Asignados aleatoriamente sin ningún tipo de restricción.

Bloques

Nº de bloques : 03
 Ancho : 03 m
 Largo : 35 m
 Área total del experimento : 105 m²

Parcela

Ancho : 03 m
 Largo : 05 m
 Área : 15 m

2.4.2. Factores estudiados

a. Dosis de fertilizante:

Tabla 3

Factor A: Dosis de fertilizantes

Elemento	A1 Kg/Ha	A2 Kg/Ha	A3 Kg/Ha
N	80	112	145
P ₂ O ₅	48	67	87
K ₂ O	106,6	149,2	193,2
Mg	9,59	13,43	17,38
S	20,25	28,35	36,71
B	0,08	0,11	0,14
Zinc	0,11	0,14	0,19
Mn	0,11	0,14	0,19

Elaboración propia

b. Frecuencia de aplicación:

Factor B: Frecuencia de aplicación

Tabla 4.

B1: Dos fracciones de aplicación

Elemento	A1 Kg/Ha		A2 Kg/Ha		A3 Kg/Ha	
	1°	2°	1°	2°	1°	2°
N	40	40	56	56	72,5	72,5
P₂O₅	24	24	33,5	33,5	43,5	43,5
K₂O	53,3	53,3	74,6	74,6	96,6	96,6
Mg	4,79	4,79	6,72	6,72	8,69	8,69
S	10,13	10,13	14,18	14,18	18,35	18,35
B	0,04	0,04	0,05	0,05	0,07	0,07
Zinc	0,055	0,055	0,07	0,07	0,09	0,09
Mn	0,055	0,055	0,07	0,07	0,09	0,09

1° aplicación: 15 días después del trasplante

2°: aplicación: 36 días después del trasplante

Tabla 5.*B2: Tres fracciones de aplicación*

Elemento	A1 Kg/Ha			A2 Kg/Ha			A3 Kg/Ha		
	1°	2°	3°	1°	2°	3°	1°	2°	3°
N	26,67	26,67	26,67	37,33	37,33	37,33	48,33	48,33	48,33
P₂O₅	16,00	16,00	16,00	22,33	22,33	22,33	29,00	29,00	29,00
K₂O	35,53	35,53	35,53	49,73	49,73	49,73	64,40	64,40	64,40
Mg	3,20	3,20	3,20	4,48	4,48	4,48	5,79	5,79	5,79
S	6,75	6,75	6,75	9,45	9,45	9,45	12,24	12,24	12,24
B	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05
Zinc	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05	0,06	0,06	0,06
Mn	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05	0,06	0,06	0,06

1° aplicación: 15 días después del trasplante

2° aplicación: 36 días después del trasplante

3° aplicación: 57 días después del trasplante

2.4.3. Tratamientos

En la tabla 6, se muestran los 6 tratamientos; en estos están la combinación de las dosis de fertilizantes y la frecuencia de aplicación, y también el testigo; en este no se aplicó fertilizante alguno.

Tabla 6

Tratamientos

N°	TRATAMIENTOS	CÓDIGO	DOSIS (kg.ha ⁻¹)	FRECUENCIA
1	T0 (testigo)	-----	-----	-----
2	T1	A1B1	80-48-106,6-9,59-20,25- 0,08-0,11-0,11	2 fracciones
3	T2	A2B1	112-67-149,2-13,43-28,35- 0,11-0,14-0,14	2 fracciones
4	T3	A3B1	145-87-193,2-17,38-36,71- 0,14-0,19-0,19	2 fracciones
5	T4	A1B2	80-48-106,6-9,59-20,25- 0,08-0,11-0,11	3 fracciones
6	T5	A2B2	112-67-149,2-13,43-28,35- 0,11-0,14-0,14	3 fracciones
7	T6	A3B2	145-87-193,2-17,38-36,71- 0,14-0,19-0,19	3 fracciones

Fuente: Elaboración propia (2019).

2.4.4. Esquema del ANVA

En la tabla 7, se muestra el esquema del análisis de varianza donde encontramos la fuente de variabilidad y los grados de libertad.

Tabla 7.

Esquema del análisis de varianza

FUENTE DE VARIABILIDAD	GRADOS DE LIBERTAD
Bloques	$(r - 1) = 2$
tratamientos	$(t - 1) = 6$
A (dosis)	$(p - 1) = 2$
B (frecuencia de aplicación)	$(q - 1) = 1$
AxB	$(p-1)(q-1) = 2$
Error experimental	$pq(r-1) = 3$
TOTAL	$pqr - 1 = 20$

Fuente: Elaboración propia (2018).

Dosis (p=3), frecuencia de aplicación (q=2), bloques (r=3), tratamientos (t=7)

2.5. Conducción del experimento

a. Almacigo

Lo realizamos en bandejas almacigueras utilizando como sustrato turbas de algas marinas y semillas de brócoli híbrido, colocando una semilla por celda de la bandeja, permaneciendo en este durante 21 días, para luego ser llevado a campo definitivo.



Figura 1. Almacigo de las plantas

b. Limpieza del terreno

Se realizó manualmente haciendo uso de algunas herramientas tales como machete y lampa para eliminar las malezas que se encuentran en el área designada para el trabajo de investigación.

c. Preparación del terreno y mullido

Esta actividad lo realizamos con la aplicación de materia orgánica, luego removiendo el suelo con el uso de un motocultor. Seguidamente empezamos a nivelar las parcelas con la ayuda de un rastrillo.



Figura 2. Preparación del terreno.

d. Parcelado

Después de la remoción del suelo, se procedió a parcelar el campo experimental dividiendo en tres bloques y con sus respectivos tratamientos, de acuerdo al croquis del campo experimental.

e. La siembra

Esta actividad lo realizamos por trasplante de plantines en campo definitivo usando un plantín por golpe de brócoli híbrido Royal Favor F-1 Hyb., a una profundidad de 3 cm, un distanciamiento de 0.60m entre fila y 0.50m entre planta.



Figura 3. Plántulas listas para la siembra y sembrado.

f. Control de maleza

Lo realizamos de manera frecuente y de manera manual cuando el cultivo lo necesitaba, hasta un máximo de dos deshierbo durante la campaña.

g. Control fitosanitario

Al realizar esta actividad no se realizó ya que, no encontramos problemas de enfermedades ni alguna plaga por ser un primer trabajo de investigación.

h. Fertilización

Se realizó de acuerdo a los tratamientos predeterminados, en dosis y fraccionamiento. Tabas 2, 3, 4.

i. Riego

El riego en el manejo del cultivo se hizo mediante un sistema de aspersion, se aprovechó como fuente de agua de una vertiente.

j. Cosecha

Lo realizamos cuando las inflorescencias alcanzaron su madurez de mercado, en forma manual.



Figura 4. Plantas listas para la cosecha.

2.1. Indicadores evaluados

a. Altura de planta

Se evaluó al momento de la cosecha, tomando al azar 10 plantas por tratamiento con una regla graduada, desde la superficie de suelo hasta la inflorescencia.

b. Diámetro de la base del tallo

Lo efectuamos tomando 10 plantas seleccionadas al azar por tratamiento, la medición se realizó empleando un vernier, en la parte media del tallo.

c. Diámetro de inflorescencia

Se hizo tomando 10 plantas seleccionadas al azar por tratamiento, empleando un vernier.



Figura 5. Medición de inflorescencias de brócoli.

d. Peso por inflorescencia

Se pesaron 10 plantas al azar seleccionadas por tratamiento, para lo cual se usó una balanza de precisión.

e. Rendimiento en la producción en t/ha

Pesamos 10 plantas tomadas al azar por cada tratamiento, utilizando una balanza de precisión, el resultado fue convertido a t/ha.

f. Análisis económico

La relación beneficio/costo se efectuó de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$\text{Relación Beneficio/Costo} = \text{Beneficio neto/Costo de producción}$$

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Variables morfológicas:

3.1.1. Altura de planta (cm)

En la tabla 8, el ANVA, determinó la existencia de diferencias altamente significativas ($\alpha=0,01$) para el FA: Dosis de fertilizante y diferencias significativas ($\alpha=0,05$) para el FB: Frecuencia de aplicación, con un Coeficiente de determinación (R^2) de 95% y un Coeficiente de variabilidad (C.V.) de 3,53%.

Tabla 8

ANVA para la Altura de planta (cm)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloque	0,35	2	0,18	0,13	0,8821 N.S.
FA.: Dosis fertilizante	302,81	3	100,94	72,22	<0,0001 **
FB.: Frecuencia aplicación	8,00	1	8,00	5,72	0,0340 *
FA * FB	16,77	12	1,40		
Error					
Total	333,70	20			

$R^2 = 95\%$

C.V. = 3,53%

La tabla 9, muestran los rangos múltiples de Duncan ($\alpha = 0,05$) para promedios de altura de planta (cm) por niveles de dosis de fertilización. Estos revelan que con el nivel (145 N - 87 P - 193,2 K - 17,38 Mg - 36,71 S - 0,14 B - 0,19 Zn - 0,19 Mn) se obtuvo el mayor promedio con 36,95 cm de altura de planta. Este superó estadísticamente a los niveles A2 (112 N - 67 P - 149,2 K - 13,43 Mg - 28,35 S - 0,11 B - 0,14 Zn - 0,14 Mn), A1 (80 N - 48 P - 106,6 K - 9,59 Mg - 20,25 S - 0,08 B - 0,11 Zn - 0,11 Mn) y A0 (testigo), que obtuvieron promedios de 34,68 cm, 33,07 cm, y 24,90 cm de altura de planta respectivamente.

Tabla 9

Prueba de rangos múltiples de Duncan ($\alpha = 0,05$) para promedios de altura de planta (cm) por niveles del FA: Dosis de fertilización.

FA: Dosis fertilizante	Altura (cm)	n	E.E.	Duncan ($\alpha = 0.05$)
A3	36,95	6	0,63	a
A2	34,68	6	0,63	b
A1	33,07	6	0,63	b
A0	24,90	3	0,89	c

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

La tabla 10, muestran los rangos múltiples de Duncan ($\alpha = 0,05$) para promedios de altura de planta (cm) por niveles de Frecuencias de aplicación. Estos revelan que con los niveles B2 (tres fracciones) y B1 (2 fracciones) se obtuvieron los promedios más altos siendo estadísticamente iguales entre sí, con 35,57 cm y 34,23 cm de altura de planta respectivamente y superando estadísticamente al T0 (testigo) quién obtuvo una altura de planta de 24,90 cm.

Tabla 10

Prueba de rangos múltiples de Duncan ($\alpha = 0,05$) para promedios de altura de planta (cm) por niveles del FB: Frecuencias de aplicación.

FB: Frecuencia aplicación	Altura (cm)	n	E.E.	Duncan ($\alpha = 0,05$)
B2	35,57	9	0,52	a
B1	34,23	9	0,52	a
B0	24,90	3	0,89	b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

La tabla 11, muestran los rangos múltiples de Duncan ($\alpha = 0.05$) para promedios de altura de planta (cm) por tratamientos. Estos revelan que con el T6 (145 N - 87 P - 193,2 K - 17,38 Mg - 36,71 S - 0,14 B - 0,19 Zn - 0,19 Mn / 3 fracciones) se obtuvo el mayor promedio con 37,43 cm de altura de planta. Este superó estadísticamente a los tratamientos T3 (145 N - 87 P - 193,2 K - 17,38 Mg - 36,71 S - 0,14 B - 0,19 Zn - 0,19 Mn / 2 fracciones), T5 (112 N - 67 P - 149,2 K - 13,43 Mg - 28,35 S - 0,11 B - 0,14 Zn - 0,14 Mn / 3 fracciones), T2 (112 N - 67 P - 149,2 K - 13,43 Mg - 28,35 S - 0,11 B - 0,14 Zn - 0,14 Mn / 2 fracciones), T4 (80 N - 48 P - 106,6 K

– 9,59 Mg -20,25 S – 0,08 B – 0,11 Zn – 0,11 Mn / 3 fracciones), T1 (80 N - 48 P – 106,6 K – 9,59 Mg -20,25 S – 0,08 B – 0,11 Zn – 0,11 Mn / 2 fracciones) y T0 (testigo), que obtuvieron promedios de 36,47 cm; 34,77 cm; 34,60 cm; 34,50 cm; 31,63 cm; 24,90 cm de altura de planta respectivamente.

