

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

**FACULTAD DE AGRONOMÍA Y ZOOTECNIA
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**



TESIS

EFFECTO DE TRES DOSIS DE FERTILIZANTES APLICADOS MEDIANTE FERTIRRIEGO EN EL CULTIVO DE LA COLIFLOR (*Brassica oleracea* L., híbrido *tipton*) BAJO CONDICIONES DEL CENTRO AGRONÓMICO K'AYRA-CUSCO

Presentada por la **Bachiller** en Ciencias Agrarias

Jeibel Cecibel Cardenas Ccollana,

Para optar al título profesional de **Ingeniero**

Agrónomo.

Asesor:

Dr. Carlos Jesús Baca García

Cusco - Perú

2024

INFORME DE ORIGINALIDAD

(Aprobado por Resolución Nro.CU-303-2020-UNSAAC)

El que suscribe, **Asesor** del trabajo de investigación/tesis titulada: EFFECTO DE TRES DOSIS DE FERTILIZANTES APLICADOS MEDIANTE FERTIRRIEGO EN EL CULTIVO DE LA COLIFLOR (Brassica oleracea L., híbrido tipton) BAJO CONDICIONES DEL CENTRO AGRONÓMICO K'AYRA- CUSCO

presentado por: JEIBEL CECIBEL CARDENAS COLLANA con DNI Nro.: 71821853..... presentado por: con DNI Nro.: para optar el título profesional/grado académico de INGENIERO AGRONOMO.....

Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por 02 veces, mediante el Software Antiplagio, conforme al Art. 6° del **Reglamento para Uso de Sistema Antiplagio de la UNSAAC** y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de 10.....%.

Evaluación y acciones del reporte de coincidencia para trabajos de investigación conducentes a grado académico o título profesional, tesis

Porcentaje	Evaluación y Acciones	Marque con una (X)
Del 1 al 10%	No se considera plagio.	X
Del 11 al 30 %	Devolver al usuario para las correcciones.	
Mayor a 31%	El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, quien a su vez eleva el informe a la autoridad académica para que tome las acciones correspondientes. Sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a Ley.	

Por tanto, en mi condición de asesor, firmo el presente informe en señal de conformidad y **adjunto** la primera página del reporte del Sistema Antiplagio.

Cusco, 18 de ABRIL de 2024

Firma

Post firma DR. CARLOS JESÚS BACA GARCÍA

Nro. de DNI 23952035

ORCID del Asesor 0000 - 0002 - 8284 - 0614

Se adjunta:

1. Reporte generado por el Sistema Antiplagio.
2. Enlace del Reporte Generado por el Sistema Antiplagio: oid: oid: 27259:348213874

NOMBRE DEL TRABAJO

EFFECTO DE TRES DOSIS DE FERTILIZANTES APLICADOS MEDIANTE FERTIRRIEGO EN EL CULTIVO DE LA COLIFLOR

AUTOR

JEIBEL CECIBEL CARDENAS COLLANA

RECUENTO DE PALABRAS

21321 Words

RECUENTO DE CARACTERES

94272 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

97 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

7.0MB

FECHA DE ENTREGA

Apr 18, 2024 12:39 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Apr 18, 2024 12:40 PM GMT-5**● 10% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 10% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 1% Base de datos de trabajos entregados
- 0% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 25 palabras)

DEDICATORIA

Dedico este trabajo, en primer lugar, a Dios por darme la oportunidad de llegar hasta aquí y brindarme la fuerza necesaria que me ha permitido alcanzar la primera meta de mi vida.

A mis padres, Jesús Florencio Cárdenas Zavaleta y Velarmina Ccollana Sicos, quienes me dieron la vida con su amor incondicional, guiando mis primeros pasos en el camino de los principios; por el apoyo moral y económico, por creer en mí de manera constante en mi formación profesional, semilla fundamental que me ha permitido construir mi personalidad en el marco de lo correcto. Y porque no también por sus llamadas de atención, por encaminar mi ruta cuando era necesario y ser el horizonte constante de mi vida.

A mis abuelos paternos, Anselmo Cárdenas Raurau y Cecilia Zavaleta Chillihua; así como a mis abuelos maternos Concepción Ccollana Huilca y Paulina Sicus Quispe, sin ustedes, la vida no me hubiera regalado unos maravillosos padres, solo les pido a quienes ya están en el cielo, que sigan guiando nuestros pasos aquí en la Tierra.

A mi hermano Rusbel Cárdenas Gallegos por estar presente siempre orientando mi camino a través de sus consejos; a mis tíos Víctor, Anselmo, Eulogio, Hilario, Cusberto y primos que siempre estuvieron pendientes de mis estudios. Me apoyaron y motivaron constantemente hasta lograr el camino que tracé desde mi infancia.

Dedico este trabajo a todas las personas que me ayudaron en mi vida universitaria, a la familia del grupo de estudios GEIR de mi querida Escuela Profesional de Agronomía de la UNSAAC, por brindarme y facilitarme sus materiales y el área de experimentación. Sin ellos, no hubiera sido posible realizar este trabajo de investigación y este logro es en parte, también, fruto de todos ellos. En fin, son muchas las personas a las que les debo bastante y las palabras no alcanzarían, simplemente a todos ellos les dedico este trabajo, pues es también vuestro.

AGRADECIMIENTO

A mi alma máter, de quien siempre me sentiré orgullosa, nuestra tricentenaria Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, por contribuir en mi formación profesional para el bienestar de nuestra región y permitirme a mí y a mis compañeros, ser profesionales de calidad, excelencia y éxito, orgullosos de su profesión.

A los docentes de la Facultad de Agronomía y Zootecnia en especial de la Escuela Profesional de Agronomía, quienes me brindaron sus conocimientos en las aulas del saber, semilla vital para hoy representar a la agronomía regional en el espacio que me toque estar.

Mi especial agradecimiento al Dr. Carlos Jesús Baca García, por ser mi asesor en este trabajo de investigación, gracias a sus sugerencias y orientaciones se ha desarrollado el presente trabajo de investigación en el ámbito de las ciencias agrarias, como contribución al desarrollo regional del Cusco y el Perú.

A mis compañeros Yerwin Salinas, Víctor Sigfredo Quispe, Luis Quillahuamán, Isabela Quispe, por su apoyo incondicional, los llevo y llevaré siempre en el corazón. Finalmente, por supuesto al grupo de estudios GEIR por darme la oportunidad de ser parte de esta familia, cuyo fruto se traduce en el presente trabajo.

ÍNDICE

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
RESUMEN	vi
INTRODUCCIÓN	vii
I. PROBLEMA OBJETO DE INVESTIGACIÓN	1
1.1. Identificación del problema objeto de investigación.....	1
1.2. Planteamiento del problema	2
II. OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN.....	3
2.1. Objetivos	3
2.2. Justificación.....	3
III. HIPÓTESIS	5
3.1. Hipótesis general	5
3.2. Hipótesis específicas	5
IV. MARCO TEÓRICO	6
4.1. Antecedentes	6
4.2. Origen y taxonomía.....	9
4.3. Descripción botánica del cultivo de la coliflor.....	10
4.4. Fases del crecimiento del cultivo	11
4.5. Condiciones agroclimáticas.....	12
4.6. Propiedades nutritivas de la coliflor	13

4.7.	Características del híbrido tipton.....	13
4.8.	Los macroelementos primarios	15
4.9.	Aplicación de fertilizantes.....	16
4.10.	Fertilizantes	20
4.11.	Riego.....	21
V.	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	25
5.1.	Tipo de investigación	25
5.2.	Ubicación espacial de la investigación.....	25
5.3.	Ubicación temporal	27
5.4.	Materiales y método.....	27
5.5.	Descripción de las actividades	29
5.6.	Variables a evaluar	37
5.7.	Aplicación estadística.....	39
VI.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	42
6.1.	Características Agronómicas por efecto de tres dosis de fertilizantes aplicados mediante fertirriego	42
VII.	CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS	62
7.1.	Conclusiones	62
7.2.	Sugerencias.....	63
VIII.	BIBLIOGRAFÍA	64
IX.	ANEXOS	72

RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo general: determinar el efecto de tres dosis de fertilizantes aplicados mediante fertirriego en el cultivo de la coliflor (*Brassica oleracea* L. híbrido tipton) bajo condiciones del Centro Agronómico K'ayra. El presente trabajo se realizó del 14 de enero del 2022 al 24 de mayo del 2024 y se ubica en k'ayra del Distrito de San Jerónimo. El estudio es evaluativo de tipo explicativo, debido a que las variables en estudio tienen una relación de causa-efecto. Posee un diseño experimental de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. El tratamiento 1 tiene una dosis de (150-75-250), el tratamiento 2 (120-150-180), el tratamiento 3 (200-17-190) y el tratamiento 4 no posee ninguna dosis de fertilizante, al cual se le denominó testigo. La aplicación de fertilizantes se realizó mediante el riego localizado. A nivel de resultados, con la dosis (200-17-190) se obtuvo los mejores atributos agronómicos: altura planta, 59.18 cm; diámetro de tallo, 2.10 cm; número de hojas, 17.47; diámetro de pella, 21.79 cm; número de raíces, 40.36 y el rendimiento 33388.13 kg/ha. Las características sobresalientes del cultivo de la coliflor dependen de las concentraciones de nitrógeno, fósforo y potasio disponibles en el suelo durante la etapa fenológica del cultivo de la coliflor. Estos parámetros agronómicos sobresalieron a consecuencia de la aplicación de fertilizantes mediante el sistema de riego por goteo el cual permite optimizar y distribuir el fertilizante de manera homogénea. Asimismo, las dosis aplicadas fueron oportunos durante las diferentes etapas fenológicas del cultivo.

Palabras clave: Fertirriego, Coliflor, Riego por goteo, Evapotranspiración.

