

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



EFFECTO DE TRES DENSIDADES DE SIEMBRA CON CUATRO NIVELES DE FERTILIZACIÓN EN EL RENDIMIENTO DE UNA VARIEDAD DE BRÓCOLI (*Brassica oleracea* var. *Itálica*) EN LA COMUNIDAD DE CAYTUPAMPA PROVINCIA DE CALCA, REGIÓN CUSCO.

Tesis presentada por el Bachiller en Ciencias Agrarias: **DIOSDANI SAIRE YARAHUAMAN**, para optar al Título Profesional de **INGENIERO AGRÓNOMO**

Asesor:

M.Sc. Luis Justino Lizárraga Valencia

Cusco - Perú

2022

DEDICATORIA

A Dios por darme la vida, la fuerza necesaria para seguir adelante y permitirme concluir esta etapa de mi vida.

A la memoria de mi ángel protector mi querida madre “Carmen Ana Yarahuaman Peña”, por ser mi guía y darme la fuerza suficiente para permitirme cumplir la promesa que le hice en su lecho de muerte

A mi padre Demetrio Saire Cancha, por su comprensión, esfuerzo, confianza, consejos y todo su apoyo moral y económico en la realización de este trabajo.

A mis 7 hermanos: “Aidé, Renato, Marleni, Edgar, Yaneth, Ana Elisabeth y Yoset”, por estar presentes siempre, con su apoyo, sus consejos, sobre todo su compañía en los momentos más complicados que me tocó vivir, decirles que soy dichoso y agradecido con Dios por haberme dado a los mejores hermanos.

AGRADECIMIENTO

A la **UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO**, por contribuir en mi formación profesional para el bienestar de la región y mi país.

Agradecimiento de corazón a los docentes de la **FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS** y en especial de la **ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA** quienes me inculcaron académicamente en mi formación profesional.

Un especial agradecimiento al M.Sc. Luis Justino Lizárraga Valencia, por haberme asesorado esta tesis, que gracias a sus sugerencias y orientaciones se ha desarrollado el presente trabajo de investigación en el ámbito de las ciencias agrarias.

A mis dictaminadores de tesis, conformado por los docentes Mgt. Arcadio Calderón Choquechambi y al Dr. Ricardo Gonzales Quispe, por su disponibilidad de tiempo, sugerencias y correcciones en el ejemplar de tesis.

ÍNDICE

	Pág
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE	iv
RESUMEN	viii
INTRODUCCIÓN	1
I. PROBLEMA OBJETO DE INVESTIGACIÓN	2
1.1. Identificación del problema objeto de investigación	2
1.2. Planteamiento del problema	2
1.2.1. Problema general.....	2
1.2.2. Problemas específicos	2
II. OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN	4
2.1. Objetivos	4
2.1.1. Objetivo general.....	4
2.1.2. Objetivos específicos	4
2.2. Justificación.....	5
III. HIPÓTESIS	6
3.1. Hipótesis general.....	6
3.2. Hipótesis específicas.....	6
IV. MARCO TEÓRICO	7
4.1. Antecedentes de la investigación	7
4.2. Generalidades del brócoli, (<i>Brassica oleracea</i> L. Var. <i>Itálica</i>).....	9
4.2.1. Origen y distribución	9
4.2.2. Posición taxonómica	10
4.2.3. Descripción botánica.....	10
4.2.4. Fenología del brócoli.....	13
4.2.5. Requerimientos del cultivo	13
4.2.6. Valor nutricional	15

4.2.7. Cultivares	17
4.2.8. Importancia del brócoli	21
4.3. Variedad de brócoli en estudio	22
4.3.1. Variedad – Paraíso F1	22
4.4. Efecto de la densidad de siembra.....	23
4.5. Niveles de fertilización en el cultivo de brócoli	24
4.6. Importancia de los macro elementos (nitrógeno, fósforo y potasio)	25
4.6.1. Nitrógeno	25
4.6.2. Fosforo.....	26
4.6.3. Potasio.....	27
4.7. Descripción de los fertilizantes inorgánicos	28
4.7.1. Urea	28
4.7.2. Fosfato diamónico.....	29
4.7.3. Sulfato de potasio	30
4.8. Manejo del cultivo de brócoli	30
4.8.1. Preparación de terreno	30
4.8.2. Almácigo	31
4.8.3. Trasplante	31
4.8.4. Riego	31
4.8.5. Aporque	32
4.8.6. Fertilización.....	32
4.8.7. Protección de heladas.....	33
4.8.8. Control de malezas	33
4.8.9. Cosecha.....	34
4.8.10. Manejo post-cosecha	34
4.9. Plagas y enfermedades que afecta al cultivo de brócoli	35
4.9.1. Plagas.....	35

4.9.2. Enfermedades.....	36
V. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	38
5.1. Tipo de investigación: Experimental-descriptivo	38
5.2. Ubicación espacial	38
5.2.1. Ubicación Política	38
5.2.2. Ubicación geográfica.....	38
5.2.3. Ubicación hidrográfica.....	38
5.2.4. Ubicación ecológica	38
5.2.5. Historial del terreno	39
5.2.6. Límites de la comunidad	39
5.3. Ubicación temporal.....	39
5.4. Materiales y Métodos	40
5.4.1. Material biológico	40
5.4.2. Fertilizantes	41
5.4.3. Materiales de campo.....	41
5.4.4. Equipos.....	42
5.5. Metodología	42
5.5.1. Diseño experimental	42
5.5.2. Factores de estudio	42
5.5.3. Tratamientos	43
5.5.4. Características climáticas	43
5.5.5. Análisis de suelo	44
5.6. Variables e indicadores	45
5.7. Características de la parcela experimental	46
5.8. Cálculo de niveles de fertilización 157-100-198, 100-70-150 y 80-50-100..	47
5.8.1. Resultados del análisis de suelo de la comunidad campesina de Caytupampa:.....	47

5.8.2. Interpretación del análisis de suelo	48
5.8.3. Cálculo de las dosis de fertilización para cada nivel de fertilización .	50
5.9. Conducción del experimento	57
5.9.1. Obtención del material genético	57
5.9.2. Manejo del cultivo	57
5.10. Evaluación de variables.....	65
5.10.1. Rendimiento.....	65
5.10.2. Comportamiento agronómico	67
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	72
6.1. Rendimiento	72
6.2. Comportamiento Agronómico	96
VII. CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS	137
7.1. Conclusiones.....	137
7.2. Sugerencias	140
VIII. BIBLIOGRAFÍA	141
ANEXOS	146
ANEXO 01: RESULTADOS DE ANALISIS DE SUELO	146
ANEXO 02: FOTOGRAFÍAS DEL PROCESO DE INVESTIGACIÓN	148
ANEXO 03: DATOS METEOROLÓGICOS MENSUALES OBSERVADOS EN EL PERIODO DE CONDUCCIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	155

RESUMEN

El trabajo de investigación intitulada “Efecto de tres densidades de siembra con cuatro niveles de fertilización en el rendimiento de una variedad de brócoli, (*brassica oleracea* var. *Itálica*), en la comunidad de Caytupampa provincia de Calca, región Cusco”. La instalación del trabajo de investigación inició el 1 de marzo del 2021 con el almacigado y culminó el 8 de julio del 2021 con la cosecha, cuyos como objetivos específicos fueron: Determinar la densidad de siembra optima, en el rendimiento total de la variedad de brócoli, determinar el mejor nivel de fertilización, que logre el mayor rendimiento de peso fresco en pella y evaluar el efecto de los tratamientos de la densidad de siembra y niveles de fertilización, sobre el comportamiento agronómico.

Empleando como metodología, “el Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA)”, con un arreglo factorial de 3D x 4N, 12 tratamientos, 4 repeticiones y con un total 48 unidades experimentales, evaluando el rendimiento total, peso fresco de pella principal, altura de planta, diámetro de pella principal, longitud de pella principal, diámetro del pedúnculo floral y número de brotes. El trabajo se realizó en una superficie abierta, utilizando como material vegetativo a la variedad híbrida Paraíso. La cosecha se realizó a los 94 días después del trasplante cuando las plantas desarrollaron inflorescencias compactas, donde se realizó la evaluación final de las variables de respuestas planteadas. De los que se concluye que:

En cuanto a la densidad de siembra el híbrido Paraíso mostro mejor rendimiento total (t/ha), en un cultivo de alta densidad, pero esto a su vez fue perjudicando en el peso fresco de pella, donde se observó pellas con un menor tamaño. En cuanto a los niveles de fertilización, el híbrido Paraíso mostro mejor respuesta a los fertilizantes inorgánicos por ser un cultivo de periodo vegetativo corto, sus exigencias nutricionales son más altas frente a otros cultivos.

Por los resultados agronómicos alcanzados en el presente trabajo, se determina que el comportamiento de la variedad Paraíso es adecuada para la producción de brócoli en campo abierto. Por otro lado, el gran número de brotes laterales alcanzados en la variedad Paraíso, se presentó por sus características genéticas propias, cuanto este

interactúa con el medio ambiente donde se le establece, ya que una de sus características físicas es producir abundantes brotes.

En cuanto al testigo presento en todas las variables de evaluación menor respuesta encontrándose plantas pequeñas débiles con presencia de hojas rojizas. Concluyendo que, para la variedad híbrida Paraíso es muy necesaria la fertilización sea con fertilizantes orgánicos o químicos por tratarse de un cultivar híbrido las exigencias nutricionales son más altas frente a otros cultivos.

INTRODUCCIÓN

El brócoli es una especie hortícola de gran trascendencia económica y social, presente en la mesa de muchas familias, es una hortaliza de gran valor alimenticio porque es muy nutritiva, por encima incluso de la espinaca, debido a que el brócoli ayuda a perder peso, además de reducir el colesterol, aumentar la salud del corazón y reduce el riesgo de padecer cáncer. El consumo de brócoli además proporciona antioxidantes, que ayudan a reducir el riesgo de inflamación crónica y cáncer, la fibra que posee ayuda a excretar los tóxicos del cuerpo y previene enfermedades cardiovasculares.

El presente trabajo de investigación pretende contribuir con el establecimiento de este cultivo como un nuevo material de siembra que tenga una buena adaptación y altos rendimientos, esto permitirá a los agricultores de nuestra provincia de Calca aumentar la rentabilidad económica y diversificación de sus cultivos.

En la provincia de Calca, existen condiciones climáticas favorables para el cultivo de hortalizas como el brócoli, donde puede establecerse, pero lamentablemente, la alta rentabilidad del cultivo depende del nivel tecnológico utilizado en su producción, como el uso de semillas híbridas mejoradas de alto rendimiento, el manejo agronómico adecuado, el manejo de densidades de siembra, la aplicación oportuna de fertilizantes entre otros aspectos. Por ello en esta investigación se plantea conocer el:

“EFECTO DE TRES DENSIDADES DE SIEMBRA CON CUATRO NIVELES DE FERTILIZACIÓN EN EL RENDIMIENTO DE UNA VARIEDAD DE BRÓCOLI (*Brassica oleracea* var. *Itálica*) EN LA COMUNIDAD DE CAYTUPAMPA PROVINCIA DE CALCA, REGION CUSCO”, el cual busca evaluar el rendimiento y comportamiento agronómico de la variedad de brócoli, (*Brassica oleracea* var. *Itálica*), en condiciones de campo, con tres densidades de siembra y cuatro niveles de fertilización (alto, medio, bajo y testigo) en la comunidad campesina de Caytupampa, provincia de Calca, región Cusco.

El autor.

I. PROBLEMA OBJETO DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación del problema objeto de investigación

En la provincia de Calca el cultivo de brócoli, presenta bajos rendimientos y no de buena calidad de pella que influyen significativamente en la rentabilidad económica del cultivo a la hora de su comercialización, este problema se debe principalmente a las variedades que vienen cultivando, el cual presentan muchas veces pellas muy pequeñas, poco compactas y de baja calidad.

Por otro lado, la producción baja también está relacionada a los recursos limitados que cuentan los agricultores en campo como son: Semillas de baja calidad, variedades propensas a plagas y enfermedades, escases de fertilizantes, la falta de conocimiento y el mal uso de los fertilizantes químicos que poco a poco va en desmedro de la calidad perjudicando la fertilidad de los suelos.

Por eso existe la necesidad de buscar nuevas alternativas de solución con el establecimiento de este nuevo material de siembra. El brócoli Paraíso F1, un cultivar híbrido que puede ser utilizada como alternativa de diversificación en las unidades productivas de la provincia de Calca, que poseen las condiciones adecuadas para su desarrollo bajo condiciones de campo.

1.2. Planteamiento del problema

1.2.1. Problema general

¿Cuál es el rendimiento y comportamiento agronómico de la variedad de brócoli, (***Brassica oleracea* var. Itálica**), en condiciones de campo, con tres densidades de siembra y cuatro niveles de fertilización (alto, medio, bajo y testigo), en la comunidad campesina de Caytupampa, provincia de Calca, región Cusco?

1.2.2. Problemas específicos

1. ¿Cuanto será el rendimiento total de la variedad de brócoli, (***Brassica oleracea* var. Itálica**), afectado por las tres densidades de siembra en condiciones de campo, en la comunidad campesina de Caytupampa, provincia de Calca, región Cusco?

2. ¿Cuáles serán los efectos de la aplicación de cuatro niveles de fertilización en el rendimiento de peso fresco en pella de la variedad de brócoli, (***Brassica oleracea* var. Itálica**), en condiciones de campo, en la comunidad campesina de Caytupampa, provincia de Calca, región Cusco?
3. ¿Existirán diferencias en el comportamiento agronómico, por efecto de los tratamientos de la densidad de siembra y niveles de fertilización, en la producción de la variedad de brócoli, (***Brassica oleracea* var. Itálica**), en condiciones de campo, en la comunidad campesina de Caytupampa, provincia de Calca, región Cusco?

II. OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN

2.1. Objetivos

2.1.1. Objetivo general

Evaluar el rendimiento y comportamiento agronómico de la variedad de brócoli, (***Brassica oleracea* var. Itálica**), en condiciones de campo, con tres densidades de siembra y cuatro niveles de fertilización (alto, medio, bajo y testigo) en la comunidad campesina de Caytupampa, provincia de Calca, región Cusco.

2.1.2. Objetivos específicos

1. Determinar cuál es la densidad de siembra óptima (40cm x 80cm, 50cm x 80cm, 60cm x 80cm) en el rendimiento total de la variedad de brócoli, (***Brassica oleracea* var. Itálica**), en condiciones de campo, en la comunidad campesina de Caytupampa, provincia de Calca, región Cusco.
2. Determinar cuál es el mejor nivel de fertilización que logre el mayor rendimiento de peso fresco en pella en la producción de la variedad de brócoli, (***Brassica oleracea* var. Itálica**), en condiciones de campo, en la comunidad campesina de Caytupampa, provincia de Calca, región Cusco.
3. Evaluar el efecto de los tratamientos de la densidad de siembra y niveles de fertilización, sobre el comportamiento agronómico, en la producción de la variedad de brócoli, (***Brassica oleracea* var. Itálica**), en condiciones de campo, en la comunidad campesina de Caytupampa, provincia de Calca, región Cusco.

2.2. Justificación

En la provincia de Calca, especialmente en la comunidad campesina de Caytupampa, por sus factores limitantes como el clima, por la escasa diversidad de variedades, por el desconocimiento del manejo del cultivo, la práctica del cultivo de brócoli está restringida, y para abastecer el mercado de los consumidores de la zona, ésta hortaliza es traída desde la ciudad de Arequipa. Por esta razón es muy importante el estudio de diferentes densidades de siembra y niveles de fertilización en el cultivo de brócoli, porque es la única forma de constatar el efecto de densidades de siembra y elementos nutritivos en el desarrollo del cultivo para lograr el rendimiento y calidad de pella que permita alcanzar ingresos económicos que satisfaga el mejor nivel de vida en los productores de esta especie.

Además, los elementos nutritivos incorporados al suelo, permite a que la producción sea más favorable especialmente gracias a sus características de fácil solubilidad e inmediata asimilación por las plantas, ya que el brócoli es un cultivo de periodo vegetativo corto.

Por otro lado, cabe mencionar que la presente investigación está orientada a determinar el efecto de densidades de siembra y niveles de fertilización bajo condiciones de campo en el cultivo de brócoli con la finalidad siempre de obtener un uso eficiente de los fertilizantes inorgánicos, tratando siempre de buscar bajos costos de producción y mayor rentabilidad, siendo una alternativa al monocultivo (cultivo de maíz) que existe en la zona.

III. HIPÓTESIS

3.1. Hipótesis general

El uso de densidades de siembra (40cm x 80cm, 50cm x 80cm y 60cm x 80cm) con niveles de fertilización (alto, medio, bajo y testigo), incrementan el rendimiento y el comportamiento agronómico en forma positiva en la producción de la variedad de brócoli, (***Brassica oleracea var. Itálica***), sembrado en condiciones de campo, en la comunidad campesina de Caytupampa, provincia de Calca, región Cusco.

3.2. Hipótesis específicas

1. El rendimiento total de la variedad de brócoli, (***Brassica oleracea var. Itálica***), varía significativamente al emplear 3 densidades de siembra, sembrado en campo, en la comunidad campesina de Caytupampa, provincia de Calca, región Cusco.
2. La aplicación de niveles de fertilización permite obtener pellas de mayor peso, en la producción de la variedad de brócoli, (***Brassica oleracea var. Itálica***), sembrado en campo, en la comunidad campesina de Caytupampa, provincia de Calca, región Cusco.
3. Existe una gran variabilidad en los comportamientos agronómicos obtenidos en la producción de la variedad de brócoli, (***Brassica oleracea var. Itálica***), por efecto de los tratamientos de la densidad de siembra y niveles de fertilización, sembrado en campo, en la comunidad campesina de Caytupampa, provincia de Calca, región Cusco.

IV. MARCO TEÓRICO

4.1. Antecedentes de la investigación

Diego, W. (2015), indica en su tesis titulada “Introducción y adaptación de híbridos de brócoli (*Bassica oleraceae* L.var.italica) en la Estación Agraria Santa Ana – Hualahoyo –Huancayo”, perteneciente al Instituto Nacional de Innovación Agraria, en el lote N°27. El trabajo se realizó a campo abierto. 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% P₂O₅) y cloruro de potasio (60% K₂O) con una densidad de plantación de 0.40 m entre plantas por 0.50 m entre surcos. Tuvo como objetivos determinar los híbridos introducidos de mejor adaptación y seleccionar los híbridos de mayor rendimiento. Los híbridos estudiados fueron Corsario, Harumi, TBR433, Bucanero, Paraíso, Confidat y 06B586 distribuidos en un diseño de bloque completamente randomizado con cuatro repeticiones. Evaluando variables como: Porcentaje de emergencia, porcentaje de prendimiento, altura de planta, número de hojas por planta, número de días a la aparición de pella, número días a inicio de cosecha, precocidad, diámetro ecuatorial de la pella, compactación de pella, granulometría, color de pella, número de brotes o pellas secundarias, peso de pella y rendimiento t/ha

En cuanto a la variedad Paraíso para el experimento de **Diego, W. (2015)**, el rendimiento total alcanzado fue de 29.48 t/ha, con un peso fresco de pella promedio de 625.1 g y con un diámetro de pella de 19.55 cm, cuyos resultados fueron superiores a los hallados en nuestra presente investigación. Por otro lado, la altura de planta fue de 39.45 cm con un número de brotes laterales de 3.73 brotes/planta los cuales fueron inferiores a los resultados encontrados en nuestra presente investigación. Señalando que todas estas diferencias halladas se deben básicamente a las características genéticas propias de cada híbrido en interacción con el medio ambiente y también al manejo agronómico que se le da en cada zona donde se cultiva.

Tintaya , L. (2019), indica en su trabajo de tesis “Soluciones nutritivas en la producción de cuatro variedades híbridas de brócoli (*Brassica oleracea*.var. Itálica) mediante técnica de cultivo acolchado plástico en K’ayra - Cusco.” Se llevó a cabo en el periodo del 2017-2018; cuyos objetivos fueron: Determinar el rendimiento y

comportamiento agronómico, en cuatro variedades híbridas de brócoli, por efecto de dosis de soluciones nutritivas, mediante la técnica de acolchado plástico, determinar el tratamiento que mejor asimila la solución nutritiva, mediante la técnica de acolchado plástico. Las variedades híbridas estudiadas fueron: Legacy, Paraíso, Bucanero y Grand Prix. Distribuidos según el Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), con arreglo factorial de 2A x 4B, 8 tratamientos, 4 repeticiones y un total 32 unidades experimentales, con una densidad de plantación de 0.50 entre plantas por 0.50 cm entre surcos. Evaluando variables como: Peso fresco de pella, peso fresco de residuos de cosecha, peso seco de residuos de cosecha, altura de planta, longitud de raíz, diámetro de pella.

En cuanto a la variedad Paraíso para el experimento de **Tintaya, L. (2019)**, el peso fresco de pella alcanzado fue de 485.00 g, inferior a los resultados hallados en nuestra presente investigación, señalando que las dosis muy altas de soluciones nutritivas no fueron las más satisfactorias para esta variable, sino se debe a las características genéticas propias de la variedad híbrida cuando interactúa con el medio ambiente. En cuanto a la altura de planta alcanzada fue de 48.50 cm, se asemejó a los resultados obtenidos en esta presente investigación, señalando que las dosis de solución nutritiva recomendadas por la UNA La Molina fue suficiente para esta variable. Por otra parte, el diámetro de pella alcanzado fue de 12.52 cm, inferior a los resultados hallados en este presente experimento, señalando que las dosis muy altas de soluciones nutritivas no obtuvieron un resultado sobresaliente, sino más bien se debe a las características genéticas propias de la variedad híbrida.

Soncco, R. (2019), en su trabajo de tesis. "Rendimiento de cuadro híbridos de brócoli (*Brassica oleraceae* L.var.*Italica* plenk). Esta investigación se realizó en el valle de Chilina en el sector denominado la Chimba región Arequipa, se inició el 23 de marzo del 2017 y se finalizó en 26 de octubre del 2017. El trabajo se realizó a campo abierto, Utilizando la dosis de fertilización de 495 – 114 – 15 kg de N, P, K respectivamente, usando como fuentes: Nitrato de amonio y biofosca plus, con una densidad de plantación de 0.35 m entre plantas por 0.45 m entre surcos. Tuvo como objetivo evaluar el rendimiento de los cuatro híbridos. Los híbridos en estudio fueron: Paraíso F1, Grand

Prix F1, Rumba F1, Confidant F1, distribuidos en un diseño de bloques completos de azar (DBCA) siendo un total de 5 tratamientos, con tres repeticiones y un total de 15 unidades experimentales. Evaluando variables como: Germinación, prendimiento, altura de planta, número de hojas, área foliar, diámetro de pella, rendimiento, materia seca y peso de pella.

En cuanto a la variedad Paraíso para el experimento de **Soncco, R. (2019)**, el rendimiento total alcanzado fue de 19.26 tn/ha, superior a los resultados hallados en nuestra presente investigación, señalando que esta diferencia significativa se debe a las condiciones ambientales favorables de cada zona. El peso fresco de pella alcanzado fue de 354.67 g, inferior a los resultados hallados en nuestra presente investigación, señalando que esta variación se debe a que es distinta la estación donde se realizó el ensayo y las condiciones ambientales (temperatura, luz, humedad y altitud) fueron desfavorables. La altura de planta alcanzado fue de 64.5 cm, superior a los resultados hallados en nuestra presente investigación, señalando que esta alta diferencia se debe a las diferentes zonas geográficas de cada lugar, factores medioambientales, manejo cultural y características genéticas de cada híbrido cuando interactúan con el medio ambiente. Por otro lado en cuanto al diámetro de pella alcanzado fue de 12.71 cm, inferior a los resultados hallados en nuestra presente investigación, a su vez sus resultados se asemejan a los encontrados por **Tintaya, L. (2019)**, afirmando que las condiciones geográficas, factores ambientales y manejo cultural no son las mismas para cada zona.

4.2. Generalidades del brócoli, (*Brassica oleracea* L. Var. *Itálica*)

4.2.1. Origen y distribución

Toledo, J. (2003), menciona que el brócoli es una especie de origen Italiano como también pertenece a algunas regiones del Este y Suroeste de Francia, según algunas investigaciones, esta especie se podría considerar como el progenitor de todas las coliflores cultivadas en la actualidad. El brócoli se identifica con el nombre científico de (***Brassica oleracea* var. *Italica***), que pertenece a la familia Brassicaceae.

Bernal, J. (2011), indica que este cultivo tiene proveniencia de la col salvaje de origen mediterráneo, al parecer esta col ha sido domesticada hace miles de años y de ella nace el brócoli, la col de Bruselas, la coliflor, la col y entre otras especies. Los

antiguos italianos trajeron el brócoli a los estados unidos en los años de 1806, pero fue en el año de 1920 cuando se volvió popular por sus contenidos nutricionales para una buena alimentación de la humanidad. El brócoli es conocido por términos como brócoli o brécol.

Collantes, C. (1994), indica que dentro del género Brassica, incluyen 37 especies consideradas todas formas cultivadas. Una de ellas, la más importante económicamente, es (*Brassica oleracea* L) que se caracteriza por tener un elevado número de subespecies, ahora llamadas grupos taxonómicos. El número de cromosomas del género es $n=9$.

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

4.2.2. Posición taxonómica

Marino, A. (1986), cita a Cronquist al (1962) detalla que la clasificación taxonómica y botánica del brócoli es la siguiente:

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Subdivisión:	Angiosperma
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Capparales
Familia:	Brassicaceae
Género:	Brassica
Especie:	Brassica oleracea var. Italica
Nombre vulgar:	brócoli

4.2.3. Descripción botánica

Limongelli, J. (1979), manifiesta que el brócoli es una planta anual o perenne, generalmente de mayor tamaño que la de coliflor. El brócoli es muy similar a la coliflor

desde el punto de vista botánico, con la diferencia que, en su caso, la parte comestible resulta ser la inflorescencia no madura de color verde, mientras que el caso de la coliflor, la parte comestible es la inflorescencia de color blanco, en su estado primordio.

Las características morfológicas son las siguientes:

4.2.3.1. Raíz

Toledo, J. (1995), indica que el sistema radicular de esta hortaliza es pivotante y leñoso, la raíz primaria puede profundizar hasta 0.80 m en el perfil del suelo y generalmente se pierde durante el proceso de trasplante del almácigo al campo definitivo donde desarrolla raíces adventicias secundarias, terciarias y raicillas, las que se concentran en su mayor parte entre 0.40 – 0.60 m de profundidad.

4.2.3.2. Hojas

Cosme, R. (2015), menciona, que la hoja tiene espículas largas, limbo hendido, en la base de las hojas puede dejar a lo largo del nervio central que es muy pronunciado, pequeños fragmentos de limbo foliar a manera de foliolos, tienen hojas de 40 a 50 cm de largo.

Krarup, C. (1992), indica, que las hojas son de tamaño grande, pudiendo alcanzar hasta más de 50 cm. de longitud y 30 cm. de ancho, las mismas varían en número de 15 a 30, según el cultivar. Presentan un pecíolo más desarrollado que la coliflor y repollo, alcanzado hasta un tercio de la longitud total de la hoja, estando el resto constituido por una lámina que generalmente es lobulada. La superficie foliar está recubierta por ceras epicuticulares que dificultan el mojamiento y causan el escurrimiento del agua.

4.2.3.3. Tallo

Maroto, J. (1983), citado por Collantes, C. (1994), indica que el tallo alcanza 0.6 a 0.75 m de altura, es más alto que el de otras crucíferas y termina en una masa globulosa de yemas hipertrofiadas llamada cabeza principal; además presenta lateralmente y en las axilas de las hojas brotes hipertrofiados de yemas florales, de menor tamaño que la cabeza principal y que aparecen en forma paulatina y escalonada tras el corte del cogollo principal.

4.2.3.4. Flores

Krarpup, C. (1992). menciona que las flores son perfectas, actinomorfas, con cuatro pétalos libres, amarillos, dispuestos en forma de cruz (Crucíferas). A pesar de tener flores perfectas, debido a problemas de autoincompatibilidad, el brócoli presenta polinización cruzada, la misma que es realizada por insectos, principalmente abejas y moscas.

Maroto, J. (2002), señala que las flores son protoginias, de color amarillo, de polinización abierta, mayormente entomófila y se desarrollan sobre las inflorescencias racimosas. Cada flor cuenta con 4 sépalos y 4 pétalos. El androceo es tetradínamo, tiene 2 estambres cortos y 4 largos. El ovario súpero es bicarpelar.

Krarpup, C. (1992), indica que el órgano de consumo del brócoli corresponde a la inflorescencia tipo corimbo compuesto, son de color variable según el cultivar, yendo desde verde claro a color púrpura y mantienen una estructura compacta durante poco tiempo, hasta el momento en que se acelera la elongación de los pedúnculos y se produce la maduración de las flores

Maroto, J. (1983), indica que la inflorescencia se presenta como una masa compacta de yemas hipertrofiadas que es la cabeza principal y puede ser de color verdoso, grisáceo o morado.

Valadez, A. (1998), indica que la inflorescencia puede alcanzar un diámetro de hasta 35 cm. Sin embargo, pueden desarrollarse rebrotes que salen de las axilas foliares una vez que la cabeza principal ha sido removida y alcanza hasta 10 cm, la intensidad de rebrotes es muy variable según la variedad que se trate.

4.2.3.5. Fruto

Krarpup, C. (1992), indica, que el fruto comprende una silicua, la cual contiene, generalmente, más de diez mil semillas en su interior, las cuales al momento de su madurez (dehiscencia) son liberadas al medio ambiente. Las semillas son redondas, de color pardo oscuro a rojizo y de tamaño pequeño, cerca de 2 mm de diámetro. El número de semillas por gramo fluctúa entre 250 a 350, dependiendo del cultivar y factores de producción.

4.2.3.6. Semilla

Casseres, E. (1980), indica, que 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. Produce abundantes semillas redondas y de color rosáceo.

Valadez, A. (1993), indica que las semillas del brócoli poseen una forma de munición y tienen un diámetro de 0.002 a 0.003 mm.

4.2.4. Fenología del brócoli

Tasayco, G. (2003), menciona que durante el desarrollo de este cultivo se consideran las siguientes fases:

- **Fase de crecimiento.** - En esta primera fase la planta desarrolla un gran número de hojas.
- **Fase de inducción floral.** - Pasado un tiempo determinado la planta inicia la formación de la flor y al mismo tiempo sigue emitiendo más hojas, pero de tamaños más pequeños que en la fase de crecimiento.
- **Fase de formación de inflorescencias.** - En esta fase la yema terminal de la planta desarrolla una pella y al mismo tiempo en las yemas axilares de las hojas hay inducción floral con la formación de nuevas pellas, estos son más pequeñas que la pella principal.
- **Fase de floración.** - En esta fase si no hay una cosecha oportuna las pellas pierden su firmeza y empieza el amarilleo, con todo esto su valor comercial en el mercado baja significativamente. Posterior a ello, los tallos que soportan las partes de la pella tienden a mayor crecimiento y empieza la floración.
- **Fase de fructificación.** - Esta fase comprende dos partes; la formación de la semilla y la del fruto del brócoli.

4.2.5. Requerimientos del cultivo

4.2.5.1. Clima

Wettstein, R. (1994), indica, que el brócoli es una hortaliza propia de climas fríos y frescos, sin embargo, en México (región de El Bajío) se puede explotar durante todo el año.

Infoagro. (2018), menciona, para el desarrollo de la planta necesita climas fríos y húmedos.

4.2.5.2. Temperatura

Wettstein, R. (1994), indica, que el rango de temperatura para la germinación es de 5 a 28° C, pudiendo llegar a emerger a los 8 y 3 días respectivamente. Las temperaturas ambientales para su desarrollo son de 15 a 25° C, pudiendo llegar a emerger a los 8 y 3 días respectivamente, siendo una óptima de 17 grados centígrados. A temperaturas de 0° C y mayores de 30 °C, puede detener su desarrollo.

Tasayco, G. (2003), menciona que el brócoli es una hortaliza que se desarrolla de mejor manera en las estaciones de otoño e invierno, requiere de una temperatura baja para desarrollar una buena pella para una buena comercialización. En la fase de crecimiento necesita temperaturas entre de 20 a 24 c° y en la fase de inducción floral requiere temperaturas que oscilan entre 10 y 15 c° durante varias horas en el día, todas estas necesidades que requiere este cultivo son muy importantes para el conocimiento del horticultor. La humedad relativa requerida para esta hortaliza tiene que mantenerse de entre 60 a 75 % para un desarrollo óptimo.

Infoagro. (2018), indica que, la temperatura optima promedio está entre 2 y 16° C, con mínimas promedio de 5° C, temperaturas mayores a 20° C, causa de uniformidad en la formación de las inflorescencias, ocasionando una menor compactación de las mismas, factor determinante de la calidad de producto. Por otro lado, temperaturas cercanas a 0° C detienen el crecimiento de la planta.

4.2.5.3. Luz

Krarup, C. (1992), menciona que el brócoli es una especie con fotoperiodo neutro; esto quiere decir que el número de horas luz que recibe esta planta durante su crecimiento no es un limitante para su desarrollo.

4.2.5.4. Suelo

Tasayco, G. (2003), indica que respecto al tipo de suelo se desarrolla de buena manera en suelos ácidos y no en los alcalinos, siendo un pH óptimo entre los rangos de

6.5 a 7. También se tiene que tomar en cuenta que el brócoli no soporta excesiva salinidad en el suelo como en el agua; requiere suelos de textura media.

Barahona, M. (1998), menciona, que el desarrollo del brócoli se produce en todo tipo de suelos, prosperando de mejor manera en los franco-arenosos, profundos, con drenaje y con un buen contenido de materia orgánica (6%). Sobre el pH es ligeramente tolerante (6 – 6.8) y medianamente tolerante a la salinidad (4 mmhos de C.E. o 2560 ppm).

Rodríguez, M. (1982), afirma que el brócoli es medianamente resistente a la salinidad, pudiendo incluirse en el mismo grupo que el tomate, la lechuga y el melón, ubicándolo en un rango de 4 – 8 dS/m.

4.2.5.5. Humedad

Infoagro. (2018), señala que para el desarrollo vegetativo requiere una humedad relativa del 80% con una mínima de 60%. El brócoli se puede cultivar de manera adecuada en zonas comprendidas entre los 2200 y 2800 m.

4.2.5.6. Agua

Krarp, C. (1992), indica que el brócoli es una planta mesófito y, por lo mismo, requiere una disponibilidad de agua de buena calidad (sin elementos tóxicos, bajo contenido salino, etc.), de manera de evitar situaciones de estrés hídrico.

4.2.6. Valor nutricional

Callisaya, C. (2000), menciona que el brócoli suministra grandes cantidades de minerales y la información se detalla en los siguientes cuadros.

Cuadro 1. Contenido vitamínico del brócoli (mg/100 g de producto fresco y cocido)

Composición	Fresco	Cocido
Vitamina C	118.00	29.0 – 109.00
Caroteno	2.10	0.90 – 2.10
Tiamina	0.10	0.03 – 0.09
Riboflavina	0.21	0.06 – 0.24
Niacina	1.10	0.30 – 0.80

Fuente: Neiuwhof indicado por Callisaya en el año (2000).

En este cuadro 1, se puede observar que el contenido de vitamina C en estado fresco es altamente superior a los demás, también lo mismo se puede observar en cuanto a las proteínas y las sales minerales en estado de cocido como en fresco. La importancia de consumir esta hortaliza en estado fresco o cocido es que tiene un alto contenido de vitaminas.

Cuadro 2. Composición nutritiva del brócoli crudo y cocido

Componente	Brócoli		Brócoli	
	Crudo	Unidad	Cocido	Unidad
Agua	91.00	%	90.00	%
Carbohidratos	5.30	Gr	5.56	Gr
Proteínas	2.65	Gr	2.78	Gr
Lípidos	0.06	Gr	0.56	Gr
Calcio	47.68	MG	113.89	Mg
Fosforo	66.23	MG	47.68	Mg
Hierro	0.86	MG	1.17	Mg
Potasio	325.17	MG	162.78	Mg
Sodio	27.15	MG	11.11	Mg
Vitamina A	1543.05	UI	1411.11	UI
Tiamina	0.07	MG	0.08	Mg
Riboflavina	0.12	MG	0.21	Mg
Niacina	0.66	MG	0.78	Mg
Ácido ascórbico	93.38	MG	62.78	Mg
Valor energético	26.49	Kcal	27.78	Kcal

Fuente: Gebhardt y Matthews (1998) indicado por Callisaya en el año (2000).