Tabla 11

Prueba de rangos múltiples de Duncan ($\alpha = 0,05$) para promedios de altura de planta (cm) por tratamientos.

Tratamientos	FA	FB	Altura (cm)	n	E.E.	Duncan ($\alpha = 0.05$)
T0	A0	B0	24,90	3	0,89	d
T1	A1	B1	31,63	3	0,89	c
T2	A2	B1	34,60	3	0,89	b
T3	A3	B1	36,47	3	0,89	a
T4	A1	B2	34,50	3	0,89	b
T5	A2	B2	34,77	3	0,89	b
T6	A3	B2	37,43	3	0,89	a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

El gráfico 1, muestra que la respuesta al T6 (145 N - 87 P – 193,2 K – 17,38 Mg – 36,71 S – 0,14 B – 0,19 Zn – 0,19 Mn / 3 fracciones) se obtuvo el mayor promedio con 37,43 cm de altura de planta (cm).

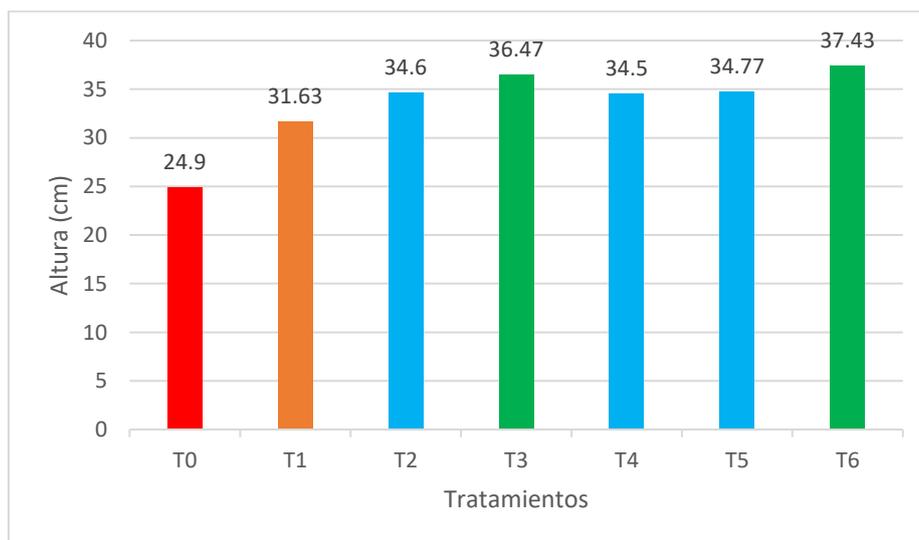


Gráfico 1: Prueba de Duncan ($\alpha = 0,05$) respuesta de los promedios de las interacciones respecto a la altura de planta (cm) por tratamientos

De los resultados se deduce que con el T6 (145 N - 87 P – 193,2 K – 17,38 Mg –

36,71 S – 0,14 B – 0,19 Zn – 0,19 Mn / 3 fracciones (1° aplicación a los 15 días después del trasplante, la 2° aplicación a los 36 días después del trasplante y la 3° aplicación a los 57 días después del trasplante)) se obtuvieron plantas más altas. Estos pueden estar relacionados a la dosis de fertilización utilizada y distribución desde el inicio de la siembra hasta el día de la cosecha (ciclo del cultivo) todo esto debido a las exigencias nutricionales mejorando la calidad del suelo y a su vez el crecimiento del cultivo.

Si comparamos estos resultados con Marquina, (2018) quien obtuvo 46,8 cm con el T4 (800 kg.ha⁻¹ de Ferti-Emm, 11,2N – 14,4P - 14k); superior al que nosotros obtuvimos, el cual tuvo como componente materia orgánica más microorganismos benéficos, por tal motivo existen diferencia entre los tratamientos.

Estos resultados pueden deberse que para el crecimiento y/o desarrollo de la planta es de fundamental importancia el nitrógeno (N), molibdeno (Mo), magnesio (Mg) y manganeso (Mn), según Sakata (2011)

3.1.2. Diámetro del tallo (cm)

En la tabla 12, el ANVA, determinó la existencia de diferencias altamente significativas ($\alpha=0,01$) para el FA: Dosis de fertilizante, con un Coeficiente de determinación (R^2) de 85% y un Coeficiente de variabilidad (C.V.) de 6,59%.

Tabla 12

ANVA para el diámetro del tallo (cm)

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Bloque	0,53	2	0,26	3,04	0,0856 N.S.
FA.: Dosis fertilizante	5,37	3	1,79	20,65	<0,0001 **
FB.: Frecuencia aplicación	0,01	1	0,01	0,16	0,696 N.S.
FA * FB	0,14	2	0,07	0,16	0,474 N.S.
Error	1,04	12	0,09	0,79	
Total	7,09	20			

$R^2 = 85\%$

C.V. = 6,59%

La tabla 13, muestran los rangos múltiples de Duncan ($\alpha = 0,05$) para promedios del diámetro del tallo (cm) por niveles de dosis de fertilización. Estos revelan que con el nivel A3 (145 N - 87 P - 193,2 K - 17,38 Mg - 36,71 S - 0,14 B - 0,19 Zn - 0,19 Mn) y A2 (112 N - 67 P - 149,2 K - 13,43 Mg - 28,35 S - 0,11 B - 0,14 Zn - 0,14 Mn) se obtuvieron los mayores promedios estadísticamente iguales entre sí, con 4.98 cm y 4.68 cm de diámetro del tallo respectivamente, quienes superaron estadísticamente a los niveles A1 (80 N - 48 P - 106,6 K - 9,59 Mg - 20,25 S - 0,08 B - 0,11 Zn - 0,11 Mn) y A0 (testigo), quienes obtuvieron promedios de 4,25 cm y 3,43 cm de diámetro del tallo respectivamente.

Tabla 13

Prueba de rangos múltiples de Duncan ($\alpha = 0,05$) para promedios del diámetro del tallo (cm) por niveles del FA: Dosis de fertilización.

FA: Dosis fertilizante	Diámetro (cm)	n	E.E.	Duncan ($\alpha = 0.05$)
A3	4,98	6	0,16	a
A2	4,68	6	0,16	a
A1	4,52	6	0,16	b
A0	3,43	3	0,22	c

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

La tabla 14, muestran los rangos múltiples de Duncan ($\alpha = 0.05$) para promedios del diámetro del tallo (cm) por niveles de frecuencias de aplicación. Estos revelan que con los niveles B1 (2 fracciones) y B2 (tres fracciones) se obtuvieron los promedios más altos siendo estadísticamente iguales entre sí, con 4,67 cm y 4,61 cm de diámetro del tallo respectivamente y superando estadísticamente al T0 (testigo) quien obtuvo un promedio de 3,43 cm de diámetro del tallo.

Tabla 14

Prueba de rangos múltiples de Duncan ($\alpha = 0,05$) para promedios del diámetro del tallo (cm) por niveles del FB: Frecuencias de aplicación.

FB: Frecuencia aplicación	Diámetro (cm)	n	E.E.	Duncan ($\alpha = 0,05$)
B2	4,67	9	0,13	a
B1	4,61	9	0,13	a
B0	3,43	3	0,22	b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

La tabla 15, muestran los rangos múltiples de Duncan ($\alpha = 0,05$) para promedios del diámetro del tallo (cm) por tratamientos. Estos revelan que con el T6 (145 N - 87 P - 193,2 K - 17,38 Mg - 36,71 S - 0,14 B - 0,19 Zn - 0,19 Mn / 3 fracciones) se obtuvo el mayor promedio con 5.03 cm. Este superó estadísticamente a los tratamientos T3 (145 N - 87 P - 193,2 K - 17,38 Mg - 36,71 S - 0,14 B - 0,19 Zn - 0,19 Mn / 2 fracciones), T2 (112 N - 67 P - 149,2 K - 13,43 Mg - 28,35 S - 0,11 B - 0,14 Zn - 0,14 Mn / 2 fracciones), T5 (112 N - 67 P - 149,2 K - 13,43 Mg - 28,35 S - 0,11 B - 0,14 Zn - 0,14 Mn / 3 fracciones), T4 (80 N - 48 P - 106,6 K - 9,59 Mg - 20,25 S - 0,08 B - 0,11 Zn - 0,11 Mn / 3 fracciones), T1 (80 N - 48 P - 106,6 K - 9,59 Mg - 20,25 S - 0,08 B - 0,11 Zn - 0,11 Mn / 2 fracciones) y T0 (testigo), que obtuvieron promedios de 4,93 cm; 4,83 cm; 4,53 cm; 4,27 cm; 4,23 cm y 3,43 cm del diámetro del tallo respectivamente.

Tabla 15

Prueba de rangos múltiples de Duncan ($\alpha = 0,05$) para promedios del diámetro del tallo (cm) por tratamientos.

Tratamientos	FA	FB	Diámetro (cm)	n	E.E.	Duncan ($\alpha = 0,05$)
T0	A0	B0	3,43	3	0,22	c
T1	A1	B1	4,23	3	0,22	b
T2	A2	B1	4,83	3	0,22	a
T3	A3	B1	4,93	3	0,22	a
T4	A1	B2	4,27	3	0,22	b
T5	A2	B2	4,53	3	0,22	a
T6	A3	B2	5,03	3	0,22	a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

El gráfico 2, muestra que la respuesta al T6 (145 N - 87 P – 193,2 K – 17,38 Mg – 36,71 S – 0,14 B – 0,19 Zn – 0,19 Mn / 3 fracciones) se obtuvo el mayor promedio con 5,03 cm del diámetro del tallo (cm).

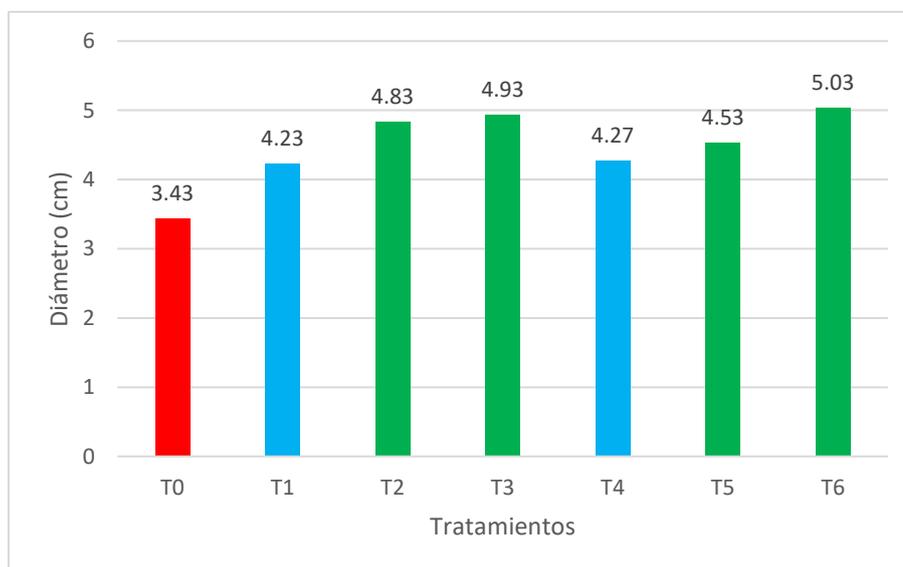


Gráfico 2: Prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$) respuesta de los promedios de las interacciones respecto al diámetro del tallo (cm) por tratamientos.

De los resultados se deduce que con el T6 (145 N - 87 P – 193,2 K – 17,38 Mg – 36,71 S – 0,14 B – 0,19 Zn – 0,19 Mn / 3 fracciones (1° aplicación a los 15 días después del trasplante, la 2° aplicación a los 36 días después del trasplante y la 3° aplicación a los 57 días después del trasplante)) se obtuvieron plantas con diámetros del tallo más robustos. Estos pueden estar relacionados a la dosis de fertilización utilizada y distribución desde el inicio de la siembra hasta el día de la cosecha (ciclo del cultivo) todo esto debido a las exigencias nutricionales del cultivo.