INTRODUCCIÓN

La coliflor (*Brassica oleracea* L), es una hortaliza que posee muchos beneficios para la alimentación y en consecuencia para la salud. Se caracteriza por contener concentraciones elevadas de proteínas y vitaminas como del grupo B (B1, B2 y ácido fólico) y vitamina C. Es rica en fibra y otras propiedades nutricionales (Arroyo et al., 2018). Sin embargo, producir pellas de calidad es una limitante para los agricultores debido a la carencia de información certera de la dosis adecuada a aplicar a nivel de fertilizantes.

El cultivo de la coliflor en la Región del Cusco es una actividad agrícola importante para muchos agricultores. Los productores hortícolas dependen económicamente de la coliflor y también les sirve de alimento. Sin embargo, el agricultor desconoce la concentración necesaria de nutrientes que requiere el cultivo. Es por ello que, la aplicación de fertilizantes de manera exorbitante se hace frecuente y en tal sentido, se ve comprometido la economía del agricultor y el medio ambiente. Por otro lado, el fertirriego es un método eficiente que permite distribuir el agua y los fertilizantes de manera equitativa en el cultivo el cual posibilita optimizar tanto el agua como el fertilizante. El empleo de esta técnica favorece de diversas maneras en la agricultura; sin embargo, es desconocida por los productores.

La región del Cusco posee zonas agroclimáticas óptimas para que el cultivo de la coliflor pueda desarrollarse. Por ello, es merecido realizar estudios de investigación que permita orientar y ejecutar las labores agrícolas de manera técnica a los agricultores. Por tal razón, la presente investigación tiene como objetivo principal «determinar el efecto de tres dosis de fertilizantes aplicados mediante fertirriego en el cultivo de la coliflor (*Brassica oleracea* L. híbrido tipton) bajo condiciones del Centro Agronómico K'ayra».

La autora

I. PROBLEMA OBJETO DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación del problema objeto de investigación

Para el Cusco, el cultivo de la coliflor es muy importante porque satisface las necesidades económicas de muchos agricultores y cubre una cierta demanda del mercado. Además, las condiciones climáticas favorecen su desarrollo. Por otro lado, es un cultivo que posee muchas propiedades nutricionales que beneficia al ser humano.

Sin embargo, el rendimiento y la calidad de las pellas no son las adecuadas. Las causas se deben a las malas prácticas agrícolas, como por ejemplo, la aplicación inapropiada de fertilizante y la escasez de agua. Además, cabe precisar que se desconoce la dosis necesaria que requiere el cultivo a nivel de nitrógeno, fósforo y potasio, el cual, imposibilita la aplicación precisa de fertilizantes, debido a que, la literatura científica recomienda diferentes concentraciones de N-P-K.

Otro problema que atañe y es frecuente en la agricultura, es la aplicación no acorde a las necesidades del cultivo. Los agricultores no practican realizar el análisis de suelo. Es por ello que, la aplicación en la mayoría de los casos es excesiva y en otras insuficiente. En consecuencia, se genera una inversión inadecuada y consecuentemente se contamina el medio ambiente.

Por otra parte, en el suministro de agua mediante el riego por inundación, la distribución del volumen de agua por planta no es uniforme, porque este método distribuye el agua de manera imparcial y traslada los fertilizantes de un lugar a otro, beneficiando a cierta cantidad de plantas y el resto son perjudicadas. Por ello, una de las alternativas más eficaces es el fertirriego porque posibilita la distribución del agua y los fertilizantes de manera homogénea y muchos agricultores desconocen de este método. Por ello, es imprescindible realizar la presente investigación porque permitirá conocer el requerimiento aproximado de N-P-K que necesita el cultivo de la coliflor aplicados mediante fertirriego y para lo cual, se plantean las siguientes preguntas de investigación.

1.2. Planteamiento del problema

1.2.1. Problema general

¿Cuál será el efecto de tres dosis de fertilizantes aplicados mediante fertirriego en el cultivo de la coliflor (*Brassica oleracea* L. híbrido tipton) bajo condiciones del Centro Agronómico K´ayra?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿Cómo será el efecto de tres dosis de fertilizantes aplicados mediante fertirriego en la manifestación de las características agronómicas como: altura de planta, número de hojas, diámetro de tallo, diámetro de pella y número de raíces en el cultivo de la coliflor (*Brassica oleracea* L. híbrido tipton) bajo condiciones del Centro Agronómico K´ayra?
- ¿Cuál será el efecto de tres dosis de fertilizantes aplicados mediante fertirriego en el rendimiento por hectárea del cultivo de la coliflor (*Brassica oleracea* L. híbrido tipton) bajo condiciones del Centro Agronómico K´ayra?

II. OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN

2.1. Objetivos

2.1.1. *Objetivo general*

Evaluar el efecto que genera la aplicación de tres dosis de fertilizantes mediante fertirriego en el cultivo de la coliflor (*Brassica oleracea* L. híbrido tipton) bajo condiciones del Centro Agronómico K'ayra.

2.1.2. *Objetivos específicos*

- Evaluar el efecto de tres dosis de fertilizantes aplicados mediante fertirriego en la manifestación de las características agronómicas como: altura de planta, número de hojas, diámetro de tallo, diámetro de pella y número de raíces en el cultivo de la coliflor (*Brassica oleracea* L. híbrido tipton) bajo condiciones del Centro Agronómico K'ayra.
- Evaluar el efecto de tres dosis de fertilizantes aplicados mediante fertirriego en el rendimiento por hectárea del cultivo de la coliflor (*Brassica oleracea* L. híbrido tipton) bajo condiciones del Centro Agronómico K'ayra.

2.2. Justificación

El cultivo de la coliflor, siendo una hortaliza importante en la alimentación del ser humano, requiere de una atención a nivel de la investigación porque los agricultores desconocen la dosis más adecuada de N P K que propicia un mejor rendimiento del cultivo de la coliflor aplicado mediante fertirriego. Por tanto, es relevante a nivel social porque implica garantizar mejores ingresos económicos a los agricultores y una alimentación saludable a los consumidores.

En tal sentido, determinar las características agronómicas como: altura de planta, número de hojas, diámetro de tallo, días a la floración, diámetro de pella y número de raíces en el cultivo de la coliflor permitirá saber el comportamiento del cultivo para luego conocer la calidad, ya que

dependerá de estas características para ser puestas en el mercado. Además, los agricultores requieren obtener coliflores con características deseables ya que les permitirá vender a un precio mejor en el mercado.

Asimismo, determinar la masa de la pella y el rendimiento por hectárea del cultivo de la coliflor (*Brassica oleracea* L. híbrido tipton) bajo condiciones del Centro Agronómico K'ayra será importante porque a mayor masa de las pellas, mayor será el rendimiento por hectárea y por ende, se garantizará los mejores ingresos económicos.

Los resultados del presente estudio beneficiarán a los agricultores, ya que emplearán fertilizantes de acuerdo a la demanda del cultivo a nivel a N-P-K, por lo que ya no incurrirá a escenarios de derroche y gasto insulso de los recursos económicos. En tal sentido, determinar el efecto de tres dosis de fertilizantes aplicados mediante fertirriego en el cultivo de la coliflor (*Brassica oleracea* L. híbrido tipton) permitirá recabar información muy valiosa porque se conocerá la concentración de N-P-K que requiere el cultivo para lograr mejores cosechas y garantizará a los agricultores generar mejores ingresos económicos; a la vez, favorecerá el cuidado de los recursos económicos y la calidad medioambiental.

III. HIPÓTESIS

3.1. Hipótesis general

El efecto de tres dosis de fertilizantes aplicados mediante fertirriego en el cultivo de la coliflor (*Brassica oleracea* L. híbrido tipton) bajo condiciones del Centro Agronómico K´ayra tendrá diferencias significativas entre los tratamientos.

3.2. Hipótesis específicas

- Al menos una dosis propuesta a nivel de la manifestación de las características agronómicas como: altura de planta, número de hojas, diámetro de tallo, diámetro de pella y número de raíces por el efecto de tres dosis de fertilizantes aplicados mediante fertirriego en el cultivo de la coliflor (*Brassica oleracea* L. híbrido tipton) bajo condiciones del Centro Agronómico K´ayra será superior al resto de las dosis propuestas.
- Al menos una dosis propuesta a nivel de rendimiento por hectárea a consecuencia del efecto de las dosis de fertilizantes aplicados mediante fertirriego del cultivo de la coliflor (*Brassica oleracea* L. híbrido tipton) bajo condiciones del Centro Agronómico K´ayra será mejor que el resto de los tratamientos.

IV. MARCO TEÓRICO

4.1. Antecedentes

En la investigación denominada «Efecto de tres niveles de fertilización NPK en el rendimiento de *Brassica oleracea* L. var. botrytis cv. rami F1 en Trujillo - La Libertad», el objetivo fue evaluar el efecto de tres niveles de fertilización NPK en el rendimiento de *Brassica oleracea* L. var. Botrytis cv. Rami F1 en Trujillo - La Libertad. En la metodología se empleó el diseño de bloques completos al azar y tuvo cuatro tratamientos con tres repeticiones. Los tratamientos usados fueron: 140- 40- 40 de NPK (T1), 170- 60- 60 de NPK (T2), 200- 80- 80 de NPK (T3), y 120- 00- 00 de NPK (T0), siendo este último el testigo. El análisis de datos se determinó mediante el análisis de variancia y la prueba de medias mediante Duncan al 95% de confianza. En los resultados, la variable morfología no presentó diferencias significativas en los tratamientos; empero, en el caso de la variable de rendimiento si hubo diferencias a nivel de los tratamientos; siendo el T2 el mejor de todos logrando un rendimiento de 42051.19 kg/ha (**Romel, 2015**).