En este cuadro 2, se puede observar que los componentes que tienen un mayor contenido nutricional ya sea en estado crudo o cocido son los siguientes: Calcio, hierro, fosforo, potasio, sodio, vitamina A, ácido ascórbico. Por lo tanto, se puede decir que la mejor forma de consumir el brócoli es en estado de crudo que en cocido porque se encuentra un mayor contenido nutritivo.

Nuez, F. (1999), menciona que el brócoli presenta un bajo contenido de calorías, pero todo esto puede variar dependiendo en la forma de consumo, del cultivar y de las

condiciones del cultivo. Sin embargo, este mismo autor menciona que es muy rico en minerales y aminoácidos.

4.2.7. Cultivares

Sakata. (2016), menciona, un cultivar es un grupo de plantas seleccionadas artificialmente por diversos métodos a partir de un cultivo más variable, con el propósito de fijar en ellas caracteres de importancia para el obtentor que se mantengan tras la reproducción.

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

- **Cultivares precoces (menos de 90 días):** Chancellor, Dandy, Early, Emperor, Green Comet, Green Duke, Premium Crop, Sprinter y Zeus.

- **Cultivares intermedios (entre 90 y 110 días):** Citation, Clipper, Green Belt, Green Valiant, Idol, Legend, Ninja, Pirata y Avenger.

- **Cultivares tardíos (más de 110 días):** Arcadia, Climax, Legacy, Marathon, RS19015, Samurai, Shogun y Viking.

Maroto, J. (1983), citado por Collantes, C. (1994), indica que con la obtención de cultivares híbridos se busca precocidad, incrementar rendimientos, mejorar la calidad, producciones homogéneas y concentradas, adaptación a situaciones agronómicas concretas, como la cosecha mecanizada o el calor de verano; y la resistencia a plagas y enfermedades.

Toledo, J. (1995), dice que los cultivares híbridos son de alto rendimiento de 10 a 16 t/ha, que presentan cabezas bien desarrolladas, compactas y de color verde intenso o azulado. Algunas características de estos híbridos se mencionan a continuación:

- **Pírate**

Presenta una cabeza grande, bien redondeada y compacta, color verde azulado, con poca separación entre floretes. Excelente calidad para agroindustria. Planta tardía (50 a 60 días de trasplante a cosecha). Muy susceptible a pudriciones. Se siembra desde

otoño hasta primavera. Poca producción de brotes laterales. Este cultivar es utilizado por la agroindustria de exportación de brócoli congelado.

- **Packman**

Produce una cabeza de gran tamaño, de color verde intenso y forma de cúpula uniforme. Buena producción de brotes laterales. Cultivar precoz (45 a 50 días de trasplante a cosecha). Adaptado a condiciones de verano en la costa central. Susceptible a pudriciones. Es utilizado para el consumo fresco.

- **Shogun**

Presenta una cabeza grande de color verde intenso y de forma lobulada. Maduración tardía (55 a 60 días de trasplante a cosecha). Se siembra desde otoño hasta primavera. Este cultivar es para el consumo fresco.

- **HM Citation**

Produce cabezas compactas, uniformes y semi-redondas, con botones florales semi-finos. Cultivar semi-tardío (55 días de trasplante a cosecha). Este cultivar destaca por su rendimiento y calidad en diversos ensayos realizados por el Programa de Investigación en Hortalizas de la UNALM.

- **Green Duke**

Produce cabezas de excelente desarrollo y uniformidad, con floretes apretados. Cultivar precoz (45 a 50 días de trasplante a cosecha). Este cultivar destaca por su rendimiento y calidad en diversos ensayos realizados por el Programa de Investigación en Hortalizas de la UNALM.

- **Marathon**

Cabeza grande de color verde intenso, poca separación entre floretes, planta tardía (65 a 75 días de trasplante a cosecha) y de buen vigor, poca producción de brotes laterales. Este cultivar destaca en pruebas de campo realizadas en la Estación Experimental Donoso-KM en Huaral.

A continuación, se muestran otros cultivares híbridos de brócoli:

- **Paraíso F1**

Takii Seed, (2012), menciona que es una planta erguida vigorosa hábito y consistentemente produce cabezas con suave cúpula y fino a medio de pellas de color verde oscuro, es tolerante al tallo hueco. Su fuerte marco vertical protege las cabezas de la exposición al sol. Madurez uniforme significa cosecha rentable y compacta, pellas uniformes para hacer un buen peso de la cosecha.

Características: Excelente rendimiento de campo en el cultivo de alta densidad, cuenta con un poder germinativo del 97 %, posee un peso promedio de inflorescencia de 750 gr, muy precoz ya que su producción se inicia a los 75 días después del trasplante, posee abundantes brotes laterales, las pellas son de color verde oscuro y no son muy compactas al madurar. Este cultivar por la gran cantidad de inflorescencias secundarias (laterales) es utilizado para el consumo fresco y para la agroindustria. Las cosechas se pueden realizar en otoño y primavera en zonas templadas y para el verano en zonas frías. Es mejor sembrar en primavera y verano para la cosecha de verano a otoño. Madurez de la siembra en primavera: 87 a 100 días. Madurez de la siembra en verano: 85 días. Esta variedad es de origen Japonés de la empresa TAKI SEED.

- **Confidant F1**

Takii Seed, (2012), menciona que es un híbrido de la empresa TAKKI SEED, de origen japonés.

Características: Cultivo vigoroso bajo condiciones climáticas calientes, los hábitos de crecimiento de las hojas son horizontales, pella compacta y pesada de color verde profundo, con pocas inflorescencias laterales. Este cultivar llega a la madurez a los 65 días después del trasplante, es adecuada para la cosecha en primavera.

- **Rumba F1**

Empresa HM Clause (2017), informa que es un híbrido de la empresa de HM CLAUSE, excelente alternativa para los mercados de exportación y fresco. Planta vigorosa con cabezas bien compactas buen domo, su grano es medianamente fino de color verde Azul, con un peso promedio de 600 a 700 gr. Brócoli por sus características es ideal para siembras en verano e invierno.

- **Hibrido Avenger F1**

Sakata, (2016), indica, que las características del cultivar Avenger son las siguientes:

- Líder por su adaptación y alto rendimiento
- Ideal para el mercado fresco y proceso
- Color verde atractivo y uniforme

Es un híbrido de la empresa SAKATA, es el líder en el mercado por su amplia adaptación y consistentes rendimientos. Avenger es el brócoli que ha marcado el referente tanto para industria del congelado como para fresco. Es de planta vigorosa, cabeza bien domadas, con grano fino y gran peso. Su uniformidad de cabezas le da un beneficio para el empaque en caja para fresco y un buen aprovechamiento de floretes para el proceso. Es el brócoli más vendido en el mundo.

- **Hibrido Imperial**

Sakata, (2016), informa que las características del cultivar Imperial son las siguientes:

Características:

- Cabeza de tamaño mediano
- Grano fino a medio
- Planta de hábito de crecimiento erecto
- Adaptación a zonas intermedias y calientes
- Inicio de cosecha: 80 días después del trasplante

Ventajas:

- Permite utilizar más plantas por área
- Mejor pos-cosecha
- Puede utilizarse para industria y mercado fresco.

- **Hibrido Formoso**

Empresa HM Clause (2017), informa que las características del cultivar formoso son las siguientes:

- Híbrido de ciclo precoz aproximadamente 75 días de trasplante a cosecha.

- Planta compacta de buen vigor y follaje medio.
- Panes grandes y pesados color verde medio, grano medio.
- Ideal para inicio de producción a fin de verano y otoño.

- **Hibrido Baobab**

Empresa Ramiro Arnedo (2018), informa que las características de variedad de brócoli baobab son las siguientes:

Características

- Planta de vigor medio y porte cerrado.
- Ciclo de 95-100 días.
- Cabeza de forma esférico, de color verde azulado y grano de tamaño medio.
- No produce tallo hueco ni brotes laterales.
- Trasplantes de otoño, invierno (en zonas templadas) y primavera temprana.

4.2.8. Importancia del brócoli

Paquetes tecnológicos Copyright @ (2000 – 2005), indica que en las crucíferas existen vegetales de gran importancia nutricional, siendo una de las más importantes el brócoli. Es una fuente de calcio, hierro, vitaminas A, C y ácido fólico; además contiene unas sustancias que se conocen como "fotoquímicas" estos componentes como el suforaphane y otros tienen propiedades especiales que ayudan a prevenir el cáncer, también contiene fibras y es bajo en sodio y calorías.

Valadez, L. (1998), señala que el brócoli se siembra de forma directa o indirecta (trasplante). La siembra indirecta utiliza almácigos, ya sea a campo abierto o bajo condiciones de invernadero. El trasplante puede efectuarse cuando las plántulas tienen cuatro hojas verdaderas, lo que generalmente ocurre entre los 28-35 días.

Richards, L. (1954), afirma que el brócoli se desarrolla bien en cualquier tipo de suelo, prefiriendo los francos – arenosos, con un buen contenido de materia orgánica; en cuanto a su pH, se clasifica como ligeramente tolerante a la acidez, siendo su rango de 6.0 – 6.8.

Valadez, L. (1998), señala que el brócoli está adaptado a los climas continentales de bajas temperaturas, además, en las zonas de invierno muy frío puede recurrirse el cultivo de variedades tardías (cuya recolección se producen en la primavera).

DRAL - Dirección Regional de Agricultura Lima. (2014), ha reportado que de toda el área cosechada de brócoli en el Perú fue de 2493 hectáreas con un total de 30915 toneladas. Las principales regiones con mayores áreas de cosecha son: Lima con (2270 ha) y la libertad (161 ha). El rendimiento promedio nacional fue de 12 2 t/ha; los departamentos con los altos rendimientos expresados en (Kg/ha) fueron, la Libertad con (22383) y Junín con (20761). Los departamentos con precios promedio más altos en chacha fueron Arequipa con (1.41) y Junín con (1.03) soles.

Cuadro 3. Producción nacional de brócoli 2014

Departamento	Tn/año	Ha	Kg/ha	Precio por Kg
Lima	26265	2270	11571	0.72
La libertad	3593	161	22383	0.91
Junín	478	23	20761	1.03
Arequipa	579	39	14834	1.41

Fuente DRAL (2014)

4.3. Variedad de brócoli en estudio

4.3.1. Variedad – Paraíso F1

Takii Seed, (2012), menciona que es una planta erguida vigorosa hábito y consistentemente produce cabezas con suave cúpula y fino a medio con pellas de color verde oscuro, es tolerante al tallo hueco. Su fuerte marco vertical protege las cabezas de la exposición al sol. Madurez uniforme significa cosecha rentable y compacta, pellas uniformes para hacer un buen peso de la cosecha.

Características

Excelente rendimiento de campo en el cultivo de alta densidad, cuenta con un poder germinativo del 97 %, posee un peso promedio de inflorescencia de 750 gr, muy precoz ya que su producción se inicia a los 75 días después del trasplante, posee abundantes brotes laterales, las pellas son de color verde oscuro y no son muy

compactas al madurar. Este cultivar por la gran cantidad de inflorescencias secundarias (laterales) es utilizado para el consumo fresco y para la agroindustria. Las cosechas se pueden realizar en otoño y primavera en zonas templadas y para el verano en zonas frías. Es mejor sembrar en primavera y verano para la cosecha de verano a otoño. Madurez de la siembra en primavera: 87 a 100 días. Madurez de la siembra en verano: 85 días. Esta variedad es de origen Japonés de la empresa TAKI SEED.

4.4. Efecto de la densidad de siembra

Cuadro 4. Efecto de la densidad de siembra del brócoli sobre el rendimiento y características de inflorescencias primarias

Población y disposición		Rendimiento (t/ha)	Peso fresco (g)	Diámetro (cm)
Plantas(ha)	(m x m)			
20 000	1,0 x 0,5	9,5	513	16,2
25 000	0,8 x 0,5	11,1	466	15,3
25 000	1,0 x 0,4	9,9	476	15,0
31 300	0,8 x 0,4	10,3	420	14,9
33 300	0,6 x 0,5	11,5	373	14,2
33 300	1,0 x 0,3	12,4	444	15,3
41 700	0,6 x 0,4	15,1	384	15,1
42 700	0,8 x 0,3	13,9	370	14,4
55 600	0,6 x 0,3	13,5	272	13,1

Ajustado por: Krarup (1992)

Maroto, J. (1983), menciona que la densidad de siembra es un factor que incide directamente en el rendimiento y calidad del brócoli. Existe una interacción entre la densidad de siembra y el ciclo del cultivo, afectando a distintos parámetros productivos de este cultivo. De forma general podemos decir que, para un mismo cultivo y ciclo de este, se obtendrán cosechas con mayor peso cuanto más amplia es la densidad.

Collantes, C. (1994), menciona que el manipuleo de la densidad de población es quizás el método más efectivo de controlar tanto los rendimientos como la calidad del brócoli. Depende, como en la mayoría de los cultivos hortícolas, de factores propios al

cultivar y de factores de manejo. Es posible elevar los rendimientos totales con una mayor población de plantas, pero el tamaño individual de cada cabeza se verá reducido.

Por otro lado, no solamente es importante la población de plantas por hectárea, sino además el arreglo espacial equidistante de estas en el campo. Propuso como óptimo un distanciamiento de 0.40 m x 0.40 m, en un sistema al tresbolillo, con una densidad de plantación de más/menos 62 500 pl/ha.

Maroto, J. (2002), citado por Collantes, C. (1994), menciona que, en términos generales, se utilizan entre 12 000 y 30 000 pl/ha, aunque en determinadas épocas de siembra y cultivares, las poblaciones pueden aumentar.

Maroto, J. (1983), señala que la densidad de plantación modifica la forma de la cabeza, siendo estas más plana en los contornos y más achatada conforme la densidad aumenta. La cabeza ideal tiene forma de un domo perfecto. La densidad de plantación está en función a la cosecha de los brotes laterales. Si estos no son cosechados, se puede trabajar con densidades más altas y se aumentan los rendimientos.

4.5. Niveles de fertilización en el cultivo de brócoli

Casas, A. (1992), indica que el brócoli, por ser una oleriza relativamente precoz, requiere de ser fertilizada lo antes posible, recomendando aplicar una dosis de 100-80-80 de NPK con la mitad del nitrógeno al trasplante y la otra 25 a 35 días después. Indica además que no es recomendable aplicar más allá de esta edad ya que se corre el riesgo de que la planta no aproveche los nutrientes o por el contrario retrasa la formación de la inflorescencia terminal.

Cornejo, E. (2011), indica que el cultivo de brócoli puede llegar a extraer 68 kg/ha de nitrógeno, 23 kg/ha de fósforo y 56 kg/ha de potasio y producir cerca de 23 toneladas. En pruebas de fertilización realizadas en suelos de Colombia se observó una buena respuesta a la adición de materia orgánica (5 t/ha) y a fertilizante compuesto en relación 1:3:1 en dosis de 500 kg/ha aplicados 20 días después del trasplante.

Devlin, R. (1970), afirma que el brócoli responde a la aplicación de nitrógeno en dosis de 120 a 240 kg/ha, principalmente cuando se aplica también fósforo de 50 a 210 kg/ha. Sólo durante el primer mes de trasplante se asimila entre el 5 y 10% del total de nutrientes y la asimilación máxima tiene lugar durante la formación de la cabeza.

Ramírez, R. (1995), sostiene que el brócoli necesita más nitrógeno al desarrollar las yemas laterales después de cortar la cabeza principal. El brócoli también requiere de 60 kg de N, 20 kg de P y 50 kg de K.

4.6. Importancia de los macro elementos (nitrógeno, fósforo y potasio)

Casseres, E. (1980), señala que en general, el brócoli requiere mucho abono, sobre todo nitrógeno y potasio, es menor existente en fosforo. En la mayoría de los casos se recomienda la incorporación de estiércol o abonos verdes al suelo, supliendo más tarde con aplicaciones de nitrógeno al lado del surco.

Rodríguez, F. (1982), manifiesta que el 75 % del nitrógeno y del potasio se absorben a partir de la formación de la cabeza, en cambio las exigencias por fosforo se manifiesta durante todo el ciclo relativamente constante. El brócoli es exigente también en boro y molibdeno, debido al crecimiento rápido, ciclo corto y producción elevada, en suelos en los que el magnesio sea escaso conviene hacer aportación de este elemento.

4.6.1. Nitrógeno

Fundora et al. (1980), indican que las plantas absorben la mayor parte de nitrógeno en la forma de iones de amonio (NH_4^+) o de nitrato (NO_3^-).

Arzola et al. (1986), describen que el nitrógeno es absorbido por las raíces, transportándolo, principalmente a los órganos jóvenes de la planta, los mayores contenidos de nitrógeno se encuentran en los tejidos meristemáticos.

HA, Graetz. y Orozco, F. (1981), describen el comportamiento y las funciones del nitrógeno, en el suelo y la planta; en el suelo es parcialmente retenido por las partículas, alimenta a los microorganismos y favorece la descomposición de la materia orgánica; en las plantas estimula el crecimiento rápido y aumenta la producción. Forma parte de las proteínas en cultivos alimenticios y forrajeros.

Devlin, R. (1970), manifiesta que si se suministran a las plantas cantidades elevadas de nitrógeno se observa una tendencia al aumento del número y tamaño de las células de las hojas, con un aumento general en la producción de hojas.

Mirat Fertilizantes (2006), menciona que 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 semilla. El exceso también produce mayor sensibilidad a enfermedades, los tejidos permanecen verdes y tiernos más tiempo, siendo más vulnerables. La insuficiente nutrición en nitrógeno se manifiesta, en primer lugar, con vegetación raquílica, 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.

Bertsch, F. (2003), afirma que en algunas plantas puede observarse una coloración purpura en los peciolos y nervios de las hojas, debido a la formación de pigmentos antocianinos.

4.6.2. Fosforo

Rodríguez, F. (1982), señala que el fósforo no se encuentra en estado de “pureza química” sino que se combina constituyendo los compuestos orgánicos e inorgánicos. Entre los componentes orgánicos se encuentran los fosfolípidos, ácidos nucleicos, fitina e inositol, pertenecientes a la composición de la materia orgánica de vegetales y animales. Los compuestos inorgánicos proceden además de la descomposición bacteriana del material orgánico, de los minerales del suelo del grupo del apatito y de los fosfatos específicos como los del calcio, hierro y aluminio, además de otros sin una identificación química clara.

Domínguez, A. (1997), menciona que el fósforo tiene un efecto muy regular sobre los rendimientos de crucíferas y es un elemento crítico en la fase de desarrollo vegetativo.

HA, Graetz. y Orozco, F. (1981), indican que el el fósforo estimula la formación y crecimiento temprana de las raíces, induce a la floración, acelera la madurez y ayuda a la formación de la semilla.

Bertsch, F. (2003), manifiesta que, con frecuencia tiende a presentarse un estado general de achaparramiento. Las puntas de las hojas se secan y se manifiestan un color amarillamiento.

Infojardin. (2006), menciona que las deficiencias de fosforo al igual que la del 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.

4.6.3. Potasio

HA, Graetz. y Orozco, F. (1981), describen que el potasio retiene con facilidad las partículas del suelo. La pérdida de potasio por lixiviación es menor en todos los suelos con excepción de los arenosos. Se agota especialmente con la explotación intensa de plantas que requieren altas cantidades de este elemento. Aumenta el vigor de las plantas y su resistencia a enfermedades. Mejora el llenado de los granos y semillas. Mantiene el desarrollo de las raíces, reduce el acame, regula el consumo de agua en las plantas. Las deficiencias del potasio se presentan con aparición de pequeñas manchas blancas, amarillas o café rojizas.

Duriaux, G. (1994), menciona que la mayor necesidad del potasio está en los tallos, entre la floración y el envero durante la maduración. En el suelo el potasio se encuentra en diversas rocas. La carencia de este elemento se puede detectar por una clorosis o decoloración al margen de las hojas que posteriormente se resecan, y por una producción irregular de los frutos.

Paquetes tecnológicos Copyright @ (2000 – 2005), plantea que el potasio realiza una importante función en los procesos metabólicos. Cuando el potasio es insuficiente, se limita la síntesis de proteínas y se acumulan putrescina y agmatina, tóxicas en concentraciones anormalmente altas.

Rodríguez, F. (1982), 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 menor resistencia física y presentan un menor vigor de crecimiento.

Espinosa, J. y Molina, E. (1999), indican que el síntoma más característico, es la aparición de moteado de manchas cloróticas, seguido por el desarrollo de zonas

necróticas en la punta y borde de las hojas. estos síntomas suelen aparecer primero en las hojas maduras debido a la gran movilidad de este elemento en la planta.

4.7. Descripción de los fertilizantes inorgánicos

Domínguez, A. (1997), menciona que son aquellos productos obtenidos mediante procesos químicos desarrollados a escala industrial, que tienen igualmente unas cantidades mínimas de algunos de los elementos principales.

Cooke, W. (1994), manifiesta, que los fertilizantes inorgánicos están compuestos por elementos minerales mayores, macro elementos menores o macro elementos.

Vitorino, B. (2010), refiriéndose al concepto de fertilizante manifiesta, es la sustancia que se añade al suelo, para suministrar aquellos nutrientes que se requieren para el desarrollo de la planta. Los fertilizantes o abonos tienen sin lugar a duda, un inmenso valor social económico con la formación y evolución de la civilización, dado que ellos constituyan un factor decisivo y rápido en la obtención de abundantes cosechas rentables económicamente en sistemas de agricultura moderna manteniendo la sustentabilidad del sistema de producción.

4.7.1. Urea

Vitorino, B. (2010), manifiesta que, es una masa finamente granulada (2-3 mm), con una densidad muy débil. Contiene 46% de N granulado y cristalizado respectivamente. Es totalmente soluble en el agua y en los suelos biológicamente activos, se transforma en amonio y nitrato. Aunque no es un fertilizante amoniaco en la forma en que se encuentra en el mercado hidroliza al carbonato amónico muy rápidamente cuando se añade al suelo.

La urea es un compuesto que se encuentra en la naturaleza, pero también puede ser manufacturado reaccionando CO_2 y NH_3 (amoníaco) a alta temperatura y presión, el CO_2 se obtiene de los hornos de fabricación de gases y el amoníaco se obtiene por combinación del N_2 (nitrógeno diatómico o molecular) del aire con el hidrogeno.

Acción de la urea

- ✓ Siendo un abono muy soluble se corre el riesgo de pérdidas en suelos ligeros y pobres en materia orgánica
- ✓ Se transforma en CO_2 y NH_3 en pocos días si la temperatura es suficiente alta.
- ✓ Eleva el pH del suelo temporalmente.

- ✓ A iguales dosis el efecto de la urea como elemento nutritivo es inferior al del nitrato de amonio. Este efecto está influenciado por el tipo de suelo, método y época de aplicación.
- ✓ La urea debe enterrarse, ya que se producen pérdidas de N más que en los abonos amoniacales y nitritos.
- ✓ En suelos ácidos actúa mejor que el sulfato amónico (acidificante), ya que se basifica y nitrifica más rápidamente. Está indicado para los cultivos sumergidos (arrozales), ya que la descomposición en CO_2 y NH_3 es un simple hidrolisis y no necesita microorganismos. El arroz, sin embargo, prefiere el NH_3 , al nitrato. La velocidad de formación depende de la temperatura; a $17\text{ }^\circ\text{C}$ desaparece toda la urea durante los 6 primeros días.
- ✓ No es abono de cobertura ya que se descompone en CO_2 y NH_3 , con volatilización del NH_3 , incluso en suelos no calcáreos. Aplicando en cobertura, poco después de la siembra, destruye hasta el 30% de las plántulas debido a la producción de biuret compuesto tóxico.

4.7.2. Fosfato diamónico

Vitorino, B. (2010), menciona que es un abono compuesto, complejo, binario (nitrofosfatado). Se obtiene por la acción del ácido fosfórico sobre el amoníaco.

En el mercado existen de diferentes contenidos en P_2O_5 , así se tienen actualmente como fuente principal de P en el Perú 18-46-0 (fosfato diamónico), el cual es fabricado del H_3PO_4 obtenido por la vía húmeda.

Propiedades y empleo

- ✓ Es soluble en agua es de reacción ácida.
- ✓ En el comercio se presenta en forma granulada, color gris cenizo.
- ✓ Se utiliza como abono nitrogenado y fosfatado.
- ✓ Es más soluble y ligeramente más asimilable en los suelos neutros y alcalinos.
- ✓ No debe mezclarse con NH_4NO_3 y la urea, si no en el momento de utilizarlos.
- ✓ Se utiliza en cualquier cultivo o plantación arbórea.
- ✓ En forma líquida se puede utilizar para el abonado de los cultivos florales y frutales (en inyección)

- ✓ Se utiliza en la fabricación de abonos complejos: 6-12-4, 10-20-20 ó 14-14 -14, 12-12-12, etc. (en los EE. UU).

4.7.3. Sulfato de potasio

Vitorino, B. (2010), manifiesta que el sulfato de potasio que es una sal inorgánica de color blanco e incoloro cuya fórmula química es K_2SO_4 . Se encuentra en forma mineral en la arcanita. Es una sal poco toxico y solo produce irritaciones por contacto con los ojos, el tracto respiratorio o el tracto digestivo. Se usa como fertilizante, especialmente en los cultivos que son susceptibles a cloruros, tal es el caso del tabaco y la papa.

Propiedades y empleo

- ✓ Activa reacciones enzimáticas, síntesis de proteínas, formación de almidón
- ✓ Por su elevado aporte de potasio mejora el balance hídrico de las plantas y estimula la economía en el uso de agua en las hojas
- ✓ Promueve el llenado y la calidad de frutos y tallos
- ✓ Puede mezclarse con todos los fertilizantes solubles en agua salvo con el nitrato de calcio y las soluciones concentradas de magnesio
- ✓ El sulfato de potasio aumenta el grosor de las paredes celulares, brindando protección a la planta contra plagas y enfermedades, así como contra heladas y sequias.
- ✓ Uno de los beneficios es que no es un producto de fertilizante de pH extremadamente alto
- ✓ También se utiliza en la industria farmacéutica como materia prima para medicamentos como abastecedor de Potasio.

4.8. Manejo del cultivo de brócoli

4.8.1. Preparación de terreno

Hidalgo, C. (2000), menciona que la planta de brócoli para ser trasplantada a campo definitivo debe tener un buen medio para su eficaz prendimiento, el terreno debe ser preparado semanas antes del trasplante. Los terrenos que van hacer sembrados por primera vez deberán eliminarse toda la maleza a base de maquinaria agrícola (arado y rastra) esto también con el objetivo de destruir terrones que se encuentran en la parcela experimental. Cuando se realiza un solo cultivo repetitivo de una misma hortaliza es

importante eliminar los restos de ese cultivo (troncos y tallos) y luego se da paso de una rastra para desmenuzar los residuos que quedaron de la anterior siembra para el buen desarrollo de la planta.

4.8.2. Almacigo

Collantes, C. (1994), señala que el sistema de siembra es indirecto, se deben almacenar las semillas por un mes hasta que cumplan la fase juvenil. Se necesitan almacenar 100 g de semilla híbrida para sembrar una hectárea. El suelo del almacigo debe ser fértil para permitir un crecimiento veloz y vigoroso de las plántulas, y suelto para evitar daños radiculares al momento de ser retirados para su trasplante.

Sánchez, C. (2004), indica, que en un gramo de semilla se encuentra 250 semillas de brócoli y el periodo de tiempo transcurrido entre fases es de 10 días desde la siembra hasta la germinación, 20 a 22 días desde la germinación hasta el trasplante y 75 días desde el trasplante hasta la cosecha.

4.8.3. Trasplante

Krarup, C. (1992), menciona que esta labor se realiza a los 45 a 55 días después de la almaciguera, cuando las plantas estén vigorosas con 4 a 5 hojas definitivas, una altura de 10 a 15 cm previa preparación adecuada del terreno definitivo. Antes del previo trasplante se deberán eliminar plantas débiles, plantas que no tengan yema terminal abortada. Al momento del trasplante se debe tener cuidado de no doblar las raíces compactar la base de la planta para evitar marchitez, después realizado el trasplante se realizará un riego ligero hasta que la planta este establecido. En la actualidad se emplean unas densidades de 12.000-30.000 plantas/ha, de 0.80- 1 m entre líneas y 0.40-0.80 m entre plantas.

4.8.4. Riego

Collantes, C. (1994), indica que se recomiendan riegos semanales y temperaturas no mayores a 20 °C, especialmente durante la tercera semana antes de la cosecha que es el momento en el que los floretes inmaduros están más sensibles al estrés por calor.

Krarpup, C. y Alvarez, X. (1997), indican, que el riego debe ser abundante y regular en la fase de crecimiento. En la fase de inducción floral y formación de pella, conviene que el suelo esté sin excesiva humedad, pero sí en estado de capacidad de campo.

Valadez, A. (1993), menciona, cuando más favorables sean las condiciones de crecimiento tales como: temperatura, luz, abonado, etc., mayor será el efecto del riego. Es importante mencionar que su etapa crítica es cuando esta pequeña, aproximadamente a 30 a 45 días.

4.8.5. Aporque

Jaramillo, J. (2016), menciona que esta actividad se realiza se realiza a los 2 a 3 semanas después del trasplante, en esta misma actividad donde se realiza la primera fertilización química. El segundo aporcado es muy necesario para que las plantas no se tumben a los costados y esto se realiza a las 6 a 7 semanas después de realizado el trasplante. La fertilización y el aporcado son complementarios; el aporque se realiza después de la fertilización. Con el aporcado se cubre el fertilizante y darle mayor apoyo a la planta. Con esta actividad del aporcado se eliminan las malezas y se rompe en algunos casos el ciclo de algunos insectos que se encuentran en el suelo invernando.

4.8.6. Fertilización

Flores, R. (2010), menciona, para un buen plan de fertilización para el cultivo se debe basar en los resultados de los análisis de suelo, los cuales le darán a conocer la disponibilidad de los nutrientes, según el PH del terreno el contenido de materia orgánica, los requerimientos y la extracción de nutrientes de la planta lo cual ayudara a tener una mejor selección del tipo de fertilizante que va a emplear, su dosificación y el momento oportuno de la aplicación.

Tintaya, L. (2019), dice que una buena fertilización se debe basar en los contenidos de los elementos nutricionales reportados luego de un análisis de suelo, así como de las condiciones climáticas del lugar en los que se realizara esta hortaliza. En caso que el brócoli ha sido sembrado como un cultivo secundario, se beneficiará de la fertilización que se le dé al cultivo tradicional. Para el brócoli recomienda la aplicación de fertilizante foliar para un mejor desarrollo de la planta, principalmente de los elementos

boro, magnesio, azufre. El brócoli al igual que cualquier otro cultivo, necesita extraer del suelo macro y micronutrientes esenciales para su completo desarrollo y una mayor producción.

Flores, R. (2010), indica que el brócoli es una hortaliza que se caracteriza por ser muy exigente en Nitrógeno, Potasio y Azufre y sensible a las deficiencias de boro y molibdeno. Es medianamente tolerante a la salinidad del suelo. Esta planta hace de una mayor absorción de Nitrógeno, Fosforo y Magnesio durante el crecimiento de las inflorescencias y al final del periodo vegetativo absorbe el Potasio y el Calcio.

4.8.7. Protección de heladas

FAO, (2010), menciona que el brócoli es una hortaliza que es tolerante a heladas. Puede soportar de buena manera hasta los -2 °C, las inflorescencias son las más susceptibles a las heladas, estas se pueden congelar y después a ello se produce la pudrición de las flores.

4.8.8. Control de malezas

Toledo, J. (2003), indica que la planta de brócoli no tiene que competir durante su crecimiento con las malezas; por la luz, agua, nutrientes y espacio. Además que estas malezas se consideran como hospederas de distintas plagas y patógenos. La presencia de estas malezas hace muy dificultoso de la realización de las labores culturales en el campo de cultivo. Por estas razones se recomienda realizar un control adecuado de malezas. La aplicación de herbicidas se hace un día antes de la colocación de plántulas en el campo definitivo. La aplicación de Oxyfluorfen con una dosis de 0.75 l/ha antes del trasplante hace un buen control durante las tres primeras tres semanas después de haber realizado el trasplante. Las malezas que se encuentran entre plantas se controlan manualmente o con la ayuda de un pico o una lampa. A partir de este momento la planta crece de manera acelerada, cubriendo casi por completo el campo definitivo y haciendo que no crezca nada de malezas. Si en caso hay presencia de malezas, se puede usar la herbicida mencionada con la dosis recomendada anteriormente. Cuando se realiza la aplicación de la insecticida, se debe de evitar el contacto del producto con la planta de brócoli porque si no las quema.

4.8.9. Cosecha

Cosme, R. (2015). menciona, que la cosecha se realiza cuando el domo está bien formado y compacto, entre 90 y 115 días después del trasplante, dependiendo de la variedad; se corta dejando 4 – 5 cm de tallo.

Krarpup, C. y Álvarez, X. (1997), indican, que la cosecha se efectúa manualmente con cuchillo o machete, cortando las cabezas o inflorescencias de acuerdo a las exigencias del mercado final. La mayoría de los cultivares requieren varias cosechas o pasadas cada 3 o 4 días para cosechar todas las inflorescencias. El brócoli es un producto muy voluminoso y de fácil maltrato por lo que se debe tener cuidado al colocarlo en recipientes y su conducción a lugares protegidos debe ser rápida para evitar calentamiento y deshidratación del producto.

Ospina, M. (1995), indica, que unos 52 días después del trasplante están listas las inflorescencias para ser cosechadas (cabezas bien compactadas), esto debe hacerse antes que la cabeza principal empiece a abrir las flores, después de esta cosecha aparecen los brotes laterales que también son de buena calidad alimenticia.

4.8.10. Manejo post-cosecha

Collantes, C. (1994), indica que luego de cosechadas las cabezas deben recibir un tratamiento térmico que permita enfriarlas inmediatamente en campo. El tiempo de conservación de la calidad del producto depende de la velocidad del enfriado.

Agroeconómico. (1991), indica que los deterioros de la pella del brócoli se producen como consecuencia de un mal manejo pos cosecha: amarillamiento de la cabeza, ablandamiento de los tejidos, mal olor y sabor, debido a niveles inadecuados de CO₂ y de O₂ bajo atmósfera controlada y la aparición y diseminación de ciertas enfermedades como las manchas bacteriales y pudrición bacterial blanda. La selección de cabezas centrales se hace eliminando todo aquel sobre maduras, amarillentas o que han empezado a abrirse; además se eliminan las hojas pequeñas adheridas al tallo. Los brotes laterales se agrupan y amarran simulando el tamaño de una cabeza central y así se venden.

4.9. Plagas y enfermedades que afecta al cultivo de brócoli

4.9.1. Plagas

1. Gusano de tierra (Larvas de noctuido)

Cotrado, R. (2017), cita el trabajo de Sánchez y Vergara (1998), afirma que: Este grupo incluye varias especies de la familia noctuidae del orden lepidóptero, que al estado larval se alimenta masticando y cortando los tallos de los plantines recién germinados o trasplantados a la altura del cuello, siendo el daño mayor en zonas calurosas, suelos arenosos y con déficit de agua de riego, se registran especies como *Agrotis ípsilon*, *Agrotis subterranea*, *Feltia experta* “*Agrotis experta*”, *Copitarsia* sp. etc. los gusanos de tierra o cortadores son considerados como plagas secundarias, Sin embargo adquieren importancia cuando se siembran después de la papa o áreas que estuvieron excesivamente enmalezados. Método de control: Cloropirifos granulados.

2. Polilla de las crucíferas (*Plutella xylostella*)

Cotrado, R. (2017), cita a CRAACCCA-INCAGRO (2008-2009), señala respecto a la polilla que: Pertenece a la familia plutellidae del orden lepidóptero, considerada como una plaga clave de las crucíferas. El daño es ocasionado por las larvas que perforan las hojas, el cogollo principal las que conjuntamente quedan llenas de orificios de excremento y telarañas, perdiendo el valor comercial si el daño fuera a la pella. Método de control: Cipermetrina, *Bacillus thuringiensis*.

3. Pulgón de la col (*Brevicorine brassicae* L)

Cotrado, R. (2017), cita a CRAACCCA-INCAGRO (2008-2009), menciona respecto al pulgón que: Es una de las plagas importante de las coles son de color gris verdoso, infesta las crucíferas durante toda su etapa de desarrollo comienzan el daño succionando la savia provocando deformaciones en plantas jóvenes, abarquillamiento y amarillamiento en las hojas además con particularidad de realizar secreciones cerosas blanquecina, se le considera vector de 20 virus como la necrosis anillada de la coliflor, etc. Método de control: Imidacloroprid, trampas de agua con fondo amarillo.