Un estudio hecho por Hidrogo, JC. (2015), obtuvo un resultado un promedio de 4,81 cm en T4 (50 l.ha⁻¹) utilizando ácido húmico granulado de leonardita y ácidos húmicos y fúlvicos con macro y micro elementos. Estos resultados no difieren a los obtenidos en esta investigación; posiblemente podría ser por los beneficios que otorgan estos ácidos en el suelo.

Estos resultados pueden deberse que para el desarrollo del tallo es de fundamental importancia el boro (B), según Sakata (2011)

3.1.3. Diámetro de la inflorescencia (cm)

En la tabla 16, el ANVA, determinó la existencia de diferencias altamente significativas ($\alpha=0,01$) para el FA: Dosis de fertilizante, con un Coeficiente de determinación (R^2) de 78% y un Coeficiente de variabilidad (C.V.) de 8,99%.

Tabla 16

ANVA para el diámetro de la inflorescencia (cm)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloque	6,63	2	3,31		
FA.: Dosis fertilizante	182,91	3	60,97	0,68	0,5266 N.S.
FB.: Frecuencia aplicación	1,56	1	1,56	12,45	0,0005 **
FA * FB	18,02	2	9,01	0,32	0,5828 N.S.
Error	58,77	12	4,90	1,84	0,2009 N.S.
Total	267,89	20			

$R^2 = 78\%$

C.V. = 8,99%

La tabla 17, muestran los rangos múltiples de Duncan ($\alpha = 0.05$) para promedios del diámetro de la inflorescencia (cm) por niveles de dosis de fertilización. Estos revelan que con el nivel A3 (145 N - 87 P - 193,2 K - 17,38 Mg - 36,71 S - 0,14 B - 0,19 Zn - 0,19 Mn), A2 (112 N - 67 P - 149,2 K - 13,43 Mg - 28,35 S - 0,11 B - 0,14 Zn - 0,14 Mn) y A1 (80 N - 48 P - 106,6 K - 9,59 Mg - 20,25 S - 0,08 B - 0,11 Zn - 0,11 Mn) se obtuvieron los mayores promedios estadísticamente iguales entre sí, con 27,38 cm; 25,13 cm y 24,70 cm de diámetro de la inflorescencia respectivamente, quienes superaron estadísticamente al nivel A0 (testigo), quien obtuvo un promedio de 17,90 cm de diámetro de la inflorescencia.

Tabla 17

Prueba de rangos múltiples de Duncan ($\alpha = 0,05$) para promedios del diámetro de la inflorescencia (cm) por niveles del FA: Dosis de fertilización.

FA: Dosis fertilizante	Diámetro de inflorescencia (cm)	N	E.E.	Duncan ($\alpha = 0,05$)
A3	27,38	6	1,18	a
A2	25,13	6	1,18	a
A1	24,70	6	1,18	a
A0	17,90	3	1,67	b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

La tabla 18, muestran los rangos múltiples de Duncan ($\alpha = 0,05$) para promedios del diámetro de la inflorescencia (cm) por niveles de las frecuencias de aplicación. Estos revelan que con los niveles B2 (tres fracciones) y B1 (2 fracciones) se obtuvieron los promedios más altos siendo estadísticamente iguales entre sí, con 26,03 cm y 24,44 cm de diámetro de la inflorescencia respectivamente y superando estadísticamente al T0 (testigo) quien obtuvo un promedio de 17,90 cm de diámetro de la inflorescencia.

Tabla 18

Prueba de rangos múltiples de Duncan ($\alpha = 0,05$) para promedios del diámetro de la inflorescencia (cm) por niveles del FB: Frecuencias de aplicación.

FB: Frecuencia aplicación	Diámetro inflorescencia (cm)	n	E.E.	Duncan ($\alpha = 0,05$)
B2	26,03	9	0,97	a
B1	25,44	9	0,97	a
B0	17,90	3	1,67	b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

La tabla 19, muestran los rangos múltiples de Duncan ($\alpha = 0,05$) para promedios del diámetro de inflorescencia (cm) por tratamientos. Estos revelan que con el T6 (145 N - 87 P - 193,2 K - 17,38 Mg - 36,71 S - 0,14 B - 0,19 Zn - 0,19 Mn / 3 fracciones) se obtuvo el mayor promedio con 28,17 cm de diámetro. Este superó

estadísticamente a los tratamientos T3 (145 N - 87 P - 193,2 K - 17,38 Mg - 36,71 S - 0,14 B - 0,19 Zn - 0,19 Mn / 2 fracciones), T5 (112 N - 67 P - 149,2 K - 13,43 Mg - 28,35 S - 0,11 B - 0,14 Zn - 0,14 Mn / 3 fracciones), T1 (80 N - 48 P - 106,6 K - 9,59 Mg - 20,25 S - 0,08 B - 0,11 Zn - 0,11 Mn / 2 fracciones), T2 (112 N - 67 P - 149,2 K - 13,43 Mg - 28,35 S - 0,11 B - 0,14 Zn - 0,14 Mn / 2 fracciones), T4 (80 N - 48 P - 106,6 K - 9,59 Mg - 20,25 S - 0,08 B - 0,11 Zn - 0,11 Mn / 3 fracciones) y T0 (testigo), que obtuvieron promedios de 26,60 cm; 26,33 cm; 25,80 cm; 23,93 cm; 23,60 cm y 17,90 cm de inflorescencia respectivamente.

Tabla 19

Prueba de rangos múltiples de Duncan ($\alpha = 0,05$) para el diámetro inflorescencia (cm) por tratamientos.

Tratamientos	FA	FB	Diámetro inflorescencia (cm)	n	E.E.	Duncan ($\alpha = 0,05$)	
T0	A0	B0	17,90	3	1,67	c	
T1	A1	B1	25,80	3	1,67	a	b
T2	A2	B1	23,93	3	1,67	a	b
T3	A3	B1	26,60	3	1,67	a	b
T4	A1	B2	23,60	3	1,67	b	
T5	A2	B2	26,33	3	1,67	a	b
T6	A3	B2	28,17	3	1,67	a	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

El gráfico 3, muestra que la respuesta al T6 (145 N - 87 P - 193,2 K - 17,38 Mg - 36,71 S - 0,14 B - 0,19 Zn - 0,19 Mn / 3 fracciones) se obtuvo el mayor promedio con 28.17 cm del diámetro de inflorescencia (cm).

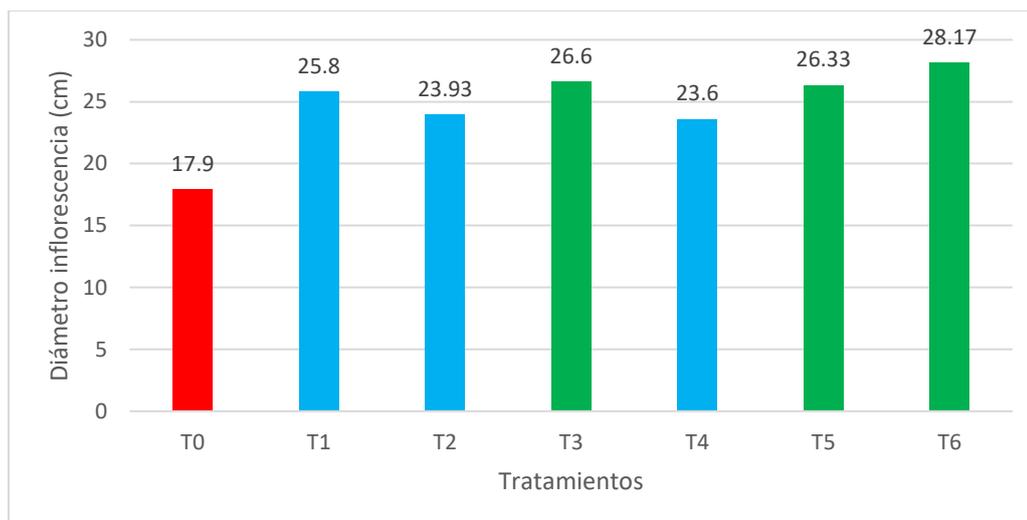


Gráfico 3: Prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$) respuesta de los promedios de las interacciones respecto al diámetro inflorescencia (cm) por tratamientos.

De los resultados se deduce que con el T6 (145 N - 87 P - 193,2 K - 17,38 Mg - 36,71 S - 0,14 B - 0,19 Zn - 0,19 Mn / con 3 fracciones (1° aplicación a los 15 días después del trasplante, la 2° aplicación a los 36 días después del trasplante y la 3° aplicación a los 57 días después del trasplante)) se obtuvieron plantas con mayores diámetros de inflorescencia. Estos pueden estar relacionados a la dosis de fertilización utilizada y distribución desde el inicio de la siembra hasta el día de la cosecha (ciclo del cultivo) todo esto debido a las exigencias nutricionales del cultivo.

A su vez Diego, (2015) con su T2 (híbrido Harumi, 60 (46% de N)- 80 (46% P 2O5) - 80 (60% K2O) kg. obtuvo como resultado 20,25 cm; no presentando diferencia estadística debiéndose a las características genéticas de cada híbrido en interacción con el medio ambiente. Se logró superar en diámetro de inflorescencia a las otras investigaciones posiblemente a la dosis adecuada y a las frecuencias de aplicaciones. Estos resultados pueden deberse que para el desarrollo de la pella es de fundamental importancia el potasio (K), boro (B) y el azufre(S), según Sakata (2011)

3.1.4. Longitud de la inflorescencia (cm)

El ANVA (tabla 20), determinó la existencia de diferencias altamente significativas ($\alpha=0,01$) para el FA: Dosis de fertilizante, FB: Frecuencia de aplicación y para la interacción FA*FB, con un Coeficiente de determinación (R^2) de 98% y un Coeficiente de variabilidad (C.V.) de 2,48%.

Tabla 20

ANVA para la longitud de la inflorescencia (cm)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloque	0,24	2	0,12	0,60	0,5626 N.S.
FA.: Dosis fertilizante	110,77	3	36,92	189,51	<0,0001 **
FB.: Frecuencia aplicación	9,68	1	9,68	49,68	<0,0001 **
FA * FB	5,17	2	2,59	13,28	0,0009 **
Error	2,34	12	0,19		
Total	128,20	20			

R² = 98%

C.V. = 2,48%

La tabla 21, muestran los rangos múltiples de Duncan ($\alpha = 0.05$) para promedios de la longitud de la inflorescencia (cm) por niveles de dosis de fertilización. Estos revelan que con el nivel A3 (145 N - 87 P - 193,2 K - 17,38 Mg - 36,71 S - 0,14 B - 0,19 Zn - 0,19 Mn) se obtuvo el mayor promedio con 20.33 cm de longitud de la inflorescencia y el cual superó estadísticamente a los niveles A2 (112 N - 67 P - 149,2 K - 13,43 Mg - 28,35 S - 0,11 B - 0,14 Zn - 0,14 Mn) y A1 (80 N - 48 P - 106,6 K - 9,59 Mg - 20,25 S - 0,08 B - 0,11 Zn - 0,11 Mn) y A0 (testigo), quienes obtuvieron promedios de 18,93 cm; 16,43 cm y 13,47 cm de longitud de la inflorescencia respectivamente.

Tabla 21

Prueba de rangos múltiples de Duncan ($\alpha = 0,05$) para promedios de longitud de la inflorescencia (cm) por niveles del FA: Dosis de fertilización.

FA: Dosis fertilizante	Longitud inflorescencia (cm)	n	E.E.	Duncan ($\alpha = 0,05$)
A3	20,23	6	0,24	a
A2	18,93	6	0,24	b
A1	16,43	6	0,24	c
A0	13,47	3	0,33	d

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

La tabla 22, muestran los rangos múltiples de Duncan ($\alpha = 0,05$) para promedios de la longitud de la inflorescencia (cm) por niveles de frecuencias de aplicación. Estos revelan que con el nivel B2 (tres fracciones) se obtuvo el promedio más alto con 19,26 cm de longitud de la inflorescencia, quién superó estadísticamente a los niveles B1 (2 fracciones) y T0 (testigo) quienes obtuvieron promedios de 17,80 cm y 13,47 cm de longitud de la inflorescencia respectivamente.