En el trabajo titulado «Evaluación de NPK en la calidad de la pella de coliflor (*Brassica oleracea* var. botrytis)», el objetivo fue lo siguiente: determinar la dosis adecuada de NPK D1: (90- 45-150 kg/ha, D2: 90-60-200 kg/ha y D3: 150-75-250 kg/ha). Se ha empleado el diseño experimental de bloques completamente al azar, en arreglo factorial de 3x3+1, con cuatro repeticiones. Se efectuó el análisis de variancia y la prueba de Tukey al 5% de error, para diferenciar entre tratamientos y factores en estudio y polinomios ortogonales con cálculo de correlación y regresión para el factor frecuencias de aplicación. A nivel de resultados, la dosis de 150 kg/ha de N, 75 kg/ha de P₂O₅ y 250 kg/ha de K₂O (D3), fue le mejor al obtenerse mayor diámetro polar (10,50 cm) y ecuatorial de la pella (15,43 cm), como mayor peso (0,93 kg) y por ende, se obtuvieron los más altos rendimientos (28,28 t/ha); siendo las pellas en su gran mayoría de primera categoría (43,75%).

Con relación a la frecuencia de aplicación de NPK cada 20 días (F3), produjo los mejores resultados, obteniéndose pellas de mayor diámetro polar (10,34 cm), como también de mayor diámetro ecuatorial (15,21 cm) y mejor masa (0,85 kg), por lo que se obtuvieron los más altos rendimientos (25,07 t/ha); siendo el mayor porcentaje de pellas de primera categoría (38,89%) **(Puca, 2012)**.

En el trabajo realizado por denominado «Evaluación de niveles de fertirrigación y dinámica de absorción de nutrientes en el cultivo de coliflor (*Brassica oleracea* L.) en invernadero en la estación experimental de Patacamaya», el objetivo fue evaluar dos niveles de fertirrigación y la dinámica de absorción de los macronutrientes en el cultivo de coliflor híbrido (*Brassica oleracea* L.) en invernadero en la estación experimental de Patacamaya. En la metodología se empleó el diseño completamente al azar y para el análisis de datos se usó el ANAVA. Para la prueba de medias se ha empleado el DUNCAN. A nivel de los resultados, la dosis de 20% de té de estiércol fue el que obtuvo mayor diámetro ecuatorial con 20.38 cm. Por otro lado, la dosis mayor con un 20% de té de estiércol fue el que obtuvo mayor diámetro polar de pella con 12.28 cm. Por último, la variable masa de pella a una dosis de 20 % de té de estiércol fue el que mayor masa obtuvo con 1072.20 gr **(Arias, 2011)**.

En la investigación titulado «Influencia de la fertilización nitrogenada en el cultivo de coliflor (*Brassica oleracea* var. botrytis) en Navarra», el objetivo fue determinar el efecto del nitrógeno mineral y la eficiencia en el uso del nitrógeno disponible en la producción del cultivo de coliflor de ciclo de otoño. En la metodología se empleó el diseño de bloques completos al azar de cuatro tratamientos con diferentes niveles de Nitrógeno mineral disponible en función del Nitrógeno mineral inicial del suelo, desde 259 a 524 kg N/ha. Durante la recolección se controló la producción comercial y la masa media de la inflorescencia. En los resultados, se observó una mayor precocidad

con la menor dosis de nitrógeno, con mayor número de inflorescencias recolectadas en la primera fecha de recolección. Por lo que este trabajo confirma la utilidad del método Nmin para la recomendación de abonado y evita las pérdidas innecesarias de nitrógeno mediante lixiviación o volatilización (**Lahoz et al., 2013**).

En la investigación denominada «Respuesta productiva del cultivo de la coliflor a tres dosis de riego», el objetivo fue determinar el comportamiento productivo y la eficiencia en el uso del agua de riego en respuesta a tres manejos diferentes del riego que consistió en aportar el 65, 90 y 115% de las necesidades hídricas (ET_c ; D1, D2 y D3 respectivamente). En la metodología, la ET_c se determinó a partir de la evapotranspiración de referencia calculada a partir de la evaporación medida en tanque evaporímetro clase A, con coeficiente único del cultivo, adaptando la duración de cada fase al ciclo del cultivo. Las láminas totales de riego aportadas fueron 139, 170 y 201 mm en las dosis D1, D2 y D3 respectivamente. En los resultados, con la dosis más alta se obtuvo un mayor rendimiento, siendo en total (4.84 kg/m^2 ; $p \leq 0.05$). El rendimiento comercial y el peso unitario de las pellas no se vio afectado por la dosis de riego. La menor dosis condujo a la mayor eficiencia en el uso del agua de riego (**Abdelkhalik et al., 2015**).

En la investigación «Evaluación de la eficacia de tres niveles de fertilización inorgánica en el rendimiento de cinco híbridos de coliflor (*Brassica oleraceae* L. var. botrytis) en el Cantón Riobamba provincia de Chimborazo», el objetivo fue evaluar la eficacia de tres niveles de fertilización inorgánica en el rendimiento de cinco híbridos del cultivo de coliflor (*Brassica oleraceae* L. var. botrytis) en el Cantón Riobamba provincia de Chimborazo. En la metodología se empleó el Diseño de Bloques Completos al Azar con arreglo de parcelas subdivididas de 3 repeticiones. Para el análisis de datos se usó el ADEVA. A nivel de los resultados, el híbrido Tipton con fertilización al 125% presentó mayor altura de planta. El híbrido Cielo Blanco con fertilización

al 100% obtuvo mayor número de hojas por planta con 12.32. El híbrido dexter con fertilización recomendada por el agricultor presentó una aparición tardía de la pella. Sin embargo, los híbridos tipton con fertilización al 100% y cercy con fertilización al 100% presentaron el mayor porcentaje de días a la cosecha (precocidad). El híbrido cielo blanco con fertilización al 125% presentó el mayor diámetro de pella y el híbrido cercy con fertilización al 100% presentó el mayor rendimiento con un valor de 24.71 T/ha (**Patiño, 2013**).

4.2. Origen y taxonomía

4.2.1. Origen

Existen vestigios al norte de Europa hace 8.000 años a. c. sobre el consumo de la coliflor. Los etruscos, donde actualmente se ubica la Toscana de Italia, fueron los primeros en cultivar y expandir por el mediterráneo oriental (**Macua et al., 2007**). Por otro lado, según otras fuentes, el origen, al parecer está ubicado en el Mediterráneo, precisamente en Asia Menor, Líbano, Siria, etc. Sin embargo, la domesticación se atribuye a los romanos, griegos y egipcios (**Jaramillo & Díaz 2006**).

4.2.2. Taxonomía

La clasificación taxonómica en el cultivo de la coliflor es la siguiente:

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Brassicales

Familia: Cruciferae

Género: Brassica

Especie: *Brassica oleracea* L.

Variedad: *Botrytis*, (**Cronquist, 1986**) aunque dentro de *Brassica* aunque dentro de *Brassica oleracea* se encuentran algunas variedades que pueden ser diferenciados de acuerdo a claves taxonómicas y permiten distinguir las especies de interés económica (**Baixauli & Maroto, 2017; Jaramillo & Díaz, 2006**).

4.3. Descripción botánica del cultivo de la coliflor

La coliflor es una planta que está conformado por una basta cantidad de tallos florales y que en conjunto se le denominada pella y este es de color blanco. Asimismo, es una hortaliza que se consume las inflorescencias (**Bascur et al., 1998**). Por otro lado, la coliflor produce plantas grandes y es dificultoso su cultivo porque requiere de mucha agua (**Arbury et al., 2003**).

4.3.1. Raíz

La raíz es pivotante y de ellas nacen las raicillas con bastante ramificación (**Baixauli & Maroto, 2017**) al cual se le denomina sistema radicular fasciculado. Las raíces son profundas, ramificadas y se extienden en un radio de 45 a 60 centímetros del tallo (**Jaramillo & Díaz, 2006**).

4.3.2. Tallo y hoja

Usualmente, los tallos terminan en una masa abultada de yemas preflorales en una masa voluminosa de yemas hipertrofiadas y muy juntas unas con otras de color blanco a la cual se le denomina pella (**Baixauli & Maroto, 2017**). El tallo es cilíndrico, carnoso, corto y muy pequeño de aproximadamente 10 centímetros. Es gruesa y sin ramificaciones. La pella inicia a formarse cuando por lo menos se tiene entre 20 y 30 hojas (**Jaramillo & Díaz, 2006**); sin embargo, esta cantidad varía según la variedad, ya que su función es proteger la inflorescencia del sol (**Cotrina, s.f.**). La coliflor tiene hojas integras, elípticos u oblongos, a veces poseen rizaduras en el borde y está verticalmente derecho hacia arriba (**Baixauli & Maroto, 2017**)

4.3.3. Inflorescencia y flor

La inflorescencia es una masa de pecíolos y botones foliares apelmazados y están hipertrofiadas (**Theodoracopoulos et al., 2008**). “Las flores agrupadas en inflorescencias son grandes y de color blanquecino” (**Martínez et al., 2016, p. 32**). “Las verdaderas se forman en las axilas de las flores abortivas. El eje floral termina en una masa de flores de color amarillo, con pétalos dispuestos en cruz. Es una silicua que contiene seis a ocho semillas” (**Jaramillo & Díaz, 2006, p. 19**).

4.3.4. Cabeza o pella

La pella es voluminosa de color blanco o crema, pero en realidad representa a un órgano reproductor. Las formas varían de acuerdo a la variedad y puede ser esférico, abombado, cónico, aplanado y hueco (**Jaramillo & Díaz, 2006**). Por otro lado, es importante que la pella sea cubierta por las hojas, ya que de este dependerá una buena o mala coloración (**Cotrina, s.f.**).