4. Mosca de la semilla (*Delia platura*)

Cotrado, R. (2017), cita a CRAACCCA-INCAGRO (2008-2009), indica respecto a la mosca de la semilla que: Los adultos son semejantes a una mosca común, la hembra

oviposita en el suelo o sobre restos de materia orgánica en descomposición atraído generalmente por los olores azucarados y alcohólicos de la fermentación de sustancias orgánicas. Las larvas al eclosionar se alimentan de raíces y si están próximos a plántulas recién trasplantadas se alimenta de la base de los tallos ocasionando galerías en estas, el daño está en la marchitez y muerte de las plántulas. Métodos de control: Clorpirifos granulado, trampas de agua con fondo transparente.

4.9.2. Enfermedades

1. Hernia o potra de la col (*Plasmodiophora brassicae*)

Cotrado, R. (2017), cita a CRAACCCA-INCAGRO (2008-2009), menciona respecto a la Hernia o potra de la col que:

En las raíces forma tumores, las plantas enfermas se marchitan durante las horas de mayor calor y presenta un enanismo severo. Esta enfermedad se favorece en suelos ácidos. Método de control: Aplicaciones de cal, trichoderma harzianum.

2. Pudrición radicular (*Fusarium oxysporum*)

Cotrado, R. (2017), cita a CRAACCCA-INCAGRO (2008-2009), afirma respecto a la Pudrición radicular que: Es un hongo que habita en el suelo por muchos años la planta muestra marchitamiento y amarillamiento, que al realizar un corte de los tejidos de la planta infectada son de color café, ocasionando muerte de la misma. Método de control: Trichoderma harzianum. Carbendazim.

3. Chupadera fungosa (*Rhizoctonia solani*)

Cotrado, R. (2017), cita a CRAACCCA-INCAGRO (2008-2009), dice respecto a la chupadera fungosa indica que: Ataca de manera severa las plántulas en los semilleros o recién trasplantados produciendo estrangulamiento del cuello, ocasionando la muerte de las mismas. Si aparece en plantas de mayor edad, produce manchas brunas en el cuello y cuando estas logran sobrevivir son retardadas en su crecimiento. Método de control: Trichoderma harzianum, Carbendazim, sulfato de cobre pentahidratado.

4. Pudrición bacterial (*Xanthomonas campestris pv. campestris*)

Ramírez, F. et al., (2008), indican que el ataque se presenta en cualquier estado de desarrollo de la planta, en plantas jóvenes aparece una mancha negra a lo largo de

las márgenes de los cotiledones los cuales se arrugan y se desprenden de la planta. Las lesiones se expanden del margen de las hojas hacia la parte media interior de la nervadura dentro de las lesiones se vuelven de color café oscuro a negras. El desarrollo de la lesión en "V" Ocorre cuando la bacteria entra a la hoja en agua a -través de los poros de agua, aberturas naturales en los márgenes de las hojas. En estados avanzados, la decoloración por la pata negra puede extenderse de la hoja afectada al tallo principal donde el sistema vascular se ennegrece en forma evidente. Método de control: Oxícloruro de cobre, sulfato de cobre pentahidratado.

V. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

5.1. Tipo de investigación: Experimental-descriptivo

5.2. Ubicación espacial

El lugar de investigación se llevó a cabo en el lote 8 Tiro Blanco de los terrenos de la comunidad campesina de Caytupampa de la provincia de Calca, departamento de Cusco.

5.2.1. Ubicación Política

Región : Cusco
Provincia : Calca
Distrito : Calca
Lugar : Caytupampa
Sector : Lote 8 Tiro Blanco

5.2.2. Ubicación geográfica

Altitud : 2928 msnm
Latitud sur : 13°19'10"
Longitud Oeste : 71°57'21"

5.2.3. Ubicación hidrográfica

La comunidad de Caytupampa esta geográficamente estructurada por la presencia de tres cuencas: El río Vilcanota, el río Yanatile y el rio Mapacho.

5.2.4. Ubicación ecológica

Según **Holdridge, A. (1967)**, la zona de vida del ámbito de influencia del trabajo de investigación, basado en los promedios del 2020 y 2021, con temperatura de 10°C y una precipitación anual de 460 mm; está considerada como Bosque muy húmedo templado frío (bh-TF).

5.2.5. Historial del terreno

El presente terreno donde se realizó el presente trabajo tiene los siguientes antecedentes:

- Campaña agrícola 2018-2019: Maíz
- Campaña agrícola 2019-2020: Cebada
- Campaña agrícola 2021: Presente estudio brócoli

5.2.6. Límites de la comunidad

Por el Este : Provincia de Paucartambo

Por el Oeste : Provincia de Urubamba y La Convención

Por el Norte : Provincia de la Convención y el Departamento de Madre de Dios

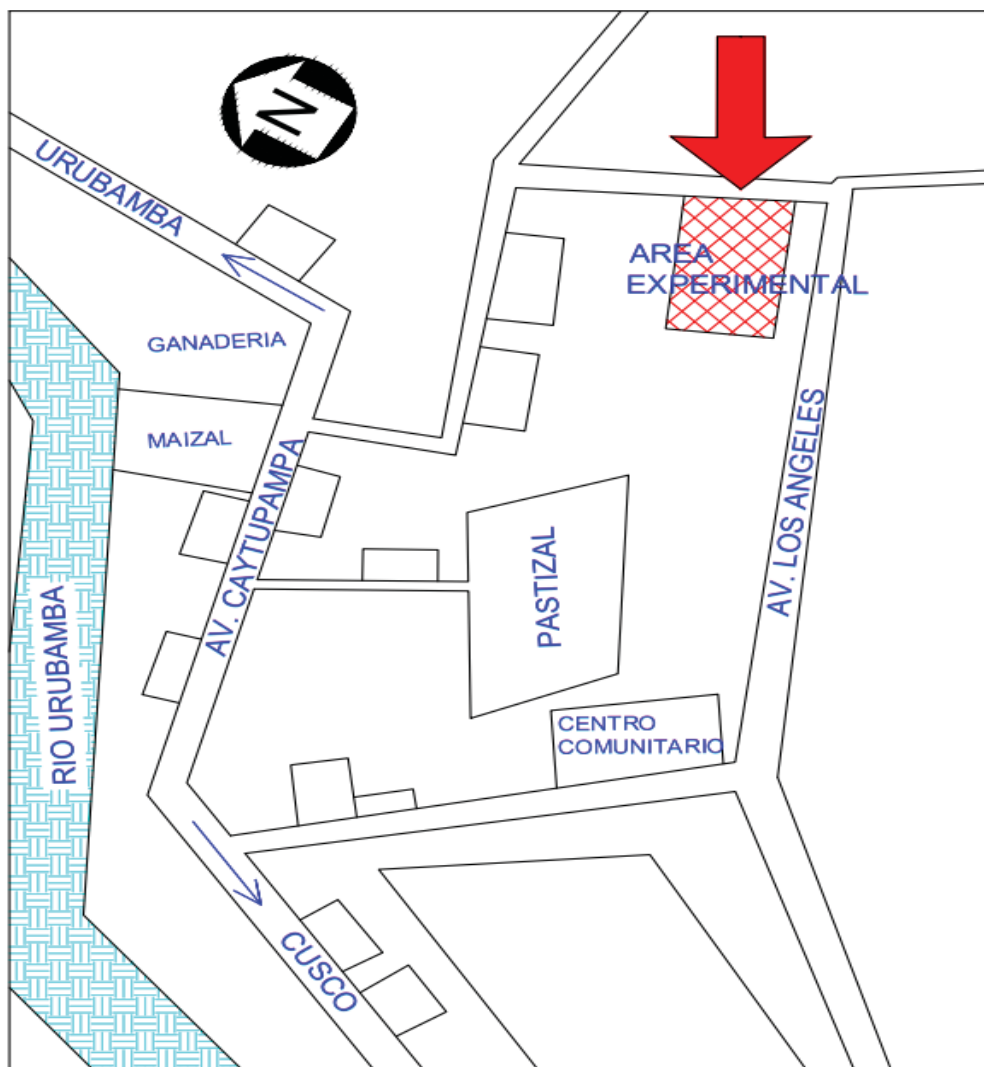
Por el Sur : Provincia del Cusco y parte de Quispicanchis

5.3. Ubicación temporal

Inicio : Marzo del 2021 (almacigado)

Finalización : Julio del 2021 (cosecha)

Figura 1. Croquis de ubicación del campo donde se realizó el trabajo de investigación



Fuente: Elaboración Propia

5.4. Materiales y Métodos

5.4.1. Material biológico

El material genético empleado fue la semilla de brócoli (*Brassica oleracea* var. *Itálica*) CV. Paraíso F1, de la marca comercial TAKKI SEED de origen japonés.

Takii Seed, (2012), menciona que es una planta erguida hábito y consistentemente produce cabezas con suave cúpula y fino a medio con pellas de color verde oscuro, es tolerante al tallo hueco. Su fuerte marco vertical protege las cabezas de

la exposición al sol. Madurez uniforme significa cosecha rentable y compacta, pellas uniformes para hacer un buen peso de la cosecha.

Características

Excelente rendimiento de campo en el cultivo de alta densidad, cuenta con un poder germinativo del 97 %, posee un peso promedio de inflorescencia de 750 gr, muy precoz ya que su producción se inicia a los 75 días después del trasplante, posee abundantes brotes laterales, las pellas son de color verde oscuro y no son muy compactas al madurar. Este cultivar por la gran cantidad de inflorescencias secundarias (laterales) es utilizado para el consumo fresco y para la agroindustria. Las cosechas se pueden realizar en otoño y primavera en zonas templadas y para el verano en zonas frías. Es mejor sembrar en primavera y verano para la cosecha de verano a otoño. Madurez de la siembra en primavera: 87 a 100 días. Madurez de la siembra en verano: 85 días. Esta variedad es de origen Japonés de la empresa TAKI SEED.

5.4.2. Fertilizantes

Urea (%)	= 46-00-00
Fosfato diamónico (%)	= 18-46-00
Sulfato de potasio (%)	= 00-00-50 y 18 % S

5.4.3. Materiales de campo

- Fertilizantes (Urea, Fosfato diamónico, Sulfato de potasio)
- Insecticidas tifón, ciclón, estermin y Skemata
- Libreta de campo
- Mochila asperjadora de 15 lt.
- Carteles para identificar tratamientos
- Balanza digital gramera de 5kg.
- Yeso
- Lampa para aporque
- Picos
- Saquillos y costales
- Regla graduada (Vernier)

- Estacas para marcar las parcelas
- Cinta métrica o wincha.
- Cordel
- Etiquetas

5.4.4. Equipos

Equipos de campo

- Cámara fotográfica.

Equipos de Gabinete

- Laptop
- Programa de procesamiento de datos
- Impresora
- Calculadora

5.5. Metodología

5.5.1. Diseño experimental

La investigación utilizó un arreglo factorial de 3D x 4N resultando 12 tratamientos los cuales fueron distribuidos según el “Diseño de Bloques Completamente al Azar” (DBCA), empleando 4 bloques, resultando un total 48 unidades experimentales. Los resultados obtenidos fueron procesados utilizando el análisis de varianza y la prueba de Tukey.

Los tratamientos se distribuyeron aleatoriamente dentro de cada bloque, para lo cual se usó el método del sombrero.

5.5.2. Factores de estudio

Se valoraron los siguientes factores:

Factor D: Densidad de Siembra

- d_1 : 40 cm x 80 cm
- d_2 : 50 cm x 80 cm
- d_3 : 60 cm x 80 cm

Factor N: Niveles de Fertilización (NPK)

- **n₁**: 157 - 100 - 198 Alto
- **n₂**: 100 - 70 - 150 Medio
- **n₃**: 80 - 50 - 100 Bajo
- **n₄**: 00 - 00 - 00 Testigo

Se aclara que: "En el trabajo se ha visto por conveniente considerar a los testigos como tratamientos, sin fertilizante químico alguna con el fin de contar con un tratamiento de control o de comparación con las otras dosis de abonamiento químico calculados en base al análisis de suelo.

5.5.3. Tratamientos

Cuadro 5. Combinación de Tratamientos

TRATAMIENTOS		DESCRIPCION
CLAVE	COMBINACION	
T1	d1n1	40cm x 80cm con un nivel de fertilización 157-100-198
T2	d1n2	40cm x 80cm con un nivel de fertilización 100-70-150
T3	d1n3	40cm x 80cm con un nivel de fertilización 80-50-100
T4	d1n4	40cm x 80cm con un nivel de fertilización 00-00-00
T5	d2n1	50cm x 80cm con un nivel de fertilización 157-100-198
T6	d2n2	50cm x 80cm con un nivel de fertilización 100-70-150
T7	d2n3	50cm x 80cm con un nivel de fertilización 80-50-100
T8	d2n4	50cm x 80cm con un nivel de fertilización 00-00-00
T9	d3n1	60cm x 80cm con un nivel de fertilización 157-100-198
T10	d3n2	60cm x 80cm con un nivel de fertilización 100-70-150
T11	d3n3	60cm x 80cm con un nivel de fertilización 80-50-100
T12	d3n4	60cm x 80cm con un nivel de fertilización 00-00-00

5.5.4. Características climáticas

En el cuadro 6. Se muestran los datos de las temperaturas correspondientes a los meses en los que se llevó a cabo el trabajo de investigación. Se presentó una temperatura mínima de 7.2 °C correspondiente al mes de mayo del 2021 y una temperatura máxima de 16 °C correspondiente al mes de marzo del 2021. Se observó que la temperatura promedio varió entre 11.36 y 8.94 °C.

Cuadro 6. Datos Meteorológicos mensual de la provincia de Calca (Marzo a Julio del 2021)

AÑO 2021	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Promedio
T° MAXIMA (C°)	16	12.7	9.5	9.4	9.1	11.36
T° MINIMA (C°)	10.4	10.3	7.2	8.7	8.1	8.94
PRECIPITACION TOTAL (mm)	49	42.6	6.4	1.8	0	19.96
HUMEDAD RELATIVA MEDIA %	69.3	71.8	63.5	59.8	53.3	63.54

Fuente: SENAMHI – Oficina de Estadística

5.5.5. Análisis de suelo

En esa etapa se obtuvieron muestras de diferentes puntos de la parcela experimental, a profundidad de 25 cm, después se estandarizó en una muestra representativa de 1 Kg de suelo que fue entregado al laboratorio **MC QUIMICALAB** de ciencias naturales, aguas, suelos, minerales y medio ambiente, para su análisis de fertilidad. El análisis se realizó con el fin de conocer la cantidad de materia orgánica y N, P, K. Esta labor se realizó el 04 de febrero del 2021 en el mismo campo. Los resultados alcanzados por el laboratorio **MC QUIMICALAB** fue el 10 de febrero del 2021, siendo los resultados:

Cuadro 7. Análisis físico

COMPONENTES	RESULTADOS	INTERPRETACION
Arena	33.60%	Limoso Arenoso
Arcilla	3.80%	
Limo	62.60%	
Humedad equivalente (He)	18%	Muy humedo
Densidad aparente	1.85 g/cc	1850 Kg/m ³
Densidad real	2.50 g/cc	2500 Kg/m ³
Capacidad de campo (C.C)	18.19%	Acceptable
Punto de marchitez permanente (P.M.P)	9.78%	Acceptable

Fuente: laboratorio MC QUIMICALAB

Cuadro 8. Análisis químico

COMPONENTES	RESULTADOS	INTERPRETACION
Nitrógeno total	0.05%	Bajo
Fosforo disponible P ₂ O ₅	0.15 mg/100	Bajo
Potasio disponible K ₂ O	2.0 mg/100	Bajo
Materia orgánica	1.0 %	Bajo
pH	6.9	Ligeramente Acido
Conductividad eléctrica Saturada	320 uS/cm	Normal
Capacidad de intercambio catiónico (C.I.C)	12 meq/100	Normal

Fuente: laboratorio MC QUIMICALAB

Del cuadro 8, el nivel de fertilización para nuestro suelo realizando los cálculos determinados de fertilización fue de 23.13 Kg de nitrógeno ,0.07 Kg de fosforo y 1.85 Kg de potasio por hectárea.

5.6. Variables e indicadores

Cuadro 9. Variables para rendimiento

Variables	Indicadores
Rendimiento total	tn/ha
Peso fresco de pella principal	g/planta

Cuadro 10. Variables para el comportamiento agronómico

Variables	Indicadores
Altura de planta	Centímetros (cm)
Diámetro de pella principal	Centímetros (cm)
Longitud de pella principal	Centímetros (cm)
Diámetro del pedúnculo floral	Centímetros (cm)
Número de brotes	Número de brotes/planta

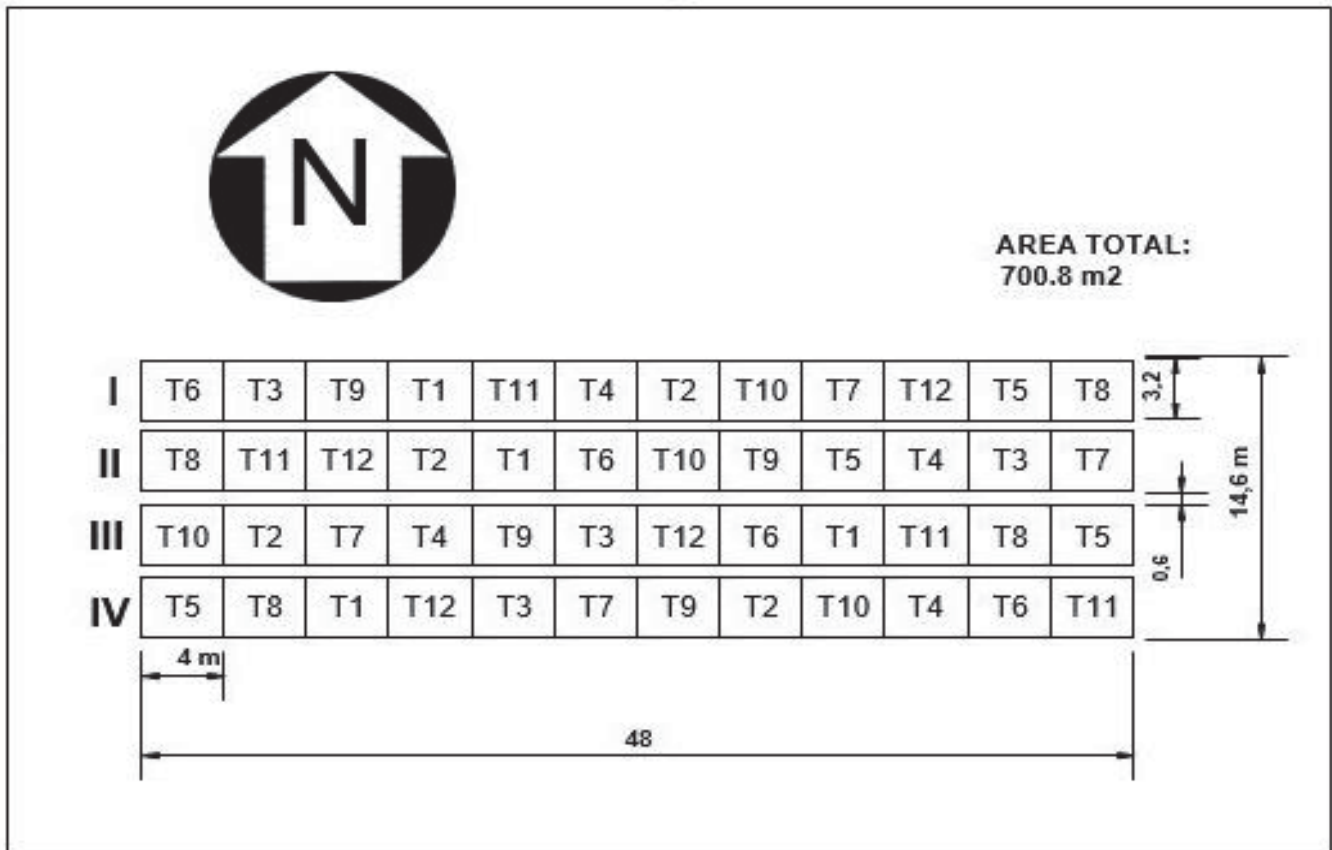
5.7. Características de la parcela experimental

El área del campo experimental es de 48 m de largo, 14.60 m de ancho con un área total de 700.80 m².

- Número y dimensiones de la unidad experimental:
 - Ancho: 3.20 m
 - Largo: 4 m
 - Área de cada U.E: 12.8 m².
 - Distancia entre surcos: 0.80 m
 - Número de surcos por U.E: 4
 - Número de U.E: 48
- Número y dimensiones del bloque
 - Número de U.E de bloque:12
 - Área de cada bloque: 153.6 m²
 - Número de bloques:4
 - Área de todos los bloques:614.4 m²
- Número y dimensiones de calles
 - Ancho:0.60 m
 - Largo:48 m
 - Área de cada calle:28.8 m²
 - Número de calles:3
 - Área de todas las calles:86.4 m²
- Primera densidad de siembra 40 cm con distancia entre hileras 0.80 m
 - Distancia entre plantas 0.40 m
 - Plantas por unidad experimental: 40 plantas
 - Plantas/ha: 30 000 plantas.
- Segunda densidad de siembra 50 cm con distancia entre hileras 0.80 m
 - Distancia entre plantas 0.50 m
 - Plantas por unidad experimental 32 plantas
 - Plantas/ha: 25 000 plantas.
- Tercera densidad de siembra 60 cm con distancia entre hileras 0.80 m

- Distancia entre plantas 0.60 m
- Plantas por unidad experimental 28 plantas
- Plantas/ha: 20 000 plantas.

Figura 2. Croquis del campo experimental



Fuente: Elaboración Propia

5.8. Cálculo de niveles de fertilización 157-100-198, 100-70-150 y 80-50-100

5.8.1. Resultados del análisis de suelo de la comunidad campesina de Caytupampa:

- Nitrógeno total 0.05 %
- Fosforo disponible P₂O₅ 0.15 mg/100
- Potasio disponible K₂O 2.0 mg/100
- Materia orgánica 1.0 %
- pH 6.9

- Densidad aparente 1.85 g/cc
- Profundidad de muestreo 0.25 cm
- Superficie 10 000 m²

5.8.2. Interpretación del análisis de suelo

Paso 1. Calculamos el peso del suelo:

$$Ps = Da \times Sup \times Prof. M$$

$$Ps = 1850 \text{ Kg/m}^3 \times 10\,000 \text{ m}^2 \times 0.25 \text{ m}$$

$$Ps = 4\,625\,000 \text{ Kg/suelo.}$$

Paso 2. Calculamos el contenido de nitrógeno asimilable, partiendo del nitrógeno total:

$$100 \text{ Kg. suelo} \dots\dots\dots 0.05 \text{ Kg. N total}$$

$$4\,625\,000 \frac{\text{Kg}}{\text{suelo}} \dots\dots\dots x$$

$$X = 2312.5 \text{ Kg N total/ha}$$

Nitrógeno Asimilable (1%)

$$2312.5 \text{ Kg N total/ha} \dots\dots\dots 100\%$$

$$X \dots\dots\dots 1 \% \text{ (CRU)}$$

$$X = 23.13 \text{ Kg. N asimilable/ha}$$

Paso 3. Calculamos el contenido de P₂O₅ Asimilable:

$$1\,000\,000 \text{ Kg /suelo} \dots\dots\dots 0.15 \text{ Kg P2O5}$$

$$4\,625\,000 \text{ Kg/suelo} \dots\dots\dots X$$

$$X = 0.69 \text{ Kg P2O5 /ha}$$

$$0.69 \text{ Kg.} \frac{\text{P2O5}}{\text{ha}} \dots \dots \dots 100 \%$$

$$X \dots \dots \dots 10 \% \text{ (CRU)}$$

$$X = \mathbf{0.07 \text{ Kg. P2O5 asimilable/ha}}$$

Paso 4. Calculamos el contenido de K₂O asimilable:

$$1\ 000\ 000 \frac{\text{Kg}}{\text{suelo}} \dots \dots \dots 2.0 \text{ Kg K2O}$$

$$4\ 625\ 000 \text{ Kg/suelo} \dots \dots \dots X$$

$$X = \mathbf{9.25 \text{ Kg K2O5 /ha}}$$

Potasio asimilable (20%)

$$9.25 \text{ Kg K2O} \dots \dots \dots 100 \%$$

$$X \dots \dots \dots 20 \% \text{ (CRU)}$$

$$X = \mathbf{1.85 \text{ Kg. K2O asimilable/ha}}$$

Agrorural. (2017), indica que el brócoli extrae 180-100-200 Kg de NPK por hectárea para producir 20 toneladas.

180 - 100 - 200 -

23 - 0.07 - 1.85 (Suelo constituyente)

Como resultado se obtuvo **157 - 100 - 198**, en base a este nuevo nivel de fertilización se empezó a formar los demás niveles de fertilización en estudio. Los niveles de fertilización en estudio fueron:

157 - 100 - 198 **(Alto)**

100 - 70 - 150 **(Medio)**

80 - 50 - 100 **(Bajo)**

00 - 00 - 00 **(Testigo)**

5.8.3. Cálculo de las dosis de fertilización para cada nivel de fertilización

➤ Dosis para el nivel de fertilización 157 – 100 – 198

$$157 - 100 - 198 -$$

$$23 - 0.07 - 1.85 \text{ (suelo constituyente)}$$

Las deficiencias encontradas fueron de 134 Kg N, 100 Kg P₂O₅ y 196 Kg K₂O

Las fuentes de fertilizantes para corregir las deficiencias fueron:

- Urea.....46 % N
- Fosfato diamónico.....18% N y 46% P₂O₅
- Sulfato de potasio..... 50% K₂O y 18% S.

Cálculo para fosforo:

$$100 \text{ Kg Dap} \dots\dots\dots 46 \text{ Kg P}_2\text{O}_5$$

$$X \dots\dots\dots 100 \text{ Kg P}_2\text{O}_5$$

$$X = \mathbf{217.39 \text{ Kg Dap/ha}}$$

$$100 \text{ Kg Dap} \dots\dots\dots 18 \text{ Kg N}$$

$$217.39 \text{ Kg Dap} \dots\dots\dots X$$

$$X = \mathbf{39.13 \text{ Kg N/ha}}$$

Para una hectárea se necesitó 217.39 Kg de fosfato diamonico y para los 12.8 m² de cada unidad experimental se necesitó **0.278 Kg/Dap**. Estos 278 g de fosfato de Dap se multiplico por las 12 parcelas donde se fertilizo el nivel de fertilización 157-100-198 en el área experimental, utilizando un total de 3336 g, equivalente 3.3 Kg, los cuales se dividieron entre las 400 plantas que ocupo el nivel 157-100-198. La dosis de fertilización para 157-100-198 fue de **8 g. Dap/planta** para cubrir las deficiencias de fosforo que existía en el suelo.

Calculo para nitrógeno:

$$134 \text{ N} - 39.13 \text{ N} = \mathbf{94.87 \text{ Kg de N}}$$

$$100 \text{ Kg Urea} \dots\dots\dots 46 \text{ Kg. N}$$

$$X \dots\dots\dots 94.87 \text{ Kg. N}$$

$$X = \mathbf{206.24 \text{ Kg Urea/ha}}$$

Para una hectárea se necesitó 206.24 Kg de urea y para los 12.8 m² de cada unidad experimental se necesitó **0.264 Kg/Urea**. Estos 264 g de urea se multiplico por las 12 parcelas donde se fertilizo el nivel de fertilización 157-100-198 en el área experimental, utilizando un total de 3168 g, equivalente 3.2 Kg, los cuales se dividieron entre las 400 plantas que ocupo el nivel 157-100-198. La dosis de fertilización para 157-100-198 fue de **8 g. Urea/planta** para cubrir las deficiencias de nitrógeno que existía en el suelo.

Calculo para potasio:

$$100 \text{ Kg K}_2\text{SO}_4 \dots\dots\dots 50 \text{ Kg. K}_2\text{O}$$

$$X \dots\dots\dots 196 \text{ Kg. K}_2\text{O}$$

$$X = \mathbf{392 \text{ Kg K}_2\text{SO}_4/\text{ha}}$$

Para una hectárea se necesitó 392 Kg de sulfato de potasio y para los 12.8 m² de cada unidad experimental se necesitó **0.502 Kg/K₂SO₄**. Estos 502 g de sulfato de potasio se multiplico por las 12 parcelas donde se fertilizo el nivel de fertilización 157-100-198 en el área experimental, utilizando un total de 6024 g, equivalente 6.02 Kg, los cuales se dividieron entre las 400 plantas que ocupo el nivel 157-100-198. La dosis de fertilización para 157-100-198 fue de **15 g K₂SO₄/planta** para cubrir las deficiencias de potasio que existía en el suelo.

➤ Dosis para el nivel de fertilización 100 – 70 – 150

$$100 - 70 - 150 -$$

$$23 - 0.07 - 1.85 \text{ (suelo constituyente)}$$

Las deficiencias encontradas fueron de 77 Kg N, 70 Kg P₂O₅ y 148 Kg K₂O

Las fuentes de fertilizantes para corregir las deficiencias fueron:

- Urea.....46% N
- Fosfato diamónico..... 18% N y 46% P₂O₅
- Sulfato de potasio..... 50% K₂O y 18% de S.

Calculo para fosforo:

$$100 \text{ Kg Dap} \dots\dots\dots 46 \text{ Kg P}_{205}$$

$$X \dots\dots\dots 70 \text{ Kg P}_{205}$$

$$X = \mathbf{152.17 \text{ Kg Dap/ha}}$$

$$100 \text{ Kg Dap} \dots\dots\dots 18 \text{ Kg N}$$

$$152.17 \text{ Kg Dap} \dots\dots\dots X$$

$$X = \mathbf{27.39 \text{ Kg N/ha}}$$

Para una hectárea se necesitó 152.17 Kg de fosfato diamonico y para los 12.8 m² de cada unidad experimental se necesitó **0.195 Kg/Dap**. Estos 195 g de Dap se multiplico por las 12 parcelas donde se fertilizo el nivel de fertilización 100-70-150 en el área experimental, utilizando un total de 2340 g, equivalente 2.34 Kg, los cuales se dividieron entre las 400 plantas que ocupo el nivel 100-70-150. La dosis de fertilización para 100-70-150 fue de **6 g. Dap/planta** para cubrir las deficiencias de fosforo que existía en el suelo.

Calculo para nitrógeno:

$$77 \text{ N} - 27.39 \text{ N} = \mathbf{49.61 \text{ Kg de N}}$$

$$100 \text{ Kg Urea} \dots\dots\dots 46 \text{ Kg. N}$$

$$X \dots\dots\dots 49.61 \text{ Kg. N}$$

$$X = \mathbf{107.85 \text{ Kg Urea/ha}}$$

Para una hectárea se necesitó 107.85 Kg de urea y para los 12.8 m² de cada unidad experimental se necesitó 0.138 **Kg/Urea**. Estos 138 g de urea se multiplico por las 12 parcelas donde se fertilizo el nivel de fertilización 100-70-150 en el área experimental, utilizando un total de 1656 g, equivalente 1.66 Kg, los cuales se dividieron entre las 400 plantas que ocupo el nivel 100-70-150. La dosis de fertilización para 100-70-150 fue de **4 g. Urea/planta** para cubrir las deficiencias de nitrógeno que existía en el suelo.

Calculo para potasio:

$$100 \text{ Kg K}_2\text{SO}_4 \dots\dots\dots 50 \text{ Kg. K}_2\text{O}$$

$$X \dots\dots\dots 148 \text{ Kg. K}_2\text{O}$$

$$X = \mathbf{296 \text{ Kg K}_2\text{SO}_4/\text{ha}}$$

Para una hectárea se necesitó 296 kg de sulfato de potasio y para los 12.8 m² de cada unidad experimental se necesitó 0.379 **Kg/K₂SO₄**. Estos 379 g de sulfato de potasio se multiplico por las 12 parcelas donde se fertilizo el nivel de fertilización 100-70-150 en el área experimental, utilizando un total 4548 g, equivalente 4.5 Kg, los cuales se dividieron entre las 400 plantas que ocupo el nivel 100-70-150. La dosis de fertilización para 100-70-150 fue de **11 g. K₂SO₄/planta** para cubrir las deficiencias de potasio que existía en el suelo.

➤ **Dosis para el nivel de fertilización 80 – 50 – 100**

$$80 - 50 - 100 -$$

$$23 - 0.07 - 1.85 \text{ (suelo constituyente)}$$

Las deficiencias encontradas fueron de 57 Kg N, 50 Kg P₂O₅ y 98 Kg K₂O.

Las fuentes de fertilizantes para corregir las deficiencias fueron:

- Fosfato diamonico 18 % N y 46 % P₂O₅
- Sulfato de potasio 50 % K₂O Y 18 % S
- Sulfato de potasio..... 50% K₂O y 18% de S.

Calculo para fosforo:

$$100 \text{ Kg Dap} \dots\dots\dots 46 \text{ Kg P2O5}$$

$$X \dots\dots\dots 50 \text{ Kg P2O5}$$

$$X = \mathbf{108.70 \text{ Kg Dap/ha}}$$

$$100 \text{ Kg Dap} \dots\dots\dots 18 \text{ Kg N}$$

$$108.70 \text{ Kg Dap} \dots\dots\dots X$$

$$X = \mathbf{19.57 \text{ Kg N/ha}}$$

Para una hectárea se necesitó 108.70 Kg de fosfato diamonico y para los 12.8 m2 de cada unidad experimental se necesitó 0.139 **Kg/Dap**. Estos 139 g de fosfato diamonico se multiplico por las 12 parcelas donde se fertilizo el nivel de fertilización 80-50-100 en el área experimental, utilizando un total de 1668 g, equivalente 1.67 Kg, los cuales se dividieron entre las 400 plantas que ocupo el nivel 80-50-100. La dosis de fertilización para 80-50-100 fue de **4 g. Dap/planta** para cubrir las deficiencias de fosforo que existía en el suelo.

Calculo para nitrógeno:

$$57 \text{ N} - 19.57 \text{ N} = \mathbf{37.43 \text{ Kg de N}}$$

$$100 \text{ Kg Urea} \dots\dots\dots 46 \text{ Kg. N}$$

$$X \dots\dots\dots 37.43 \text{ Kg. N}$$

$$X = \mathbf{81.37 \text{ Kg Urea/ha}}$$

Para una hectárea se necesitó 81.37 Kg de urea y para los 12.8 m2 de cada unidad experimental se necesitó 0.104 **Kg/Urea**. Estos 104 g de urea se multiplico por las 12 parcelas donde se fertilizo el nivel de fertilización 80-50-100 en el área experimental, utilizando un total de 1248 g, equivalente 1.25 Kg, los cuales se dividieron entre las 400 plantas que ocupo el nivel 80-50-100. La dosis de fertilización para 80-50-100 fue de **3 g. Urea/planta** para cubrir las deficiencias de nitrógeno que existía en el suelo.

Calculo para potasio:

100 Kg K₂SO₄.....50 Kg. K₂O

X.....98 Kg. K₂O

$$X = 196 \text{ Kg K}_2\text{SO}_4/\text{ha}$$

Para una hectárea se necesitó 196 Kg de sulfato de potasio y para los 12.8 m² de cada unidad experimental se necesitó 0.251 **Kg/K₂SO₄**. Estos 251 g de sulfato de potasio se multiplico por las 12 parcelas donde se fertilizo el nivel de fertilización 80-50-100 en el área experimental, utilizando un total de 3012 g, equivalente 3.01 Kg, los cuales se dividieron entre las 400 plantas que ocupo el nivel 80-50-100. La dosis de fertilización para 80-50-100 fue de **7 g K₂SO₄/planta** para cubrir las deficiencias de potasio que existía en el suelo.