Tabla 22

Prueba de rangos múltiples de Duncan ($\alpha = 0,05$) para promedios de longitud de la inflorescencia (cm) por niveles del FB: Frecuencias de aplicación.

FB: Frecuencia aplicación	Longitud inflorescencia (cm)	n	E.E.	Duncan ($\alpha = 0,05$)
B2	19,27	9	0,19	A
B1	17,80	9	0,19	b
B0	13,47	3	0,33	c

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

La tabla 23, muestran los rangos múltiples de Duncan ($\alpha = 0,05$) para promedios de longitud de la inflorescencia (cm) por tratamientos. Estos revelan que con el T6 (145 N - 87 P - 193,2 K - 17,38 Mg - 36,71 S - 0,14 B - 0,19 Zn - 0,19 Mn / 3 fracciones) se obtuvo el mayor promedio con 20,77 cm de longitud de la inflorescencia. Este superó estadísticamente a los tratamientos T3 (145 N - 87 P - 193,2 K - 17,38 Mg - 36,71 S - 0,14 B - 0,19 Zn - 0,19 Mn / 2 fracciones), T5 (112 N - 67 P - 149,2 K - 13,43 Mg - 28,35 S - 0,11 B - 0,14 Zn - 0,14 Mn / 3 fracciones), T2 (112 N - 67 P - 149,2 K - 13,43 Mg - 28,35 S - 0,11 B - 0,14 Zn - 0,14 Mn / 2 fracciones), T4 (80 N - 48 P - 106,6 K - 9,59 Mg - 20,25 S - 0,08 B - 0,11 Zn - 0,11 Mn / 3 fracciones), T1 (80 N - 48 P - 106,6 K - 9,59 Mg - 20,25 S - 0,08 B - 0,11 Zn - 0,11 Mn / 2 fracciones) y T0 (testigo), que obtuvieron promedios de 19,70 cm; 19,13 cm; 18,73 cm; 17,90 cm; 14,97 cm y 13,47 cm de longitud de inflorescencia respectivamente.

Tabla 23

Prueba de rangos múltiples de Duncan ($\alpha = 0,05$) para promedios de Longitud inflorescencia (cm) por tratamientos.

Tratamientos	FA	FB	Longitud inflorescencia (cm)	n	E.E.	Duncan ($\alpha = 0,05$)
T0	A0	B0	13,47	3	0,33	f
T1	A1	B1	14,97	3	0,33	e
T2	A2	B1	18,73	3	0,33	c
T3	A3	B1	19,70	3	0,33	b
T4	A1	B2	17,90	3	0,33	d
T5	A2	B2	19,13	3	0,33	b c
T6	A3	B2	20,77	3	0,33	a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

El gráfico 4, muestra que la respuesta al T6 (145 N - 87 P – 193,2 K – 17,38 Mg – 36,71 S – 0,14 B – 0,19 Zn – 0,19 Mn / 3 fracciones) se obtuvo el mayor promedio con 20,77 cm de longitud de inflorescencia (cm).

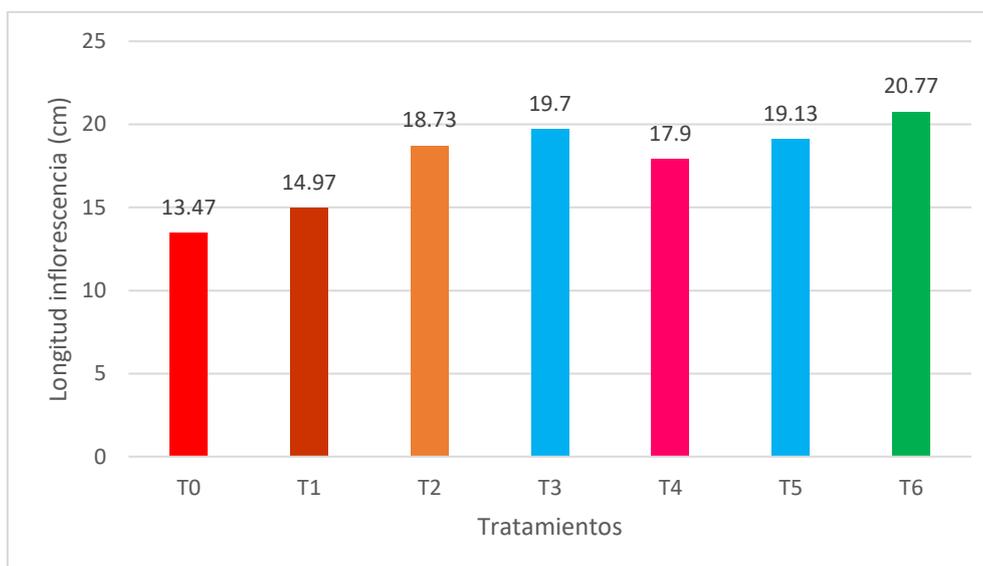


Gráfico 4: Prueba de Duncan ($\alpha = 0,05$) respuesta de los promedios de las interacciones respecto a la longitud de inflorescencia (cm) por tratamientos.

De los resultados se deduce que con el T6 (145 N - 87 P – 193,2 K – 17,38 Mg – 36,71 S – 0,14 B – 0,19 Zn – 0,19 Mn / 3 fracciones (1° aplicación a los 15 días después del trasplante, la 2° aplicación a los 36 días después del trasplante y la 3° aplicación a los 57 días después del trasplante)) se obtuvieron plantas con mayores

diámetros de inflorescencia. Estos pueden estar relacionados a la dosis de fertilización utilizada y distribución desde el inicio de la siembra hasta el día de la cosecha (ciclo del cultivo) todo esto debido a las exigencias nutricionales del cultivo. Estos resultados pueden deberse que para el desarrollo de la inflorescencia o pella es de fundamental importancia el potasio (K), boro (B) y el azufre(S), según Sakata (2011)

3.1.5. Peso de la inflorescencia (g)

El ANVA (tabla 24), determinó la existencia de diferencias altamente significativas ($\alpha=0.01$) para el FA: Dosis de fertilizante y FB: Frecuencia de aplicación, con un Coeficiente de determinación (R^2) de 95% y un Coeficiente de variabilidad (C.V.) de 6,9%.

Tabla 24

ANVA para el peso de la inflorescencia (g)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloque	3925,86	2	1962,93	0,90	0,4323 N.S.
FA.: Dosis fertilizante	483006,42	3	161002,14	73,82	<0,0001 **
FB.: Frecuencia aplicación	37665,98	1	37665,98	17,27	<0,0013 **
FA * FB	4156,96	2	2078,48	0,95	0,4129 N.S.
Error	26171,91	12	2180,99		
Total	554927,14	20			

$R^2 = 95\%$

C.V. = 6,9%

La tabla 25, muestran los rangos múltiples de Duncan ($\alpha =0,05$) para promedios del peso de la inflorescencia (cm) por niveles de dosis de fertilización. Estos revelan que con el nivel A3 (145 N - 87 P - 193,2 K - 17,38 Mg - 36,71 S - 0,14 B - 0,19 Zn - 0,19 Mn) se obtuvo el mayor promedio con 855.60 g de peso de la inflorescencia y el cual superó estadísticamente a los niveles A2 (112 N - 67 P - 149,2 K - 13,43 Mg - 28,35 S - 0,11 B - 0,14 Zn - 0,14 Mn) y A1 (80 N - 48 P - 106,6 K - 9,59 Mg - 20,25 S - 0,08 B - 0,11 Zn - 0,11 Mn) y A0 (testigo), quienes obtuvieron promedios de 729,03 g; 581,73 g y 405,63 g de peso de la inflorescencia respectivamente.

Tabla 25

Prueba de rangos múltiples de Duncan ($\alpha = 0,05$) para promedios del peso de la inflorescencia (gr) por niveles del FA: Dosis de fertilización.

FA: Dosis fertilizante	Peso inflorescencia (gr)	n	E.E.	Duncan ($\alpha = 0,05$)
A3	855,60	6	24,96	a
A2	729,03	6	24,96	b
A1	581,73	6	24,96	c
A0	405,63	3	35,30	d

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

La tabla 26, muestran los rangos múltiples de Duncan ($\alpha = 0,05$) para promedios del peso de la inflorescencia (cm) por niveles de frecuencias de aplicación. Estos revelan que con el nivel B2 (tres fracciones) se obtuvo el promedio más alto con 767,87 g d peso de la inflorescencia, quién superó estadísticamente a los niveles B1 (2 fracciones) y T0 (testigo) quienes obtuvieron promedios de 676,38 g y 405,63 g de peso de la inflorescencia respectivamente.

Tabla 26

Prueba de rangos múltiples de Duncan ($\alpha = 0,05$) para promedios del peso de la inflorescencia (g) por niveles del FB: Frecuencias de aplicación.

FB: Frecuencia aplicación	Peso inflorescencia (gr)	n	E.E.	Duncan ($\alpha = 0,05$)
B2	767,87	9	20,38	a
B1	676,38	9	20,38	b
B0	405,63	3	35,30	c

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

La tabla 27, muestran los rangos múltiples de Duncan ($\alpha = 0,05$) para promedios del peso de la inflorescencia (gr) por tratamientos. Estos revelan que con el T6 (145 N - 87 P - 193,2 K - 17,38 Mg - 36,71 S - 0,14 B - 0,19 Zn - 0,19 Mn / 3 fracciones) se obtuvo el mayor promedio con 892,47 cm de longitud de la inflorescencia. Este superó estadísticamente a los tratamientos T3 (145 N - 87 P - 193,2 K - 17,38 Mg -

36,71 S – 0,14 B – 0,19 Zn – 0,19 Mn / 2 fracciones), T5 (112 N - 67 P – 149,2 K – 13,43 Mg – 28,35 S – 0,11 B – 0,14 Zn – 0,14 Mn / 3 fracciones), T2 (112 N - 67 P – 149,2 K – 13,43 Mg – 28,35 S – 0,11 B – 0,14 Zn – 0,14 Mn / 2 fracciones), T4 (80 N - 48 P – 106,6 K – 9,59 Mg -20,25 S – 0,08 B – 0,11 Zn – 0,11 Mn / 3 fracciones), T1 (80 N - 48 P – 106,6 K – 9,59 Mg -20,25 S – 0,08 B – 0,11 Zn – 0,11 Mn / 2 fracciones) y T0 (testigo), que obtuvieron promedios de 818,73 gr; 796,17 gr; 661,90 gr; 614,97 gr; 548,50 gr y 405,63 gr del peso de la inflorescencia respectivamente.

Tabla 27

Prueba de rangos múltiples de Duncan ($\alpha = 0,05$) para promedios del peso de la inflorescencia (gr) por tratamientos.

Tratamientos	FA	FB	Peso de la inflorescencia (gr)	n	E.E.	Duncan ($\alpha = 0,05$)
T0	A0	B0	405,63	3	35,30	e
T1	A1	B1	548,50	3	35,30	d
T2	A2	B1	661,90	3	35,30	c
T3	A3	B1	818,73	3	35,30	a b
T4	A1	B2	614,97	3	35,30	c d
T5	A2	B2	796,17	3	35,30	b
T6	A3	B2	892,47	3	35,30	a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

El gráfico 5, muestra que la respuesta al T6 (145 N - 87 P – 193,2 K – 17,38 Mg – 36,71 S – 0,14 B – 0,19 Zn – 0,19 Mn / 3 fracciones) se obtuvo el mayor promedio con 892.47 gr al peso de la inflorescencia.