4.4. Fases del crecimiento del cultivo

Para **Fueyo (2015)**, las fases del cultivo de la coliflor son las siguientes:

Fase juvenil. Se inicia con la nascencia de la planta y desarrolla solamente raíces y hojas. El periodo varía de 6 a 8 semanas para las variedades tempranas. Durante el periodo se desarrolla un aproximado de 5 a 7 hojas; sin embargo, en variedades tardíos hasta en 10 a 15 semanas y llegan a formar entre 20 y 30 hojas.

Fase de inducción floral. La planta sigue formando hojas en este período; empero, inicia el cambio fisiológico que incita la formación de la pella. La temperatura es un factor que influye en esta variabilidad —el efecto ocurre cuando las temperaturas son próximas a los 15 °C para las variedades de verano, de 6 y 10 °C para las de invierno y 8 y 15 °C para los de otoño—. Por otro lado, cuando existe un cúmulo suficiente de frío termina la formación de las hojas e inicia con

desarrollo de las pellas. Sin embargo, es imprescindible que el cultivo haya logrado un follaje óptimo.

Fase de formación de pellas. La temperatura es el factor importante para el desarrollo de pellas. Inferiores a 5 y 3 °C cesa el crecimiento por lo que el rango óptimo es de 8 y 10 °C. Para la cosecha es importante el tamaño y lo compacto de la pella, esta característica es indispensable para el momento de la cosecha.

Fase de floración. En esta fase, la pella pierde compacidad y firmeza e inicia el amarilleo —se hace evidente la devaluación comercial—. Posteriormente si no ocurre la pudrición, se produce el alargamiento y floración.

4.5. Condiciones agroclimáticas

4.5.1. Temperatura y altitud

La coliflor es un especie “que requiere calor moderado al inicio y ambiente fresco en madurez” (Rojas & Medina, 1998, p. 20). Por ello, una mejor calidad y desarrollo se logra en lugares superiores a 1,500 msnm. La temperatura media debe oscilar entre los 18°C. Sin embargo, es muy tolerante a temperaturas bajas. Empero, es importante para el desarrollo óptimo del cultivo, durante la fase de crecimiento, temperaturas entre 20 y 24°C y para el inicio de la fase de inducción floral se requiere temperaturas entre 10 y 15°C durante el día (Theodoracopoulos et al., 2008).

4.5.2. Suelo y pH

El suelo que conviene al cultivo, es aquella que posee suficiente nitrógeno (Arbury et al., 2003). En tal sentido, se debe mantener con estructura buena y rico en materia orgánica (Lardizabal & Medlicott, 2013); asimismo, debe ser limoso y profundo. Por otro lado, el pH próximo a 7 es adecuado ya que los suelos ácidos promoverán el riesgo de ocasionar la hernia de la col que es una

enfermedad producido por un hongo (Fueyo, 2015). Por ello, el rango óptimo del pH para el cultivo de la coliflor es de 6.5 a 7.5 (Zamora, 2016b).

4.6. Propiedades nutritivas de la coliflor

Según Zamora (2016), la coliflor es muy beneficiosa para la salud. Tiene baja caloría y es rico en potasio y vitamina C. Además, contiene vitamina B6 y en menores cantidades la B1, B2 y B3.

Tabla 1

Valor nutricional en 100 g de pella fresca

Nutriente	Valor
Agua (%)	92
Energía (kcal)	24
Proteína	2.0
Grasa (g)	0.2
Carbohidrato (g)	4.9
Fibra (g)	0.9
Ca (mg)	29
P (mg)	46
Fe (mg)	0.6
Na (mg)	15
K (mg)	355
Vitamina A (UI)	16
Tiamina (mg)	0.08
Riboflavina (mg)	0.06
Niacina (mg)	0.63
Acido ascórbico (mg)	71.5
Vitamina B6 (mg)	0.23

Fuente: Zamora (2016) citado de Haytowitz y Mattheews (1984); Lorenz y Maynard (1988)

4.7. Características del híbrido tipton

Figura 1

Características de la coliflor



Fuente: Agrosemval.

La coliflor se ha clasificado siempre de acuerdo al periodo vegetativo y el comportamiento en las condiciones climáticas (**Rojas & Medina, 1998**).

El híbrido tipton es una planta que tiene un ciclo de 95 a 100 días después de haber sido trasplantado; sin embargo, depende de las condiciones del área del cultivo. El híbrido es una planta bastante erecta, vigorosa y la cobertura de la pella por las hojas es óptima para proteger diferentes adversidades ambientales; asimismo, es rústico porque se adapta a condiciones adversas ya que siguen ofreciendo pellas comerciales de calidad y sanidad vegetal que hacen que sea muy competitivo en el mercado (**Bayer, 2022**). Además, **Seminis (2015)** agrega que las hojas son largas, las pellas son muy uniformes y blancas, no poseen pilosidad y es un híbrido de muy buena calidad.

Otra característica del tipton según **ITG Agrícola (2011)**, es un cultivo que está catalogado como un híbrido de coliflor temprano medio. Por otro lado, autores como **Baixauli et al. (2017)**, consideran a las coliflores de ciclo medio entre los rangos de 90 y 130 días. Por lo que híbrido tipton estaría clasificado como un cultivo de ciclo medio. Sin embargo, existe “una influencia de la climatología en el ciclo de las variedades” (**Macua et al., 2004, p. 19**).

En el cultivo de la coliflor durante el trasplante, se debe considerar el tamaño de la plántula entre una altura de 10 a 12 cm y también, debe poseer 4 hojas verdaderas a los 20 a 25 días después de la germinación (**Jaramillo & Díaz, 2006**); asimismo, se puede emplear distanciamientos de 40 a 50 cm entre plantas y de 70 a 80 cm entre surcos (**Zoppolo et al., 2008**).

4.7.1. Otras variedades

De acuerdo al **Ministerio de Agricultura, pesca y alimentación de España**, las variedades de coliflor se clasifican según la duración de su ciclo entre la época de trasplante y la de su recolección en:

- Coliflor temprana
- Coliflor de media estación
- Coliflor tardía
- Coliflor ultratardía

La coliflor suele ser blanca y es la más conocida, desde hace algunos años se desarrollaron otras especies de coliflor de cabezas con color naranja, violeta y verde. Las especies de coliflor de color presentan las mismas características de forma que la coliflor blanca: su corazón parece una bola compacta y apretada, rodeada de grandes hojas verdes (**Pouliquen, 2024**).

4.8. Los macroelementos primarios

Son aquellos nutrientes que las plantas emplean en mayor cantidad y son los primeros en carecer de su presencia en el suelo. Estos elementos en conjunto equivalen a las $\frac{3}{4}$ partes de todos los nutrimentos minerales de una planta. En tal sentido, la carencia se expresa de manera inmediata (Esquivel, 2018).

4.8.1. Nitrógeno

Las plantas, en su estructura, contienen entre 1 y 3% de N (Esquivel, 2018). El nitrógeno es un elemento que interviene en la multiplicación celular —crecimiento de la planta—, formación de aminoácidos, enzimas, proteínas, etc. Por otro lado, la deficiencia del nitrógeno afecta el desarrollo de la planta. Las hojas se ponen de color verde amarillo y en casos extremos, la planta se marchita y se muere por falta de clorofila —el N es un elemento esencial ya que forma parte de la clorofila— (**García et al., 2009**). Además, cabe aclarar que la deficiencia del nitrógeno en la planta ocasiona el achaparramiento (**Arévalo & Castellano, 2009; Pérez, 2017**).

4.8.2. Fósforo

El fósforo es un elemento que forma parte del adenosín trifosfato (ATP) y es esencial para la fase oscura y la formación de carbohidratos (**Esquivel, 2018; Rodríguez & Flórez, 2004**). Es el promotor estimulador de la raíz, favorece la floración y el cuajado de frutos. También, participa en el transporte, almacenaje y transferencia de energía. Forma parte de enzimas, fosfolípidos y otros. Sin embargo, la falta de fósforo promueve el desarrollo enclenque a nivel de raíz y la parte aérea de la planta. Las hojas se hacen erectas, delgadas con nervaduras poco pronunciados y se manifiesta de color azul verdoso oscuro e incluso puede caerse precozmente (**García et al., 2009**).

4.8.3. Potasio

Mejora la eficacia fotosintética e incrementa la resistencia a heladas, sequías y enfermedades. Promueve la síntesis de lignina, favorece la estructura de las plantas y la rigidez. También, la presencia óptima de potasio favorece la eficacia y aprovechamiento del nitrógeno aplicado en el suelo. Promueve el desarrollo de glúcidos en hojas y contribuye en la formación de proteínas. Sin embargo, la deficiencia ocasiona el retraso en el crecimiento y es susceptible a ser afectado por plagas. Por lo general, las hojas se hacen curvos hacia arriba y aparecen zonas cloróticas (**García et al., 2009**), particularmente en las hojas viejas en la parte del ápice y márgenes que incluso llegan a secarse el tejido (**Arévalo & Castellano, 2009; Novoa et al., 2018; Zamora, 2016a**).

4.9. Aplicación de fertilizantes

La aplicación de fertilizantes es muy importante para el buen desarrollo de las plantas. Para lo cual existen diversas maneras de colocar los fertilizantes de acuerdo a los atributos del cultivo. Para **Sierra et al. (2020)**, se clasifica de la siguiente manera:

4.9.1. Voleo

La aplicación consiste en destinar el fertilizante en toda la superficie del terreno. Se deja en la superficie del área a cultivar para que luego se traslade mediante lluvias o riego hacia la parte radical de la planta. Es conveniente para cultivos extensivos —sorgo, maíz, etc.—.

4.9.2. Voleo modificado

Es similar al voleo; sin embargo, la diferencia peculiar consiste en aplicar el fertilizante exclusivamente en la cama o área empleada para el cultivo por lo que los surcos no llegan a fertilizarse.