Cuadro 11. Resultados de las dosis de fertilización para los diferentes niveles de fertilización en estudio (157-100-198, 100-70-150, 80-50-100 y 00-00-00)

Niveles de fertilización/ha	Cantidad de fertilizante en Kg para 153.6 m ²			Total Kg de fertilizante	Cantidad de NPK g/planta			Total g/Planta
	Urea	DAD	K ₂ SO ₄		Urea	DAD	K ₂ SO ₄	
Alto 157 - 100 - 198	3.2 Kg	3.3 Kg	6.02 Kg	12.52 Kg	8 g	8 g	15 g	31 g
Medio 100 - 70 - 150	1.66 Kg	2.34 Kg	4.5 Kg	8.5 Kg	4 g	6 g	11 g	21 g
Bajo 80 - 50 - 100	1.25 Kg	1.67 Kg	3.01 Kg	5.93 Kg	3 g	4 g	7 g	14 g
Testigo 00 - 00 - 00	00	00	00	00	00	00	00	00

5.9. Conducción del experimento

5.9.1. Obtención del material genético

El material genético que se empleó en el presente trabajo de investigación fue una lata de 100 g de Semilla de la variedad híbrida Paraíso F1 que es un híbrido de altas características de rendimiento.

Esta variedad de brócoli fue trasplantada en la comunidad Campesina de Caytupampa en la provincia de Calca región del Cusco en la campaña 2020-2021.

5.9.2. Manejo del cultivo

1. Preparación del terreno

Esta labor se concretó con una semana de antelación a la preparación del almácigo. Esta labor se realizó el 25 de febrero del 2021 para lo cual se contrató un tractor agrícola para el preparativo de la superficie, y se basó en voltear y rotular totalmente la parcela para dejar completamente el terreno bien mullido. Posteriormente el 2 marzo del 2021 se realizó los surcos en el terreno con el uso de un tractor agrícola, una vez surcados se agregó 8 sacos de 50 kg de humus de lombriz, dos sacos por bloque, que es un abono orgánico que nos ayudó a mejora el suelo y mejora la actividad microbiana del suelo, luego se dejó descansar el terreno durante todo el mes de marzo para luego realizar el trasplante definitivo en el mes de abril del 2021.

2. Trazado del campo experimental

Utilizando el anteproyecto de tesis se realizó el replanteo del campo experimental, para lo cual se bosquejó el trazado de la parcela experimental. Utilizándose yeso, se delimito los bloques, calles y el distanciamiento de las unidades experimentales. Esta labor se realizó el 15 de marzo del 2021.

3. Almacigado

Un mes antes del trasplante se realizó la preparación del almacigo. Para tal fin se preparó una cama bien mullida de 5 m de largo por 2 m de ancho, con un área total de 10 m², preparada a una profundidad de 0.20 m con sustratos mezclados a base de tierra agrícola y humus de lombriz.

La humedad del sustrato al momento de la siembra de las semillas, estuvo a capacidad de campo, las semillas se sembraron al voleo utilizando una cantidad de semilla de 100 g los cuales se cubrieron con paja, a fin de proteger de fuertes radiaciones solares y daño de animales como roedores y aves silvestres. Las semillas empezaron a emerger al cabo de 7 a 10 días. El brócoli posee germinación epigea, el cotiledón sale a la superficie del suelo debido a un crecimiento del hipocotilo para posterior formar hojas que son capaces de realizar fotosíntesis, finalmente, comienza el desarrollo del epicótilo (porción del eje comprendida entre el punto de inserción de los cotiledones y las primeras hojas).

La semilla de brócoli se adquirió de un establecimiento de agro veterinaria de la ciudad del Cusco, se utilizó una lata de semilla de 100 g. La labor de siembra en almácigo se realizó el 1 marzo del 2021. El almacigo duró 35 días hasta obtener plántulas con un tamaño promedio de 15 cm que luego fueron llevados a campo definitivo.

4. Trasplante

Esta labor se realizó con plantas previamente seleccionadas del almacigo en horas de menor insolación y en condiciones adecuadas de humedad para el campo experimental, para tan fin se regó dos días antes. Se seleccionó las plántulas más vigorosas y libre de enfermedades que presentaron de 4 a 5 hojas verdaderas con tamaños de 12 a 15 cm aproximadamente. Las plántulas se sacaron cuidadosamente del almacigo con el uso de un kituchi, evitando siempre no dañar las raíces para garantizar un buen prendimiento en campo, posteriormente las plantas fueron llevadas en cajas de plástico tapados con tela para evitar que las plantas se deshidraten. El trasplante se realizó a una distancia de 0,40 m entre plantas x 0.80 m entre surcos, 0.50 m entre plantas x 0.80 m entre surcos y 0.60 m entre plantas x 0.80 m entre surcos, se emplearon 3 tipos de distanciamientos de siembra los cuales se distribuyeron de acuerdo al campo experimental. A la hora del trasplante no se realizó recalce por que la instalación de las plantas en campo definitivo se realizó en surcos el cual nos garantizó como soporte o apoyo para garantizar mayor firmeza de las plantas y a si también se evitó que el riego por gravedad lave las plantas.

Los bolsones de aire que se presentaron en el suelo como consecuencia del riego por gravedad se evitaron con los dos aporques que se realizó durante el ciclo del cultivo ya que de esa forma se logró modificar la estructura parcial de nuestro campo.

El trasplante se realizó el día 5 de abril del 2021, a los 35 días después de la siembra en almácigo.

Fotografía 1. Trasplante de Brócoli



5. Riegos

Posterior al trasplante se llevó a cabo el primer riego ligero por gravedad para garantizar una humedad del terreno a capacidad de campo para garantizar un prendimiento uniforme de las plantas. Después del trasplante los riegos se efectuaron dos veces por semana empleando riegos por gravedad ligeros, manteniendo siempre un nivel aceptable de humedad antes que el cultivo manifieste síntomas de marchitez. Esta labor se realizó durante todo el periodo vegetativo del cultivo.

Fotografía 2. Riego ligero por gravedad



6. Fertilización

Se utilizó 3 diferentes niveles de fertilización 157 - 100 - 198, 100 -70 - 150 y 80 - 50 - 100 Kg de NPK respectivamente, usando como fuentes: Urea (46% de N), fosfato diamonico (46% P₂O₅) y sulfato de potasio (50 % K₂O Y 18 % S). La fertilización se realizó de forma localizado, a una distancia de 15 cm de la planta, se aplicó todo el nitrógeno, fosforo y potasio en una sola mezcla homogénea de NPK que se obtuvo de acuerdo al análisis de suelo y a la extracción de nutrientes. Se fertilizó únicamente en el primer aporte por que las dosis aplicados por planta fueron suficientes para satisfacer las necesidades del cultivo, ya que nuestras dosis de fertilización se hallaron en base a nuestro análisis de suelo.

La fertilización se realizó el 30 de abril del 2021, a los 25 días después de haber realizado el trasplante en campo definitivo, esta labor se realizó conjuntamente con el primer aporte.

Fotografía 3. Fertilización con NPK



7. Aporque

Esta labor se realizó el 30 de abril del 2021, junto a la aplicación de las dosis de fertilización. Este primer aporque consistió en tapar el fertilizante para evita perdidas de evaporación y volatilización de nutrientes. Al cabo de 15 días después del primer aporque, se realizó el segundo aporque donde no se aplicó ninguna dosis de fertilización, solo se llevó a cabo con el objetivo de dar mayor firmeza a las plantas. Este segundo aporque se realizó el 15 de mayo del 2021.

Fotografía 4. Aporque a los 25 días después del trasplante



Fotografía 5. Aporque del bloque III



8. Control fitosanitario

Durante el trabajo no se observó daños por plagas y enfermedades en plántulas de brócoli instaladas en almacigo. En la parcela experimental se observó ataque esporádico de gusano de tierra (*Agrotis spp*). Se realizó la fumigación con ciperklin en dosis de 15ml/20 litros de agua para controlar al gusano de tierra y fordazim en dosis de 20ml/20 litros de agua para evitar pudrición radicular. Las aplicaciones preventivas en campo con insecticidas se realizaron a base de tifón, ciclón y estermin para combatir plagas, estas actividades se desarrollaron periódicamente, cada 20 días, durante todo el periodo vegetativo del cultivo.

Fotografía 6. Aplicación de insecticida (Ciclón)



Fotografía 7. Dosis de insecticida 15 ml



Fotografía 8. Daño por Gusano de tierra (*Agrotis spp*).



9. Cosecha

Se realizó en forma manual, es decir podando las pellas de brócoli, ayudado de una navaja; tal labor se realizó luego que estas presentaron estado fenológico de madurez comercial. Esta labor se llevó a cabo el 8 de julio del 2021, a los 94 días después del trasplante en campo definitivo.

5.10. Evaluación de variables

Las evaluaciones fueron realizadas considerando las plantas que formaban parte de las hileras centrales de las unidades experimentales dejando mínimamente dos hileras de efecto borde. Los estudios fueron realizados a 10 plantas elegidas aleatoriamente por cada unidad experimental. Dichas evaluaciones se realizaron en la etapa final del experimento. Por último, se cosecharon todas las inflorescencias habientes en cada área neta del tratamiento, posteriormente fueron pesados, registrados y llevados a rendimiento en toneladas por hectárea para obtener el rendimiento total de la variedad de brócoli.

5.10.1. Rendimiento

1. Rendimiento total

Se pesó el peso de todas las unidades experimentales existentes en el campo experimental y luego fue llevado a rendimiento en toneladas por hectárea.

2. Peso fresco de pella principal

El peso fresco de pella principal se determinó considerando las 10 plantas muestreadas de cada unidad experimental, cada uno de las cabezas se pesó en forma individual en una balanza de precisión de 10 kg de capacidad. Esta evaluación se llevó a cabo durante la cosecha en el mismo campo, con el fin de evitar pérdida de peso en campo. Todos los pesos promedios de cada unidad experimental fueron registrados en gramos para su posterior análisis estadístico.

Fotografía 9. Peso fresco de pella principal en campo



Fotografía 10. Peso fresco de pella en campo



5.10.2. Comportamiento agronómico

1. Altura de planta

La determinación de la altura de planta se realizó considerando solamente las 10 plantas muestreadas de las hileras centrales de cada unidad experimental. La medida se realizó con la ayuda de una cinta métrica, se midió la longitud que existe desde el cuello de la planta hasta el borde superior de la inflorescencia, se tomó como unidad de medida los centímetros. Esta evaluación se realizó junto con la cosecha.

Fotografía 11. Altura de planta en campo



2. Diámetro de pella principal

La determinación del diámetro de pella principal se realizó considerando solamente las 10 plantas seleccionadas de las hileras centrales de cada unidad experimental. La medida se llevó a cabo con el uso de una regla graduada de Vernier, se midió la parte más ancha de la inflorescencia principal, en sentido horizontal.

Fotografía 12. Diámetro mayor de pella principal



Fotografía 13. Medición del diámetro de pella en campo



3. Longitud de pella principal

La determinación de la longitud de pella principal se realizó considerando solamente las 10 plantas seleccionadas de las hileras centrales de cada unidad experimental. La medida se llevó a cabo con el uso de una regla graduada de vernier, se midió en la parte más alta de la inflorescencia principal, en sentido vertical.

Fotografía 14. Longitud de pella principal



4. Diámetro del pedúnculo floral

La determinación del diámetro del pedúnculo floral se realizó considerando solamente las 10 plantas seleccionadas de las hileras centrales de cada unidad experimental. La medida se llevó a cabo con el uso de una regla graduada de Vernier y se efectuó la medida desde la parte más ancha del pedúnculo floral, en sentido horizontal.

Fotografía 15. Medición del pedúnculo floral



5. Número de brotes

La determinación del número de brotes se evaluó considerando solamente las 10 plantas seleccionadas de las hileras centrales de cada unidad experimental. La cosecha de los brotes laterales se realizó después de 15 días de haber realizado la cosecha de la pella principal. Tal cosecha se realizó manualmente en campo verificando planta por planta cuantos brotes laterales se presentaron.

Esta labor se realizó el 23 de julio del 2021 a los 109 días después del trasplante en campo definitivo.

Fotografía 16. Número de brotes laterales en producción



Fotografía 17. Brotes laterales cosechados



VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1. Rendimiento

Cuadro 12. Rendimiento total (t/ha) en función de densidades de siembra y niveles de fertilización

Bloques	40cm x 80cm				50cm x 80cm				60cm x 80cm				Suma del Bloque
	157-100-198	100-70-150	80-50-100	00-00-00	157-100-198	100-70-150	80-50-100	00-00-00	157-100-198	100-70-150	80-50-100	00-00-00	
I	14.51	13.91	12.72	8.15	12.43	12.15	11.28	8.17	9.82	9.02	9.07	7.09	128.32
II	13.77	13.51	12.27	7.54	12.12	12.15	11.27	7.76	9.78	9.57	8.76	8.53	127.03
III	13.91	13.84	12.42	7.79	12.22	12.08	11.44	8.33	9.63	9.23	8.99	8.55	128.43
IV	13.65	13.23	13.06	7.76	12.78	11.99	11.72	7.55	9.83	8.99	8.88	7.61	127.05
Suma de Cada Tratamiento	55.84	54.49	50.47	31.24	49.55	48.37	45.71	31.81	39.06	36.81	35.70	31.78	510.83
Promedio	13.96	13.62	12.62	7.81	12.39	12.09	11.43	7.95	9.76	9.20	8.93	7.95	10.64
Densidades de Siembra	40cm x 80cm Suma=192.04 Prom=12.00				50cm x 80cm Suma=175.44 Prom=10.96				60cm x 80cm Suma=143.35 Prom=8.96				510.83 10.64
Niveles de Fertilizacion	157-100-198 Suma=144.45 Prom=12.04			100-70-150 Suma=139.67 Prom=11.64			80-50-100 Suma=131.88 Prom=10.99			00-00-00 Suma=94.83 Prom=7.90			510.83 10.64

Cuadro 13. ANVA para rendimiento total en relación a densidades de siembra y niveles de fertilización

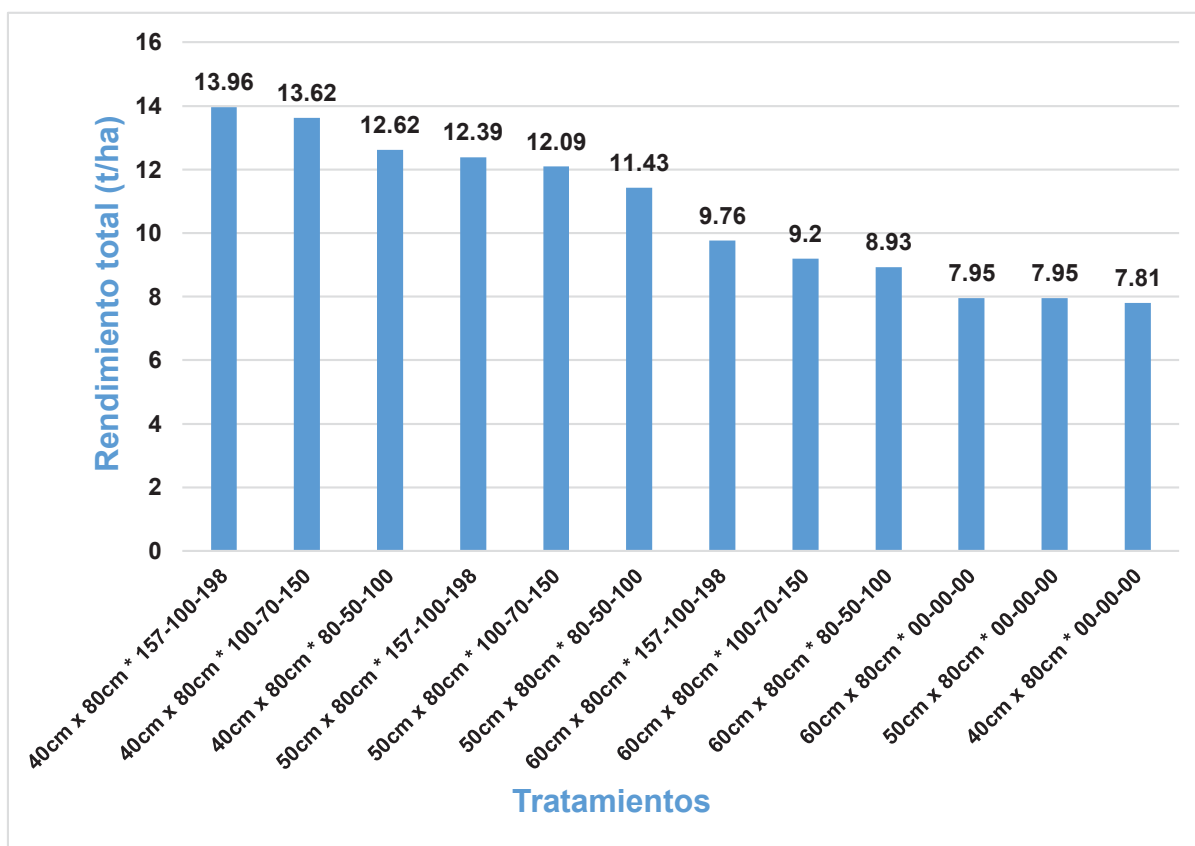
F de V	G.L	S.C	C.M	Fc	Ft		Significancia	
					0.05	0.01	0.05	0.01
Bloques	3	0.149040	0.049680	0.43	2.89	4.44	NS	NS
Tratamientos	14	231.667663	16.547690	144.38	2.69	2.00	*	**
Densidades de Siembra (D)	2	76.584254	38.292127	334.10	3.28	5.31	*	**
Niveles de Fertilización (N)	3	126.812706	42.270902	368.82	2.89	4.44	*	**
Interacción D*N	6	28.121663	4.686944	40.89	2.39	3.41	*	**
Error	33	3.782185	0.114612					
Total	47	235.449848						
CV (%)		3.18						

Del cuadro 13. Análisis de variancia (ANVA) para la variable rendimiento total en el cultivo de brócoli considerando diferentes tipos de densidades de siembra con niveles de fertilización”, se desprende que: No existe diferencias estadísticas significativas entre los bloques, esto nos da indicios de que la distribución fue homogénea. Mientras que, para tratamientos, densidades de siembra y niveles de fertilización posee un nivel de significancia del 1 % mostrando un 99 % de probabilidad de hallar diferencias estadísticas significativas. Con un coeficiente de variabilidad de 3.18 % lo cual señala que el dato analizado expresa confiabilidad en los resultados obtenidos. Muestra también diferencias estadísticas significativas al 99 % para la interacción de densidades de siembra por niveles de fertilización, lo que nos muestra que tanto la densidad de siembra como los niveles de fertilización de NPK influyeron positivamente en el rendimiento total de esta variedad de brócoli.

Cuadro 14. Prueba Tukey de tratamientos para rendimiento total

N° de Orden	Tratamientos	Rendimiento total (t/ha)	ALS (5%) =0.842		ALS (1%)=0.996	
			Significancia			
			5%	1%		
I	40cm x 80cm * 157-100-198	13.96	A	A		
II	40cm x 80cm * 100-70-150	13.62	A	A		
III	40cm x 80cm * 80-50-100	12.62	B	B		
IV	50cm x 80cm * 157-100-198	12.39	B	B		
V	50cm x 80cm * 100-70-150	12.09	B	B		
VI	50cm x 80cm * 80-50-100	11.43	B	B		
VII	60cm x 80cm * 157-100-198	9.76	C	C		
VIII	60cm x 80cm * 100-70-150	9.20	C	C		
IX	60cm x 80cm * 80-50-100	8.93	C	C		
X	60cm x 80cm * 00-00-00	7.95	D	D		
XI	50cm x 80cm * 00-00-00	7.95	D	D		
XII	40cm x 80cm * 00-00-00	7.81	D	D		

Gráfico 1. Tratamientos para rendimiento total en brócoli



Del cuadro 14. “Prueba Tukey de tratamientos para rendimiento total”, se desprende que, los tratamientos 40cm x 80cm * 157-100-198 con 13.96 t/ha y 40cm x 80cm * 100-70-150 con 13.62 t/ha son estadísticamente iguales y superiores a los demás tratamientos en estudio tanto al 95 y 99 % de confianza y ocuparon los primeros lugares. Los tratamientos 40cm x 80cm * 80-50-100 ,50cm x 80cm * 157-100-198, 50cm x 80cm * 100-70-150 y 50cm x 80cm * 80-50-100 con un rendimiento de 12.62 t/ha ,12.39 t/ha,12.09 t/ha y 11.43 t/ha son estadísticamente iguales tanto al 95 y 99 % de confianza y ocuparon los segundos lugares. A su vez los tratamientos 60cm x 80cm * 00-00-00 con 7.95 t/ha, 50cm x 80cm * 00-00-00 con 7.95 t/ha y 40cm x 80cm * 00-00-00 con 7.81 t/ha son estadísticamente iguales tanto al 95 y 99% de confianza y ocuparon los últimos lugares. Los demás tratamientos ocuparon lugares intermedios, por lo tanto, los niveles de significación del 5 y 1%, indican una certeza del 95 y 99% a favor de que ello es cierto.

Estas superioridades encontradas en los tratamientos para la variable rendimiento total, se debe principalmente al efecto de la densidad de siembra más alta de 40 cm x 80cm y al nivel de fertilización alto, lográndose obtener un mayor número de plantas por unidad de área, también estas superioridades son atribuidas a las características genéticas propias de esta variedad híbrida, ya que es una variedad de altas características de rendimiento.

En el presente trabajo de investigación el mayor rendimiento total obtenido para el híbrido paraíso en estudio fue de 13.96 t/ha, este resultado es inferior a los encontrados por **Diego, W. (2015)** en su tesis titulada “Introducción y adaptación de híbridos de brócoli (*Bassica oleraceae L.var.italica*) en la Estación Agraria Santa Ana – Hualahoyo – Huancayo”, donde obtuvo un rendimiento total de 29.48 t/ha, esta gran diferencia se debe principalmente al efecto de la densidad de siembra que empleo ,donde usó una densidad de siembra más alta de 40 cm x 50 cm dándole como resultado 50 000 plantas/ha.

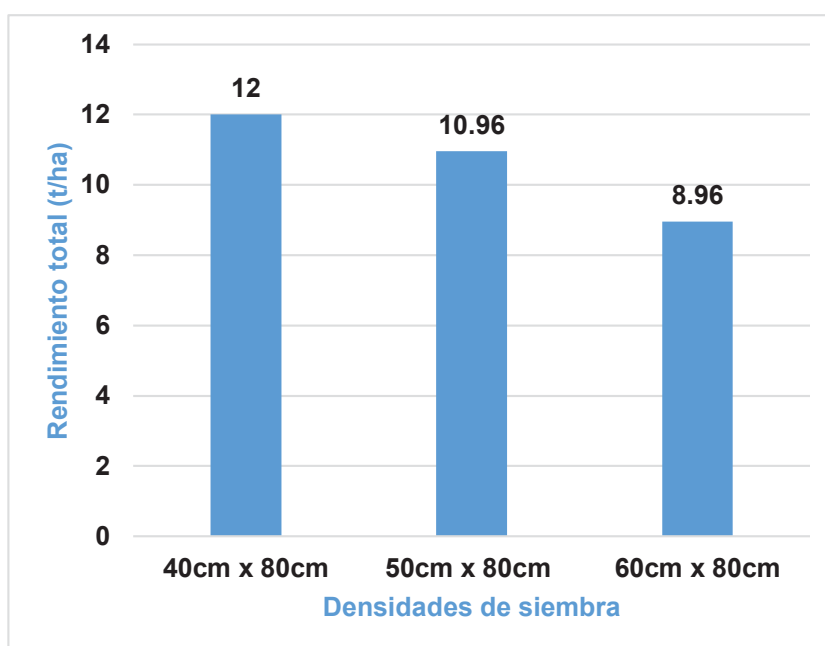
Por otro lado, **Soncco, R. (2019)** en su trabajo de tesis “Rendimiento de cuadro híbridos de brócoli (*Brassica oleraceae L.var.Italica plenk*), obtuvo también un mayor rendimiento total de 19.26 t/ha con respecto al presente trabajo de investigación, pero a su vez fue inferior a los hallados por **Diego, W. (2015)** que fue de 29.48 t/ha, estos datos con mayor rendimiento se hallaron en Huancayo en época de verano, donde las

condiciones ambientales fueron favorables para esta zona, así como lo menciona **Soncco, R. (2019)**.

Cuadro 15. Prueba Tukey de densidades de siembra para rendimiento total

Orden de méritos	Clave	ALS (5%) =0.294		ALS (1%)=0.375	
		Densidades de Siembra	Rendimiento total (t/ha)	Gráfico Tukey (0.05)	Gráfico Tukey (0.01)
I	d1	40cm x 80cm	12.00	A	A
II	d2	50cm x 80cm	10.96	B	B
III	d3	60cm x 80cm	8.96	C	C

Gráfico 2. Promedio de densidades de siembra para rendimiento total



Del cuadro 15 de la comparación de medias Tukey hasta con 99 % de nivel de confianza para rendimiento total, se desprende que: Existe diferencias estadísticas significativas entre los diversos distanciamientos de siembra donde el distanciamiento de siembra de 40cm x 80cm con un rendimiento de 12.00 t/ha es estadísticamente superior a los otros distanciamientos de siembra en estudio tanto al 95 y 99 % de confianza y ocupó el primer lugar. A su vez el distanciamiento de siembra de 60cm x 80cm con un

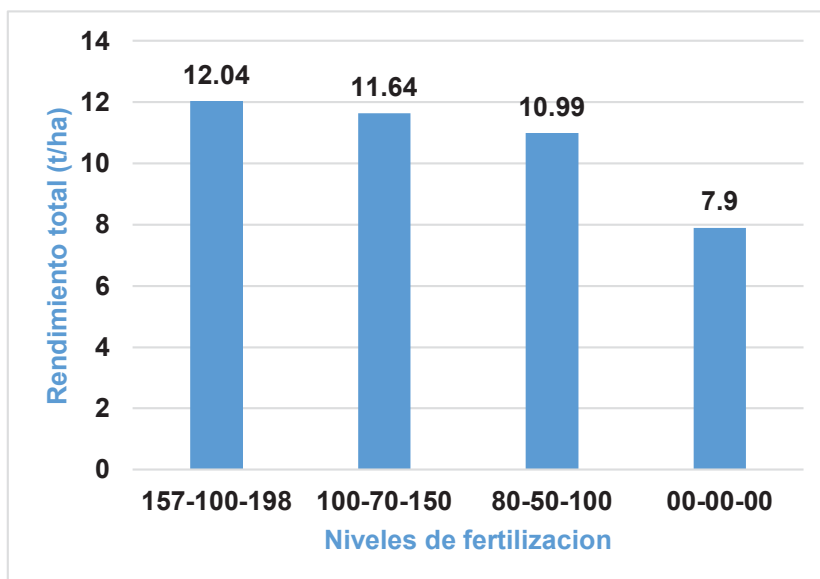
rendimiento de 8.96 t/ha fue el más inferior estadísticamente tanto al 95 y 99 % de confianza.

Esta superioridad encontrada en el rendimiento total se debe al efecto de la densidad de siembra alta de 40 cm x 80 cm con respecto a los demás distanciamientos de siembra de 50 cm x 80 cm y 60 cm x 80 cm donde se logró obtener menor número de plantas por unidad de área, provocando que el rendimiento total de esta variedad híbrida en estudio disminuya consideradamente.

Cuadro 16. Prueba Tukey de niveles de fertilización para rendimiento total

Orden de méritos	Clave	Niveles de fertilización	Rendimiento total (t/ha)	ALS (5%) = 0.374		ALS (1%) = 0.466	
				Gráfico Tukey (0.05)	Gráfico Tukey (0.01)		
I	n1	157-100-198	12.04	A	A	A	A
II	n2	100-70-150	11.64	A	A	A	A
III	n3	80-50-100	10.99	B	B	B	B
IV	n4	00-00-00	7.90	C	C	C	C

Gráfico 3. Promedio de niveles de fertilización para rendimiento total



Del cuadro 16 de la comparación de medias Tukey hasta con 99% de nivel de confianza para rendimiento total, se desprende que: Existe diferencias estadísticas significativas entre los diversos niveles de fertilización, donde el nivel de fertilización 157-100-198 con un rendimiento de 12.04 t/ha y el nivel de fertilización 100-70-150 con un rendimiento de 11.64 t/ha, son estadísticamente iguales y superiores a los demás niveles de fertilización en estudio con un 99 % de confianza y ocuparon los primeros lugares. A su vez el nivel de fertilización 00-00-00, con rendimiento de 7.90 t/ha fue el más inferior estadísticamente, tanto al 95% y 99% de confianza.

Esta superioridad encontrada en el rendimiento total, se debe a la alta concentración de elementos nutritivos solubles (NPK) presentes en las diferentes fuentes de fertilizantes (urea, fosfato diamonico y sulfato de potasio) el cual poseen características de fácil solubilidad e inmediata asimilación por el sistema radicular de la planta ,el cual fue beneficioso para esta variedad ,ya que su periodo vegetativo es bastante corto (94 días) ,aplicados respecto a las demás dosis de fertilización en estudio. El rendimiento total fue afectado por los niveles de fertilización en estudio, fue disminuyendo a medida que se empezó a disminuir las dosis de fertilización.

Cuadro 17. Ordenamiento de interacción de densidades de siembra x niveles de fertilización para rendimiento total

Nivel de Fertilización		157-100-198	100-70-150	80-50-100	00-00-00	Total
Densidad de Siembra						
40cm x 80cm	Suma	55.84	54.49	50.47	31.24	192.04
	Prom	13.96	13.62	12.62	7.81	
50cm x 80cm	Suma	49.55	48.37	45.71	31.81	175.44
	Prom	12.39	12.09	11.43	7.95	
60cm x 80cm	Suma	39.06	36.81	35.70	31.78	143.35
	Prom	9.76	9.20	8.93	7.95	
		144.45	139.67	131.88	94.83	

En el cuadro 17 se ha efectuado el ordenamiento de variables para la interacción densidades de siembra por niveles de fertilización para rendimiento total a fin de efectuar el Análisis de Varianza (ANVA) auxiliar que a continuación se presenta.

Cuadro 18. ANVA auxiliar para densidades de siembra con niveles fertilización para rendimiento total

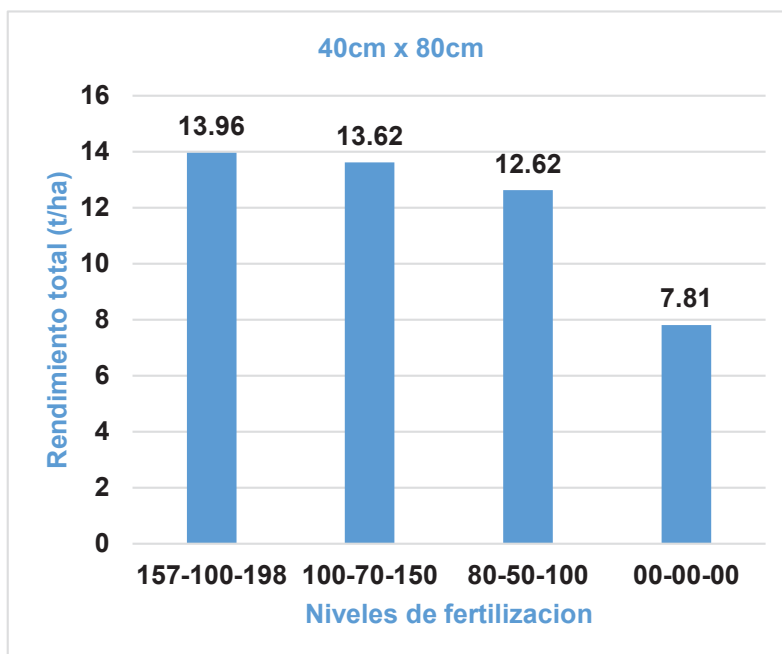
F de V	GL	SC	CM	Fc	Ft		Significancia	
					0.05	0.01	0.05	0.01
N en d1	3	97.645950	32.548650	283.99	2.89	4.44	*	**
N en d2	3	50.335300	16.778433	146.39	2.89	4.44	*	**
N en d3	3	6.953119	2.317706	20.22	2.89	4.44	*	**
Error	33	3.782185	0.114612					

Del cuadro 18. “ANVA auxiliar de densidades de siembra con niveles de fertilización para rendimiento total”, se resume que: Para los promedios en niveles de fertilización para cada uno de las densidades de siembra 40cm x 80cm, 50cm x 80cm y 60cm x 80cm hay diferencias estadísticas significativas al 1 % indicando la existencia del 99% de certeza de hallar diferencias estadísticas significativas al interior de estas interacciones.

Cuadro 19. Prueba Tukey niveles de fertilización en la densidad de siembra 40cm x 80cm para rendimiento total

ALS (5%) = 0.647			ALS (1%)=0.807	
N° de Orden	Densidad de siembra 40cm x 80cm	Rendimiento total (t/ha)	Significancia	
			0.05	0.01
I	157-100-198	13.96	A	A
II	100-70-150	13.62	A	A
III	80-50-100	12.62	B	B
IV	00-00-00	7.81	C	C

Gráfico 4. Niveles de fertilización en la densidad de siembra 40cm x 80cm para rendimiento total



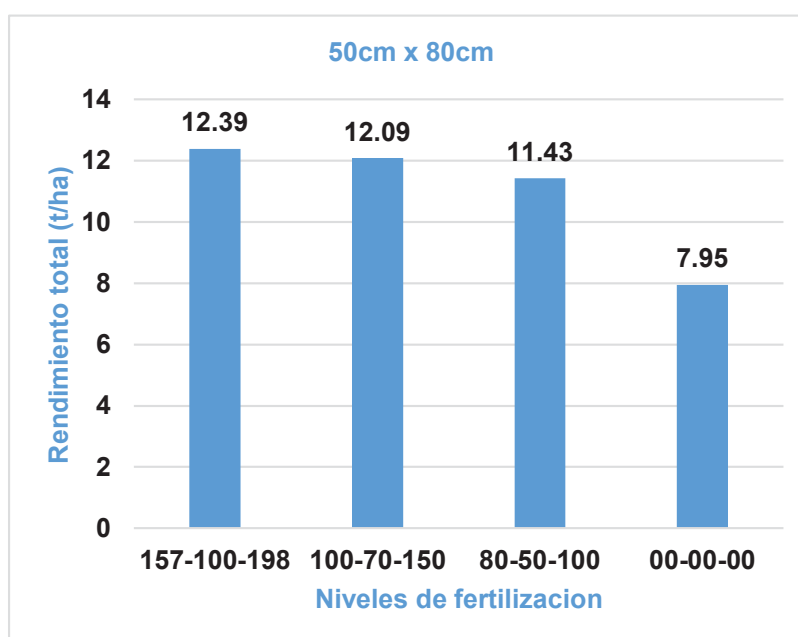
Del cuadro 19. "Prueba Tukey de niveles de fertilización en la densidad de siembra 40cm x 80cm para rendimiento total", se desprende que, el nivel de fertilización 157-100-198 con un rendimiento de 13.96 t/ha y el nivel de fertilización 100-70-150 con un rendimiento de 13.62 t/ha son estadísticamente iguales y superiores a los demás niveles de fertilización en estudio tanto al 95 y 99 % de confianza y ocuparon los primeros lugares. A su vez el nivel de fertilización 00-00-00 con un rendimiento de 7.81 t/ha, fue el más inferior estadísticamente tanto al 95 y 99 % de confianza.

Esta superioridad hallada en el rendimiento total se debe a la alta concentración de elementos nutritivos solubles (NPK) que contenían las diferentes fuentes de fertilizantes (urea-fosfato diamonico y sulfato de potasio) que empleamos en este experimento de estudio, el cual poseen características de fácil solubilidad e inmediata asimilación por el sistema radicular de la planta, el cual fue beneficioso para esta variedad ya que su periodo vegetativo es bastante corto (94 días) así como se demostró en esta investigación.

Cuadro 20. Prueba Tukey niveles de fertilización en la densidad de siembra 50cm x 80cm para rendimiento total

N° de Orden	Densidad de siembra 50cm x 80cm	Rendimiento total (t/ha)	Significancia	
			0.05	0.01
			ALS (5%) = 0.647 ALS (1%)=0.807	
I	157-100-198	12.39	A	A
II	100-70-150	12.09	A	A
III	80-50-100	11.43	B	B
IV	00-00-00	7.95	C	C

Gráfico 5. Niveles de fertilización en la densidad de siembra 50cm x 80cm para rendimiento total



Del cuadro 20. “Prueba Tukey de niveles de fertilización en la densidad de siembra 50cm x 80cm para rendimiento total”, se desprende que, el nivel de fertilización 157-100-198 con un rendimiento de 12.39 t/ha y el nivel de fertilización 100-70-150 con un rendimiento de 12.09 t/ha son estadísticamente iguales y superiores a los demás niveles de fertilización en estudio tanto al 95 y 99 % de confianza y ocuparon los primeros

Del cuadro 21. “Prueba Tukey de niveles de fertilización en la densidad de siembra 60cm x 80cm para rendimiento total”, se desprende que, el nivel de fertilización 157-100-198 con 9.76 t/ha y el nivel de fertilización 100-70-150 con 9.20 t/ha son estadísticamente iguales y superiores a los demás niveles de fertilización en estudio tanto al 95 y 99 % de confianza y ocuparon los primeros lugares. A su vez el nivel de fertilización 00-00-00 con un rendimiento de 7.95 t/ha ocupó el último lugar tanto al 95 y 99% de confianza.