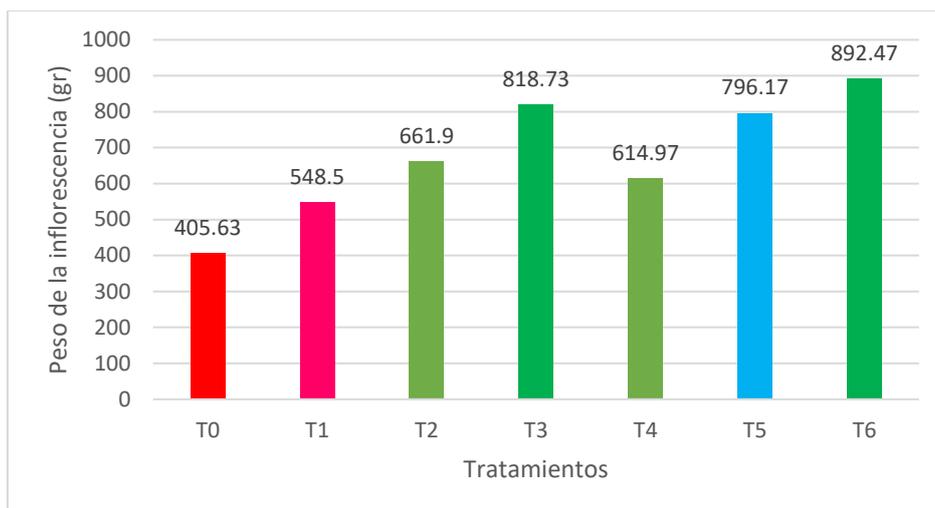


Gráfico 5: Prueba de Duncan ($\alpha = 0,05$) respuesta de los promedios de las interacciones respecto al peso de la inflorescencia (gr) por tratamientos.

De los resultados se deduce que con el T6 (145 N - 87 P - 193,2 K - 17,38 Mg - 36,71 S - 0,14 B - 0,19 Zn - 0,19 Mn / 3 fracciones (1° aplicación a los 15 días después del trasplante, la 2° aplicación a los 36 días después del trasplante y la 3° aplicación a los 57 días después del trasplante)) se obtuvieron plantas con mayor promedio de peso de la inflorescencia. Estos pueden estar relacionados a la dosis de fertilización utilizada y distribución desde el inicio de la siembra hasta el día de la cosecha (ciclo del cultivo) todo esto debido a las exigencias nutricionales del cultivo.

Entendiéndose estos resultados que a su vez están relacionadas a las condiciones edafoclimáticas influenciando fuertemente sobre el peso de la inflorescencia (Laboratorio de Suelos de la FCA-UNSMT, 2019).

Son similares a los encontrados por Marquina, (2018) obtuvo un resultado de 780,1 g, utilizando T4 (800 kg.ha⁻¹ de Ferti-Emm, 11,2N - 14,4P - 14k), similar a lo que obtuvimos. Por otro lado, Correa y Miranda (2007) quienes utilizaron una dosis de fertilizantes de 260kg/ha (18-46-0), obtuvieron un peso de 338 gramos por cabeza menor al que obtuvimos en el estudio. Estos resultados pueden deberse que para el desarrollo de la pella es de fundamental importancia el potasio (K), boro (B) y el azufre(S), según Sakata (2011)

Los resultados alcanzados reflejan la importancia de la nutrición del suelo para el

crecimiento de las plantas y conseguir mayores rendimientos a la cosecha, sino tenemos una adecuada nutrición se forma un desbalance nutritivo, reflejando en promedios bajos de peso de la inflorescencia.

3.2. Rendimiento (kg. ha⁻¹)

El ANVA (tabla 28), determinó la existencia de diferencias altamente significativas ($\alpha=0.01$) para el FA: Dosis de fertilizante y FB: Frecuencia de aplicación, con un Coeficiente de determinación (R^2) de 95% y un Coeficiente de variabilidad (C.V.) de 6,9%.

Tabla 28

ANVA para el rendimiento (kg. ha⁻¹)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloque	3029217,80	2	1514608,90	0,90	0,4323 N.S.
FA.: Dosis fertilizante	372690319,47	3	124230106,49	73,82	<0,0001 **
FB.: Frecuencia aplicación	29063247,10	1	29063247,10	17,27	<0,0013 **
FA * FB	3207535,02	2	1603767,51	0,95	0,4129 N.S.
Error	20194332,85	12	1682861,07		
Total	428184652,23	20			

$R^2 = 95\%$

C.V. = 6,9%

La tabla 29, muestran los rangos múltiples de Duncan ($\alpha = 0,05$) para promedios del rendimiento (kg.ha⁻¹) por niveles de dosis de fertilización. Estos revelan que con el nivel A3 (145 N - 87 P - 193,2 K - 17,38 Mg - 36,71 S - 0,14 B - 0,19 Zn - 0,19 Mn) se obtuvo el mayor promedio con 23 766,67 kg.ha⁻¹ de rendimiento y el cual superó estadísticamente a los niveles A2 (112 N - 67 P - 149,2 K - 13,43 Mg - 28,35 S - 0,11 B - 0,14 Zn - 0,14 Mn) y A1 (80 N - 48 P - 106,6 K - 9,59 Mg - 20,25 S - 0,08 B - 0,11 Zn - 0,11 Mn) y A0 (testigo), quienes obtuvieron promedios de 20250,93 kg.ha⁻¹; 16 159,26 kg.ha⁻¹ y 11 267,59 kg.ha⁻¹ de rendimiento respectivamente.

Tabla 29

Prueba de rangos múltiples de Duncan ($\alpha = 0,05$) para promedios de rendimiento ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) por niveles del FA: Dosis de fertilización.

FA: Dosis fertilizante	Rendimiento ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$)	N	E.E.	Duncan ($\alpha = 0,05$)
A3	23766,67	6	693,41	a
A2	20250,93	6	693,41	b
A1	16159,26	6	693,41	c
A0	11267,59	3	980,63	d

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

La tabla 30, muestran los rangos múltiples de Duncan ($\alpha = 0,05$) para promedios del rendimiento ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) por niveles de frecuencias de aplicación. Estos revelan que con el nivel B2 (tres fracciones) se obtuvo el promedio más alto con 21 329,63 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de rendimiento, quién superó estadísticamente a los niveles B1 (2 fracciones) y T0 (testigo) quienes obtuvieron promedios de 18 788,27 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ y 11 267,59 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de rendimiento respectivamente.

Tabla 30

Prueba de rangos múltiples de Duncan ($\alpha = 0,05$) para promedios de rendimiento ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) por niveles del FB: Frecuencias de aplicación.

FB: Frecuencia aplicación	Rendimiento ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$)	n	E.E.	Duncan ($\alpha = 0,05$)
B2	21329,63	9	566,17	a
B1	18788,27	9	566,17	b
B0	11267,59	3	980,63	c

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

La tabla 31, muestran los rangos múltiples de Duncan ($\alpha = 0,05$) para promedios de rendimiento ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) por tratamientos. Estos revelan que con el T6 (145 N - 87 P - 193,2 K - 17,38 Mg - 36,71 S - 0,14 B - 0,19 Zn - 0,19 Mn / 3 fracciones) se obtuvo el mayor promedio con 24 790,74 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de longitud de la inflorescencia. Este superó estadísticamente a los tratamientos T3 (145 N - 87 P - 193,2 K - 17,38 Mg - 36,71 S - 0,14 B - 0,19 Zn - 0,19 Mn / 2 fracciones), T5 (112 N - 67 P - 149,2 K -

13,43 Mg – 28,35 S – 0,11 B – 0,14 Zn – 0,14 Mn / 3 fracciones), T2 (112 N - 67 P – 149,2 K – 13,43 Mg – 28,35 S – 0,11 B – 0,14 Zn – 0,14 Mn / 2 fracciones), T4 (80 N - 48 P – 106,6 K – 9,59 Mg -20,25 S – 0,08 B – 0,11 Zn – 0,11 Mn / 3 fracciones), T1 (80 N - 48 P – 106,6 K – 9,59 Mg -20,25 S – 0,08 B – 0,11 Zn – 0,11 Mn / 2 fracciones) y T0 (testigo), que obtuvieron promedios de 22742,60 kg.ha⁻¹; 22115,74 kg.ha⁻¹; 18396,11 kg.ha⁻¹; 17082,41 kg.ha⁻¹; 15236,11 kg.ha⁻¹; 11267,59 kg.ha⁻¹ del peso de la inflorescencia respectivamente.

Tabla 31

Prueba de rangos múltiples de Duncan ($\alpha = 0,05$) para promedios de rendimiento (kg.ha⁻¹) por tratamientos.

Tratamientos	FA	FB	Rendimiento (kg.ha ⁻¹)	n	E.E.	Duncan ($\alpha = 0,05$)
T0	A0	B0	11267,59	3	980,63	e
T1	A1	B1	15236,11	3	980,63	d
T2	A2	B1	18396,11	3	980,63	c
T3	A3	B1	22742,60	3	980,63	a b
T4	A1	B2	17082,41	3	980,63	c d
T5	A2	B2	22115,74	3	980,63	b
T6	A3	B2	24790,74	3	980,63	a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

El gráfico 6, muestra que la respuesta al T6 (145 N - 87 P – 193,2 K – 17,38 Mg – 36,71 S – 0,14 B – 0,19 Zn – 0,19 Mn / 3 fracciones) se obtuvo el mayor promedio con 24790,74 (kg.ha⁻¹) del rendimiento.

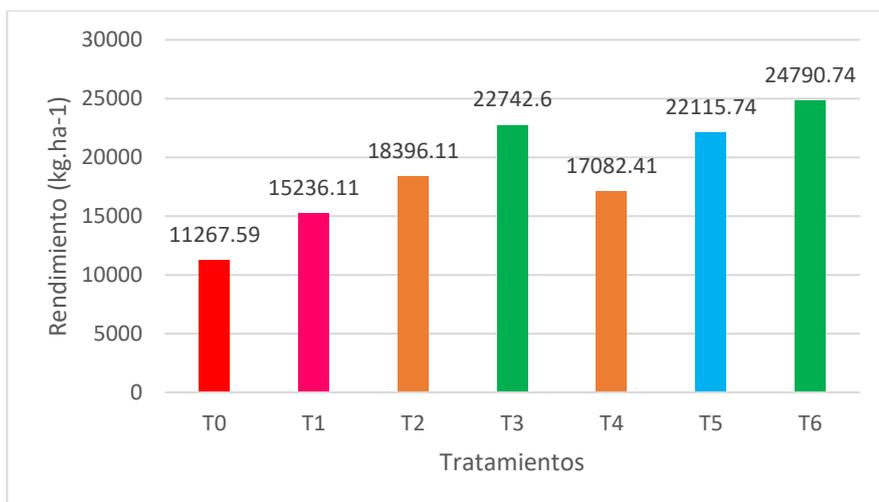


Gráfico 6: Prueba de Duncan ($\alpha = 0,05$) respuesta de los promedios de las interacciones respecto al rendimiento (kg.ha⁻¹) por tratamientos.

De los resultados se deduce que con el T6 (145 N - 87 P - 193,2 K - 17,38 Mg - 36,71 S - 0,14 B - 0,19 Zn - 0,19 Mn / 3 fracciones) se obtuvieron plantas con mayores promedios de rendimientos en kg.ha⁻¹. Estos pueden estar relacionados a la dosis de fertilización utilizada y distribución desde el inicio de la siembra hasta el día de la cosecha (ciclo del cultivo) todo esto debido a las exigencias nutricionales del cultivo.

Por otro lado Marquina, (2018) obtuvo como resultado mayor 22 289,2 kg.ha⁻¹ utilizando T4 (800 kg.ha⁻¹ de Ferti-Emm, 11,2N - 14,4P - 14k), menor a lo que obtuvimos. Uno de los factores para nuestro resultado pudo ser la incorporación de la dosis de fertilización que utilizamos (145 N - 87 P - 193,2 K - 17,38 Mg - 36,71 S - 0,14 B - 0,19 Zn - 0,19 Mn) y las 3 frecuencias de aplicación (1° aplicación a los 15 días después del trasplante, la 2° aplicación a los 36 días después del trasplante y la 3° aplicación a los 57 días después del trasplante). Esta aplicación coincide con la publicación de Yara (2019), donde nos dice que la toma de N más importante del brócoli ocurre entre los 28 y los 56 días después de trasplante, llegando a su pico de demanda alrededor del día 40 después de trasplante, momento en el que llega a requerir hasta 11 kg N/ha/día y que coincide con los momentos de crecimiento más rápido del cultivo

Esto puede deberse que para el rendimiento de la producción es de fundamental

importancia los elementos como el nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca), boro (B), azufre(S), molibdeno (Mo), magnesio (Mg), manganeso (Mn) y zinc (Zn), según Sakata (2011).