4.9.3. En bandas

Consiste en aplicar fertilizante en bandas delgadas a lo largo del área de cultivo. Es recomendable aplicar el fertilizante fuera del lugar de las semillas cultivadas. De preferencia se debe aplicar al costado del cultivo y entre dos o tres pulgadas de profundidad. La cantidad de bandas dependerá de la cantidad de hileras.

4.9.4. Foliar

El empleo de este recurso consiste en aplicar fertilizantes en la parte foliar de la planta. Es recomendable para destinar especialmente micronutrientes una vez que se haya identificado la deficiencia, aunque este método se recomienda como un último recurso.

4.9.5. Fertirrigación

El fertirriego se comprende como el suministro de agua y nutrientes de manera conjunta de acuerdo al requerimiento del cultivo (**L. Martínez, 1998; Mazuela & De la Riva, 2013; Mendoza, 2013**). Es una técnica eficiente, compleja e insustituible porque favorece el metabolismo y potencia la productividad de las plantas (**Hirzel, 2009**). Asimismo, se puede lograr conseguir la reducción en

un 25% y 40% de dosis de fertilizantes aplicados de manera tradicional (**Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía [IDAE], 2007**)

En el empleo de este método es recomendable aplicar de manera calendarizada. La cantidad de aplicación debe realizarse de acuerdo a la demanda y necesidad fisiológica del cultivo. La aplicación se puede realizar diariamente o por semanas. Por ejemplo, en suelos con menor pérdida por lixiviación, la aplicación se puede hacer por semanas (**Sierra et al., 2020**).

El agua es imprescindible para el empleo de nutrientes, porque actúa como solvente y es el encargado de realizar el movimiento de los nutrimentos hasta las raíces. En tal sentido, tanto la fertilización como el riego están relacionados intrínsecamente. Por otro lado, el exceso de riego puede ocasionar el traslado de los elementos como el N y K fuera de la disponibilidad de la planta. Es por ello que es importante mantener el agua en la parte radicular para que la planta pueda aprovechar al máximo. El uso del calendario para el riego se emplea para aplicar agua de acuerdo a la necesidad de la etapa del cultivo y para lo cual, se debe considerar las necesidades del cultivo, las características de los sistemas de riego y suelo y las condiciones ambientales. Por otra parte, una aplicación de agua fuera de las necesidades de la planta puede producir el estrés y afectar el rendimiento por la inapropiada disposición de agua y nutrimentos; además, el exceso de riego aumenta la lixiviación de nutrientes e incluso puede afectar el rendimiento y la calidad del producto (**Sierra et al., 2020**).

El fertirriego abastece nutrimentos exactamente en el lugar donde se ubica la mayor cantidad de raíces absorbentes (**Imas, 2009, como se citó en Quesada & Bertsch, 2012**), porque el riego por goteo moja el surco o hilera del cultivo que corresponde a una parte superficial del suelo donde la pérdida de agua por la evaporación se hace mínima (**R. López, 2016**).

Si se emplea el sistema de riego presurizado, es importante considerar la calidad del agua y determinar el análisis de suelo donde se establecerá el cultivo. Solo así podemos establecer la solución idónea (**Hugo, 2014**). Además, se deberá realizar un análisis físico del agua para identificar las partículas que se hacen presente y emplear filtros —siendo estas 10 veces menores que las partículas presentes en el agua— adecuados para evitar obstrucciones (**Navarro, 2002**). Obviamente, es importante también tomar en consideración la cantidad de agua que se debe aplicar de acuerdo a la demanda o necesidad del cultivo.

Para **Mendoza (2013)**, el fertirriego proporciona algunos beneficios y desventajas que se muestran a continuación:

Ventajas de la fertirrigación

- Dosis racionalizada de fertilizantes
- El agua se ahorra de manera considerable
- El cultivo es abastecido de nutrientes de manera óptima por lo que el rendimiento y la calidad serán mejores
- La contaminación es controlada
- Mayor rentabilidad y eficiencia de fertilizantes
- Se puede adaptar los fertilizantes al cultivo, agua de riego, sustrato y clima

Inconvenientes de la fertirrigación

- Es costosa la instalación
- Se requiere de una capacitación básica para el uso de fertilizante y equipos
- Existe la posibilidad de que los goteros se obstruyan
- Se requiere un sistema de riego uniforme para la distribución del fertilizante en plantas

4.10. Fertilizantes

Los fertilizantes como el nitrato de amonio y sulfato de potasio son solubles en agua y pueden ser aplicados mediante fertirrigación (**Sánchez, 2020**) y según **Molinos & Cía (2020)**, el fosfato monoamónico también es un fertilizante soluble en agua.

4.10.1. Nitrato de amonio

El nitrato de amonio es un fertilizante nitrogenado y es eficiente para cualquier tipo de cultivo. Es apta para la aplicación de manera directa al suelo y tiene una capacidad de disolución en el agua (**Romero Fertilizantes, 2016b**). Además, se considera como un producto mas eficiente, eficaz y rápida a diferencia de otras que tienen que pasar por un proceso nitrificación al nitrato para que el cultivo pueda absorberla. El nitrato de amonio tiene la capacidad resistente a perder el nitrógeno hacia la atmósfera (**Arkema, 2022**). Durante el fertirriego, el amonio se concentra en cantidad por debajo del emisor a consecuencia de la adhesión con la arcilla; asimismo, los iones nitrato se ubican a los bordes del bulbo mojado. Esto implica que si se realiza el enjuague de remanentes de la solución ocasionaría el traslado de los nutrientes fuera de la zona radical, por lo que recomienda realizar el enjuague en un tiempo corto (**Kafkafi & Tarchitzky, 2012**).

En el nitrato de amonio estabilizado, la concentración de nitrógeno nítrico es de 16.5% y nitrógeno amoniacal es de 16.5%, por lo que en su totalidad, la concentración de nitrógeno es del 32%. Asimismo, posee fósforo asimilable del 3% (**Inti Fertilizantes, 2022**).

4.10.2. Fosfato monoamónico

El fosfato monoamónico se emplea para actividades de fertirriego (**Kafkafi & Tarchitzky, 2012**). Usualmente, el fósforo en la mayoría de los suelos se encuentra no asimilable. Es por ello que se requiere de la aplicación de fertilizantes fosforados, porque es un elemento esencial para el crecimiento y desarrollo del cultivo el cual permitirá el incremento de la producción (**Fernandez,**

2007). El fosfato monoamónico tiene una concentración de N: 11 y P₂O₅: 52 (Casanova, 2003; Molinos & Cía 2020) por lo que tiene un alto contenido de fósforo a nivel de fertilizantes sólidos y es muy eficiente durante todo el ciclo vegetativo del cultivo (Romero Fertilizantes, 2016a).

4.10.3. Sulfato de potasio

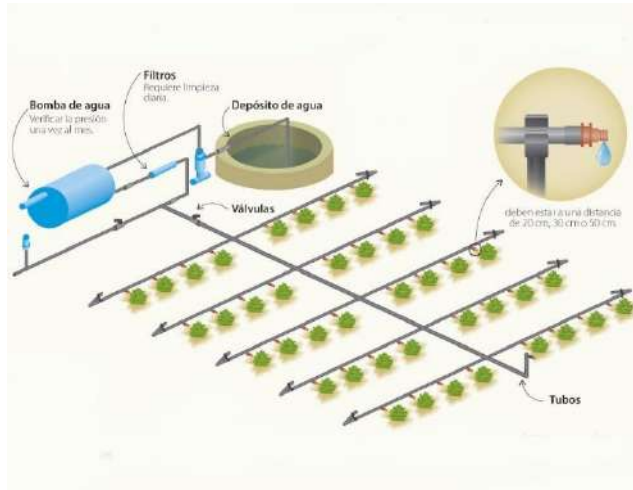
El sulfato de potasio es un fertilizante que satisface la demanda de los cultivos y se puede aplicar mediante el fertirriego. Además, se usa en condiciones salinas (Kafkafi & Tarchitzky, 2012). Es adecuado para cualquier tipo de cultivo y se encuentra en concentraciones de K₂O: 50% y S: 18% (Inti Fertilizantes, 2022).

4.11. Riego

Para una mejor producción y un perfecto crecimiento, el cultivo debe disponer siempre de agua (Rojas & Medina, 1998) mediante “una aportación hídrica abundante y perfectamente modulada” (Fueyo, 2015, p. 13). Este dependerá del tipo de suelo, de la capacidad de retener la humedad y de la tasa de infiltración. Es importante llevar a cabo el registro de precipitación y evaporación para una mejor aplicación de agua al cultivo. Aunque no se sabe con certeza la cantidad de agua que requiere el cultivo de la coliflor; sin embargo, un crecimiento y rendimiento óptimo se logra cuando se destina una cantidad basta de agua durante todo el periodo productivo. Además, cabe precisar que el cultivo requiere mayor demanda de agua al momento de la formación de la pella (Jaramillo & Díaz, 2006). Por otro lado, es imprescindible evitar el contacto del agua con las pellas, porque “cuando se mojan las pellas en la última etapa del desarrollo vegetativo de las coliflores, se acelera su momento de recogida, e incluso las inflorescencias tienen tendencia a cambiar su color tomando un tinte amarillento” (Martínez et al., 2016, p. 33).

4.11.1. El riego por goteo

Figura 2
Riego por goteo



Fuente: Gestiriego.

El riego por goteo consiste en aplicar agua en gotas de manera localizada al pie del cultivo (**Demin, 2014; Fernández et al., 2010; Huaylla, 2019; Hugo, 2014; Lamo, 2012; Ministerio de Agricultura y Riego [MINAGRI], 2015**), porque se emplea y se distribuye mediante tuberías de polietileno de presión baja donde la salida del agua es controlada por los goteros —los goteros pueden ser helicoidales, tipo vortex, autocompensantes, de laberinto, entre otros—. Es por eso que es necesario conocer para poder planificar y manejar de manera adecuada (**Badillo et al., 2009**). Además, cabe aclarar que los goteros permiten la disipación de la energía del agua y suministrar gota por gota a la planta. Estas deben ser sensibles a la variación de presión y uniforme en la funcionalidad sin sufrir obstrucciones. Usualmente, los goteros están diseñadas para trabajar a presiones de 1 kg/cm^2 (**M. M. Fernández & González, 2014**).