Esta superioridad hallada en el rendimiento total, se debe a la alta concentración de elementos nutritivos solubles (NPK) que contenían las diferentes fuentes de fertilizantes (urea-fosfato diamónico y sulfato de potasio) que empleamos en este experimento de estudio, el cual poseen características de fácil solubilidad e inmediata asimilación por el sistema radicular de la planta, el cual fue beneficioso para esta variedad ya que su periodo vegetativo es bastante corto (94 días) así como se demostró en esta investigación.

Cuadro 22. Peso fresco de pella principal (g) en función de densidades de siembra y niveles de fertilización

Bloque	40cm x 80cm				50cm x 80cm				60cm x 80cm				Suma del Bloque
	157-100-198	100-70-150	80-50-100	00-00-00	157-100-198	100-70-150	80-50-100	00-00-00	157-100-198	100-70-150	80-50-100	00-00-00	
I	426.57	343.72	257.09	130.45	496.22	451.84	418.32	131.88	580.7	526.16	505.69	136.31	4404.95
II	470.8	371.6	342.63	133.25	480.56	420.6	419.11	130.45	500.23	466.23	456.47	134.5	4326.43
III	400.5	400.13	350.45	138.37	402.37	450.78	386.41	137.72	504.19	509.55	467.54	137.1	4285.11
IV	409.6	400.9	380.5	130.66	410.4	450.56	410.45	132.55	512.18	501.6	455.18	132.23	4326.81
Suma de Cada Tratamiento	1707.47	1516.35	1330.67	532.73	1789.55	1773.78	1634.29	532.6	2097.3	2003.54	1884.88	540.14	17343.3
Promedio	426.87	379.09	332.67	133.18	447.39	443.45	408.57	133.15	524.33	500.89	471.22	135.04	361.32
Densidades de Siembra	40cm x 80cm Suma=5087.22 Prom=317.95				50cm x 80cm Suma=5730.22 Prom=358.14				60cm x80cm Suma=6525.86 Prom=407.87				17343.3 361.32
Niveles de Fertilización	157-100-198 Suma= 5594.32 Prom=466.19			100-70-150 Suma=5293.67 Prom=441.14			80-50-100 Suma=4849.84 Prom=404.15			00-00-00 Suma=1605.47 Prom=133.79			17343.3 361.32

Cuadro 23. ANVA para peso fresco de pella principal en relación a densidades de siembra y niveles de fertilización

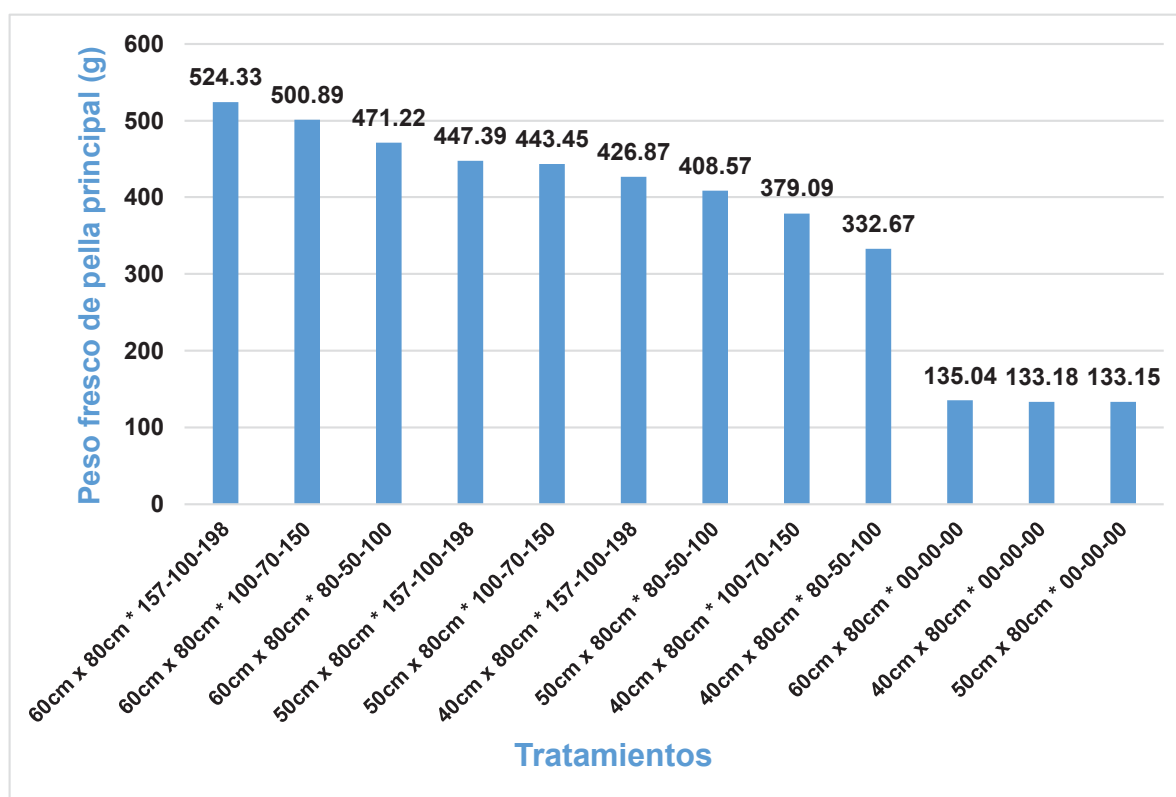
F de V	G.L	S.C	C.M	Fc	Ft		Significancia	
					0.05	0.01	0.05	0.01
Bloques	3	626.650967	208.883656	0.24	2.89	4.44	NS	NS
Tratamientos	14	941659.657900	67261.404140	76.01	2.69	2.00	*	**
Densidades de siembra (D)	2	64920.355280	32460.177640	36.68	3.28	5.31	*	**
Niveles de fertilización (N)	3	851693.879500	283897.959800	320.80	2.89	4.44	*	**
Interacción D*N	6	24418.772170	4069.795362	4.60	2.39	3.41	*	**
Error	33	29203.532080	884.955518					
Total	47	970863.190000						
CV (%)	8.23							

Del cuadro 23. “Análisis de variancia (ANVA) para la variable peso fresco de pella principal en el cultivo de brócoli considerando diferentes tipos de densidades de siembra con niveles de fertilización”, se desprende que: No existe diferencias estadísticas significativas entre los bloques, lo que nos muestra que la distribución fue homogénea. Mientras que, para tratamientos, densidades de siembra y niveles de fertilización se tiene significancia al 1 % lo cual nos señala que hay un 99 % de probabilidad de hallar diferencias estadísticas significativas. Con un coeficiente de variabilidad de 8.23 %, esto significa que el dato analizado expresa confiabilidad en los resultados obtenidos. Muestra también diferencias estadísticas significativas al 99 % para la interacción de densidades de siembra por niveles de fertilización, lo que nos muestra que tanto la densidad de siembra como los niveles de fertilización de NPK influyeron positivamente en el peso fresco de pella de esta variedad de brócoli.

Cuadro 24. Prueba Tukey de tratamientos para peso fresco de pella principal

N° de Orden	Tratamientos	Peso fresco de pella principal (g)	Significancia	
			5%	1%
			ALS (5%) = 73.969 ALS (1%)= 87.489	
I	60cm x 80cm * 157-100-198	524.33	A	A
II	60cm x 80cm * 100-70-150	500.89	A	A
III	60cm x 80cm * 80-50-100	471.22	B	B
IV	50cm x 80cm * 157-100-198	447.39	B	B
V	50cm x 80cm * 100-70-150	443.45	B	B
VI	40cm x 80cm * 157-100-198	426.87	B	B
VII	50cm x 80cm * 80-50-100	408.57	B	B
VIII	40cm x 80cm * 100-70-150	379.09	C	C
IX	40cm x 80cm * 80-50-100	332.67	C	C
X	60cm x 80cm * 00-00-00	135.04	D	D
XI	40cm x 80cm * 00-00-00	133.18	D	D
XII	50cm x 80cm * 00-00-00	133.15	D	D

Gráfico 7. Tratamientos para peso fresco de pella principal en brócoli



Del cuadro 24. “Prueba Tukey de tratamientos para peso fresco de pella principal”, se desprende que, el tratamiento 60cm x 80cm * 157-100-198 con un rendimiento de 524.33 g/planta y el tratamiento 60cm x 80cm * 100-70-150 con un rendimiento de 500.89 g/planta son estadísticamente iguales y superiores a los demás tratamientos tanto al 95 y 99 % de confianza y ocuparon los primeros lugares. Los tratamientos 60cm x 80cm * 80-50-100 ,50cm x 80cm * 157-100-198 ,50cm x 80cm * 100-70-150 ,40cm x 80cm * 157-100-198 y 50cm x 80cm * 80-50-100 con un rendimiento de 471.22, 447.39, 443.45 ,426.87 y 408.57 g/planta son estadísticamente iguales tanto al 95 y 99 % de confianza y ocuparon los segundos lugares. A su vez los tratamientos 60cm x 80cm * 00-00-00 con 135.04 g/planta, 40cm x 80cm * 00-00-00 con 133.18 g/planta y 50cm x 80cm * 00-00-00 con 133.15 g/planta son estadísticamente iguales tanto al 95 y 99 % de confianza y ocuparon los últimos lugares.

Estas superioridades encontradas en los tratamientos para la variable peso fresco de pella principal, se debe principalmente al efecto de la densidad de siembra más baja de 60cm x 80cm y al nivel de fertilización alto, lográndose obtener pellas con mayor peso por tener las plantas mayor espacio para desarrollarse y menor competencia por los nutrientes del suelo, por otro lado, también esta superioridad sobresaliente se debe a las características genéticas propias de esta variedad híbrida, ya que es una variedad de altas características de rendimiento.

En el presente trabajo de investigación el mayor peso fresco de pella principal obtenido para el híbrido paraíso en estudio fue de 524.33 g/planta, este resultado es inferior a los encontrados por **Diego, W.(2015)** en su trabajo de tesis “Introducción y adaptación de híbridos de brócoli (*Bassica oleraceae L.var.Italica*) en la Estación Agraria Santa Ana – Hualahoyo –Huancayo”, donde obtuvo un peso fresco de pella principal de 625.18 g/planta ,esta diferencia se debe principalmente a la manejo agronómico y a las características genéticas de cada híbrido en interacción con el medio ambiente.

Por otro lado, **Tintaya, L.(2019)** en su trabajo de tesis “Soluciones nutritivas en la producción de cuatro variedades híbridas de brócoli (*Brassica oleracea.var. Italica*) mediante técnica de cultivo acolchado plástico en K’ayra - Cusco.”, obtuvo un menor

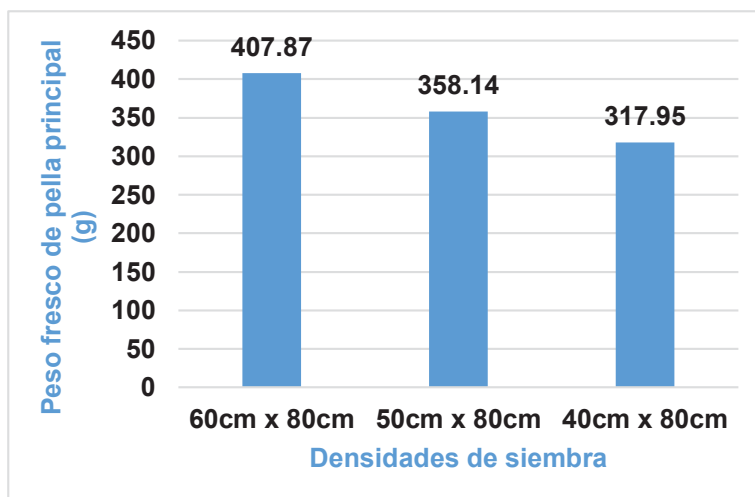
peso fresco de pella de 485.00 g/planta con respecto al presente trabajo de investigación, indicándonos que las dosis muy altas de soluciones nutritivas no fueron las más satisfactorias. Si no más bien se debe a las características genéticas propias de la variedad híbrida.

También por otro lado, **Soncco, R. (2019)** en su trabajo de tesis “Rendimiento de cuadro híbridos de brócoli (*Brassica oleraceae* L.var.*Italica plenk*), obtuvo un menor peso fresco de pella de 354.67 g/planta con respecto al presente trabajo de investigación, a su vez también fue inferior a los encontrados por **Diego, W. (2015)** y **Tintaya, L. (2019)**, estas diferencias halladas se debe a que es diferente la estación donde se realizó dicho ensayo y las condiciones ambientales (temperatura, luz, humedad y altitud) fueron desfavorables.

Cuadro 25. Prueba Tukey de densidades de siembra para peso fresco de pella principal

		ALS (5%) = 25.884		ALS (1%)= 32.916	
Orden de méritos	Clave	Densidades de siembra	Peso fresco de pella principal (g)	Gráfico Tukey (0.05)	Gráfico Tukey (0.01)
I	d3	60cm x 80cm	407.87	A	A
II	d2	50cm x 80cm	358.14	B	B
III	d1	40cm x 80cm	317.95	C	C

Gráfico 8. Promedio de las densidades de siembra para peso fresco de pella principal



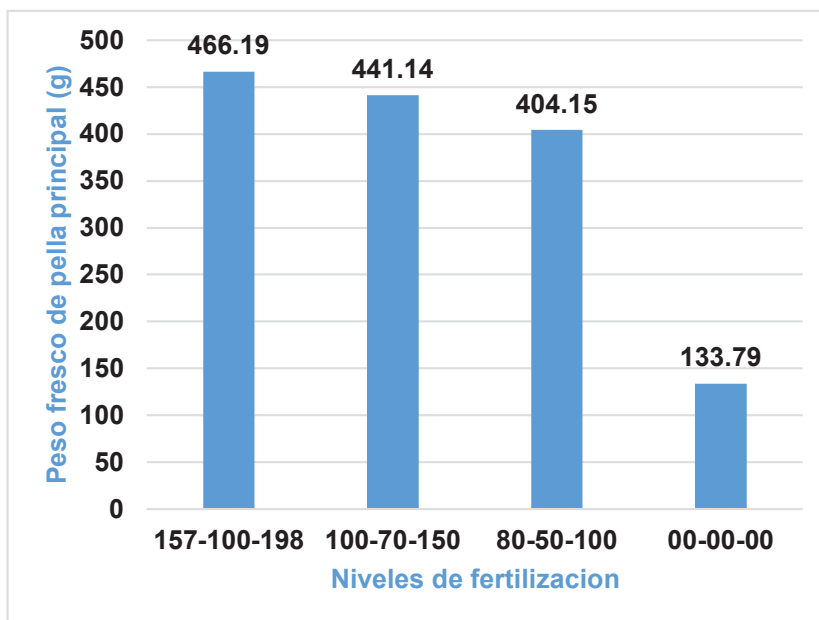
Del cuadro 25 de la comparación de medias Tukey hasta con 99% de nivel de confianza, para peso fresco de pella principal, se desprende que: Existe diferencias estadísticas significativas entre los diferentes distanciamientos de siembra, donde el distanciamiento de siembra 60cm x 80cm con un rendimiento de 407.87 g/planta es estadísticamente superior a los otros distanciamientos de siembra en estudio tanto al 95 y 99 % de confianza y ocupó el primer lugar. A su vez el distanciamiento de siembra de 40cm x 80cm con un rendimiento de 317.95 g/planta fue el más inferior estadísticamente tanto al 95 y 99 % de confianza.

Esta superioridad encontrada en el peso fresco de pella principal, se debe al efecto de la densidad de siembra más baja de 60cm x 80cm con respecto a los demás distanciamientos de siembra de 50cm x 80cm y 40cm x 80cm donde se logró obtener pellas de menor peso por tener las plantas menor espacio para desarrollarse y mayor competición por los nutrientes del suelo.

Cuadro 26. Prueba Tukey de niveles de fertilización para peso fresco de pella principal

		ALS (5%) = 32.847		ALS (1%)=40.963	
Orden de méritos	Clave	Niveles de fertilización	Peso fresco de pella principal (g)	Gráfico Tukey (0.05)	Gráfico Tukey (0.01)
I	n1	157-100-198	466.19	A	A
II	n2	100-70-150	441.14	B	B
III	n3	80-50-100	404.15	C	C
IV	n4	00-00-00	133.79	D	D

Gráfico 9. Promedio de los niveles de fertilización para peso fresco de pella principal



Del cuadro 26 de la comparación de medias Tukey hasta con 99% de nivel de confianza para peso fresco de pella principal, se desprende que: Existe diferencias estadísticas significativas entre los diferentes niveles de fertilización donde el nivel de fertilización 157-100-198 con un rendimiento de 466.19 g/planta es estadísticamente superior a los otros niveles de fertilización en estudio tanto al 95 y 99 % de confianza y ocupó el primer lugar. El nivel de fertilización 100-70-150 con un rendimiento de 441.14 g/planta ocupó el segundo lugar tanto al 95 y 99 % de confianza. A su vez el nivel de fertilización 00-00-00, con un rendimiento de 133.79 g/planta fue el más inferior estadísticamente, tanto al 95% y 99% de confianza.

Esta superioridad encontrada en el peso fresco de pella principal se debe a la alta concentración de elementos nutritivos solubles (NPK) presentes en las diferentes fuentes de fertilizantes (urea, fosfato diamónico y sulfato de potasio) el cual poseen características de fácil solubilidad e inmediata asimilación por el sistema radicular de la planta, el cual fue beneficioso para esta variedad, ya que su periodo vegetativo es bastante corto (94 días), aplicados respecto a las demás dosis de fertilización en estudio. El peso fresco de pella principal fue afectado por los niveles de fertilización en estudio, fue disminuyendo a medida que se empezó a disminuir las dosis de fertilización.

Cuadro 27. Ordenamiento de interacción de densidades de siembra x niveles de fertilización para peso fresco de pella principal

Nivel de Fertilización Densidad de Siembra		157-100-198	100-70-150	80-50-100	00-00-00	Total
		40cm x 80cm	Suma	1707.47	1516.35	1330.67
	Prom	426.87	379.09	332.67	133.18	
50cm x 80cm	Suma	1789.55	1773.78	1634.29	532.60	5730.22
	Prom	447.39	443.45	408.57	133.15	
60cm x 80cm	Suma	2097.30	2003.54	1884.88	540.14	6525.86
	Prom	524.33	500.89	471.22	135.04	
		5594.32	5293.67	4849.84	1605.47	

En el cuadro 27 se ha efectuado el “Ordenamiento de variables para la interacción densidades de siembra por niveles de fertilización para peso fresco de pella principal” a fin de efectuar el Análisis de Varianza (ANVA) auxiliar que a continuación se muestra.

Cuadro 28. ANVA auxiliar para densidades de siembra con niveles fertilización para peso fresco de pella principal

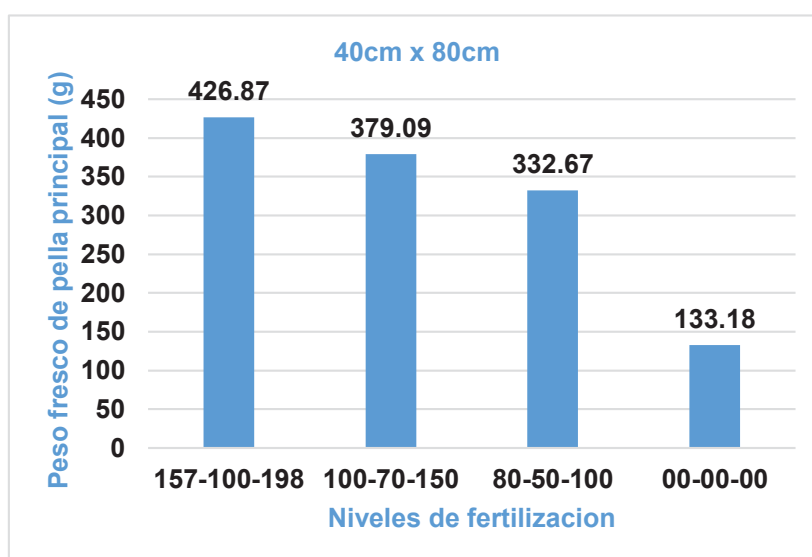
F de V	GL	SC	CM	Fc	Ft		Significancia	
					0.05	0.01	0.05	0.01
N en d1	3	199825.798	66608.5993	75.27	2.89	4.44	*	**
N en d2	3	273623.986	91207.9953	103.07	2.89	4.44	*	**
N en d3	3	402662.868	134220.956	151.67	2.89	4.44	*	**
Error	33	29203.532	884.9555					

Del cuadro 28. “ANVA auxiliar de densidades de siembra con niveles de fertilización para peso fresco de pella principal”, se resume que: Para los promedios en niveles de fertilización para cada uno de las densidades de siembra 40cm x 80cm, 50cm x 80cm y 60cm x 80cm hay diferencias estadísticas significativas al 1 % indicando la existencia del 99% de certeza de encontrar diferencias estadísticas significativas al interior de estas interacciones.

Cuadro 29. Prueba Tukey niveles de fertilización en la densidad de siembra 40cm x 80cm para peso fresco de pella principal

ALS (5%) = 56.893			ALS (1%)= 70.949	
N° de Orden	Densidad de siembra 40cm x 80cm	Peso fresco de pella principal (g)	Significancia	
			0.05	0.01
I	157-100-198	426.87	A	A
II	100-70-150	379.09	B	B
III	80-50-100	332.67	C	C
IV	00-00-00	133.18	D	D

Gráfico 10. Niveles de fertilización en la densidad de siembra 40cm x 80cm para peso fresco de pella principal



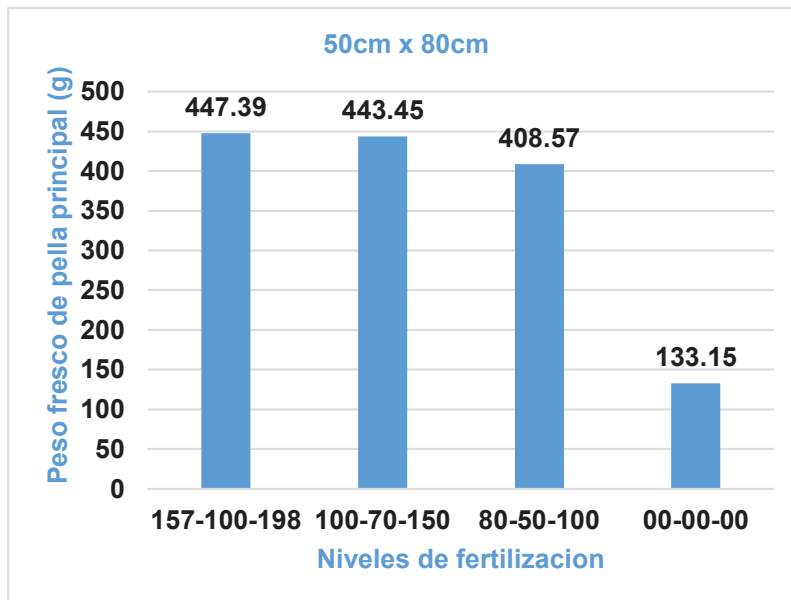
Del cuadro 29. “Prueba Tukey de niveles de fertilización en la densidad de siembra 40cm x 80cm para peso fresco de pella principal”, se desprende que, el nivel de fertilización 157-100-198 con un rendimiento de 426.87 g/planta es estadísticamente superior a los demás niveles de fertilización en estudio tanto al 95 y 99 % de confianza y ocupa el primer lugar. El nivel de fertilización 100-70-150 con un rendimiento 379.09 g/planta ocupó el segundo lugar tanto al 95 y 99 % de confianza. A su vez el nivel de fertilización 00-00-00 con un rendimiento de 133.18 g/planta, fue el más inferior estadísticamente tanto al 95 y 99 % de confianza.

Esta superioridad hallada en el peso fresco de pella principal, se debe a la alta concentración de elementos nutritivos solubles (NPK) que contenían las diferentes fuentes de fertilizantes (urea, fosfato diamonico y sulfato de potasio) que empleamos en este experimento de estudio, el cual poseen características de fácil solubilidad e inmediata asimilación por el sistema radicular de la planta ,el cual fue bastante beneficioso para esta variedad, ya que su periodo vegetativo es bastante corto (94 días) así como se demostró en esta investigación.

Cuadro 30. Prueba Tukey niveles de fertilización en la densidad de siembra 50cm x 80cm para peso fresco de pella principal

ALS (5%) = 56.893			ALS (1%)= 70.949	
N° de Orden	Densidad de siembra 50cm x 80cm	Peso fresco de pella principal (g)	Significancia	
			0.05	0.01
I	157-100-198	447.39	A	A
II	100-70-150	443.45	A	A
III	80-50-100	408.57	B	B
IV	00-00-00	133.15	C	C

Gráfico 11. Niveles de fertilización en la densidad de siembra 50cm x 80cm para peso fresco de pella principal



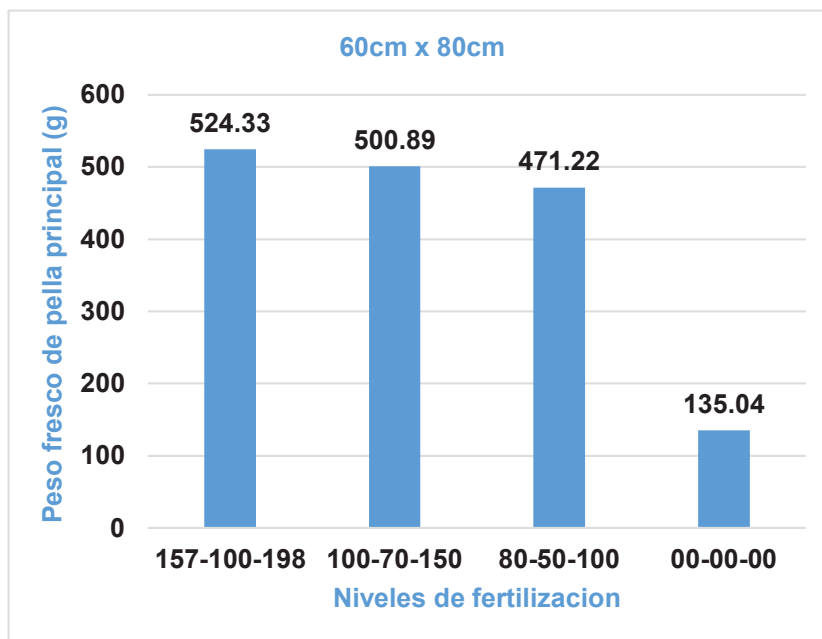
Del cuadro 30. “Prueba Tukey de niveles de fertilización en la densidad de siembra 50cm x 80cm para peso fresco de pella principal”, se desprende que, el nivel de fertilización 157-100-198 con un rendimiento de 447.39 g/planta y el nivel de fertilización 100-70-150 con rendimiento de 443.45 g/planta son estadísticamente iguales y superiores a los demás niveles de fertilización en estudio tanto al 95 y 99 % de confianza y ocuparon los primeros lugares. El nivel de fertilización 80-50-100 con un rendimiento de 408.57 g/planta ocupó el segundo lugar tanto al 95 y 99 % de confianza. A su vez el nivel de fertilización 00-00-00 con un rendimiento de 133.15 g/planta, fue el más inferior estadísticamente tanto al 95 y 99 % de confianza.

Esta superioridad hallada en el peso fresco de pella principal, se debe a la alta concentración de elementos nutritivos solubles (NPK) que contenían las diferentes fuentes de fertilizantes (urea, fosfato diamónico y sulfato de potasio) que empleamos en este experimento de estudio, el cual poseen características de fácil solubilidad e inmediata asimilación por el sistema radicular de la planta, el cual fue bastante beneficioso para esta variedad, ya que su periodo vegetativo es bastante corto (94 días) así como se demostró en esta investigación.

Cuadro 31. Prueba Tukey niveles de fertilización en la densidad de siembra 60cm x 80cm para peso fresco de pella principal

ALS (5%) =56.893			ALS (1%)= 70.949	
N° de Orden	Densidad de siembra 60cm x 80cm	Peso fresco de pella principal (g)	Significancia	
			0.05	0.01
I	157-100-198	524.33	A	A
II	100-70-150	500.89	B	A
III	80-50-100	471.22	C	B
IV	00-00-00	135.04	D	C

Gráfico 12. Niveles de fertilización en la densidad de siembra 60cm x 80cm para peso fresco de pella principal



Del cuadro 31. “Prueba Tukey de niveles de fertilización en la densidad de siembra 60cm x 80cm para peso fresco de pella principal”, se desprende que, el nivel de fertilización 157-100-198 con un rendimiento de 524.33 g/planta y el nivel de fertilización 100-70-150 con un rendimiento de 500.89 g/planta son estadísticamente iguales y superiores a los demás niveles de fertilización en estudio con 99 % de confianza y ocuparon los primeros lugares. El nivel de fertilización 80-50-100 con un rendimiento de 471.22 g/planta ocupó el segundo lugar con un 99 % de confianza. A su vez el nivel de fertilización 00-00-00 con un rendimiento de 135.04 g/planta, fue el más inferior estadísticamente tanto al 95 y 99 % de confianza.

Esta superioridad hallada en el peso fresco de pella principal, se debe a la alta concentración de elementos nutritivos solubles (NPK) que contenían las diferentes fuentes de fertilizantes (urea, fosfato diamónico y sulfato de potasio) que empleamos en este experimento de estudio, el cual poseen características de fácil solubilidad e inmediata asimilación por el sistema radicular de la planta, el cual fue bastante beneficioso para esta variedad, ya que su periodo vegetativo es bastante corto (94 días) así como se demostró en esta investigación.

6.2. Comportamiento Agronómico

Cuadro 32. Altura de planta (cm) en función de densidades de siembra y niveles de fertilización

Bloque	40cm x 80cm				50cm x 80cm				60cm x 80cm				Suma del Bloque
	157-100-198	100-70-150	80-50-100	00-00-00	157-100-198	100-70-150	80-50-100	00-00-00	157-100-198	100-70-150	80-50-100	00-00-00	
I	47.13	43.05	41.18	25.17	49.05	45.16	43.08	27.17	50.09	47.14	45.14	27.11	490.47
II	45.54	41.56	40.91	28.88	47.56	43.81	41.85	30.51	48.36	45.64	43.79	30.56	488.97
III	44.93	41.93	40.94	27.87	46.98	44.87	43.97	27.89	49.88	44.97	44.81	28.77	487.81
IV	46.57	42.51	40.64	30.23	48.23	41.24	41.42	31.72	49.15	44.28	42.08	32.92	490.99
Suma de Cada Tratamiento	184.17	169.05	163.7	112.15	191.82	175.08	170.3	117.29	197.48	182.03	175.82	119.36	1958.24
Promedio	46.04	42.26	40.93	28.04	47.96	43.77	42.58	29.32	49.37	45.51	43.96	29.84	40.80
Densidades de Siembra	40cm x 80cm Suma= 629.07 Prom=39.32				50cm x 80cm Suma=654.49 Prom=40.91				60cm x 80cm Suma=674.69 Prom=42.17				1958.24 40.80
Niveles de Fertilización	157-100-198 Suma= 573.47 Prom=47.79			100-70-150 Suma=526.16 Prom=43.85			80-50-100 Suma=509.82 Prom=42.49			00-00-00 Suma= 348.80 Prom=29.07			1958.24 40.80

Cuadro 33. ANVA para altura de planta en relación a densidades de siembra y niveles de fertilización

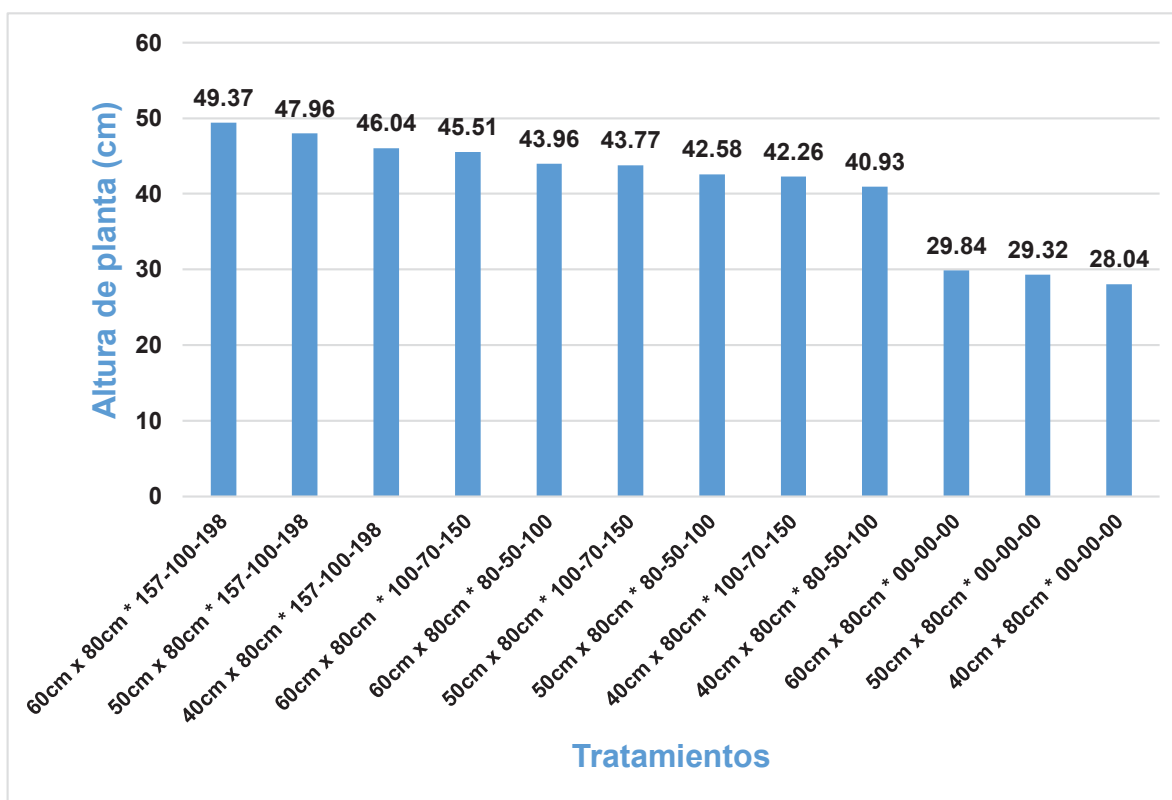
F de V	G.L	S.C	C.M	Fc	Ft		Significancia	
					0.05	0.01	0.05	0.01
Bloques	3	0.523637	0.174546	0.07	2.89	4.44	NS	NS
Tratamientos	14	2453.736632	175.266902	74.81	2.69	2.00	*	**
Densidades de siembra (D)	2	66.136789	33.068395	14.12	3.28	5.31	*	**
Niveles de Fertilización (N)	3	2384.507045	794.835682	339.28	2.89	4.44	*	**
Interacción D*N	6	2.569161	0.428194	0.18	2.39	3.41	NS	NS
Error	33	77.310638	2.342747					
Total	47	2531.047270						
CV (%)		3.75						

Del cuadro 33. “Análisis de variancia (ANVA) para la variable altura de planta en el cultivo de brócoli considerando diferentes tipos de densidades de siembra con niveles de fertilización”, se desprende que: No existe diferencias estadísticas significativas entre los bloques, lo que nos muestra que la distribución fue homogénea. Mientras que, para tratamientos, densidades de siembra y niveles de fertilización se tiene significancia al 1 % indicando que existe un 99 % de probabilidad de encontrar diferencias estadísticas significativas. Con un coeficiente de variabilidad de 3.75 %, esto indica que el dato analizado para el procesamiento de esta variable expresa confiabilidad en los resultados obtenidos. No muestra diferencias estadísticas significativas al 99 % para la interacción de densidades de siembra por niveles de fertilización, lo que nos muestra que tanto la densidad de siembra como los niveles de fertilización de NPK no influyeron positivamente en la altura de planta de esta variedad de brócoli.