3.3. Análisis económico

En la tabla 32, se presentan los resultados de los rendimientos ($t\cdot ha^{-1}$), costos de producción (S/.), precio de venta (S/.), beneficio bruto (S/.), beneficio neto (S/.), Costo/beneficio (C/B) y rentabilidad (%) por tratamiento. Se observa que con el tratamiento T0 (testigo) la relación B/C arrojó un comportamiento económico del 0.50. Sin embargo con los demás tratamientos con dosis de N - P - K - Mg - S - B - Zn - Mn arrojaron también respuestas económicas positivas, donde con el Tratamiento T6 (145- 87 - 193,2 - 17,38 - 36,71 - 0,14 - 0,19 - 0,19 en 3 fracciones) arrojó el mayor B/C con 1.27 (127% de rentabilidad), seguido de los tratamientos T5 (112 - 67 - 149,2 - 13,43 - 28,35 - 0,11 - 0,14 - 0,14 en 3 fracciones), T3 (145- 87 - 193,2 - 17,38 - 36,71 - 0,14 - 0,19 - 0,19 en 2 fracciones), T2 (112 - 67 - 149,2 - 13,43 - 28,35 - 0,11 - 0,14 - 0,14 en 2 fracciones), T4 (80 - 48 - 106,6 - 9,59 -20,25 - 0,08 - 0,11 - 0,11 en 3 fracciones) y T1 (80 - 48 - 106,6 - 9,59 -20,25 - 0,08 - 0,11 - 0,11 en 2 fracciones) con 1,16; 1,13; 0,86; 0,82 y 0,66 de B/C respectivamente.

Tabla 32

Resumen del análisis económico de los tratamientos estudiados

Tratamientos	Rendimiento ($Tn\cdot ha^{-1}$)	Costo de producción (S/.)	Precio de venta x Tn (S/.)	Beneficio bruto (S/.)	Beneficio neto (S/.)	B/C	Rentabilidad (%)
T0 (testigo)	11,26	10358,29	1380	15548,46	5190,17	0,50	50,1
T1	15,23	12634,83	1380	21025,68	8390,85	0,66	66,4
T2	18,38	13605,27	1380	25372,68	11767,41	0,86	86,5
T3	22,74	14722,06	1380	31383,96	16661,90	1,13	113,2
T4	17,08	12929,05	1380	23573,16	10644,11	0,82	82,3
T5	22,11	14152,3	1380	30518,70	16366,43	1,16	115,6
T6	24,79	15070,0	1380	34210,20	19140,20	1,27	127,0

El gráfico 7, muestra que la respuesta al T6 (145 N - 87 P – 193,2 K – 17,38 Mg – 36,71 S – 0,14 B – 0,19 Zn – 0,19 Mn / 3 fracciones) se obtuvo el mayor promedio con 127% de rentabilidad.

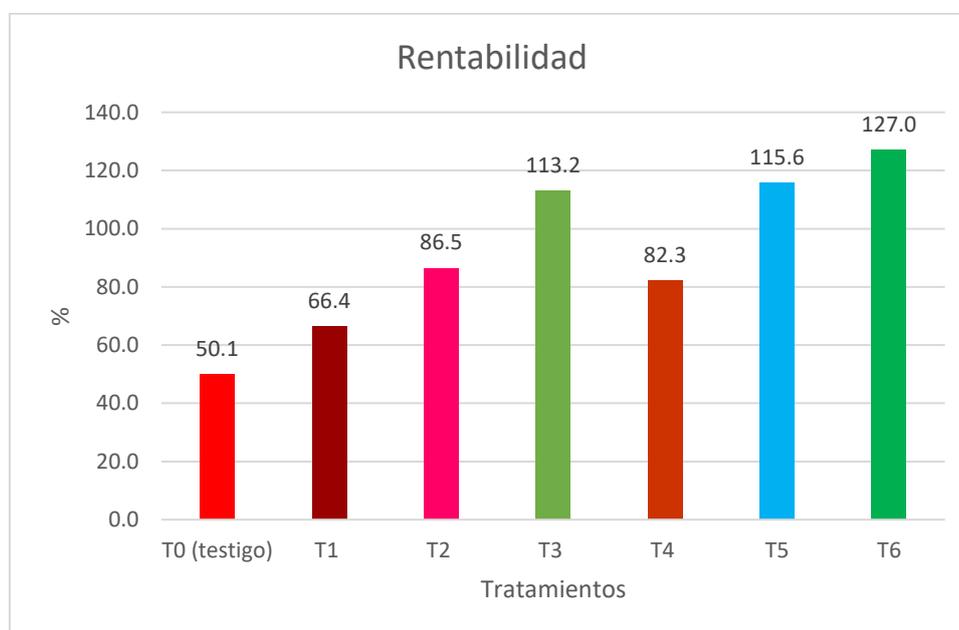


Gráfico 7: Respuesta de los promedios de las interacciones respecto a la rentabilidad (%) por tratamientos.

De los resultados se deduce que con el T6 (145 N - 87 P – 193,2 K – 17,38 Mg – 36,71 S – 0,14 B – 0,19 Zn – 0,19 Mn / 3 fracciones) se obtuvieron plantas con mayor relación de Beneficio/Costo y en promedios de rentabilidad (%). Estos pueden estar relacionados a la dosis de fertilización utilizada y distribución desde el inicio de la siembra hasta el día de la cosecha (ciclo del cultivo) todo esto debido a las exigencias nutricionales del cultivo.

Si comparamos estos resultados con Marquina, (2018) quien obtuvo 2,26 de B/C y S/. 22 596,02 nuevos soles de beneficio neto con la aplicación de 800 kg.ha⁻¹ de Ferti-EM (T4), superior al que nosotros obtuvimos. Se asume que uno de los factores para este resultado fue el precio de venta por tonelada ya que obtuvo menor rendimiento al nuestro.

CONCLUSIONES

En base a los resultados y discusiones se presentan las siguientes conclusiones:

- Con la dosis de aplicación de (145 N - 87 P – 193,2 K – 17,38 Mg – 36,71 S – 0,14 B – 0,19 Zn – 0,19 Mn en 3 fracciones (T6) se obtuvieron los promedios más altos: en altura de planta (37,43 cm), diámetro del tallo (5,03 cm), diámetro de la inflorescencia (28,17 cm), longitud de la inflorescencia (20,77 cm), peso de la inflorescencia (892,47 g) y rendimiento (24790,74 kg.ha⁻¹), seguido del T3 (145 N - 87 P – 193,2 K – 17,38 Mg – 36,71 S – 0,14 B – 0,19 Zn – 0,19 Mn / 2 fracciones)

- El incremento de 2 a 3 las frecuencias de aplicación de fertilizantes aseguro además que las relaciones Beneficio / Costo (B/C) se incrementen, en tanto que con la mayor dosis de fertilizantes; en el T6 (145 N - 87 P – 193,2 K – 17,38 Mg – 36,71 S – 0,14 B – 0,19 Zn – 0,19 Mn / 3 fracciones) se obtuvo el mayor B/C con 1,27 (127% de rentabilidad), seguido de los T3 (145 N - 87 P – 193,2 K – 17,38 Mg – 36,71 S – 0,14 B – 0,19 Zn – 0,19 Mn / 2 fracciones), T5 (112 N - 67 P – 149,2 K – 13,43 Mg – 28,35 S – 0,11 B – 0,14 Zn – 0,14 Mn / 3 fracciones), T2 (112 N - 67 P – 149,2 K – 13,43 Mg – 28,35 S – 0,11 B – 0,14 Zn – 0,14 Mn / 2 fracciones), T4 (80 N - 48 P – 106,6 K – 9,59 Mg -20,25 S – 0,08 B – 0,11 Zn – 0,11 Mn / 3 fracciones), T1 (80 N - 48 P – 106,6 K – 9,59 Mg -20,25 S – 0,08 B – 0,11 Zn – 0,11 Mn / 2 fracciones) y T0 (testigo).

RECOMENDACIONES

Bajo condiciones de invernadero y condiciones climáticas del Distrito de Lamas, se recomienda para el cultivo de Brócoli (*Brassica oleracea* L.):

La aplicación de 145 N - 87 P – 193,2 K – 17,38 Mg – 36,71 S – 0,14 B – 0,19 Zn – 0,19 Mn respectivamente y en 3 aplicaciones cada 15 días. También el T3 (145 N - 87 P – 193,2 K – 17,38 Mg – 36,71 S – 0,14 B – 0,19 Zn – 0,19 Mn, con 2 aplicaciones)

Se recomienda a las posteriores investigaciones de tesis, se realice un análisis de suelo antes de la elaboración de esta.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abcagro, (2011). El cultivo del Brócoli. En <http://www.abcagro.com/hortalizas/brocoli2.asp>
- Agrosiembra.Com. (sf). cómo sembrar brócoli. Técnicas de cultivo. Disponible en: http://www.agrosiembra.com/?NAME=r_c_sembrar&c_id=14 Blogspot. 2008.
- Brócoli en Ecuador. Disponible en:<http://brocolienecuador.blogspot.com/>.
- Andrade, C. K. (2017). Análisis sustentable de las fincas de brócoli (*Brassica oleracea* L. var. *italica*) en Santa Rosa de Quives, Lima, Perú. *Ecol. apl. vol.16 no.2 Lima jul. 2017* http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-22162017000200008
- APENN, (1996). Asociación Nicaragüense de productores y exportadores de productos no tradicionales. Centro de Capacitación en Producción Hortícola, Juigalpa Chontales P 16.
- Barahona, M. (2002). Manual de horticultura. El Prado. Ec. I.A.S.A. ESPE. Pp 22 – 25.
- Bustos, M. 1996. Tecnología apropiada. Manual Agropecuario. Ediciones. Ulloa. Quito, Ecuador. 392 p.
- Bernal, M. (2004). Abuso de fertilizantes deteriora los suelos agrícolas. Disponible en: www.sica.gov.ec/agronegocios/productos%20para%20invertir/hortalizas/brocoli/corpei.pdf.
- Benavides, O.; Barraza, F. (2017). Efecto del riego por goteo y exudación sobre el rendimiento de hortalizas en clima frío. *Rev. Cienc. Agr.* 34(1): 108-116. doi: <http://dx.doi.org/10.22267/rcia.173401.67>.
- Belanger ED, AL. (1995). Chronological events associated with the antagonistic properties of *Trichoderma harzianum* against *Botrytis cinerea*: Indirect evidence for sequential role of antibiotics and parasitism. *Biocontrol Science Technology* 5: 41-54.
- Bolaños, H. A. (2001). Introducción a la Olericultura. 2ª. Edición. San José, C.R. La EUNED
- Botanical (2011). Producción de Brocoli. En "<http://www.botanical-online.com/florbrecol.htm>
- Calzada, J. (1976). Métodos Estadísticos para la Investigación. Edit. Jurídica. Lima, Perú.
- Detalle_Reportajes Padre (2011). Origen del Brócoli. En <http://www.regmurcia.com/servlet/s.SI?sit=c,543,m,2714&r=ReP-20161>.
- Díaz, S. (2015). Brócoli: Cultivo y Manejo en el huerto. Consultado: 20 de enero del 2021. Disponible en: <http://www.agrohuerto.com/brocoli-cultivo-y-manejoen-el-huerto/>