El riego por goteo es una alternativa muy buena para el cultivo de verduras (**Fundación Global Nature, 2018; Cisneros, 2003**); porque es bastante eficiente en el uso y distribución del agua ya que la aplicación es racionalizada de acuerdo a la necesidad del cultivo (**Lamo, 2012**). Además,

emplea un 20% menos de caudal que el riego por aspersión y en el riego por superficie hasta un 50% menos (**Carrazón, 2007**); empero, es recomendable trabajar con rangos de presión de 10 y 35 m.c.a.; si por el contrario son superiores, se puede emplear un regulador de presión que pueda permitir reducirla (**Jahnke, 2013**). Es por ello que el riego por goteo requiere de menos presión a diferencia de otros métodos de riego presurizado (**Demin, 2014**).

Las partes de un sistema de riego por goteo según **Briceño et al. (2012)**, son los siguientes: pozo o fuente de agua, válvula de retrolavado, válvula de no retorno, filtro de arena, válvula de lavado, filtro de malla, válvula de paso alterno, bomba, venturi, válvula de no retorno, gotero, válvula de limpieza, tubería principal, hidrociclón, línea secundaria, llave de bola, válvula de aire, lateral de riego y nudo final.

Tanque Clase A

Determinar la evapotranspiración de referencia es extremadamente importante para una correcta gestión del riego. Esto se puede determinar mediante una variedad de métodos, incluidos los tanques de evaporación Clase "A", que utilizan un factor K_p para corregir las diferencias entre la evaporación de superficie seca y la evaporación de referencia mencionada (**Villazón et al., 2021**) y “obtener valores reales de necesidades hídricas de los cultivos” (**Ortiz C. et al., 2018, p. 16**).

¿Como debería usarse el tanque clase A? Primero, se debe realizar cálculos en función a las características físicas del suelo y las características del cultivo que se va a empelar. En segundo lugar, el beneficiario debe tomar los datos que arroja el tanque clase A, del mismo modo la del tensiómetro; las mediciones se deben realizar todos los días y a la misma hora, estos datos permitirán la aplicación de un riego adecuado (**Baca et al., 2010**).

Figura 3

Tanque de evaporación Clase A



Fuente: INIA-Uruguay.

V. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

5.1. Tipo de investigación

Explicativa, debido a que las variables de estudio tienen una relación de causa-efecto.

5.2. Ubicación espacial de la investigación

5.2.1. Ubicación espacial

Ubicación política

Región: Cusco

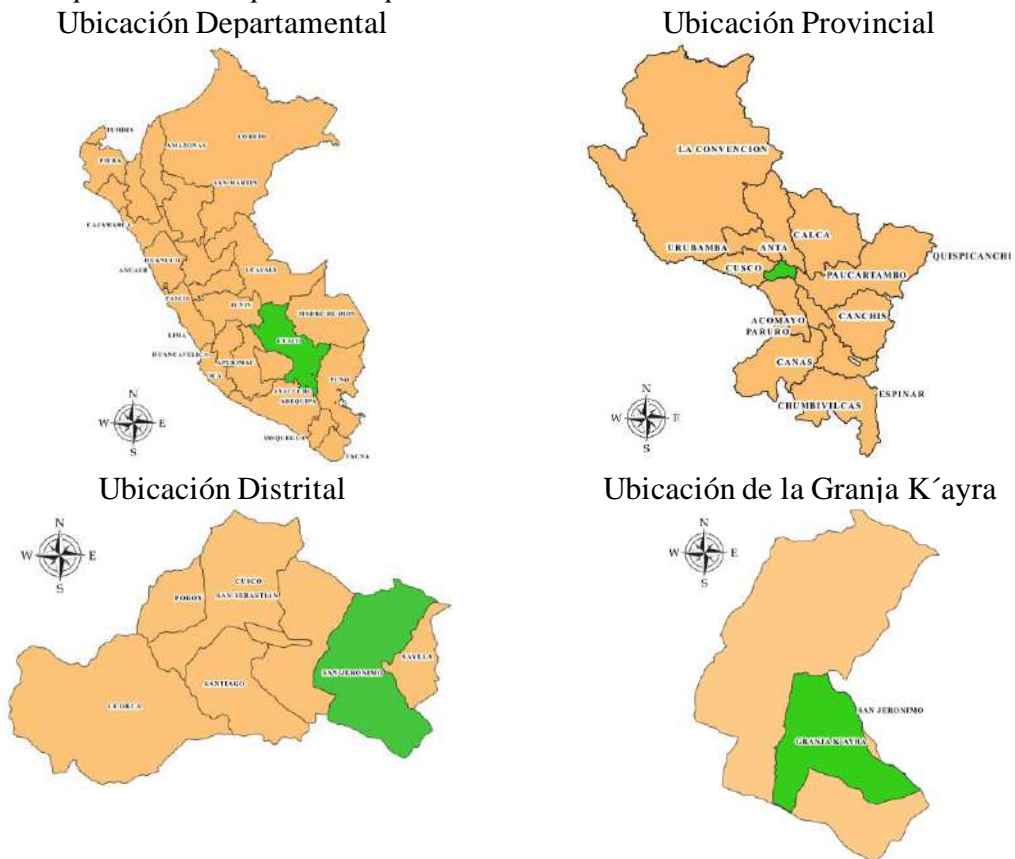
Provincia: Cusco

Distrito: San Jerónimo

Localidad: Centro Agronómico K'ayra

Figura 4

Ubicación política de la parcela experimental



Nota: Elaboración propia.

Figura 5
Ubicación de la parcela en Google Earth



Fuente: Adaptada de Google Earth.

Ubicación geográfica

Latitud: 13°33'31" S

Longitud: 71°52'31" W

Altitud: 3224 msnm

Ubicación hidrográfica

Cuenca: Vilcanota

Sub cuenca: Huatanay

Microcuenca: Huanacaure

Condición climática

Tabla 2

Condición climática del Centro Agronómico K'ayra

Condiciones climáticas (Promedio)	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Precipitación (mm)	145.5	122.2	99.7	38.0	6.8	3.9
Temperatura (°C)	13.45	13.53	13.18	12.27	10.76	9.68
Humedad Relativa (%)	74.21	75.21	75.50	73.55	69.81	65.34

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI). Los datos oscilan de 1964 al 2022. Revisar Anexo 5, Pag. 92.

5.3. Ubicación temporal

Enero de 2022 a junio de 2022

5.4. Materiales y método

5.4.1. Material biológico

Cultivo de la coliflor, híbrido tipton.

5.4.2. Materiales de campo

Libreta de campo, estacas, cinta métrica, madera, etiquetas, lapicero, lápiz, corrector, hojas *bond*, bandejas de 512 celdas, manguera de polietileno de 16 mm, manguera de polietileno de 25 mm, emisor de 4 L/h PC, válvula ramal de 16 mm, niple reducido de polietileno de ½" a 1", electrobomba, válvula de 1" PVC, Niple simple presión de PVC, reducción de campana de 2" a 1 ¼", niple, unión universal PVC, niple simple presión de PVC, niple reducido de polietileno, reducción de 1" a ½", bushing de ½" a ¼", manómetro de Glicerina de 10 bar, T de PVC.

5.4.3. Equipos

Balanza de precisión, GPS, vernier, tablero eléctrico, programador, mochila fumigadora, tanque clase a, laptop, pluviómetro, anemómetro, manómetros de presión, cámara fotográfica y celular.

5.4.4. Herramientas

Lampa, pico, rastrillo, carretilla y kituchi.

5.4.5. Insumos

Nitrato de amonio, fosfato monoamónico, sulfato de potasio, sustrato kekkila e insecticida.

El nitrato de amonio se ha obtenido de la marca INTI Fertilizantes con las características siguientes: forma granulada, niveles de concentración (nitrógeno: 33%, fosforo: 3%) y procedencia: Rusia.

El fosfato mono amónico que se utilizo es de la marca SQM con las siguientes características: apariencia polvo cristalino blanco, niveles de concentración (nitrógeno: 12%, fósforo: 61%)

El sulfato de potasio empleado es de la marca INTI Fertilizantes con las características siguientes: forma granulada, niveles de concentración (Potasio: 50%) y procedencia: China.

5.4.6. Descripción del método

El enfoque de la investigación es cuantitativo y de tipo explicativo porque las variables tienen una relación de causa-efecto (Hernández et al., 2014; Sousa et al., 2007). Asimismo, posee un diseño de bloques completos al azar (Fernández, Trapero, et al., 2010) con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones designados de manera aleatoria.

Tabla 3

Dosis de fertilizante requerido para coliflor en condiciones de K'ayra

	Requerimiento			Existente			Faltante		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Puca	150	75	250	27.26	6.82	34.8	122.74	76.18	215.92
Kehr	120	150	180	27.26	6.82	34.8	92.74	143.18	145.92
Bertsch	200	17	190	27.26	6.82	34.8	172.74	10.18	155.92
Testigo	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabla 4

Formula de fertilizantes aplicados

Fertilizante requerido	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Nitrato de Amonio	33	3	0
Fosfato monoamónico	12	61	0
Sulfato de potasio	0	0	50

5.5. Descripción de las actividades

5.5.1. Construcción del germinadero y siembra

Para germinar las semillas, se utilizó bandejas para hortalizas que contiene 512 celdas y tiene las dimensiones siguientes: 26 cm de ancho y 53 cm de largo (figura 6). Se empleó el sustrato industrial kekkila que tiene las siguientes características: 10% perlita, su estructura es fina y homogénea sin impurezas. El sustrato tiene una excelente capacidad de retención y absorción de agua y la aireación es óptima (**Innovación Agrícola, 2022**).