Cuadro 34. Prueba Tukey de tratamientos para altura de planta

N° de Orden	Tratamientos	Altura de planta (cm)	Significancia	
			5%	1%
I	60cm x 80cm * 157-100-198	49.37	A	A
II	50cm x 80cm * 157-100-198	47.96	B	B
III	40cm x 80cm * 157-100-198	46.04	B	B
IV	60cm x 80cm * 100-70-150	45.51	B	B
V	60cm x 80cm * 80-50-100	43.96	C	C
VI	50cm x 80cm * 100-70-150	43.77	C	C
VII	50cm x 80cm * 80-50-100	42.58	C	C
VIII	40cm x 80cm * 100-70-150	42.26	C	C
IX	40cm x 80cm * 80-50-100	40.93	C	C
X	60cm x 80cm * 00-00-00	29.84	D	D
XI	50cm x 80cm * 00-00-00	29.32	D	D
XII	40cm x 80cm * 00-00-00	28.04	D	D

Gráfico 13. Tratamientos para altura de planta en brócoli



Del cuadro 34. “Prueba Tukey de tratamientos para altura de planta”, se desprende que, el tratamiento 60cm x 80cm * 157-100-198 con una altura de planta de 49.37 cm es estadísticamente superior a los demás tratamientos en estudio tanto al 95 y 99 % de confianza y ocupó el primer lugar. Los tratamientos 50cm x 80cm * 157-100-198 con 47.96 cm ,40cm x 80cm * 157-100-198 con 46.04 cm y 60cm x 80cm * 100-70-150 con 45.51 cm de altura de planta son estadísticamente iguales tanto al 95 y 99 % de confianza y ocuparon los segundos lugares. A su vez los tratamientos 60cm x 80cm * 00-00-00, el 50cm x 80cm * 00-00-00 y el 40cm x 80cm * 00-00-00 con una altura de planta de 29.84 cm, 29.32 cm y 28.04 cm son estadísticamente iguales tanto al 95 y 99% de confianza y ocuparon los últimos lugares.

Estas superioridades encontradas en los tratamientos para la variable altura de planta, se debe principalmente al efecto de la densidad de siembra más baja de 60cm x 80cm y al nivel de fertilización alto, lográndose obtener mayores alturas de planta por tener las plantas mayor espacio para desarrollarse y menor competencia por los nutrientes del suelo, por otro lado, también este resultado sobresaliente se atribuye a las características genéticas propias de esta variedad híbrida, ya que es una variedad de altas características de rendimiento.

En el presente trabajo de investigación la mayor altura de planta alcanzado para el híbrido paraíso en estudio fue de 49.37 cm/planta, este resultado se asemeja a los encontrados por **Tintaya , L.(2019)** en su trabajo de tesis “Soluciones nutritivas en la producción de cuatro variedades híbridas de brócoli (*Brassica oleracea*.var. *Itálica*) mediante técnica de cultivo acolchado plástico en K’ayra - Cusco.”, donde obtuvo una altura de planta de 48.50 cm, señalando que las dosis de solución nutritiva recomendadas por la UNA La Molina fue suficiente para esta variable, así como los diferentes niveles de fertilización aplicados en esta investigación.

Por otro lado, **Diego ,W. (2015)** en su trabajo de tesis “Introducción y adaptación de híbridos de brócoli (*Bassica oleraceae* L.var.*Italica*) en la Estación Agraria Santa Ana – Hualahoyo –Huancayo”, obtuvo una menor altura de planta de 39.81 cm con respecto al presente trabajo de investigación, indicándonos que estas diferencias de

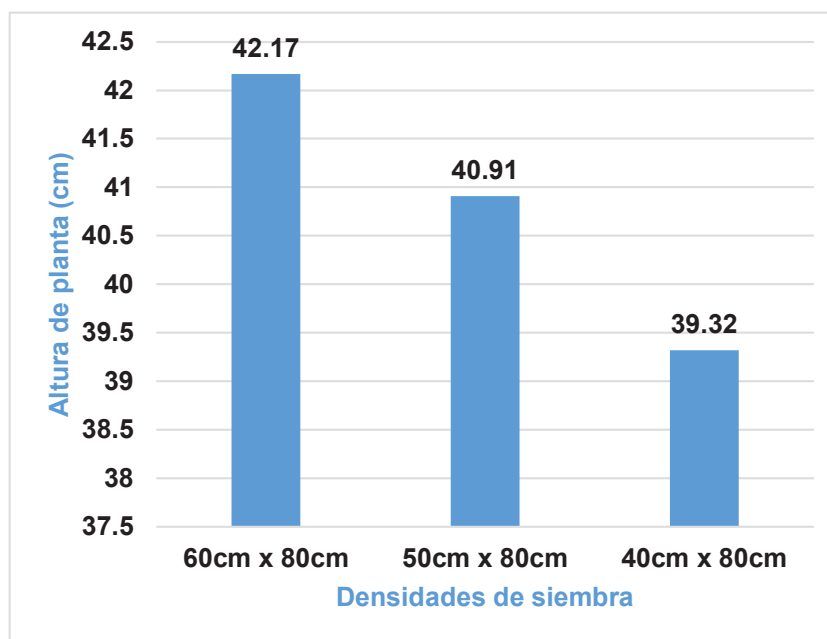
altura de planta se debió a las características genéticas de cada híbrido en interacción con el medio ambiente.

También por otro lado, **Soncco, R. (2019)** en su trabajo de tesis “Rendimiento de cuadro híbridos de brócoli (*Brassica oleraceae* L.var.*Italica plenk*), obtuvo una altura de planta mucho mayor de 64.5 cm con respecto al presente trabajo de investigación, de igual manera frente a las otras investigaciones ya mencionadas. Afirmando que esta alta diferencia de altura de planta se debe a las diferentes zonas geográficas de cada lugar, factores medioambientales, manejo cultural y las características genéticas propias de cada híbrido en interacción con el medio ambiente.

Cuadro 35. Prueba Tukey de densidades de siembra para altura de planta

Orden de méritos	Clave	Densidades de siembra	Altura de planta (cm)	ALS (5%) = 1.330	
				Gráfico Tukey (0.05)	Gráfico Tukey (0.01)
I	d3	60cm x 80cm	42.17	A	A
II	d2	50cm x 80cm	40.91	B	B
III	d1	40cm x 80cm	39.32	C	C

Gráfico 14. Promedio de las densidades de siembra para altura de planta



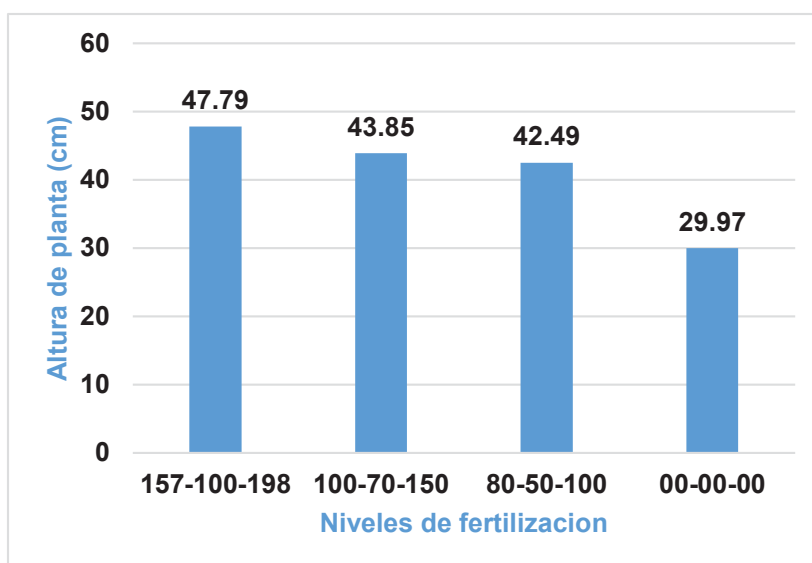
Del cuadro 35 de la comparación de medias Tukey hasta con 99% de nivel de confianza para altura de planta, se desprende que: Existe diferencias estadísticas significativas entre los diferentes distanciamientos de siembra donde el distanciamiento de siembra 60cm x 80cm con una altura de planta de 42.17 cm es estadísticamente superior a los otros distanciamientos de siembra en estudio con un 99 % de confianza y ocupo el primer lugar. El distanciamiento de siembra de 50cm x 80cm con una altura de planta de 40.91 cm ocupo el segundo lugar tanto al 95 y 99 % de confianza. A su vez el distanciamiento de siembra de 40cm x 80cm con una altura de planta de 39.32 cm, fue el más inferior estadísticamente tanto al 95 y 99 % de confianza.

Esta superioridad encontrada en la altura de planta, se debe al efecto de la densidad de siembra más baja de 60cm x 80cm, con respecto a los demás distanciamientos de siembra de 50cm x 80cm y 40cm x 80cm donde se logró obtener plantas de menor tamaño por tener las plantas menor espacio para desarrollarse y una mayor competición por los nutrientes del suelo.

Cuadro 36. Prueba Tukey de niveles de fertilización para altura de planta

		ALS (5%) = 1.690		ALS (1%)= 2.108	
Orden de méritos	Clave	Niveles de fertilización	Altura de planta (cm)	Gráfico Tukey (0.05)	Gráfico Tukey (0.01)
I	n1	157-100-198	47.79	A	A
II	n2	100-70-150	43.85	B	B
III	n3	80-50-100	42.49	B	B
IV	n4	00-00-00	29.97	C	C

Gráfico 15. Promedio de los niveles de fertilización para altura de planta



Del cuadro 36 de la comparación de medias Tukey hasta con 99% de nivel de confianza para altura de planta, se desprende que: Existe diferencias estadísticas significativas entre los diferentes niveles de fertilización donde el nivel de fertilización 157-100-198 con una altura de planta de 47.79 cm es estadísticamente superior a los demás niveles de fertilización en estudio tanto al 95 y 99 % de confianza y ocupó el primer lugar. El nivel de fertilización 100-70-150 con una altura de planta de 43.85 cm y el nivel de fertilización 80-50-100 con una altura de planta de 42.49 cm son estadísticamente iguales tanto al 95 y 99 % de confianza y ocuparon los segundos lugares. A su vez el nivel de fertilización 00-00-00, con una altura de planta de 29.97 cm fue el más inferior estadísticamente tanto al 95 y 99% de confianza.

Esta superioridad encontrada en la altura de planta se debe a la alta concentración de elementos nutritivos solubles (NPK) presentes en las diferentes fuentes de fertilizantes (urea, fosfato diamónico y sulfato de potasio) el cual poseen características de fácil solubilidad e inmediata asimilación por el sistema radicular de la planta, el cual fue beneficioso para esta variedad, ya que su periodo vegetativo es bastante corto (94 días), aplicados respecto a las demás dosis de fertilización en estudio. La altura de planta fue afectada por los niveles de fertilización en estudio, fue disminuyendo a medida que se empezó a disminuir las dosis de fertilización.

Cuadro 37. Diámetro de pella principal (cm) en función de densidades de siembra y niveles de fertilización

Bloques	40cm x 80cm				50cm x 80cm				60cm x 80xm				Suma del Bloque
	157-100-198	100-70-150	80-50-100	00-00-00	157-100-198	100-70-150	80-50-100	00-00-00	157-100-198	100-70-150	80-50-100	00-00-00	
I	12.87	10.78	10.45	9.98	14.64	11.55	11.88	9.77	15.03	13.95	12.49	9.33.	142.72
II	10.88	10.77	10.88	8.99	13.86	11.97	12.22	7.82	14.93	12.91	13.83	8.97	138.03
III	11.79	10.79	8.94	8.87	12.69	12.56	10.06	6.84	13.89	13.88	13.88	9.99	134.18
IV	13.26	11.35	11.98	7.83	14.23	12.86	11.45	6.61	15.23	13.59	12.93	8.62	139.94
Suma de Cada Tratamiento	48.80	43.69	42.25	35.67	55.42	48.94	45.61	31.04	59.08	54.33	53.13	36.91	554.87
Promedio	12.20	10.92	10.56	8.92	13.86	12.24	11.40	7.76	14.77	13.58	13.28	9.23	11.56
Densidades de Siembra	40cm x 80cm Suma= 170.41 Prom=10.65				50cm x 80cm Suma= 181.01 Prom=11.31				60cm x 80cm Suma=203.45 Prom=12.72				554.87 11.56
Niveles de Fertilización	157-100-198 Suma= 163.30 Prom=13.61			100-70-150 Suma=146.96 Prom=12.25			80-50-100 Suma=140.99 Prom=11.75			00-00-00 Suma= 103.62 Prom=8.64			554.87 11.56

Cuadro 38. ANVA para diámetro de pella principal en relación a densidades de siembra y niveles de fertilización

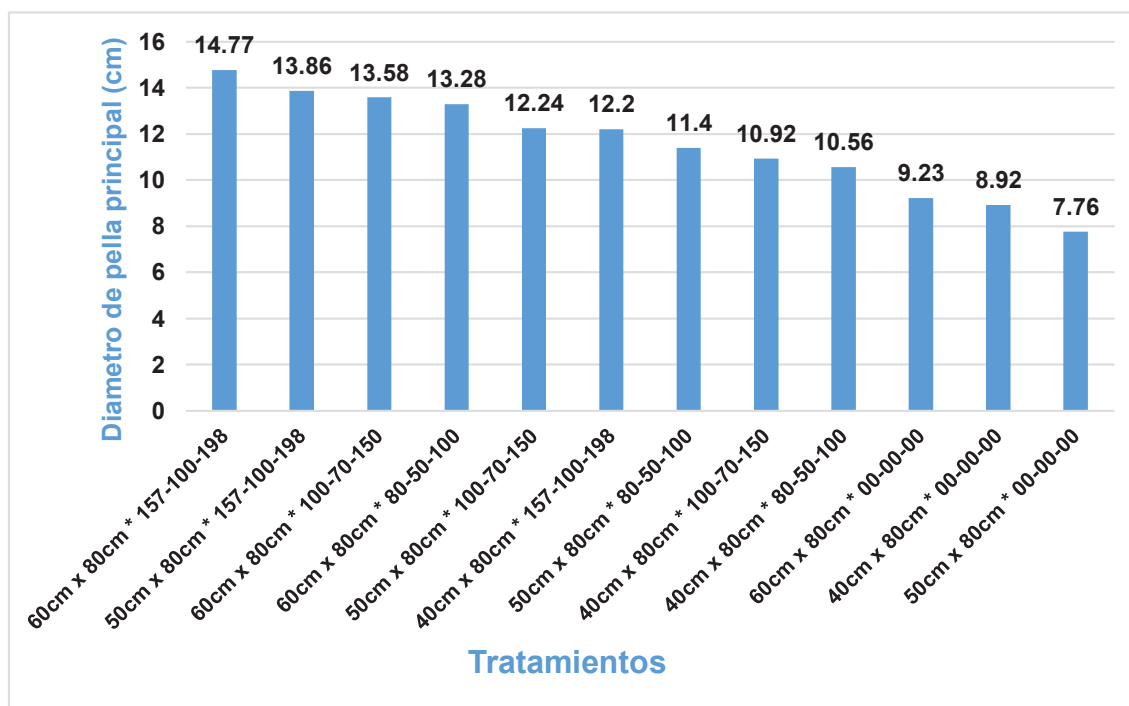
F de V	G.L	S.C	C.M	Fc	Ft		Significancia	
					0.05	0.01	0.05	0.01
Bloques	3	3.214673	1.071558	1.48	2.89	4.44	NS	NS
Tratamientos	14	210.348446	15.024889	20.80	2.69	2.00	*	**
Densidades de siembra (D)	2	35.574067	17.787034	24.62	3.28	5.31	*	**
Niveles de fertilización (N)	3	159.103073	53.034358	73.41	2.89	4.44	*	**
Interacción D*N	6	12.456633	2.076106	2.87	2.39	3.41	*	NS
Error	33	23.841252	0.722462					
Total	47	234.189698						
CV (%)		7.35						

Del cuadro 38. “Análisis de variancia (ANVA) para diámetro de pella principal en el cultivo de brócoli considerando diferentes tipos de densidades de siembra con niveles de fertilización”, se desprende que: No existe diferencias estadísticas significativas entre los bloques, lo que nos muestra que la distribución fue homogénea. Mientras que, para tratamientos, densidades de siembra y niveles de fertilización se tuvo significancia al 1 %, lo cual nos señala un 99 % de probabilidad de hallar diferencias estadísticas significativas. Con un coeficiente de variabilidad de 7.35 %, esto indica que el dato analizado para el desarrollo de esta variable muestra confiabilidad en los resultados obtenidos. Muestra también diferencias estadísticas significativas al 95 % para la interacción de densidades de siembra por niveles de fertilización, lo que nos muestra que tanto la densidad de siembra como los niveles de fertilización de NPK influyeron positivamente en el diámetro de pella principal de esta variedad de brócoli.

Cuadro 39. Prueba Tukey de tratamientos para diámetro de pella principal

N° de Orden	Tratamientos	Diámetro de pella principal (cm)	ALS (5%) =2.113		ALS (1%)=2.499	
			Significancia			
			5%	1%		
I	60cm x 80cm * 157-100-198	14.77	A	A		
II	50cm x 80cm * 157-100-198	13.86	B	B		
III	60cm x 80cm * 100-70-150	13.58	B	B		
IV	60cm x 80cm * 80-50-100	13.28	B	B		
V	50cm x 80cm * 100-70-150	12.24	C	C		
VI	40cm x 80cm * 157-100-198	12.20	C	C		
VII	50cm x 80cm * 80-50-100	11.40	C	C		
VIII	40cm x 80cm * 100-70-150	10.92	C	C		
IX	40cm x 80cm * 80-50-100	10.56	C	C		
X	60cm x 80cm * 00-00-00	9.23	D	D		
XI	40cm x 80cm * 00-00-00	8.92	D	D		
XII	50cm x 80cm * 00-00-00	7.76	D	D		

Gráfico 16. Tratamientos para diámetro de pella principal en brócoli



Del cuadro 39. “Prueba Tukey de tratamientos para diámetro de pella principal”, se desprende que, el tratamiento 60cm x 80cm x 157-100-198 con un diámetro de pella principal de 14.77 cm es estadísticamente superior a los demás tratamientos en estudio tanto al 95 y 99 % de confianza y ocupó el primer lugar. Los tratamientos 50cm x 80cm * 157-100-198 con 13.86 cm ,60cm x 80cm * 100-70-150 con 13.58 cm y 60cm x 80cm * 80-50-100 con un diámetro de pella principal de 13.28 cm son estadísticamente iguales tanto al 95 y 99 % de confianza y ocuparon los segundos lugares. A su vez los tratamientos 60cm x 80cm * 00-00-00, 40cm x 80cm * 00-00-00 y el 50cm x 80cm * 00-00-00 con un diámetro de pella principal de 9.23 cm, 8.92 cm y 7.76 cm son estadísticamente iguales tanto al 95 y 99 % de confianza y ocuparon los últimos lugares.

Estas superioridades encontradas en los tratamientos para la variable diámetro de pella principal, se debe principalmente al efecto de la densidad de siembra más baja de 60cm x 80cm y al nivel de fertilización alto, lográndose obtener mayores diámetros de pella por tener las plantas mayor espacio para desarrollarse y menor competencia por los nutrientes del suelo, por otro lado, también este resultado sobresaliente se atribuye a las características genéticas propias de esta variedad híbrida, ya que es una variedad de altas características de rendimiento.

En el presente trabajo de investigación el mayor diámetro de pella obtenido para el híbrido paraíso en estudio fue de 14.77 cm, este resultado es inferior a los encontrados por **Diego, W. (2015)** en su trabajo de tesis “Introducción y adaptación de híbridos de brócoli (*Bassica oleraceae L.var.Italica*) en la Estación Agraria Santa Ana – Hualahoyo –Huancayo”, donde obtuvo un diámetro de pella 19.55 cm, manifestando que esta diferencia se debe principalmente a la manejo agronómico y las características genéticas de cada híbrido en interacción con el medio ambiente.

Estas diferencias de diámetro de pella, se debe al carácter genético de cada híbrido, también a los factores ambientales que influyen durante el desarrollo del cultivo como lo manifiesta **Torres, C. et al (2002)**, las plantas logran un crecimiento óptimo a una temperatura óptima, llamado óptimo térmico, particular para cada tipo de planta, pero si estas sufren alteraciones de temperaturas extremas de frío o calor, interrumpen su desarrollo.

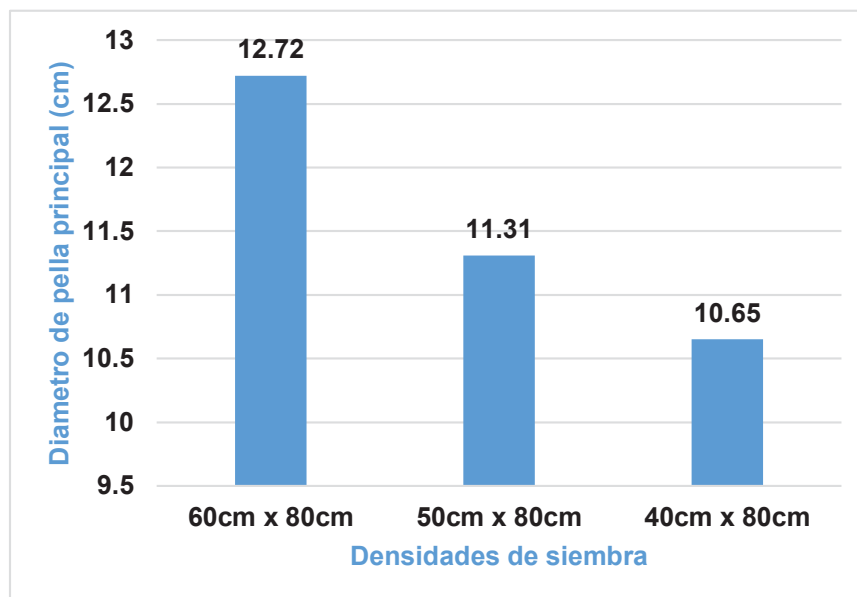
Por otro lado, **Tintaya, L.(2019)** en su trabajo de tesis “Soluciones nutritivas en la producción de cuatro variedades híbridas de brócoli (*Brassica oleracea.var. Italica*) mediante técnica de cultivo acolchado plástico en K’ayra - Cusco.”, obtuvo un menor diámetro de pella principal de 12.52 cm con respecto al presente trabajo de investigación, señalando que las dosis muy altas de soluciones nutritivas no obtuvieron un resultado sobresaliente. Si no más bien se debe a las características genéticas propias de la variedad híbrida.

También por otro lado, **Soncco, R. (2019)** en su trabajo de tesis “Rendimiento de cuadro híbridos de brócoli (*Brassica oleraceae L.var.Italica plenk*), obtuvo un menor diámetro de pella principal de 12.71 cm con respecto al presente trabajo de investigación, sin embargo, sus resultados se asemejan a los encontrados por **Tintaya, L. (2019)**, afirmando que las condiciones geográficas, factores ambientales y manejo cultural no son las mismas en cada zona donde se cultiva esta variedad de brócoli.

Cuadro 40. Prueba Tukey de densidades de siembra para diámetro de pella principal

Orden de méritos	Clave	ALS (5%) =0.738		ALS (1%)=0.940	
		Densidades de siembra	Diámetro de pella principal (cm)	Gráfico Tukey (0.05)	Gráfico Tukey (0.01)
I	d3	60cm x 80cm	12.72	A	A
II	d2	50cm x 80cm	11.31	B	B
III	d1	40cm x 80cm	10.65	C	C

Gráfico 17. Promedio de las densidades de siembra para diámetro de pella principal



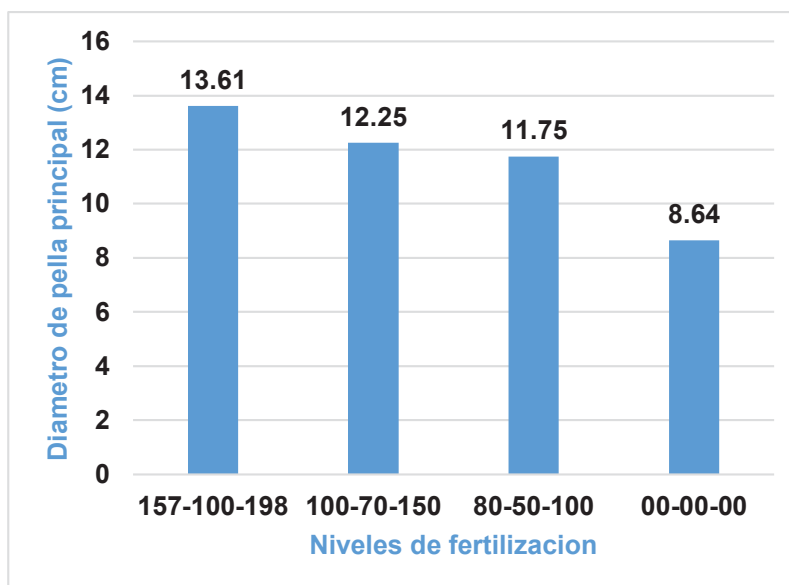
Del cuadro 40 de la comparación de medias Tukey hasta con 99% de nivel de confianza para diámetro de pella principal, se desprende que: Existe diferencias estadísticas significativas entre los diferentes distanciamientos de siembra donde el distanciamiento de siembra 60cm x 80cm con un diámetro de pella principal de 12.72 cm es estadísticamente superior a los demás distanciamientos de siembra en estudio tanto al 95 y 99 % de confianza y ocupó el primer lugar. El distanciamiento de siembra de 50cm x 80cm con un rendimiento de diámetro de pella principal de 11.31 cm ocupó el segundo lugar tanto al 95 y 99 % de confianza. A su vez el distanciamiento de siembra de 40cm x 80cm con un diámetro de pella principal de 10.65 cm, fue el más inferior estadísticamente tanto al 95 y 99 % de confianza.

Esta superioridad encontrada en el diámetro de pella principal, se debe al efecto de la densidad de siembra más baja de 60cm x 80cm con respecto a los demás distanciamientos de siembra de 50cm x 80cm y 40cm x 80cm donde se logró obtener pellas de menor diámetro por tener las plantas menor espacio para desarrollarse y una mayor competencia por los nutrientes del suelo.

Cuadro 41. Prueba Tukey de niveles de fertilización para diámetro de pella principal

Orden de méritos	Clave	ALS (5%) = 0.939		ALS (1%)=1.170	
		Niveles de fertilización	Diámetro de pella principal (cm)	Gráfico Tukey (0.05)	Gráfico Tukey (0.01)
I	n1	157-100-198	13.61	A	A
II	n2	100-70-150	12.25	A	A
III	n3	80-50-100	11.75	B	B
IV	n4	00-00-00	8.64	C	C

Gráfico 18. Promedio de los niveles de fertilización para diámetro de pella principal



Del cuadro 41 de la comparación de medias Tukey hasta con 99% de nivel de confianza para diámetro de pella principal, se desprende que: Existe diferencias estadísticas significativas entre los diferentes niveles de fertilización donde el nivel de fertilización 157-100-198 con un diámetro de pella principal de 13.61 cm y el nivel de fertilización 100-70-150 con un diámetro de pella principal de 12.25 cm son estadísticamente iguales y superiores a los demás niveles de fertilización en estudio tanto al 95 y 99 % de confianza y ocuparon los primeros lugares. A su vez el nivel de fertilización 00-00-00, con un diámetro de pella principal de 8.64 cm, fue el más inferior estadísticamente, tanto al 95 y 99% de confianza.

Esta superioridad encontrada en el diámetro de pella principal se debe a la alta concentración de elementos nutritivos solubles (NPK) presentes en las diferentes fuentes de fertilizantes (urea, fosfato diamónico y sulfato de potasio) el cual poseen características de fácil solubilidad e inmediata asimilación por el sistema radicular de la planta, el cual fue beneficioso para esta variedad, ya que su periodo vegetativo es bastante corto (94 días), aplicados respecto a las demás dosis de fertilización en estudio. El diámetro de pella principal fue afectado por los niveles de fertilización en estudio, fue disminuyendo a medida que se disminuyeron las dosis de fertilización.

Cuadro 42. Ordenamiento de interacción de densidades de siembra x niveles de fertilización para diámetro de pella principal

Nivele de Fertilización Densidad de Siembra		157-100-198	100-70-150	80-50-100	00-00-00	Total
		40cm x 80cm	Suma Prom	48.80 12.20	43.69 10.92	42.25 10.56
50cm x 80cm	Suma Prom	55.42 13.86	48.94 12.24	45.61 11.40	31.04 7.76	181.01
60cm x 80cm	Suma Prom	59.08 14.77	54.33 13.58	53.13 13.28	36.91 9.23	203.45
		163.30	146.96	140.99	103.62	

En el cuadro 42 se ha efectuado el “Ordenamiento de variables para la interacción densidades de siembra por niveles de fertilización para diámetro de pella principal” a fin de efectuar el Análisis de Varianza (ANVA) auxiliar que a continuación se presenta.

Cuadro 43. ANVA auxiliar para densidades de siembra con niveles fertilización para diámetro de pella principal

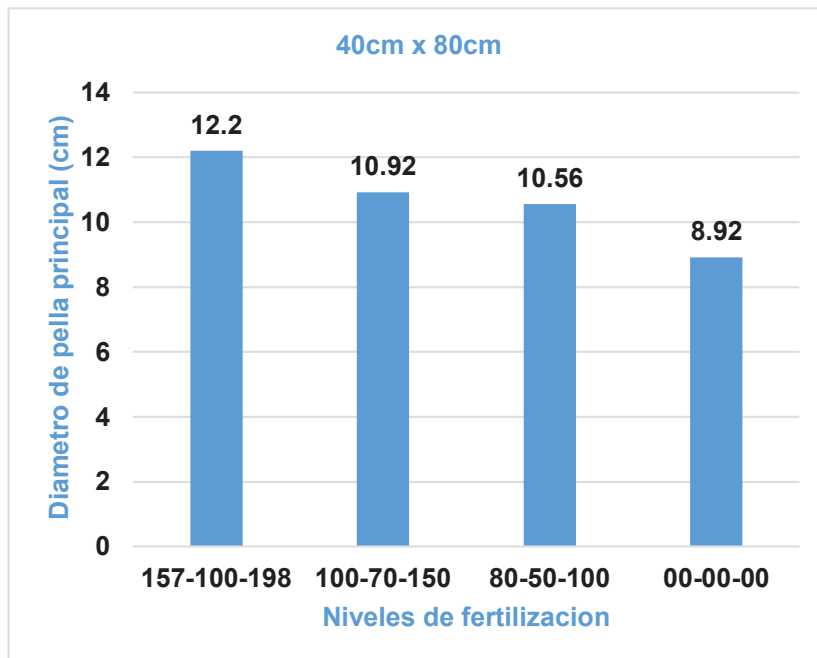
F de V	GL	SC	CM	Fc	Ft		Significancia	
					0.05	0.01	0.05	0.01
N en d1	3	21.943869	7.314623	10.12	2.89	4.44	*	**
N en d2	3	79.774669	26.591556	36.81	2.89	4.44	*	**
N en d3	3	69.841169	23.280390	32.22	2.89	4.44	*	**
Error	33	23.841252	0.722462					

Del cuadro 43. “ANVA auxiliar de densidades de siembra con niveles de fertilización para diámetro de pella principal”, se resume que: Para los promedios en niveles de fertilización para cada uno de las densidades de siembra 40cm x 80cm, 50cm x 80cm y 60cm x 80cm hay diferencias estadísticas significativas al 1 % indicando la existencia del 99% de certeza de encontrar diferencias estadísticas significativas al interior de estas interacciones.

Cuadro 44. Prueba Tukey niveles de fertilización en la densidad de siembra 40cm x 80cm para diámetro de pella principal

N° de Orden	Densidad de siembra 40cm x 80cm	Diámetro de pella principal (cm)	ALS (5%) = 1.626		ALS (1%)=2.027	
			Significancia			
			0.05	0.01		
I	157-100-198	12.20	A	A		
II	100-70-150	10.92	B	B		
III	80-50-100	10.56	B	B		
IV	00-00-00	8.92	D	D		

Gráfico 19. Niveles de fertilización en la densidad de siembra 40cm x 80cm para diámetro de pella principal



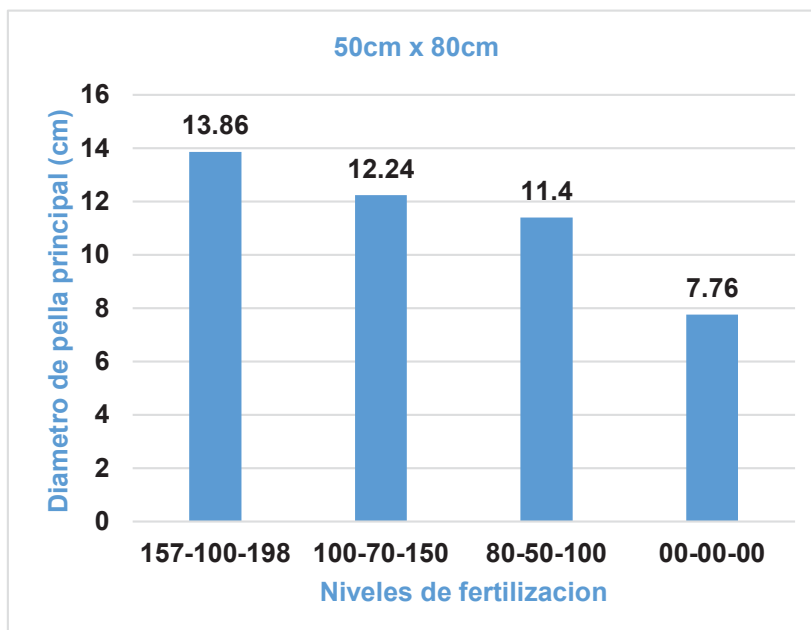
Del cuadro 44. “Prueba Tukey de niveles de fertilización en la densidad de siembra 40cm x 80cm para diámetro de pella principal”, se desprende que, el nivel de fertilización 157-100-198 con un diámetro de pella de 12.20 cm es estadísticamente superior a los demás niveles de fertilización en estudio tanto al 95 y 99 % de confianza y ocupó el primer lugar. El nivel de fertilización 100-70-150 con diámetro de pella de 10.92 cm y el nivel de fertilización 80-50-100 con un diámetro de pella de 10.56 cm son estadísticamente iguales tanto al 95 y 99 % de confianza y ocuparon los segundos lugares. A su vez el nivel de fertilización 00-00-00 con un diámetro de pella principal de 8.92 cm, fue el más inferior estadísticamente tanto al 95 y 99 % de confianza.

Esta superioridad hallada en el diámetro de pella principal, se debe a la alta concentración de elementos nutritivos solubles (NPK) que contenían las diferentes fuentes de fertilizantes (urea, fosfato diamónico y sulfato de potasio) que empleamos en este experimento de estudio, el cual poseen características de fácil solubilidad e inmediata asimilación por el sistema radicular de la planta, el cual fue bastante beneficioso para esta variedad, ya que su periodo vegetativo es bastante corto (94 días) así como se demostró en esta investigación.