- Diego, W.W. (2015). Introducción y adaptación de híbridos de brócoli (*Brassica oleracea* L. var. Itálica) en la Estación Experimental Agraria Santa Ana-Hualahoyo-Huancayo. Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo en Universidad Nacional del Centro del Perú - Huancayo. El Mantaro, Jauja-Perú.
- Evanthia genetic (2019). Creando más. Blog.
- Elad, Y, & Chet, I. (1987). Possible role of competition for nutrients in biocontrol of *Pythium damping-off* by bacteria. *Phytopathology* 77: 190-195.
- Estevez, V. (2006). Efectos de la aplicación de tres ácidos húmicos comerciales con diferentes dosis en el cultivo de Brócoli (*Brassica oleracea* var. *Itálica*). Tesis De Grado ESPOCH. 70 p
- Ezziyyani, Pérez, SID, Requena & Emilia (2004). Ensayos de control Biológico en Pimiento ejercido por *Trichoderma harzianum* sobre *Phytophthora capsici*. Anales de Biología. Pág. 35- 45. Universidad de Murcia. Murcia – España.
- Fernández, Gimenez, Tanoni (2011). Crucíferas. En <http://www.monografias.com/trabajos61/cruciferas/cruciferas2.shtml>
- Guilcapi (2009). Tesis “efecto de *Trichoderma harzianum* y *Trichoderma viride* en la producción de plantas de café (*Coffea arabica*) variedad caturra a nivel de vivero”. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo - Ecuador.
- Hernán E. (2021) Trabajo de Investigación “Evaluación de la extracción de n, p y k en el cultivo de brócoli var. avenger” en Ambato – Ecuador.
- Hidrogo, J.C. (2015). Dosis de ácido húmico granulado de leonardita y ácidos húmicos y fúlvicos con macro y micro elementos en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea*) sector Quillo Allpa - distrito y provincia de Lamas. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Agrónomo, Universidad Nacional de San Martín-Tarapoto, Perú, pág. 59.
- Holdridge (1985). “Ecología Basada en zonas de Vida”. Servicio Editorial. IICA San José – Costa Rica. 107 p.
- Infante, O.J. (2018) experimento titulado: Rendimiento y calidad de brócoli (*Brassica oleracea* var. Itálica) cv. Imperial empleando cuatro densidades de siembra. Para optar el Título de Ingeniero Agrónomo en la Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima. Perú.
- Infoagro (2011). El cultivo del Brócoli. En <http://www.infoagro.com/hortalizas/broculi.htm>

- Infojardín, (2006). Carencias de N, P, K. disponible en: (<http://www.infojardin.com/articulos/macronutrintes/micronutrientes.htm>). Consultado 2008-12-25.
- Instituto de la potasa y el fosforo – INPOFOS. (1997). Manual Internacional de fertilidad de suelos. Quito (Ecuador), pág. 4-6, 4-7.
- INIA-Instituto Nacional de Investigación Agraria, (2003). Cultivo del brócoli. Serie Manual RI 2003 N° 01. Lima - Perú. Noviembre, 2003. Dr. Julio Toledo H.
- Jacob, B. y Kull, H. (1964). Fertilización, nutrición y abonado de los cultivos tropicales y subtropicales. Holanda.
- Manual Agropecuario (2004). Tecnologías Orgánicas de la Granja Integral Autosuficiente. Hortalizas. Cultivo de Brecol. pág 685. Bogotá – Colombia.
- Marquina, M.R. (2018). Evaluación de cuatro dosis de fertilizante orgánico enriquecido con microorganismos (Ferti EM) en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea*) variedad Royal Favor F-1 Hyb, en la provincia de Lamas. Tesis para optar título profesional de Ingeniero Agrónomo, en la UNSM-T, Facultad de Ciencias Agrarias, Tarapoto, Perú. Pág. 32.
- Ministerio de Agricultura, (2011). “Producción hortofrutícola 2011”, Impresiones DGIAMINAG. Lima – Perú.
- Ministerio de Agricultura y Riego y Agro Rural (2018). Manuel de Abonamiento con guano de Isla. Dirección de abonos. Editado por: AGRO RURAL – Dirección de Abonos Av. República de Chile N° 350 Jesús María – Lima – Perú. 1a. edición – Diciembre 2018.
- Minag (1991). Aspectos Técnicos sobre Cuarenta y Cinco Cultivos Agrícolas de Costa Rica. Dirección General de Investigación y Extensión Agrícola. San José, Costa Rica.
- Mirat, (2006). Fertilización: Nutrición vegetal. Disponible en: (<http://www.mirat./fertilizantes/nutrición/macronutrientes/micronutrientes/htm>). Consultado 2020-09-21.
- Océano/CENTRUM, (1999). Enciclopedia Practica de la Agricultura y la Ganadería. Barcelona, España, España. P 590-592
- Ramirez, D. (1995). Incidencia de la densidad de siembra y fitorreguladores en la calidad de Brócoli en Cochabamba Bolivia. Pp 5-22.
- Rincón L, Sáez J, Pérez Crespo J.A, Gómez López M.D., Pellicer C. (1999). Crecimiento y absorción de nutrientes del brócoli. Por la Unidad de Investigación y Producción

- Hortofrutícola. Equipo de Riegos. Centro de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (CIDA). Estación Sericícola 30.150 La Alberca-Murcia
- Rivera, W.D., (2016). Humus de lombriz en el rendimiento de brócoli (*Brassica oleracea* L.) CV. ‘Legacy’ bajo cobertura de plástico y mulch orgánico en sistema de riego por goteo en Cayma – Arequipa. Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo en la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. Perú.
- Rocha, J.J. (2016). Efecto de tres dosis de tetrahormona en el cultivo de brócoli usando el híbrido Royal Favor F-1 HyB en la provincia de Lamas. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Agrónomo, en la Universidad Nacional de San Martín-Tarapoto, Perú, pág. 46.
- Rodríguez D., Urrego L., Martínez P. & Bernal J. (2003). Evaluación preliminar de dos matrices para la inmovilización de bacterias diazotróficas y solubilizadoras de fosforo aislado de bosque alto andino cundimarqués. Tesis de Microbiología industrial. Pontificia Universidad Javeriana. Pag. 28.
- Sakata (2011). Manejo de Brócoli. En <http://www.sakata.com.mx/paginas/paquetes.htm>
- Silva, D.F. (2010). Evaluación de la eficacia de tres fertilizantes orgánicos con tres diferentes dosis en el rendimiento y rentabilidad del cultivo de coliflor (*brassica oleracea*). Tesis De Grado ESPOCH. 91 p.
- Species 2000 & ITIS Catalogue of Life, (2019). Annual Checklist (Roskov Y., Ower G., Orrell T., Nicolson D., Bailly N., Kirk P.M., Bourgoin T., DeWalt R.E., Decock W., Nieukerken E. van, Zarucchi J., Penev L., eds.). Digital resource at www.catalogueoflife.org/annual-checklist/2019. Species 2000: Naturalis, Leiden, the Netherlands. ISSN 2405-884X. Warwick S.I., Francis A. & Al-Shehbaz I.A. (2019). Brassicaceae species checklist and database (version 2, Oct 2009)
- Terry, E.; Leyva, A. (2006). *Evaluación agrobiológica de la inoculación micorrizas-rizobacterias en tomate*. Agronomía Costarricense 30(1): 65-73.
- Thompson, L. (1985). Los suelos y su fertilidad. 4ta ed. Barcelona, reverté. pág. 6-17.
- Vallejos, L. (1995). Instituto Boliviano de Tecnología Agropecuario. Boletín Técnico Nro 3 nuevas variedades de brócoli para los valles de Cochabamba.
- Vislao, S. (2013). Estudio comparativo de adaptabilidad de cinco híbridos y una variedad en la producción del cultivo del brócoli (*Brassica oleracea* L.) bajo las condiciones agroecológicas del distrito de Lamas. Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo, en la Universidad Nacional de san Martín-Tarapoto, Perú. Pág.

- Vigliola, M. (1992). Manual de horticultura. Editorial hemisferio sur, S.A. Buenos Aires, Argentina. Pp. 19 – 72
- Yara (2019). Folleto titulado ¿Estás utilizando el N correctamente en tu cultivo de brócoli? ¡El momento de aplicación es importante! Publicado en la web <https://www.yara.com.mx/noticias-y-eventos/noticias-mexico/estas-utilizando-el-n-correctamente-en-tu-cultivo-de-brocoli/>
- Zamora E. (2016). El cultivo del brócoli. Serie guías - producción de hortalizas DAG/HORT-010
- Zurita C. (2009). Eficacia de Bioplus con diferentes dosis y dos frecuencias de aplicación en el rendimiento del cultivo de brócoli (*Brassica oleracea*). Tesis De Grado ESPOCH. 98 p.

Anexos

Anexo 1: Costos de producción de tratamientos en fracciones

T0: Testigo				
	Unidad	Costo	Cantidad	Costo SI.
a. Preparación del terreno				900,00
Arado	H.M	150,00	4	600,00
Rastra	H.M	150,00	2	300,00
b. Mano de Obra				3270,00
Obtención de plántulas				480,00
Desinfección de bandeja	Jornal	40,00	1	40,00
Llenado de bandeja	Jornal	40,00	2	80,00
Siembra	Jornal	40,00	4	160,00
Riego	Jornal	40,00	3	120,00
Control fitosanitario	Jornal	40,00	2	80,00
Campo definitivo				2790,00
Trasplante	Jornal	40,00	10	400,00
Control de malezas	Jornal	40,00	20	800,00
Apoque	Jornal	40,00	10	400,00
Control fitosanitario	Jornal	40,00	4	160,00
Aplicación de Fertilizantes	Jornal	0,00	0	0,00
Cosecha, Pesado y embalado	Jornal	40,00	23	920,00
Estibadores	t	10,00	11	110,00
c. Insumos				649,80
Semilla	Kg.	140,00	0,5	70,00
N YARA HIDRAM (19-4-19-3-1.8-0,1-0,1)	Kg.	2,00	0	0,00
Fungicida	Kg.	80,00	3	240,00
Insecticida	Kg.	70,00	2	140,00
Sustrato	Kg.	6,66	30	199,80
d. Materiales				4784,90
Invernadero	Unidad	70000,00	0,05	3500,00
Bandeja	Unidad	20,00	42	840,00
Balanza tipo reloj	Unidad	120,00	1	18,00
Cordel	m3	0,30	200	60,00
Lampa	Unidad	20,00	4	14,40
Bomba mochila	Unidad	150,00	1	15,00
Sacos	Unidad	1,50	225	337,50
e. Servicios				260,34
Transporte de producción	t	20,00	11,26	225,34
Análisis de suelo	unidad	35,00	1	35,00
Transporte de fertilizantes	t	20,00	0	0,00
TOTAL, COSTOS DIRECTOS				9865,04
Gastos Administrativos (5%)				493,25
TOTAL, COSTOS DE PRODUCCIÓN				10358,29

T1: 80 N - 48 P – 106,6 K – 9,59 Mg -20,25 S – 0,08 B – 0,11 Zn – 0,11 Mn / 2				
	Unidad	Costo	Cantidad	Costo SI.
a. Preparación del terreno				900,00
Arado	H.M	150,00	4	600,00
Rastra	H.M	150,00	2	300,00
b. Mano de Obra				3830,00
Obtención de plántulas				480,00
Desinfección de bandeja	Jornal	40,00	1	40,00
Llenado de bandeja	Jornal	40,00	2	80,00
Siembra	Jornal	40,00	4	160,00
Riego	Jornal	40,00	3	120,00
Control fitosanitario	Jornal	40,00	2	80,00
Campo definitivo				3350,00
Trasplante	Jornal	40,00	10	400,00
Control de malezas	Jornal	40,00	20	800,00
Apoque	Jornal	40,00	10	400,00
Control fitosanitario	Jornal	40,00	4	160,00
Aplicación de Fertilizantes	Jornal	40,00	6	240,00
Cosecha, Pesado y embalado	Jornal	40,00	30	1200,00
Estibadores	t	10,00	15	150,00
c. Insumos				1723,40
Semilla	Kg.	140,00	0,5	70,00
N YARA HIDRAM (19-4-19-3-1.8-0,1-0,1)	Kg.	2,00	536,8	1073,60
Fungicida	Kg.	80,00	3	240,00
Insecticida	Kg.	70,00	2	140,00
Sustrato	Kg.	6,66	30	199,80
d. Materiales				4903,40
Invernadero	Unidad	70000,00	0,05	3500,00
Bandeja	Unidad	20,00	42	840,00
Balanza tipo reloj	Unidad	120,00	1	18,00
Cordel	m3	0,30	200	60,00
Lampa	Unidad	20,00	4	14,40
Bomba mochila	Unidad	150,00	1	15,00
Sacos	Unidad	1,50	304	456,00
e. Servicios				349,72
transporte de producción	t	20,00	15.236	304,72
Análisis de suelo	unidad	35,00	1	35,00
Transporte de fertilizantes	t	20,00	0,5	10,00
TOTAL, COSTOS DIRECTOS				11698,92
Gastos Administrativos (8%)				935,91
TOTAL, COSTOS DE PRODUCCIÓN				12634,83