La semilla se obtuvo de una agro-veterinaria del Cusco. Después, el sustrato se puso en condiciones de capacidad campo para luego colocar las semillas. Se realizó un monitoreo constante para verificar el desarrollo óptimo de las plantas.

Figura 6

Bandeja almaciguera rígida de 512 celdas



Fuente. (Compra, 2017)¹

5.5.2. Análisis de suelo y agua

La muestra de suelo y agua se analizó en laboratorio con la finalidad de conocer la fertilidad, las características y otros análisis para plantear una adecuada dosis de agua y fertilizantes. Para obtener la muestra de suelo se empleó el método del zigzag y se eligieron 10 puntos de muestreo

¹ <https://www.ocompra.com/peru/item/bandejas-almacigueras-rigidas-512-cav-pack-5-uds-437328896/>

(para sacar submuestras de suelo), de las cuales se extrajo 1 kg de muestra a una profundidad de 20 cm. Seguidamente, las 10 submuestras se mezclaron de manera homogénea para solo extraer 500 g de muestra de suelo representativo. Luego, se envió al laboratorio de la Facultad de Ciencias Químicas, Físicas y Matemáticas de la UNSAAC.

5.5.3. Preparación del terreno

La limpieza se realizó con herramientas manuales como la lampa, pico y otros con la finalidad de retirar malezas, piedras y restos vegetales, luego se procedió a realizar el arado, rastra y nivelación manualmente a una profundidad de 20 cm. Esta labor se realizó el 7 de enero del 2022.

5.5.4. Trasplante

El trasplante se realizó el 14 de enero del 2022 y se hizo manualmente cuando las plantas alcanzaron los 10 cm de altura y 3 hojas mínimamente. Los distanciamientos entre planta fueron de 0.5 m. y el de los surcos fueron de 0.8 m. En tal sentido, el número de plantas por hectáreas corresponde a 25000.

5.5.5. El fertirriego

La instalación se realizó de acuerdo a los distanciamientos de la planta y la distribución de las unidades experimentales. La frecuencia de riego se realizó cada tres días. Del mismo modo, los fertilizantes solubles.

Para hacer posible el fertirriego, se insertó un arco de riego en el tubo principal que se encuentra después del Rotoplas. Ahora bien, en el arco de riego, se colocó el inyector venturi. Después del inyector, se colocó un filtro de disco para que las impurezas queden atrapadas.

Respecto a la preparación de los fertilizantes, se ha realizado de acuerdo al plan de fertirriego donde la cantidad de fertilizante se ha pesado de acuerdo demanda del cultivo. Posterior a ello se

ha solubilizado en un balde con agua a temperatura ambiente, para así posteriormente sea absorbida por el Inyector Venturi (ver Anexo N° 01, foto 12 y13).

Ahora bien, la aplicación del agua se realizó durante 6 minutos divididas en 3 partes iguales y consta de la siguiente manera: primero, aplicación de agua durante 2 minutos para que el agua este completamente uniforme y humedezca el suelo; segundo, aplicación de agua y fertilizante durante dos minutos; tercero, aplicación de agua para la limpieza durante 2 minutos para evitar la cristalización. Esta actividad se realizó cada tres días. Cabe aclarar que, se aperturó las válvulas del inyector venturi solamente para la aplicación de fertilizantes.

5.5.6. Control de malezas, plagas y enfermedades.

El desmalezado se realizó el 11 de febrero de acuerdo a la presencia de los mismos. Luego, el segundo desmalezado y primer aporque se hizo el 19 abril. Para el control de las plagas y enfermedades se realizaron monitoreos permanentes. Una vez identificada y observada los daños en la hoja por la plaga *Diabrotica speciosa* (no hubo presencia de enfermedades) para el 22 de febrero, se aplicó el producto químico GALGOTRIM 30 ml por 15 L⁻¹ acompañado de un adherente a una dosis de 20 ml con la finalidad de cuidar la integridad del cultivo.

5.5.7. Demanda hídrica del cultivo

5.5.7.1. Demanda hídrica

Para el estudio de la demanda hídrica, se utilizó los siguientes datos meteorológicos los cuales sirvió para la realización de la planilla de riego:

Tanque evaporímetro clase A (mm): El agua debe estar hasta 5 cm por debajo del borde, evitar que el agua llegue por debajo de 7.5 cm. Se realizó las lecturas diariamente a las 7:00 am.

Humedad relativa (%): Las lecturas se realizó diariamente a las 7:00 horas de la mañana, obteniendo la humedad relativa como dato para la planilla.

Velocidad de viento (m/s): Las lecturas se realizaron una vez al día, 7:00 am, con el uso del anemómetro.

5.5.7.2. Coeficiente K_p del tanque clase A

Para determinar el coeficiente (K_p) del tanque clase A, se utilizó datos climáticos como la Humedad Relativa (%) y Velocidad del Viento (m/s). El K_p es multiplicado por la Evaporación del tanque clase A, midiendo diariamente para determinar la E_{to} , que al multiplicar por el K_c del cultivo de coliflor se determina la etc (mm) diaria del cultivo.

Tabla 5

Coeficientes del tanque evaporímetro (K_p) para el tanque Clase A para diversas localizaciones y ambientes de los tanques y varios valores de velocidad media de viento y de humedad relativa

Tanque Clase A	Caso A: Tanque situado en una superficie cultivada				Caso B: Tanque situado en un suelo desnudo				
	HR media		baja	media	alta		baja	media	alta
		< 40	40-70	> 70		< 40	40-70	> 70	
Velocidad del viento (m s ⁻¹)	Distancia del cultivo a barlovento (m)				Distancia del barbecho a barlovento (m)				
Baja < 2	1	,55	,65	,75	1	,7	,8	,85	
	10	,65	,75	,85	10	,6	,7	,8	
	100	,7	,8	,85	100	,55	,65	,75	
	1 000	,75	,85	,85	1 000	,5	,6	,7	
Moderada 2-5	1	,5	,6	,65	1	,65	,75	,8	
	10	,6	,7	,75	10	,55	,65	,7	
	100	,65	,75	,8	100	,5	,6	,65	
	1 000	,7	,8	,8	1 000	,45	,55	,6	
Alta 5-8	1	,45	,5	,6	1	,6	,65	,7	
	10	,55	,6	,65	10	,5	,55	,65	
	100	,6	,65	,7	100	,45	,5	,6	
	1 000	,65	,7	,75	1 000	,4	,45	,55	
Muy alta > 8	1	,4	,45	,5	1	,5	,6	,65	
	10	,45	,55	,6	10	,45	,5	,55	
	100	,5	,6	,65	100	,4	,45	,5	
	1 000	,55	,6	,65	1 000	,35	,4	,45	

Fuente. (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 1990).

5.5.7.3. Cálculo de coeficiente del cultivo (k_c)

El coeficiente del cultivo de coliflor (K_c) se utilizó datos del boletín **FAO (2006)**, lo cual el $K_{cb\ ini}$ es 0,15, el $K_{cb\ med}$ es 0.95 y el $K_{cb\ fin}$ es 0.85.

Tabla 6

Fases de desarrollo del Cultivo de Coliflor

Fase del cultivo coliflor	Días	Kc
Fase inicial del crecimiento	35	0,15
Fase de desarrollo y fase media	90	0,95
Fase final	15	0,85

Fuente. (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 1990)

Tabla 7

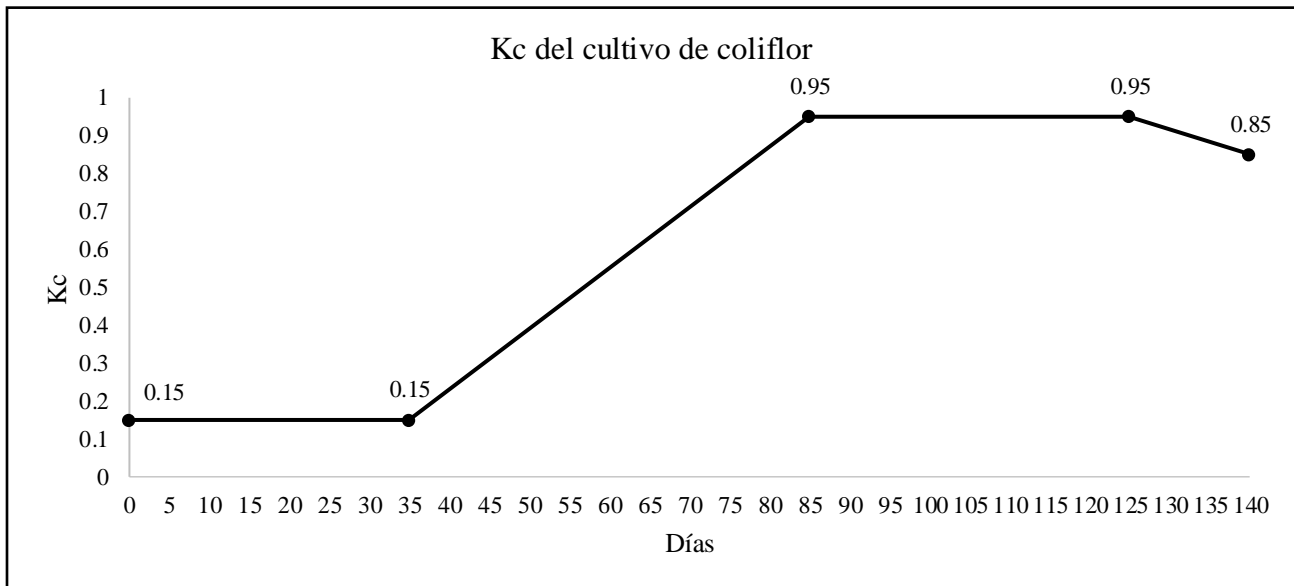
Etapas del Crecimiento del Cultivo de Coliflor

Fase del cultivo coliflor	Días	Kc
Inic (L_{ini})	35	0,15
Des. (L_{des})	50	0,95
Med. (L_{fin})	40	0,95
Final (L_{fin})	15	0,85

Fuente. (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 1990)

Figura 7

Curva de Kc del cultivo de coliflor



Fuente: elaboración propia

5.5.7.4. Cálculo de evapotranspiración de referencia (Eto mm/día)

Primero se determinó el coeficiente del Tanque Clase A (K_p) que se encuentra en la tabla 7, según la medición de los datos de Humedad relativa (%), Velocidad de viento (m/s) y el tanque Clase A situado en una superficie cultivada. Se multiplica el valor de K_p por la Evaporación del Tanque Clase A, para determinar la E_{to} .

$$ET_o = \text{Evap} \times K_p$$

Donde:

ET_o = Evapotranspiración de referencia (mm/día).