Cuadro 45. Prueba Tukey niveles de fertilización en la densidad de siembra 50cm x 80cm para diámetro de pella principal

N° de Orden	Densidad de siembra 50cm x 80cm	Diámetro de pella principal (cm)	ALS (5%) = 1.626		ALS (1%)=2.027	
			Significancia			
			0.05	0.01		
I	157-100-198	13.86	A	A		
II	100-70-150	12.24	B	B		
III	80-50-100	11.40	C	C		
IV	00-00-00	7.76	D	D		

Gráfico 20. Niveles de fertilización en la densidad de siembra 50cm x 80cm para diámetro de pella principal



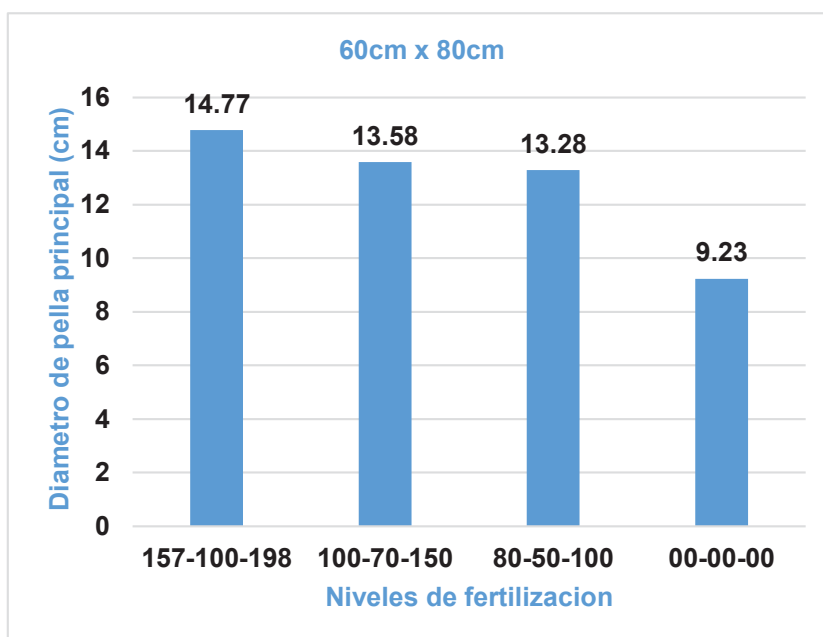
Del cuadro 45. “Prueba Tukey de niveles de fertilización en la densidad de siembra 50cm x 80cm para diámetro de pella principal”, se desprende que, el nivel de fertilización 157-100-198 con un diámetro de pella de 13.86 cm es estadísticamente superior a los otros niveles de fertilización en estudio tanto al 95 y 99 % de confianza y ocupó el primer lugar. El nivel de fertilización 100-70-150 con un diámetro de pella principal de 12.24 cm ocupó el segundo lugar tanto al 95 y 99 % de confianza. A su vez el nivel de fertilización 00-00-00 con un diámetro de pella principal de 7.76 cm, fue el más inferior estadísticamente tanto al 95 y 99 % de confianza.

Esta superioridad hallada en el diámetro de pella principal, se debe a la alta concentración de elementos nutritivos solubles (NPK) que contenían las diferentes fuentes de fertilizantes (urea, fosfato diamónico y sulfato de potasio) que empleamos en este experimento de estudio, el cual poseen características de fácil solubilidad e inmediata asimilación por el sistema radicular de la planta, el cual fue bastante beneficioso para esta variedad, ya que su periodo vegetativo es bastante corto (94 días) así como se demostró en esta investigación.

Cuadro 46. Prueba Tukey niveles de fertilización en la densidad de siembra 60cm x 80cm para diámetro de pella principal

N° de Orden	Densidad de siembra 60cm x 80cm	Diámetro de pella principal (cm)	ALS (5%) = 1.626		ALS (1%) = 2.027	
			Significancia		0.05	0.01
I	157-100-198	14.77	A	A		
II	100-70-150	13.58	B	B		
III	80-50-100	13.28	B	B		
IV	00-00-00	9.23	C	C		

Gráfico 21. Niveles de fertilización en la densidad de siembra 60cm x 80cm para diámetro de pella principal



Del cuadro 46. “Prueba Tukey de niveles de fertilización en la densidad de siembra 60cm x 80cm para diámetro de pella principal”, se desprende que, el nivel de fertilización 157-100-198 con un diámetro de pella principal de 14.77 cm es estadísticamente superior a los demás niveles de fertilización en estudio tanto al 95 y 99 % de confianza y ocupó el primer lugar.

Los niveles de fertilización 100-70-150 con un diámetro de pella principal de 13.58 cm y el nivel de fertilización 80-50-100 con un diámetro de pella principal con 13.28 cm son estadísticamente iguales tanto al 95 y 99 % y ocuparon los segundos lugares. A su vez el nivel de fertilización 00-00-00 con un diámetro de pella principal de 9.23 cm, fue el más inferior estadísticamente tanto al 95 y 99 % de confianza.

Esta superioridad hallada en el diámetro de pella principal, se debe a la alta concentración de elementos nutritivos solubles (NPK) que contenían las diferentes fuentes de fertilizantes (urea, fosfato diamónico y sulfato de potasio) que empleamos en este experimento de estudio, el cual poseen características de fácil solubilidad e inmediata asimilación por el sistema radicular de la planta, el cual fue bastante beneficioso para esta variedad, ya que su periodo vegetativo es bastante corto (94 días) así como se demostró en esta investigación.

Cuadro 47. Longitud de pella principal (cm) en función de densidades de siembra y niveles de fertilización

Bloque	40cm x 80cm				50cm x 80cm				60cm x 80cm				Suma del Bloque
	157-100-198	100-70-150	80-50-100	00-00-00	157-100-198	100-70-150	80-50-100	00-00-00	157-100-198	100-70-150	80-50-100	00-00-00	
I	10.03	9.19	9.02	7.06	11.05	11.02	9.19	8.09	13.06	12.07	11.24	6.12	117.14
II	10.88	9.07	8.65	6.78	11.16	10.05	8.86	6.99	12.07	11.07	10.95	7.12	113.65
III	10.91	10.11	9.08	5.05	11.08	10.09	10.42	7.19	12.04	12.92	11.02	8.07	117.98
IV	9.87	9.08	8.66	5.96	10.94	9.76	9.08	6.08	12.88	11.96	10.39	7.18	111.84
Suma de Cada Tratamiento	41.69	37.45	35.41	24.85	44.23	40.92	37.55	28.35	50.05	48.02	43.60	28.49	460.61
Promedio	10.42	9.36	8.85	6.21	11.06	10.23	9.39	7.09	12.51	12.01	10.90	7.12	9.59
Densidades de Siembra	40cm x 80cm Suma=139.40 Prom= 8.71				50cm x 80cm Suma=151.05 Prom=9.44				60cm x 80cm Suma= 170.16 Prom=10.63				460.61 9.59
Niveles de Fertilización	157-100-198 Suma=135.97 Prom=11.33			100-70-150 Suma=126.39 Prom=10.53			80-50-100 Suma=116.56 Prom=9.71			00-00-00 Suma=81.69 Prom=6.81			460.61 9.59

Cuadro 48. ANVA para Longitud de pella principal en relación a densidades de siembra y niveles de fertilización

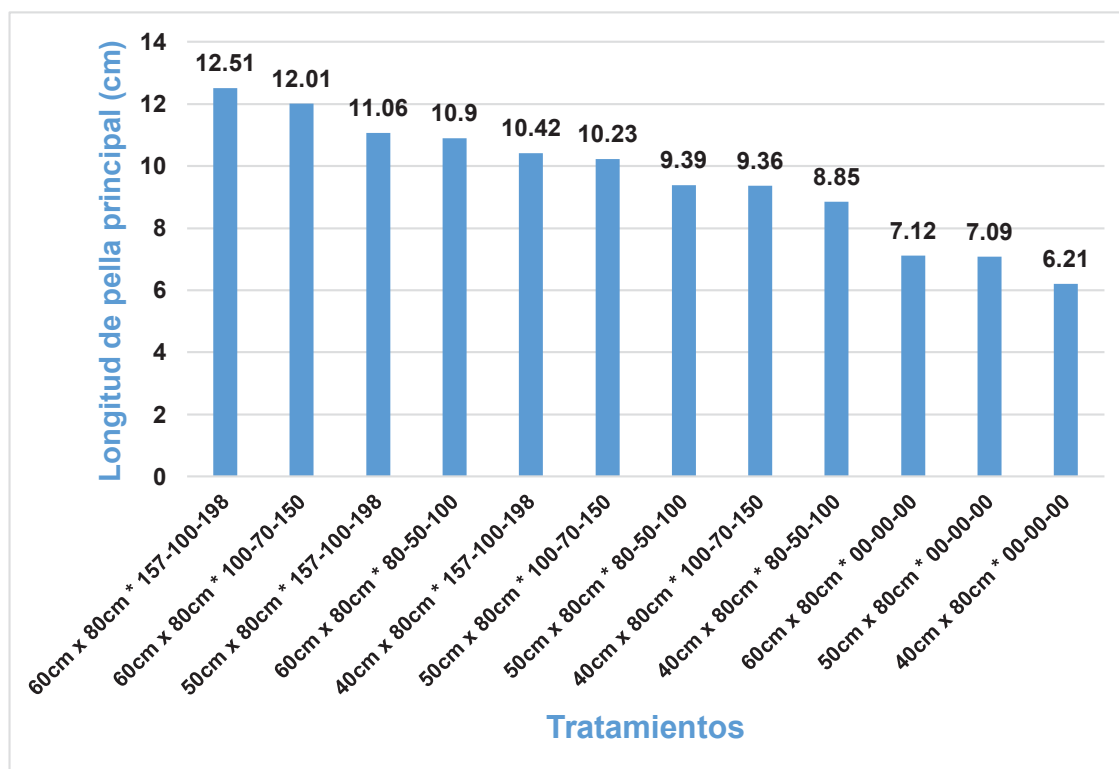
F de V	G.L	S.C	C.M	Fc	Ft		Significancia	
					0.05	0.01	0.05	0.01
Bloques	3	2.097923	0.699308	2.01	2.89	4.44	NS	NS
Tratamientos	14	177.059296	12.647093	36.34	2.69	2.00	*	**
Densidades de siembra (D)	2	30.147754	15.073877	43.31	3.28	5.31	*	**
Niveles de fertilización (N)	3	140.114140	46.704713	134.19	2.89	4.44	*	**
Interacción D*N	6	4.699479	0.783247	2.25	2.39	3.41	NS	NS
Error	33	11.485652	0.348050					
Total	47	188.544948						
CV (%)		6.15						

Del cuadro 48. “Análisis de varianza (ANVA) para longitud de pella principal en el cultivo de brócoli considerando diferentes tipos de densidades de siembra con niveles de fertilización”, se desprende que: No existe diferencias estadísticas significativas entre los bloques, lo que nos muestra que la distribución fue homogénea. Mientras que, para tratamientos, densidades de siembra y niveles de fertilización se tiene significancia al 1 %, indicando que existe un 99 % de probabilidad de encontrar diferencias estadísticas significativas. Con un coeficiente de variabilidad de 6.15 %, esto indica que el dato analizado en el desarrollo de esta variable expresa confiabilidad en los resultados obtenidos. No muestra diferencias estadísticas significativas al 99 % para la interacción de densidades de siembra por niveles de fertilización, lo que nos muestra que tanto la densidad de siembra como los niveles de fertilización de NPK no influyeron positivamente en la longitud de pella principal de esta variedad de brócoli.

Cuadro 49. Prueba Tukey de tratamientos para longitud de pella principal

N° de Orden	Tratamientos	Longitud de pella principal (cm)	Significancia	
			ALS (5%) = 1.467 ALS (1%)= 1.735	
			5%	1%
I	60cm x 80cm * 157-100-198	12.51	A	A
II	60cm x 80cm * 100-70-150	12.01	A	A
III	50cm x 80cm * 157-100-198	11.06	B	B
IV	60cm x 80cm * 80-50-100	10.90	B	B
V	40cm x 80cm * 157-100-198	10.42	B	B
VI	50cm x 80cm * 100-70-150	10.23	B	B
VII	50cm x 80cm * 80-50-100	9.39	C	C
VIII	40cm x 80cm * 100-70-150	9.36	C	C
IX	40cm x 80cm * 80-50-100	8.85	C	C
X	60cm x 80cm * 00-00-00	7.12	D	D
XI	50cm x 80cm * 00-00-00	7.09	D	D
XII	40cm x 80cm * 00-00-00	6.21	D	D

Gráfico 22. Tratamientos para longitud de pella principal en brócoli



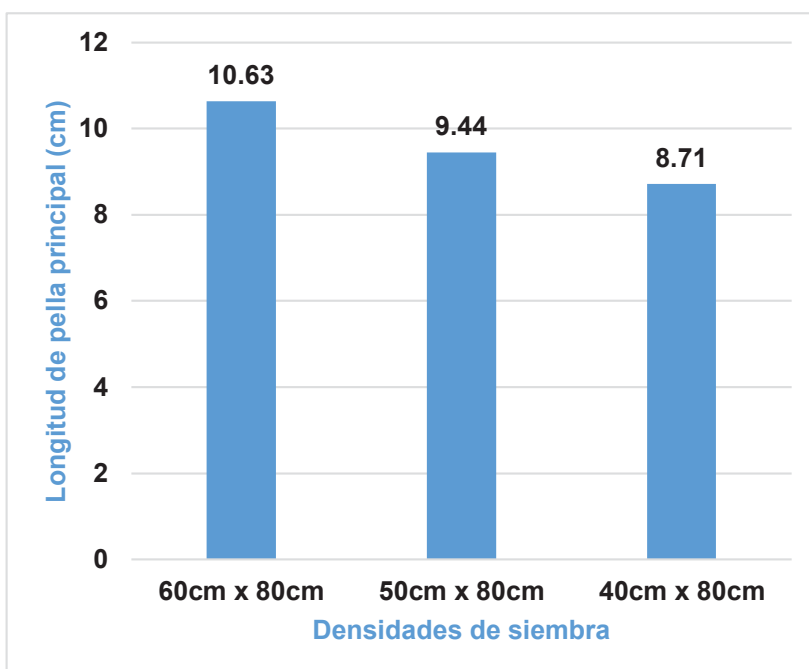
Del cuadro 49. “Prueba Tukey de tratamientos para longitud de pella principal”, se desprende que, los tratamientos 60cm x 80cm * 157-100-198 con 12.51 cm y 60cm x 80cm * 100-70-150 con una longitud de pella principal de 12.01 cm son estadísticamente iguales y superiores a los demás tratamientos en estudio tanto al 95 y 99 % de confianza y ocuparon los primeros lugares. Los tratamientos 50cm x 80cm * 157-100-198 con 11.06 cm ,60cm x 80cm * 80-50-100 con 10.90 cm ,40cm x 80cm * 157-100-198 con 10.42 cm y 50cm x 80cm * 100-70-150 con una longitud de pella principal de 10.23 cm son estadísticamente iguales tanto al 95 y 99 % de confianza y ocuparon los segundos lugares. A su vez los tratamientos 60cm x 80cm * 00-00-00, el tratamiento 50cm x 80cm * 00-00-00 y el 40cm x 80cm * 00-00-00 con una longitud de pella principal de 7.12 cm, 7.09 cm y 6.21 cm son estadísticamente iguales tanto al 95 y 99 % de confianza y ocuparon los últimos lugares.

Estas superioridades encontradas en los tratamientos para la variable longitud de pella principal , se debe principalmente al efecto de la densidad de siembra más baja de 60cm x 80cm y al nivel de fertilización alto, lográndose obtener mayor longitudes de pella por tener las plantas mayor espacio para desarrollarse y menor competencia por los nutrientes del suelo, por otro lado, también este resultado sobresaliente se atribuye a las características genéticas propias de esta variedad híbrida, ya que es una variedad de altas características de rendimiento.

Cuadro 50. Prueba Tukey de densidades de siembra para longitud de pella principal

Orden de méritos	Clave	Densidades de siembra	Longitud de pella principal (cm)	ALS (5%) =0.513	
				Gráfico Tukey (0.05)	Gráfico Tukey (0.01)
I	d3	60cm x 80cm	10.63	A	A
II	d2	50cm x 80cm	9.44	B	B
III	d1	40cm x 80cm	8.71	B	B

Gráfico 23. Promedio de las densidades de siembra para longitud de pella principal



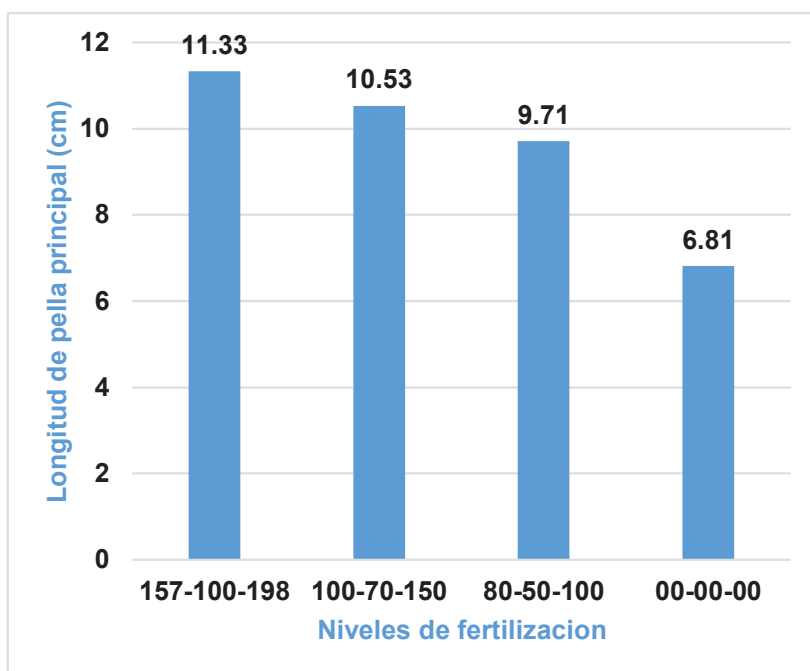
Del cuadro 50 de la comparación de medias Tukey hasta con 99% de nivel de confianza para longitud de pella principal, se desprende que: Existe diferencias estadísticas significativas entre los diferentes distanciamientos de siembra donde el distanciamiento de siembra 60cm x 80cm con una longitud de pella principal de 10.63 cm es estadísticamente superior a los otros distanciamientos de siembra en estudio tanto al 95 y 99 % de confianza y ocupó el primer lugar. A su vez los distanciamientos de siembra 50cm x 80cm y 40cm x 80cm cm con una longitud de pella principal de 9.44 cm y 8.71 cm son estadísticamente iguales tanto al 95 y 99 % de confianza y ocuparon los últimos lugares.

Esta superioridad encontrada en la longitud de pella principal, se debe al efecto de la densidad de siembra más baja de 60cm x 80cm con respecto a los otros distanciamientos de siembra de 50cm x 80cm y 40cm x 80cm donde se logró obtener longitudes de pella de menor tamaño por tener las plantas menor espacio para desarrollarse y una mayor competición por los nutrientes del suelo.

Cuadro 51. Prueba Tukey de niveles de fertilización para longitud de pella principal

		ALS (5%) = 0.651		ALS (1%)=0.812	
Orden de méritos	Clave	Niveles de fertilización	Longitud de pella principal (cm)	Gráfico Tukey (0.05)	Gráfico Tukey (0.01)
I	n1	157-100-198	11.33	A	A
II	n2	100-70-150	10.53	B	B
III	n3	80-50-100	9.71	C	C
IV	n4	00-00-00	6.81	D	D

Gráfico 24. Promedio de los niveles de fertilización para longitud de pella principal



Del cuadro 51 de la comparación de medias Tukey hasta con 99% de nivel de confianza para longitud de pella principal, se desprende que: Existe diferencias estadísticas significativas entre los distintos niveles de fertilización donde el nivel de fertilización 157-100-198 con una longitud de pella principal de 11.33 cm es estadísticamente superior a los demás niveles de fertilización en estudio tanto al 95 y 99 % de confianza y ocupó el primer lugar.

El nivel de fertilización 100-70-150 con una longitud de pella principal de 10.53 cm ocupó el segundo lugar tanto al 95 y 99 % de confianza. A su vez el nivel de fertilización 00-00-00, con una longitud de pella principal de 6.81 cm fue el más inferior estadísticamente, tanto al 95% y 99% de confianza.

Esta superioridad encontrada en la longitud de pella principal se debe a la alta concentración de elementos nutritivos solubles (NPK) presentes en las diferentes fuentes de fertilizantes (urea, fosfato diamónico y sulfato de potasio), el cual poseen características de fácil solubilidad e inmediata asimilación por el sistema radicular de la planta, el cual fue beneficioso para esta variedad, ya que su periodo vegetativo es bastante corto (94 días), aplicados respecto a las demás dosis de fertilización en estudio. La longitud de pella principal fue afectada por los niveles de fertilización en estudio, fue disminuyendo a medida que se disminuyeron las dosis de fertilización.

Cuadro 52. Diámetro del pedúnculo floral (cm) en función de densidades de siembra y niveles de fertilización

Bloque	40cm x 80cm				50cm x 80cm				60cm x 80cm				Suma del Bloque
	157-100-198	100-70-150	80-50-100	00-00-00	157-100-198	100-70-150	80-50-100	00-00-00	157-100-198	100-70-150	80-50-100	00-00-00	
I	3.32	3.02	2.44	2.4	3.51	3.27	3.34	2.92	4.39	4.11	4.01	2.16	38.89
II	2.85	3.82	3.42	2.81	3.85	3.64	3.04	2.98	3.97	3.78	3.09	2.56	39.81
III	3.51	2.96	2.81	2.15	3.23	3.04	2.74	2.64	4.32	3.71	3.06	2.71	36.88
IV	3.54	2.51	2.88	2.09	3.69	3.56	3.35	2.08	4.88	3.91	3.72	3.24	39.45
Suma de Cada Tratamiento	13.22	12.31	11.55	9.45	14.28	13.51	12.47	10.62	17.56	15.51	13.88	10.67	155.03
Promedio	3.31	3.08	2.89	2.36	3.57	3.38	3.12	2.66	4.39	3.88	3.47	2.67	3.23
Densidades de Siembra	40cm x 80cm Suma= 46.53 Prom=2.91				50cm x 80cm Suma=50.88 Prom=3.18				60cm x 80cm Suma=57.62 Prom=3.60				155.03 3.23
Niveles de Fertilización	157-100-198 Suma=45.06 Prom=3.76			100-70-150 Suma=41.33 Prom=3.44			80-50-100 Suma=37.90 Prom=3.16			00-00-00 Suma=30.74 Prom=2.56			155.03 3.23

Cuadro 53. ANVA para diámetro del pedúnculo floral en relación a densidades de siembra y niveles de fertilización

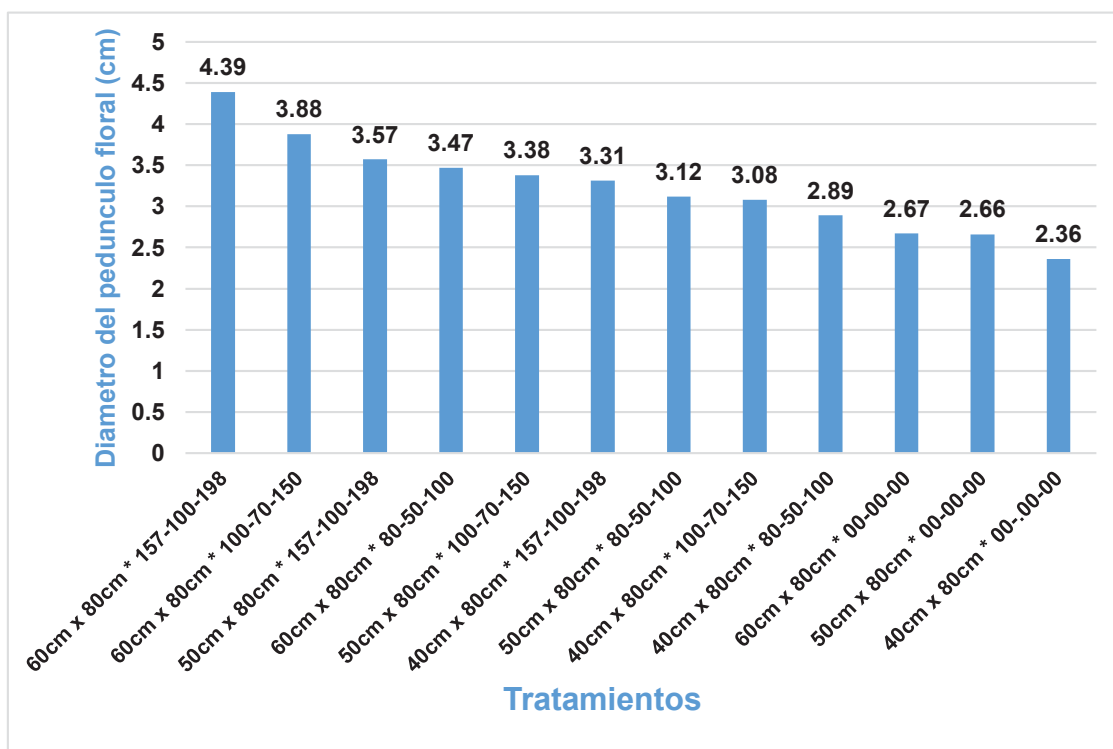
F de V	G.L	S.C	C.M	Fc	Ft		Significancia	
					0.05	0.01	0.05	0.01
Bloques	3	0.427490	0.142497	1.03	2.89	4.44	NS	NS
Tratamientos	14	14.500463	1.035747	7.50	2.69	2.00	*	**
Densidades de siembra (D)	2	3.902879	1.951440	14.13	3.28	5.31	*	**
Niveles de fertilización (N)	3	9.279573	3.093191	22.40	2.89	4.44	*	**
Interacción D*N	6	0.890521	0.148420	1.07	2.39	3.41	NS	NS
Error	33	4.556235	0.138068					
Total	47	19.056698						
CV (%)		11.50						

Del cuadro 53. Análisis de variancia (ANVA) para diámetro del pedúnculo floral en el cultivo de brócoli considerando diferentes tipos de densidades de siembra con niveles de fertilización, se desprende que: No existen diferencias estadísticas significativas entre los bloques, lo que nos muestra que la distribución fue homogénea. Mientras que, para tratamientos, densidades de siembra y niveles de fertilización se tiene significancia al 1 %, indicando que existe un 99 % de probabilidad de encontrar diferencias estadísticas significativas. Con un coeficiente de variabilidad de 11.50 %, esto indica que el dato analizado para el desarrollo de esta variable expresa confiabilidad en los resultados obtenidos. No muestra diferencias estadísticas significativas al 99 % para la interacción de densidades de siembra por niveles de fertilización, lo que nos muestra que tanto la densidad de siembra como los niveles de fertilización de NPK no influyeron positivamente en el diámetro del pedúnculo floral de esta variedad de brócoli.

Cuadro 54. Prueba Tukey de tratamientos para diámetro del pedúnculo floral

N° de Orden	Tratamientos	Diámetro del pedúnculo floral (cm)	ALS (5%) =0.924		ALS (1%)=1.093	
			Significancia		5%	1%
			5%	1%	5%	1%
I	60cm x 80cm * 157-100-198	4.39	A	A	A	A
II	60cm x 80cm * 100-70-150	3.88	B	B	B	B
III	50cm x 80cm * 157-100-198	3.57	B	B	B	B
IV	60cm x 80cm * 80-50-100	3.47	B	B	B	B
V	50cm x 80cm * 100-70-150	3.38	B	B	B	B
VI	40cm x 80cm * 157-100-198	3.31	B	B	B	B
VII	50cm x 80cm * 80-50-100	3.12	B	B	B	B
VIII	40cm x 80cm * 100-70-150	3.08	B	B	B	B
B	40cm x 80cm * 80-50-100	2.89	C	C	C	C
X	60cm x 80cm * 00-00-00	2.67	C	C	C	C
XI	50cm x 80cm * 00-00-00	2.66	C	C	C	C
XII	40cm x 80cm * 00-.00-00	2.36	C	C	C	C

Gráfico 25. Tratamientos para diámetro del pedúnculo floral en brócoli



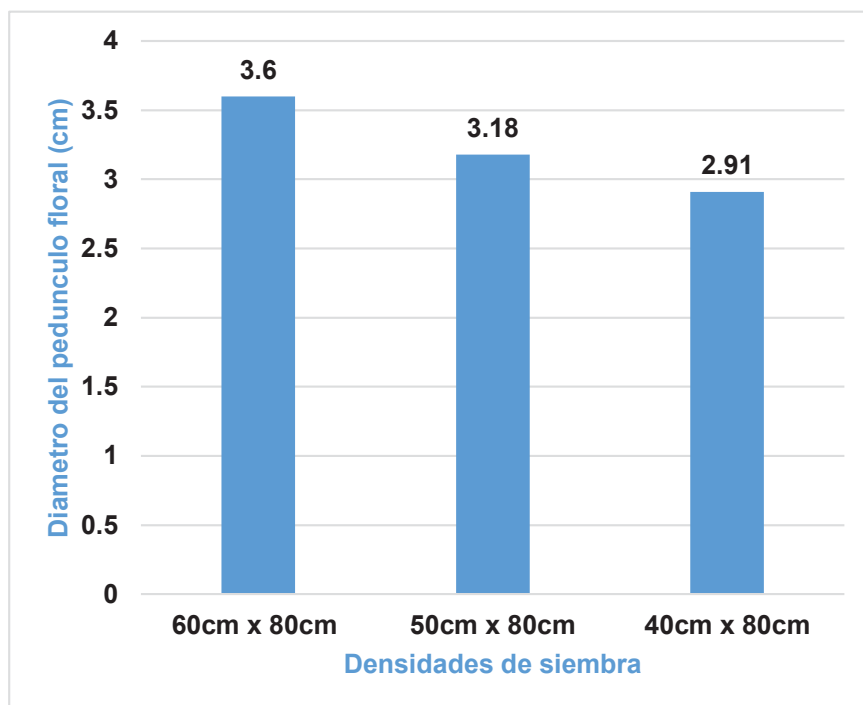
Del cuadro 54. “Prueba Tukey de tratamientos para diámetro del pedúnculo floral” se desprende que, el tratamiento 60cm x 80cm * 157-100-198 con un diámetro de pedúnculo floral de 4.39 cm es estadísticamente superior a los demás tratamientos en estudio tanto al 95 y 99 % de confianza y ocupó el primer lugar. Los tratamientos 60cm x 80cm * 100-70-150 con 3.88 cm ,50cm x 80cm * 157-100-198 con 3.57 cm ,60cm x 80cm * 80-50-100 con 3.47 cm, 50cm x 80cm * 100-70-150 con 3.38 cm ,40cm x 80cm * 157-100-198 con 3.31 cm, 50cm x 80cm * 80-50-100 con 3.12 cm y 40cm x 80cm * 100-70-150 con un diámetro de pedúnculo floral de 3.08 cm son estadísticamente iguales tanto al 95 y 99 % de confianza y ocuparon los segundos lugares. A su vez los tratamientos 60cm x 80cm * 00-00-00, el tratamiento 50cm x 80cm * 00-00-00 y el 40cm x 80cm * 00-00-00 con un diámetro de pedúnculo floral de 2.67, 2.66 cm y 2.36 cm son estadísticamente iguales tanto al 95 y 99 % de confianza y ocuparon los últimos lugares.

Estas superioridades encontradas en los tratamientos para diámetro del pedúnculo floral , se debe principalmente al efecto de la densidad de siembra más baja de 60cm x 80cm y al nivel de fertilización alto, lográndose obtener diámetros mayores de pedúnculo floral por tener las plantas mayor espacio para desarrollarse y menor competencia por los nutrientes del suelo, por otro lado, también este resultado sobresaliente se atribuye a las características genéticas propias de esta variedad híbrida, ya que es una variedad de altas características de rendimiento.

Cuadro 55. Prueba Tukey de densidades de siembra para diámetro del pedúnculo floral

Orden de méritos	Clave	ALS (5%) = 0.323		ALS (1%)=0.413	
		Densidades de siembra	Diámetro del pedúnculo floral (cm)	Gráfico Tukey (0.05)	Gráfico Tukey (0.01)
I	n3	60cm x 80cm	3.60	A	A
II	n2	50cm x 80cm	3.18	B	B
III	n1	40cm x 80cm	2.91	C	C

Gráfico 26. Promedio de las densidades de siembra para diámetro del pedúnculo floral



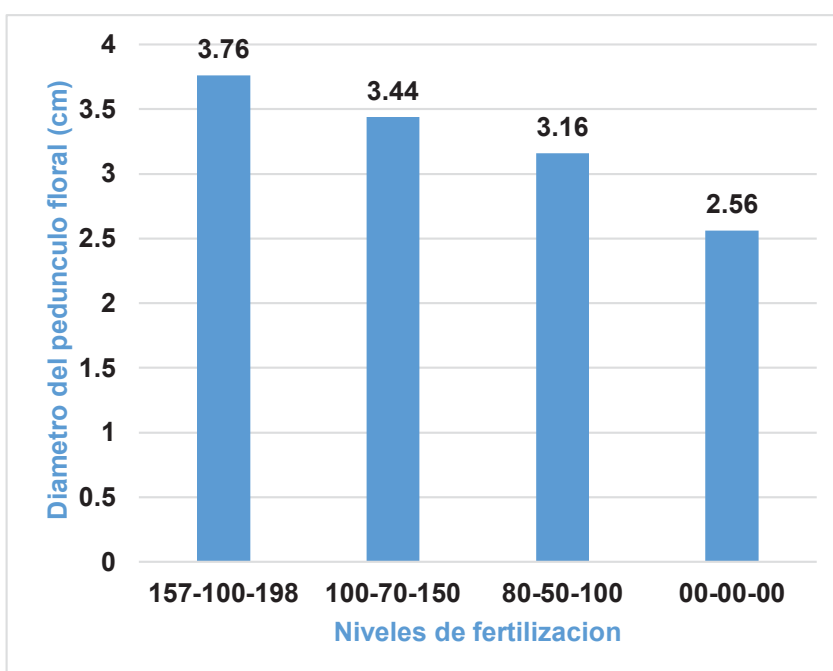
Del cuadro 55 de la comparación de medias Tukey hasta con 99% de nivel de confianza, para diámetro del pedúnculo floral, se desprende que: Existe diferencias estadísticas significativas entre los diferentes distanciamientos de siembra donde el distanciamiento de siembra 60cm x 80cm con un diámetro de pedúnculo floral de 3.60 cm es estadísticamente superior a los demás distanciamientos de siembra en estudio tanto al 95 y 99 % de confianza y ocupó el primer lugar. El distanciamiento de siembra de 50cm x 80cm con diámetro de pedúnculo floral de 3.18 cm ocupó el segundo lugar tanto al 95 y 99 % de confianza. A su vez el distanciamiento de siembra 40cm x 80cm con un diámetro de pedúnculo floral de 2.91 cm ocupó el último lugar tanto al 95 y 99 % de confianza.

Esta superioridad encontrada en el diámetro de pedúnculo floral, se debe al efecto de la densidad de siembra más baja de 60cm x 80cm con respecto a los demás distanciamientos de siembra de 50cm x 80cm y 40cm x 80cm, donde se logró obtener diámetros de pedúnculo floral de menor grosor por tener las plantas menor espacio para desarrollarse y una mayor competencia por los nutrientes del suelo.

Cuadro 56. Prueba Tukey de niveles de fertilización para diámetro del pedúnculo floral

Orden de méritos	Clave	Niveles de fertilización	ALS (5%) = 0.410		ALS (1%) = 0.512	
			Diámetro del pedúnculo floral (cm)	Gráfico Tukey (0.05)	Gráfico Tukey (0.01)	
I	n1	157-100-198	3.76	A	A	
II	n2	100-70-150	3.44	B	B	
III	n3	80-50-100	3.16	B	B	
IV	n4	00-00-00	2.56	C	C	

Gráfico 27. Promedio de los niveles de fertilización para diámetro del pedúnculo floral



Del cuadro 56 de la comparación de medias Tukey hasta con 99% de nivel de confianza para diámetro del pedúnculo floral, se desprende que: Existe diferencias estadísticas significativas entre los diferentes niveles de fertilización donde el nivel de fertilización 157-100-198 con un diámetro de pedúnculo floral 3.76 cm es estadísticamente superior a los demás niveles de fertilización en estudio tanto al 95 y 99

% de confianza y ocupó el primer lugar. Los niveles de fertilización 100-70-150 y 80-50-100 con un diámetro de pedúnculo floral de 3.44 cm y 3.16 cm son estadísticamente iguales tanto al 95 y 99 % de confianza y ocuparon los segundos lugares. A su vez el nivel de fertilización 00-00-00, con un diámetro de pedúnculo floral de 2.56 cm fue el más inferior estadísticamente, tanto al 95 y 99% de confianza.

Esta superioridad encontrada en el diámetro del pedúnculo floral se debe a la alta concentración de elementos nutritivos solubles (NPK) presentes en las diferentes fuentes de fertilizantes (urea, fosfato diamónico y sulfato de potasio), el cual poseen características de fácil solubilidad e inmediata asimilación por el sistema radicular de la planta, el cual fue beneficioso para esta variedad, ya que su periodo vegetativo es bastante corto (94 días), aplicados respecto a las demás dosis de fertilización en estudio. El diámetro del pedúnculo floral fue afectado por los niveles de fertilización en estudio, fue disminuyendo a medida que se disminuyeron las dosis de fertilización.