T2: 112 N - 67 P – 149,2 K – 13,43 Mg – 28,35 S – 0,11 B – 0,14 Zn – 0,14 Mn / 2				
	Unidad	Costo	Cantidad	Costo SI.
a. Preparación del terreno				900,0
Arado	H.M	150,00	4	600,00
Rastra	H.M	150,00	2	300,00
b. Mano de Obra				4140,00
Obtención de plántulas				480,00
Desinfección de bandeja	Jornal	40,00	1	40,00
Llenado de bolsa	Jornal	40,00	2	80,00
Siembra	Jornal	40,00	4	160,00
Riego	Jornal	40,00	3	120,00
Control fitosanitario	Jornal	40,00	2	80,00
Campo definitivo				3660,00
Trasplante	Jornal	40,00	10	400,00
Control de malezas	Jornal	40,00	20	800,00
Apoque	Jornal	40,00	10	400,00
Control fitosanitario	Jornal	40,00	4	160,00
Aplicación de Fertilizantes	Jornal	40,00	6	240,00
Cosecha, Pesado y embalado	Jornal	40,00	37	1480,00
Estibadores	t	10,00	18	180,00
c. Insumos				2122,12
Semilla	Kg.	140,00	0,5	70,00
N YARA HIDRAM (19-4-19-3-1.8-0,1-0,1)	Kg.	2,00	736,16	1472,32
Fungicida	Kg.	80,00	3	240,00
Insecticida	Kg.	70,00	2	140,00
Sustrato	Kg.	6,66	30	199,80
d. Materiales				4998,95
Invernadero	Unidad	70000,00	0,05	3500,00
Bandeja	Unidad	20,00	42	840,00
Balanza tipo reloj	Unidad	120,00	1	18,00
Cordel	m3	0,30	200	60,00
Lampa	Unidad	20,00	4	14,40
Bomba mochila	Unidad	150,00	1	15,00
Sacos	Unidad	1,50	368	551,55
e. Servicios				416,72
transporte de producción	t	20,00	18,38	367,72
Análisis de suelo	unidad	35,00	1	35,00
Transporte de fertilizantes	t	20,00	0,7	14,00
TOTAL, COSTOS DIRECTOS				12597,47
Gastos Administrativos (8%)				1007,80
TOTAL, COSTOS DE PRODUCCIÓN				13605,27

T3: 145 N - 87 P – 193,2 K – 17,38 Mg – 36,71 S – 0,14 B – 0,19 Zn – 0,19 Mn / 2				
	Unidad	Costo	Cantidad	Costo SI.
a. Preparación del terreno				900,00
Arado	H.M	150,00	4	600,00
Rastra	H.M	150,00	2	300,00
b. Mano de Obra				4510,00
Obtención de plántulas				480,00
Desinfección de bandeja	Jornal	40,00	1	40,00
Llenado de bolsa	Jornal	40,00	2	80,00
Siembra	Jornal	40,00	4	160,00
Riego	Jornal	40,00	3	120,00
Control fitosanitario	Jornal	40,00	2	80,00
Campo definitivo				4030,00
Trasplante	Jornal	40,00	10	400,00
Control de malezas	Jornal	40,00	20	800,00
Apoque	Jornal	40,00	10	400,00
Control fitosanitario	Jornal	40,00	4	160,00
Aplicación de Fertilizantes	Jornal	40,00	6	240,00
Cosecha, Pesado y embalado	Jornal	40,00	45	1800,00
Estibadores	t	10,00	23	230,00
c. Insumos				2628,80
Semilla	Kg.	140,00	0,5	70,00
N YARA HIDRAM (19-4-19-3-1.8-0,1-0,1)	Kg.	2,00	989,5	1979,00
Fungicida	Kg.	80,00	3	240,00
Insecticida	Kg.	70,00	2	140,00
Sustrato	Kg.	6,66	30	199,80
d. Materiales				5129,90
Invernadero	Unidad	70000,00	0,05	3500,00
Bandeja	Unidad	20,00	42	840,00
Balanza tipo reloj	Unidad	120,00	1	18,00
Cordel	m3	0,30	200	60,00
Lampa	Unidad	20,00	4	14,40
Bomba mochila	Unidad	150,00	1	15,00
Sacos	Unidad	1,50	455	682,50
e. Servicios				509,84
transporte de producción	t	20,00	22,74	454,84
Análisis de suelo	unidad	35,00	1	35,00
Transporte de fertilizantes	t	20,00	1	20,00
TOTAL, COSTOS DIRECTOS				13631,54
Gastos Administrativos (8%)				1090,52
TOTAL, COSTOS DE PRODUCCIÓN				14722,06

T4: 80 N - 48 P – 106,6 K – 9,59 Mg -20,25 S – 0,08 B – 0,11 Zn – 0,11 Mn / 3				
	Unidad	Costo	Cantidad	Costo SI.
a. Preparación del terreno				900,00
Arado	H.M	150,00	4	600,00
Rastra	H.M	150,00	2	300,00
b. Mano de Obra				4010,00
Obtención de plántulas				480,00
Desinfección de bandeja	Jornal	40,00	1	40,00
Llenado de bolsa	Jornal	40,00	2	80,00
Siembra	Jornal	40,00	4	160,00
Riego	Jornal	40,00	3	120,00
Control fitosanitario	Jornal	40,00	2	80,00
Campo definitivo				3530,00
Trasplante	Jornal	40,00	10	400,00
Control de malezas	Jornal	40,00	20	800,00
Apoque	Jornal	40,00	10	400,00
Control fitosanitario	Jornal	40,00	4	160,00
Aplicación de Fertilizantes	Jornal	40,00	6	240,00
Cosecha, Pesado y embalado	Jornal	40,00	34	1360,00
Estibadores	t	10,00	17	170,00
c. Insumos				1723,40
Semilla	Kg.	140,00	0,5	70,00
N YARA HIDRAM (19-4-19-3-1.8-0,1-0,1)	Kg.	2,00	536,8	1073,60
Fungicida	Kg.	80,00	3	240,00
Insecticida	Kg.	70,00	2	140,00
Sustrato	Kg.	6,66	30	199,80
d. Materiales				4958,90
Invernadero	Unidad	70000,00	0,05	3500,00
Bandeja	Unidad	20,00	42	840,00
Balanza tipo reloj	Unidad	120,00	1	18,00
Cordel	m3	0,30	200	60,00
Lampa	Unidad	20,00	4	14,40
Bomba mochila	Unidad	150,00	1	15,00
Sacos	Unidad	1,50	341	511,50
e. Servicios				386,64
transporte de producción	t	20,00	17,08	341,64
Análisis de suelo	unidad	35,00	1	35,00
Transporte de fertilizantes	t	20,00	0,5	10,00
TOTAL, COSTOS DIRECTOS				11971,34
Gastos Administrativos (8%)				957,71
TOTAL, COSTOS DE PRODUCCIÓN				12929,05

T5: 112 N - 67 P – 149,2 K – 13,43 Mg – 28,35 S – 0,11 B – 0,14 Zn – 0,14 Mn / 3				
	Unidad	Costo	Cantidad	Costo SI.
a. Preparación del terreno				900,00
Arado	H.M	150,00	4	600,00
Rastra	H.M	150,00	2	300,00
b. Mano de Obra				4460,00
Obtención de plántulas				480,00
Desinfección de bandeja	Jornal	40,00	1	40,00
Llenado de bolsa	Jornal	40,00	2	80,00
Siembra	Jornal	40,00	4	160,00
Riego	Jornal	40,00	3	120,00
Control fitosanitario	Jornal	40,00	2	80,00
Campo definitivo				3980,00
Trasplante	Jornal	40,00	10	400,00
Control de malezas	Jornal	40,00	20	800,00
Apoque	Jornal	40,00	10	400,00
Control fitosanitario	Jornal	40,00	4	160,00
Aplicación de Fertilizantes	Jornal	40,00	6	240,00
Cosecha, Pesado y embalado	Jornal	40,00	44	1760,00
Estibadores	t	10,00	22	220,00
c. Insumos				2122,12
Semilla	Kg.	140,00	0.5	70,00
N YARA HIDRAM (19-4-19-3-1.8-0,1-0,1)	Kg.	2,00	736,16	1472,32
Fungicida	Kg.	80,00	3	240,00
Insecticida	Kg.	70,00	2	140,00
Sustrato	Kg.	6,66	30	199,80
d. Materiales				5110,85
Invernadero	Unidad	70000,00	0,05	3500,00
Bandeja	Unidad	20,00	42	840,00
Balanza tipo reloj	Unidad	120,00	1	18,00
Cordel	m3	0,30	200	60,00
Lampa	Unidad	20,00	4	14,40
Bomba mochila	Unidad	150,00	1	15,00
Sacos	Unidad	1,50	442	663,45
e. Servicios				491,30
transporte de producción	t	20,00	22,115	442,30
Análisis de suelo	unidad	35,00	1	35,00
Transporte de fertilizantes	t	20,00	0,7	14,00
TOTAL, COSTOS DIRECTOS				13103,95
Gastos Administrativos (8%)				1048,32
TOTAL, COSTOS DE PRODUCCIÓN				14152,27

T6: 145 N - 87 P – 193,2 K – 17,38 Mg – 36,71 S – 0,14 B – 0,19 Zn – 0,19 Mn / 3				
	Unidad	Costo	Cantidad	Costo SI.
a. Preparación del terreno				900,00
Arado	H.M	150,00	4	600,00
Rastra	H.M	150,00	2	300,00
b. Mano de Obra				4730,00
Obtención de plántulas				480,00
Desinfección de bandeja	Jornal	40,00	1	40,00
Llenado de bolsa	Jornal	40,00	2	80,00
Siembra	Jornal	40,00	4	160,00
Riego	Jornal	40,00	3	120,00
Control fitosanitario	Jornal	40,00	2	80,00
Campo definitivo				4250,00
Trasplante	Jornal	40,00	10	400,00
Control de malezas	Jornal	40,00	20	800,00
Apoque	Jornal	40,00	10	400,00
Control fitosanitario	Jornal	40,00	4	160,00
Aplicación de Fertilizantes	Jornal	40,00	6	240,00
Cosecha, Pesado y embalado	Jornal	40,00	50	2000,00
Estibadores	t	10,00	25	250,00
c. Insumos				2628,80
Semilla	Kg.	140,00	0.5	70,00
N YARA HIDRAM (19-4-19-3-1.8-0,1-0,1)	Kg.	2,00	989,5	1979,00
Fungicida	Kg.	80,00	3	240,00
Insecticida	Kg.	70,00	2	140,00
Sustrato	Kg.	6,66	30	199,80
d. Materiales				5191,10
Invernadero	Unidad	70000,00	0,05	3500,00
Bandeja	Unidad	20,00	42	840,00
Balanza tipo reloj	Unidad	120,00	1	18,00
Cordel	m3	0,30	200	60,00
Lampa	Unidad	20,00	4	14,40
Bomba mochila	Unidad	150,00	1	15,00
Sacos	Unidad	1,50	496	743,70
e. Servicios				550,80
transporte de producción	t	20,00	24,79	495,80
Análisis de suelo	unidad	35,00	1	35,00
Transporte de fertilizantes	t	20,00	1	20,00
TOTAL, COSTOS DIRECTOS				13953,70
Gastos Administrativos (8%)				1116,30
TOTAL, COSTOS DE PRODUCCIÓN				15070,00