Cuadro 57. Número de brotes en función de densidades de siembra y niveles de fertilización

Bloques	40cm x 80cm				50cm x 80cm				60cm x 80cm				Suma del Bloque
	157-100-198	100-70-150	80-50-100	00-00-00	157-100-198	100-70-150	80-50-100	00-00-00	157-100-198	100-70-150	80-50-100	00-00-00	
I	10.02	9.79	8.13	10.19	9.78	8.99	10.30	9.30	10.30	9.25	9.25	10.30	115.60
II	9.08	8.87	9.15	8.45	8.19	9.11	9.08	8.70	9.77	10.30	9.13	9.14	108.97
III	10.30	9.12	10.35	10.15	9.70	10.30	9.19	10.20	8.19	9.63	10.40	10.70	118.23
IV	8.35	10.63	8.70	9.78	10.19	9.88	8.88	9.07	9.89	8.30	9.88	9.80	113.35
Suma de Cada Tratamiento	37.75	38.41	36.33	38.57	37.86	38.28	37.45	37.27	38.15	37.48	38.66	39.94	456.15
Promedio	9.44	9.60	9.08	9.64	9.47	9.57	9.36	9.32	9.54	9.37	9.67	9.99	9.50
Densidades de Siembra	40cm x 80cm Suma= 151.06 Prom=9.44				50cm x 80cm Suma=150.86 Prom=9.43				60cm x 80cm Suma=154.23 Prom=9.64				456.15 9.50
Niveles de Fertilización	157-100-198 Suma=113.76 Prom=9.48			100-70-150 Suma= 114.17 Prom=9.51			80-50-100 Suma= 112.44 Prom=9.37			00-00-00 Suma= 115.78 Prom=9.65			456.15 9.50

Cuadro 58. ANVA para número de brotes en relación a densidades de siembra y Niveles de fertilización

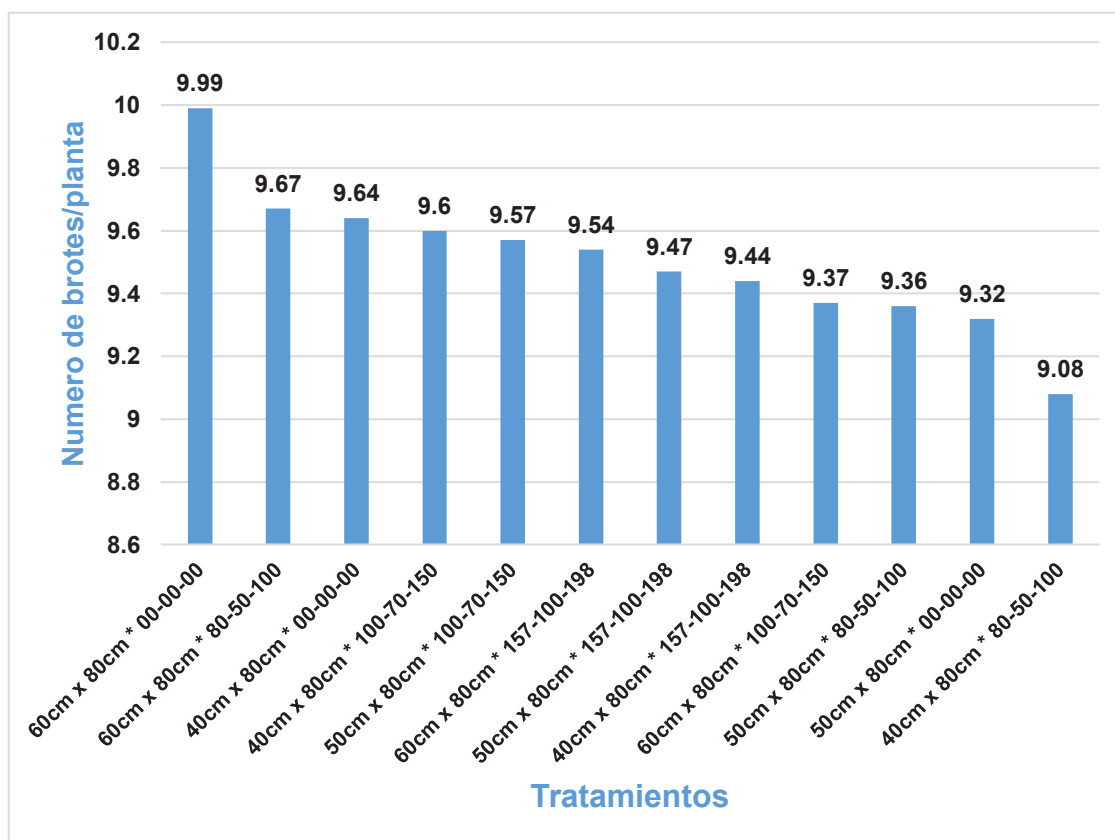
F de V	G. L	S.C	C.M	Fc	Ft		Significancia	
					0.05	0.01	0.05	0.01
Bloques	3	3.847555	1.282518	2.34	2.89	4.44	NS	NS
Tratamientos	14	6.039561	0.431397	0.79	2.69	2.00	NS	NS
Densidades de siembra (D)	2	0.446787	0.223394	0.41	3.28	5.31	NS	NS
Niveles de fertilización (N)	3	0.473573	0.157858	0.29	2.89	4.44	NS	NS
Interacción D*N	6	1.271646	0.211941	0.39	2.39	3.41	NS	NS
Error	33	18.065870	0.547451					
Total	47	24.105431						
CV (%)		7.79						

Del cuadro 58. “Análisis de variancia (ANVA) para número de brotes en el cultivo de brócoli considerando diferentes tipos de densidades de siembra con niveles de fertilización”, se desprende que: No se encuentran diferencias estadísticas significativas entre los bloques, lo que nos muestra que la distribución fue homogénea, Mientras que, para tratamientos, densidades de siembra y niveles de fertilización tampoco se encuentran diferencias estadísticas significativas al 99 % de confianza. Con un coeficiente de variabilidad de 7.79 %, esto indica que el dato analizado para el desarrollo de esta variable expresa confianza en los resultados obtenidos. No muestra diferencias estadísticas significativas al 99 % para la interacción de densidades de siembra por niveles de fertilización, lo que nos muestra que tanto la densidad de siembra como los niveles de fertilización de NPK no influyeron en el rendimiento del número de brotes para esta variedad de brócoli, lo que nos da a entender que la alta producción de brotes laterales se presentó por las características genéticas propias de este cultivar híbrido Paraíso cuando interactúa con el medio ambiente.

Cuadro 59. Ordenamiento de tratamientos para número de brotes

N° de Orden	Tratamientos	Número de brotes/planta
I	60cm x 80cm * 00-00-00	9.99
II	60cm x 80cm * 80-50-100	9.67
III	40cm x 80cm * 00-00-00	9.64
IV	40cm x 80cm * 100-70-150	9.60
V	50cm x 80cm * 100-70-150	9.57
VI	60cm x 80cm * 157-100-198	9.54
VII	50cm x 80cm * 157-100-198	9.47
VIII	40cm x 80cm * 157-100-198	9.44
IX	60cm x 80cm * 100-70-150	9.37
X	50cm x 80cm * 80-50-100	9.36
XI	50cm x 80cm * 00-00-00	9.32
XII	40cm x 80cm * 80-50-100	9.08

Gráfico 28. Tratamientos para número de brotes en brócoli



Del cuadro 59. “Ordenamiento de tratamientos para número de brotes” se desprende que, los tratamientos 60cm x 80cm * 00-00-00 ,60cm x 80cm * 80-50-100 ,40cm x 80cm * 00-00-00, 40cm x 80cm * 100-70-150 ,50cm x 80cm * 100-70-150, 60cm x 80cm * 157-100-198, 50m x 80cm * 157-100-198 ,40cm x 80cm * 157-100-198, 60cm x 80cm * 100-70-150 ,50cm x 80cm * 80-50-100 ,50cm x 80cm * 00-00-00 y 40cm x 80cm * 80-50-100 tuvieron los mismos efectos para la variable número de brotes con un rendimiento de 9.99 ,9.67 ,9.64 ,9.60 ,9.57, 9.54, 9.47 ,9.44 ,9.37, 9.36 ,9.32 y 9.08 brotes/planta, por ello no fue necesario realizar la prueba de Tukey para tratamientos, porque no existió diferencias estadísticas significativas en el cuadro 58. “ANVA para número de brotes en relación a densidades de siembra y niveles de fertilización”, indicándonos que tanto las densidades de siembra como los niveles de fertilización no tuvieron ningún efecto en el rendimiento de este gran número de brotes laterales que se presentaron en esta variedad.

Por otro lado, el gran número de brotes laterales que se hallaron en esta investigación para la variable número de brotes por planta se le atribuye básicamente a las características genéticas propias de esta variedad híbrida cuando interactúan con el medio ambiente, ya que una de sus características físicas es poseer abundantes brotes laterales por ello es más utilizada para el consumo fresco. **Takki Seed, (2012).**

En el presente trabajo de investigación el mayor número de brotes laterales alcanzado para el híbrido paraíso en estudio fue de 9.99 brotes/planta, este resultado es superior a los encontrados por **Diego, W. (2015)** en su trabajo de tesis “Introducción y adaptación de híbridos de brócoli (*Bassica oleraceae L.var.Italica*) en la Estación Agraria Santa Ana – Hualahoyo –Huancayo”, donde obtuvo un menor número de brotes laterales de 3.73 brotes/planta, esta alta diferencia en los resultados se debe principalmente a las características genéticas propias de cada híbrido cuando interactúan con el medio ambiente.

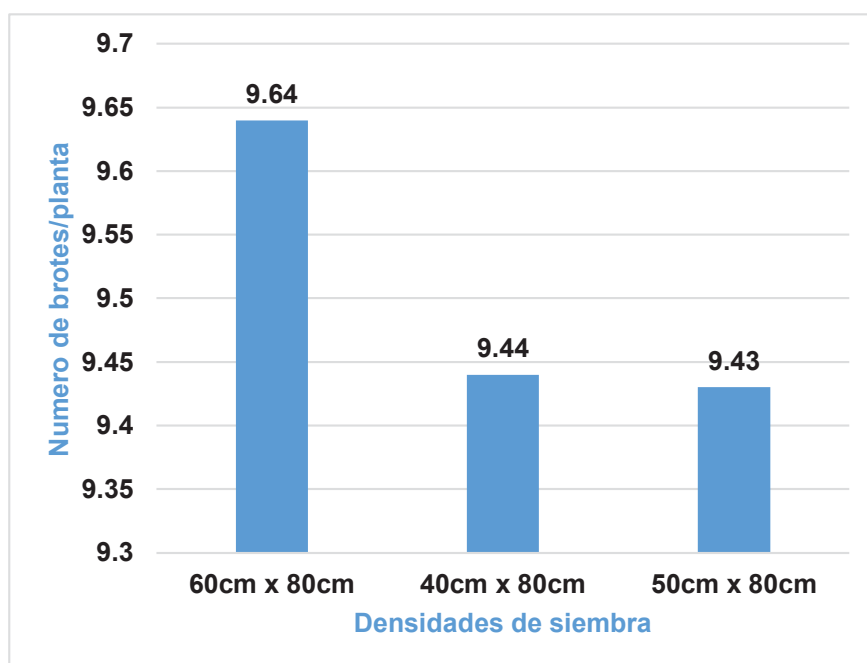
Una disminuida porción de brotes (pellas secundarias) en la mayoría de los híbridos se le atribuye a la diversidad genética de sus genes, la mayor parte de los genes encargados del surgimiento de brotes o pellas secundarias fueron suprimidos de los híbridos modernos, pero algunos aparecen en contextos de estrés.

Jaramillo, J. y Díaz (2006), mencionan que algunos cultivares de brócoli no desarrolla una pella principal, sino una multitud de brotes axilares, donde la magnitud del rebrotado difiere según la variedad.

Cuadro 60. Ordenamiento de densidades de siembra para número de brotes

Orden de méritos	Clave	Densidades de siembra	Número de brotes/planta
I	d3	60cm x 80cm	9.64
II	d1	40cm x 80cm	9.44
III	d2	50cm x 80cm	9.43

Gráfico 29. Promedio de las densidades de siembra para número de brotes



Del cuadro 60. “Ordenamiento de densidades de siembra para número de brotes”, se desprende que, los distanciamientos de siembra 60cm x 80cm ,40cm x 80cm y 50cm x 80cm tuvieron los mismos efectos para la variable número de brotes con un rendimiento de 9.64 ,9.44 y 9.43 brotes/planta, por ello no fue necesario realizar la prueba de Tukey para densidades de siembra, porque no existió diferencias estadísticas significativas en el cuadro 58. “ANVA para número de brotes en relación a densidades de siembra y

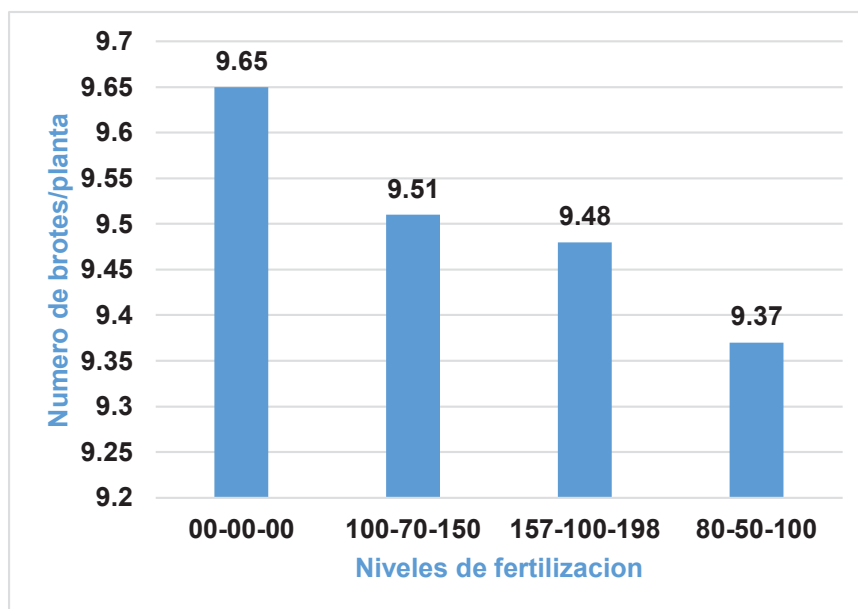
niveles de fertilización”, donde mostro para densidades de siembra no significativo tanto al 95 y 99 % de confianza, indicándonos que las densidades de siembra empleadas en esta investigación no tuvieron ningún efecto en el rendimiento de este gran número de brotes laterales que se presentaron en esta variedad.

Por otro lado, el gran número de brotes laterales que se hallaron en este experimento para la variable número de brotes por planta se debe particularmente a las características genéticas propias de esta variedad híbrida cuando interactúan con el medio ambiente, ya que una de sus características físicas es poseer abundantes brotes laterales por ello es más utilizada para el consumo fresco. **Takki Seed, (2012).**

Tabla 61. Ordenamiento de niveles de fertilización para número de brotes

Orden de méritos	Clave	Niveles de fertilización	Número de brotes/planta
I	n4	00-00-00	9.65
II	n2	100-70-150	9.51
III	n1	157-100-198	9.48
IV	n3	80-50-100	9.37

Gráfico 30. Promedio de los niveles de fertilización para número de brotes



Del cuadro 61. “Ordenamiento de niveles de fertilización para número de brotes”, se desprende que, los niveles de fertilización 00-00-00, 100-70-150, 157-100-198 y 80-50-100 tuvieron los mismos efectos para la variable número de brotes con un rendimiento de 9.65 ,9.51, 9.48 y 9.37 brotes/planta, por ello no fue necesario realizar la prueba de Tukey para niveles de fertilización, porque no existió diferencias estadísticas significativas en el cuadro 58. “ANVA para número de brotes en relación a densidades de siembra y niveles de fertilización”, donde mostro para niveles de fertilización no significativo tanto al 95 y 99 % de confianza, indicándonos que los niveles de fertilización utilizados en esta investigación no tuvieron ningún efecto en gran número de brotes laterales que se presentaron en esta variedad.

Por otro lado, el gran número de brotes laterales que se hallaron en este experimento para la variable número de brotes por planta se debe particularmente a las características genéticas propias de esta variedad híbrida cuando interactúan con el medio ambiente, ya que una de sus características físicas es poseer abundantes brotes laterales por ello es más utilizada para el consumo fresco. **Takki Seed, (2012).**

VII. CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS

7.1. Conclusiones

De acuerdo con nuestros objetivos planteados y lo observado en la presente investigación, se concluye que:

- a) El rendimiento total (t/ha), estuvo influenciado por las densidades de siembra en estudio. Siendo la densidad de siembra de d1(40cm x 80cm) con 30 000 plantas/ha quien obtuvo el mayor rendimiento con 12.00 t/ha ,mientras que la densidad de siembra d3(60cm x 80cm) con 20 000 plantas/ha obtuvo el menor rendimiento con 8.96 t/ha respectivamente, estas superioridades encontradas, se debe principalmente al efecto del numero de plantas por unidad de area ,donde se logro elevar los rendimientos por hectarea cuando se empleo una densidad alta, pero esto a su vez fue perjudicando en el peso fresco de pella, donde se observo pellas mucho mas pequeñas.
- b) El peso fresco de pella principal, se vio afectado por los niveles de fertilizacion en estudio. El mayor peso fresco de pella principal fue de 466.19 g/planta y se obtuvo con el nivel de fertilizacion n1(157-100-198), mientras que el nivel de fertilizacion n4(00-00-00), sin fertilizante con 133.79 g/planta obtuvo el menor peso fresco de pella principal, estas superioridades encontradas por los fertilizantes inorgánicos se debe principalmente al efecto inmediato de los elementos nutritivos (NPK) presentes en los fertilizantes químicos que poseen características de fácil solubilidad e inmediata asimilación por el sistema radicular de la planta ,el cual fue beneficioso para el cultivo, ya que el brócoli es una planta de periodo vegetativo corto (100 días después del trasplante). Este peso fresco de pella principal fue disminuyendo a medida que se disminuyo las dosis de fertilizacion.
- c) El efecto de los tratamientos de la densidad de siembra y niveles de fertilizacion sobre el comportamiento agronomico de cada variable fue:
 - Para la altura de planta se desprende que, el tratamiento d3n1(60cm x 80cm * 157-100-198) con una altura de planta de 49.37 cm es estadísticamente superior a los demás tratamientos en estudio tanto al 95 y 99 % de confianza y ocupo el primer lugar. A su vez los tratamientos

d3n4(60cm x 80cm * 00-00-00), d2n4(50cm x 80cm * 00-00-00) y el d1n4(40cm x 80cm * 00-00-00) con una altura de planta de 29.84 cm, 29.32 cm y 28.04 cm son estadísticamente iguales tanto al 95 y 99 % de confianza y ocuparon los últimos lugares.

- Para diámetro de pella principal se desprende que, el tratamiento d3n1(60cm x 80cm * 157-100-198) con un diámetro de pella principal de 14.77 cm es estadísticamente superior a los demás tratamientos en estudio tanto al 95 y 99 % de confianza y ocupó el primer lugar. A su vez los tratamientos d3n4(60cm x 80cm * 00-00-00), d1n4(40cm x 80cm * 00-00-00) y el d2n4(50cm x 80cm * 00-00-00) con un diámetro de pella principal de 9.23 cm, 8.92 cm y 7.76 cm son estadísticamente iguales tanto al 95 y 99 % de confianza y ocuparon los últimos lugares.
- Para longitud de pella principal se desprende que, los tratamientos d3n1 (60cm x 80cm * 157-100-198) y el tratamiento d3n2(60cm x 80cm * 100-70-150) con una longitud de pella principal de 12.51 cm y 12.01 cm respectivamente son estadísticamente iguales y superiores a los demás tratamientos en estudio tanto al 95 y 99 % de confianza y ocuparon los primeros lugares. A su vez los tratamientos d3n4(60cm x 80cm * 00-00-00), d2n4(50cm x 80cm * 00-00-00) y el d1n4(40cm x 80cm * 00-00-00) con una longitud de pella principal de 7.12 cm, 7.09 cm y 6.21 cm son estadísticamente iguales tanto al 95 y 99 % de confianza y ocuparon los últimos lugares.
- Para diámetro del pedúnculo floral se desprende que, el tratamiento d3n1 (60cm x 80cm * 157-100-198) con un diámetro de pedúnculo floral de 4.39 cm es estadísticamente superior a los demás tratamientos en estudio tanto al 95 y 99 % de confianza y ocupó el primer lugar. A su vez los tratamientos d3n4(60cm x 80cm * 00-00-00), d2n4(50cm x 80cm * 00-00-00) y el d1n4(40cm x 80cm * 00-00-00) con un diámetro de pedúnculo floral de 2.67 cm, 2.66 cm y 2.36 cm son estadísticamente iguales tanto al 95 y 99 % de confianza y ocuparon los últimos lugares.

- Para número de brotes se desprende que, los 12 tratamientos en estudio tuvieron los mismos efectos para la variable número de brotes por planta con un rendimiento de 9.99 ,9.67 ,9.64 ,9.60 ,9.57, 9.54, 9.47 ,9.44 ,9.37, 9.36 ,9.32 y 9.08 brotes/planta, indicándonos que tanto las densidades de siembra como los niveles de fertilización no tuvieron ningún efecto en el rendimiento de este gran número de brotes laterales que se presentaron en esta variedad ,sino se debe a sus las características genéticas propias de esta variedad híbrida cuando interactúan con el medio ambiente.

7.2. Sugerencias

Para la variedad de brocoli en estudio y la forma en que se realizó la presente investigación se sugiere:

- Cultivar y propagar el cultivar híbrido Paraíso en otras zonas de la provincia de Calca, utilizando siempre la densidad de siembra de 40cm x 80cm.
- Volver a realizar el mismo experimento, pero con otras variedades híbridas de brócoli y en otras zonas de la provincia de Calca con condiciones ecológicas diferentes a la presente investigación.
- Evaluar el comportamiento agronómico de los cultivares híbridos que están apareciendo en el mercado, bajo diferentes fórmulas de abonamiento de fertilizantes químicos y bajo diferentes densidades de siembra.
- Se sugiere su producción en pisos altitudinales sobre 3 500 msnm ya que es una variedad que soporta bajas temperaturas (heladas).

VIII. BIBLIOGRAFÍA

1. **Agrorural, (2017)**. Extracción del cultivo de brócoli. Dirección de Operaciones. Sub Dirección de Insumos y Abonos. Lima – Perú.
2. **Agroeconómico (1991)**. Manejo de cosecha y post cosecha de principales productos hortícolas. Publicación de Fundación Chile.
3. **Arzola, N., Fundora, C., Machado, J. (1986)**. Suelo, planta y abonado. Editorial Pueblo y Educación Cuba.
4. **Barahona, M. (1998)**. Manual Hortícola. Primera edición. Sangolquí - Ecuador.
5. **Bertsch, F. (2003)**. Absorción de nutrimentos por los cultivos. Asociación Costarricense de la Ciencia del Suelo, Universidad de Costa Rica. Centro de Investigaciones Agronómicas (2003). Editor. Asociación Costarricense de la Ciencia del Suelo.
6. **Bernal, J. (2011)**. Producción y Comercialización de brócoli en el cantón Batztziquinzé, aldea xoncá, del municipio de Nebaj, departamento de Quiché. Guatemala.
7. **Bolea, J. (1982)**. Cultivo de coles y brócolis. Barcelona-España. Editorial Sintesis.
8. **Callisaya, C. (2000)**. Evaluación de la roca fosfórica como fertilizante natural en el cultivo de brócoli en ambientes atemperados. La Paz, Bolivia.
9. **Casseres, E. (1980)**. Producción de hortalizas. 3a Edición. San José, Costa Rica. IICA.
10. **Casas, A. (1992)**. Brócoli-Fertilización. Revista Agro enfoque. Lima, Perú. Edición N°52, 22p.
11. **Collantes, C. (1994)**. Efecto de la densidad de siembra y de la fertilización nitrogenada en el rendimiento y calidad del brócoli (*Brassica oleracea* L. (Grupo Itálica)) cv. "Pirate". Tesis (Ingeniero Agrónomo). Universidad Nacional Agraria La Molina. Facultad de Agronomía. Lima - Perú.
12. **Cornejo, E. (2011)**. Efecto del abonamiento orgánico en base a compost y biol en el rendimiento de pellas de brócoli (*Brassica oleracea* l. var. itálica plenk) cv. legacy. Tesis para optar el título profesional de ingeniera agrónoma. Facultad Agronomía – UNSA. Arequipa – Perú. 67 p.

13. **Cosme, R. (2015).** Tecnología de la producción de brócoli MINAG – INIA – Perú.
14. **Cooke, W. (1994).** Fertilización y usos. 2da. Edición. México-Dirección General de la Información Agraria. Edit. Cecsa.
15. **Cotrado, M. (2017).** Hongos entomopatógenos y control químico en el manejo integrado de *Delia platura* Meigen., “mosca de la semilla” en el cultivo de brócoli (*Brássica oleracea* L. Var. *Italica*) cv. ‘Legacy’ en Valle de Chilina—Arequipa. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/4436>.
16. **DRAL - Dirección Regional de Agricultura – Lima (2014).**
17. **Devlin, R. (1970.).** Fisiología vegetal. Traducido del inglés por Javier Limoná. Ed. Omega. Barcelona, España.
18. **Diego, W. (2015).** Introducción y adaptación de híbridos de brócoli (*Brassica oleraceae* L var. *Italica*) en la estación agraria Santa Ana –hualahoyo-Huancayo. *Universidad Nacional del Centro del Perú*. <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/4711>.
19. **Domínguez, A. (1997).** Tratado de fertilización. Ediciones Mundi - Prensa. Madrid.
20. **Duriaux, G. (1994).** Viticultura Tropical. Managua, Nicaragua.
21. **Espinosa, J., Molina, E. (1999).** Acidez y encalado de los suelos. (1a Edición). International Plant Nutrition Institutel. <https://books.google.com.pe/books?id=xEv4cQAACAAJ>.
22. **Empresa HM Clause (2007).** Ficha técnica Brócoli Rumba y Formoso.
23. **Empresa Ramiro Arnedo (2018).** Ficha técnica Brócoli Baobab.
24. **Fundora, H., Arzola, N., Machado, J. (1980).** Agroquímica. Ave. 3ª. AN 4650 entre 46 y 60 Playa Ciudad La Habana. Editorial Pueblo y Educación.
25. **Flores, R. (2010).** Producción y manejo pos cosecha de Brócoli *Brassica oleracea* L. var. *Italica* - Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.
26. **Hidalgo, C. (2000).** Manejo integrado de semillas de Brassicaceaes. Primer seminario internacional de brassicaceae, Quito, Ecuador.
27. **HA, Graetz., Orozco, F. (1981).** Suelo y Fertilización. México. Editorial TRILLAS.
28. **Jaramillo, J. (2016).** Modelo tecnológico para el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* L. Var. *Italica*), en el departamento de Antioquia - Colombia.

29. **Krarup, C., Álvarez, X. (1997).** Requerimientos y variedades de brócoli para la industria del congelado. Agroeconómico. Quito Ecuador.
30. **Krarup, C. (1992).** Seminario sobre la producción de brócoli. Quito Ecuador: PROEXANT - AGRIDEC/ CHEMONICS.
31. **Limongelli, J. (1979).** El repollo y otras crucíferas de importancia en la huerta comercial. Ed. Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina.
32. **Maroto, J. (1983).** Horticultura Herbácea Especial. Ediciones Mundi Prensa. Madrid: 295-310.
33. **Marino, A. (1986).** Introducción de la botánica. Traducción Arthur Cronquist. 2da ed. Calzada - México: Continental.
34. **Maroto, J. (2002).** Horticultura herbácea especial. 5ta ed. Madrid. Editorial. Mundi-Prensa.
35. **Ospina, M. (1995).** Enciclopedia Agropecuaria Terranova (Producción Agrícola 2), Santa Fe de Bogotá – Colombia. Editorial Terranova
36. **Nuez, F. (1999).** Colección de semillas de coliflor y brócoli. España-Madrid. Editorial Mundi Prensa.
37. **Richards, L. (1954).** Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils. Handbook N°. 60, U.S.D.A. U: S.A.
38. **Rodríguez, F. (1982).** Fertilización y Nutrición Vegetal. ed. A.G.T. México D.F, México.
39. **Ramírez, J. (1995).** Incidencia de la Densidad de Siembra y Fito reguladores en la Calidad y Rendimiento de Brócoli (*Brassica oleracea* Var. Itálica) en el Valle Central de Cochabamba. Tesis Ing. Agr. Cochabamba – Bolivia. Universidad Mayor de San Simón. Facultad de Agronomía. 5 – 78 p.
40. **Ramírez, F. et al., (2008).** Control de plagas y enfermedades en los cultivos. 1era edición. Bogotá-Colombia. Editorial Grupo Latino.
41. **Sánchez, C. (2004).** Hidroponía, Colección Granja Negocios. Edición Ripalme. Lima -Perú.
42. **Soncco, R. (2019).** Rendimiento de cuatro híbridos (*Brassica oleracea* L. var. italica Plenck). Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa –Facultad de Agronomía. Perú.

43. **Toledo, J. (1995).** Cultivo de brócoli. Serie Manual N° 5. INIA. Lima. PE.
44. **Toledo, J. (2003).** Cultivo del brócoli (Manual RI 2003 No 01, pp. 1-59). Instituto Nacional de Innovación Agraria. <http://repositorio.inia.gob.pe/handle/20.500.12955/895>.
45. **Tintaya, L. (2019).** Soluciones nutritivas en la producción de cuatro variedades híbridas de brócoli (*Brassica oleracea*) mediante técnica de cultivo acolchado plástico en K'ayra - Cusco. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco]. <http://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/20.500.12918/4130>.
46. **Tasayco, G. (2003).** Manual práctico de cultivo de hortalizas. "NELLY". 1era edición.
47. **Torres, C. et al., (2002).** Manual Agropecuario Tecnologías orgánicas de la granja autosuficiente. Bogotá-Colombia. Editorial Limerín, Primera reimpresión.
48. **Valades, A. (1993).** Producción de Hortalizas. 4a. Edición. México D.F. México. Editorial. Limusa.
49. **Valadez, A. (1998).** Producción de Hortalizas. México. Editorial. LIMUSA, S.A. de CV.
50. **Vitorino, B. (2010).** Fertilidad de suelos y abonamiento. Texto Universitario. Edición Revisada, UNSAAC. Cusco-Perú.
51. **Wettstein, R. (1994).** Tratado de Botánica Sistemática. Barcelona-España. Editorial Labor.

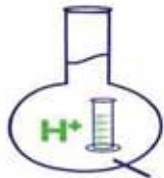
Pag. Web:

- **FAO. (2010).** Protección contra las heladas. Fundamentos, práctica y economía-Volumen 2 (Vol. 2). <https://www.fao.org/3/y7231s/y7231s00.htm>.
- **Infojardin, (2006).** Carencias de N, P, K. disponible en:(<http://www.infojardin.com/articulos/macronutrientes/micronutrientes.htm>). Consultado 2021-10-22.
- **Infoagro. (2018).** Agricultura. El cultivo del brócoli. <https://www.infoagro.com/hortalizas/broculi.htm>.
- **Mirat Fertilizantes (2006).** Nutrición Vegetal. Disponible en: (<http://www.mirat.fertilizantes/nutrición/macronutrientes/micronutrientes/htm>). Consultado 2021-08-21.

- **Paquetes Tecnológicos Copyright @ (2000 – 2005).** Sakata Seed de México S. A. de C.V. Creado por milenium, 17 de marzo 2005. www.sakata.com.mxpag/ptbrocoli.htm – 28 k.
- **Sakata, (2016).** Grupo Sakata Seed de México, S.A. de C.V. así como Sakata Seed América, In[ch](http://www.sakata.com.mx/pdf/brocoli-avenger.pdf)<http://www.sakata.com.mx/pdf/brocoli-avenger.pdf>.
- **Takii Broccoli Paraíso (2012).** Disponible en: <http://www.takii.com/wpcontent/uploads/Broccoli-Paraiso-SC-Rev-A.pdf> [Consultado el 27 de setiembre 2021].

ANEXOS

ANEXO 01: RESULTADOS DE ANALISIS DE SUELO



MC QUIMICALAB

De: Ing. Gury Manuel Cumpa Gutierrez
LABORATORIO DE CIENCIAS NATURALES

AGUAS, SUELOS, MINERALES Y MEDIO AMBIENTE

RUC N° 10465897711 - COVIDUC A4 - SAN SEBASTIÁN CEL: 974 673993 - 946 688776

INFORME N°LQ 0682-21 ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE SUELO

SOLICITA : **Diosdani Saire Yarahuan**

PROYECTO : Efecto de tres densidades de siembra con cuatro niveles de fertilización en el rendimiento de una variedad de brócoli (*Brassica oleraceae* var. Italica) en la comunidad de Caytupampa, provincia de Calca región Cusco.

MUESTRA : M1 "Suelo del sector Tiro Blanco LT-3 C.C.de Caytupampa".

PROFUNDIDAD DE MUESTREO: 25 cm

DISTRITO : C.C. de Caytupampa

PROVINCIA : Calca

DEPARTAMENTO : Cusco

FECHA DE INFORME : 10/02/21

RESULTADOS:

DETERMINACIONES	UNIDAD	M1
Humedad	%	15.5
Muestra seca		
Nitrógeno total	%	0.05
Fosforo disponible P2O5	mg/100	0.15
Potasio disponible K2O	mg/100	2.0
Materia orgánica	%	1.0
pH		6.9
Conductividad Eléctrica Saturada	µS/cm	320
Capacidad de Intercambio Catiónico(C.I.C)	meq/100	12
Textura(malla 2 mm)		
Arena	%	33.6
Arcilla	%	3.8
Limo	%	62.6
Clase textural		Limo Arenoso
Humedad equivalente (He)	%	18
Densidad aparente	g/cc	1.85
Densidad real	g/cc	2.50
Capacidad de campo (C.C.)	%	18.19
Punto de marchitez permanente (P.M.P.)	%	9.78

MÉTODOS DE ANÁLISIS: El trabajo de análisis de suelos se ha realizado bajo los métodos establecidos en los Manuales de Análisis Químico-Agrícola, Nigel T. Faithfull, Institute of Rural Studies, University of Wales, UK 2005; que a su vez está basado en el Manual "The Analysis of Agricultural Materials, MAFF/ADAS.

NOTA: Los resultados son válidos únicamente para la muestra analizada.

**MC QUIMICALAB**
M.C. Cumpa G.
Ing. Gury Manuel Cumpa Gutierrez
ADMINISTRACION
CIP. 238338


MARIO CUMPA CAYURI
INGENIERO QUIMICO
REG. COLEGIO DE INGENIEROS N° 16186

ANEXO 02: FOTOGRAFÍAS DEL PROCESO DE INVESTIGACIÓN

Fotografía 18. Trasplante de brócoli



Fotografía 19. Prendimiento de plantas



Fotografía 20. Trazado de cada unidad experimental



Fotografía 21. Riego por gravedad



Fotografía 22. 20 días después del trasplante



Fotografía 23. Fertilización a los 25 días después del trasplante



Fotografía 24. Aporque masal



Fotografía 25. Aporque Bloque III



Fotografía 26. Evaluación de variables



Fotografía 27. Materiales usados en la evaluación



Fotografía 28. Cosecha de las inflorescencias



Fotografía 29. Inflorescencia principal



Fotografía 30. Parcela final del experimento



**ANEXO 03: DATOS METEOROLÓGICOS MENSUALES OBSERVADOS EN EL PERIODO DE
CONDUCCIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

Codigo	Año	Mes	Temperatura del Aire	Temperatura Minima	Temperatura Maxima	Humedad	Humedad Relativa Minima	Humedad Relativa Maxima	Lluvia	Presion Atmosferica	Radiacion Solar	Velocidad del Viento	Direccion del Viento
472976F8	2021	Enero	10	9.7	10.5	90	87	93	0	720.4	0	0	207
472976F8	2021	Febrero	14.4	10.3	17.8	73.2	67.8	97.6	125.4	719	208.1	1.1	152.6
472976F8	2021	Marzo	14.5	10.4	16	69.3	49.7	97.1	49	719.2	204.3	1.1	150.1
472976F8	2021	Abril	13.7	10.3	12.7	71.8	74	97	42.6	719.9	195	1	144.3
472976F8	2021	Mayo	12.5	10.2	9.5	63.5	36.5	93.7	6.4	721.2	197.1	1.1	137.5
472976F8	2021	Junio	12.8	10.7	9.4	59.8	27.6	91.1	1.8	720.8	192.5	1.3	130.6
472976F8	2021	Julio	12.2	8.1	9.1	53.3	19.1	86.1	0	721.4	211.6	1.3	145.5

Fuente: SENAMHI – Oficina de Estadística