K_p = Coeficiente de tanque evaporímetro clase A.

Evap = Evaporación (mm/día).

Con los siguientes datos obtenidos de la planilla de riego para el primer día se calcula así:

$$\text{Evap} = 1.90$$

$$K_p = 0.75$$

$$E_{to} = \text{Evap} \times K_p$$

$$E_{to} = 1.90 \times 0.75$$

$$ET_o = 1.43 \text{ mm/día}$$

5.5.7.5. Cálculo de la evapotranspiración de cultivo (ET_c)

Para hallar la evapotranspiración del cultivo se multiplica la evapotranspiración de referencia (ET_o) por el coeficiente del cultivo (k_c).

$$ET_c = ET_o \times K_c$$

Donde:

ET_c = Evapotranspiración de cultivo (mm/día).

ET_o = Evapotranspiración de referencia (mm/día).

K_c = Coeficiente del cultivo.

Con los siguientes valores de la planilla de riego se calcula:

$$ET_c = 1.43 \times 0.15$$

$$ET_c = 0.21 \text{ mm}$$

5.5.7.6. Cálculo de lámina neta

Este cálculo de lámina neta se realizó con la siguiente ecuación

$$Ln \text{ inicial} = (CC - PMP) / 10 \times Da \times z$$

$$Ln \text{ inicial} = (17.3\% - 9.2\%) / 10 \times 1.42 \text{ g/cm}^3 \times 20 \text{ cm}$$

$$Ln \text{ inicial} = 23.00 \text{ mm} / 20\text{cm de suelo}$$

La lámina de 23.00 mm, es el requerimiento volumétrico de agua que se añadió al suelo, con la finalidad de preparar del suelo y la posterior instalación del cultivo de la coliflor.

5.5.7.7. Lámina neta para riego de mantenimiento

Adicional a la lámina neta inicial, se considera el factor de secamiento (f), que posibilita determinar la cantidad de agua disponible que puede perder un cultivo sin afectar el desarrollo normal y la capacidad de producción.

$$Ln \text{ final} = (CC - PMP) / 10 \times Da \times z \times f$$

Donde:

Ln = Lámina neta (mm/día)

CC = Capacidad de campo (%)

PMP = Punto de marchitez permanente (%)

Z = Profundidad de raíz (cm)

Da = Densidad aparente del suelo (%)

f = Factor de secamiento

Con el factor de secamiento de 0.45 propuesto por la FAO para el

$$Ln \text{ inicial} = (17.3\% - 9.2\%) / 10 \times 1.42 \text{ g/cm}^3 \times 20\text{cm} \times 0.4$$

$$Ln \text{ inicial} = 10.35 \text{ mm}$$

5.5.7.8. Lámina neta final

$$L_n \text{ final} = 23 - 9.20 = 13.8 \text{ mm}$$

5.5.7.9. Lámina Bruta

Para calcular es necesario saber la eficiencia de riego, cuando se aplica el riego hay pérdidas, con esos datos se realiza la lámina de riego neta (L_n) se utiliza la siguiente expresión:

$$L_b = N_n / E_r$$

Donde:

L_b = Lámina bruta de riego mm día⁻¹

N_n = Necesidades netas de riego en mm día⁻¹

E_r = Eficiencia de riego

$$L_b = 23 \text{ mm} / 0.95 = 24.21 \text{ mm}$$

5.5.7.10. Consumo diario de agua

Para este cálculo es necesario las lecturas diarias los datos del ET_c (0.12 mm) el cual es equivalente al riego que se necesita el cual es dividido entre la eficiencia del sistema de riego al 90% estos datos se encuentran en la planilla de riego.

Tiempo de riego

$$PH = \frac{q(\text{emisor})\left(\frac{1}{h}\right)}{E_e * E_l}$$

Precipitación horaria

Donde:

q = Caudal del gotero (l/hr)

E_e = Distanciamiento entre emisores (m)

E_l = Distancia entre laterales (m)

Se obtuvo los datos de la guía obtenida de la compra del rollo de Manguera HDPE de riego que se utilizó para instalar en campo definitivo:

$$PH = \frac{4 \frac{1}{h}}{0.50 * 0.80}$$

$$PH = 10 \text{ mm /h}$$

Tiempo de riego

$$TR = (\text{Lámina de agua a reponer mm/día} / PH \text{ mm/h}) / (PH \text{ mm/h})$$

Donde:

TR = Tiempo de riego (min, h)

L = Agua a reponer (mm)

PH = precipitación horaria (mm/h)

Para hallar el tiempo de riego se utilizó los datos de la planilla (ver anexo 5), se tiene un número de 9.11 mm agua a reponer con una precipitación horaria de 8.5 mm/h:

$$TR = (9.11 \text{ mm}) / (10 \text{ mm/h}) = 1.07 \text{ horas}$$

El tiempo de riego para cubrir 9.11 mm en la fecha del 05 de abril del 2022 es de 64 minutos.

5.6. Variables a evaluar

5.6.1. Variables para determinar las características agronómicas

Altura de planta. La altura de la planta se midió desde la superficie del suelo hasta la hoja más alargada. La evaluación se realizó en 9 plantas durante 3 ocasiones —primera, 18/03/2022; segunda, 12/04/2022 y tercera, 16/05/2022—.

Número de hojas. El número de hojas se evaluó durante 3 ocasiones —primera, 18/03/2022; segunda, 12/04/2022 y tercera, 16/05/2022—. Se contabilizó el número de hojas por planta. La cantidad de plantas evaluadas fue de 9.

Diámetro de tallo. El diámetro del tallo fue medido con vernier justo por la parte inferior de las hojas. La toma de dato se realizó en tres ocasiones —primera, 18/03/2022; segunda, 12/04/2022 y tercera, 16/05/2022—.

Diámetro de pella. Se midió una vez que la coliflor alcanzó la madurez fisiológica. Se empleó el vernier para determinar la medida.

Número de raíces. El número de raíces se contabilizó después de la cosecha de las pellas. La cuantificación se hizo en las raíces que brotaron de la raíz principal.

5.6.2. Variables para determinar el rendimiento por hectárea

Rendimiento de la coliflor por hectárea. Para determinar el rendimiento de la coliflor, primeramente, se ha realizado la cosecha donde consistió en cortar el tallo por debajo de las hojas para extraer la pella. Por otro lado, para determinar el rendimiento por hectárea se calculó a partir de la masa de la pella respecto al área que ocuparon las plantas.

5.6.3. Variable independiente

La manipulación se realiza en las variables independientes. La manipulación se efectúa mínimamente a partir de dos variables (**Hernández et al., 2014**). En tal sentido, para la presente investigación la variable independiente es la siguiente: dosis de fertilizantes.

5.6.4. Variable dependiente

La variable dependiente es aquella que no se manipula ya que este viene a ser el resultado de manipulación de la variable independiente (**Hernández et al., 2014**). Por ello, la variable independiente para la presente investigación es la siguiente: cultivo de la coliflor.

5.7. Aplicación estadística

Para procesar y analizar los datos, se empleó el *software* estadístico InfoStat (**Balzarini et al., 2008**). El diseño es un DBCA de cuatro repeticiones. Para el análisis de los datos se empleó el ANOVA al 95% de confianza. Para la prueba de medias, se usó Duncan.

5.7.1. Tratamientos

Los tratamientos surgieron a partir de los propuestos por tres autores distintos, porque las recomendaciones a nivel de la dosis específica que requiere el cultivo son diferentes; por ello, el tratamiento 1 está conformado por lo propuesto por **Puca (2012)** con una dosis de (150-75-250). El tratamiento 2 está de acuerdo a lo recomendado según **Kehr et al. (2014)** en una dosis de (120-150-180). El tercer tratamiento está conforme según lo planteado por **Bertsch (2009)** a una dosis de (200-17-190) y por último, el cuarto tratamiento no posee ninguna dosis de fertilizante, al cual se le denominó testigo.

Para nitrógeno se empleó el fertilizante nitrato de amonio que tiene una concentración de N del 32%. Para fósforo se usó fosfato monoamónico que tiene una concentración de P_2O_5 de 52%. En el caso de potasio, se destinó el sulfato de potasio que tiene una concentración de K_2O del 50%.

5.7.2. Características de la parcela

Número de tratamientos:	4
Número de repeticiones por tratamiento:	04
Total de unidades experimentales:	16
Distanciamiento entre plantas:	0.50 m
Distanciamiento entre surcos:	0.80 m
Distanciamiento de la calle:	1.00 m
Número de plantas por surco:	13 plantas

Número de plantas evaluada por UE: 9 plantas

Número de plantas por Ha: 25000 plantas

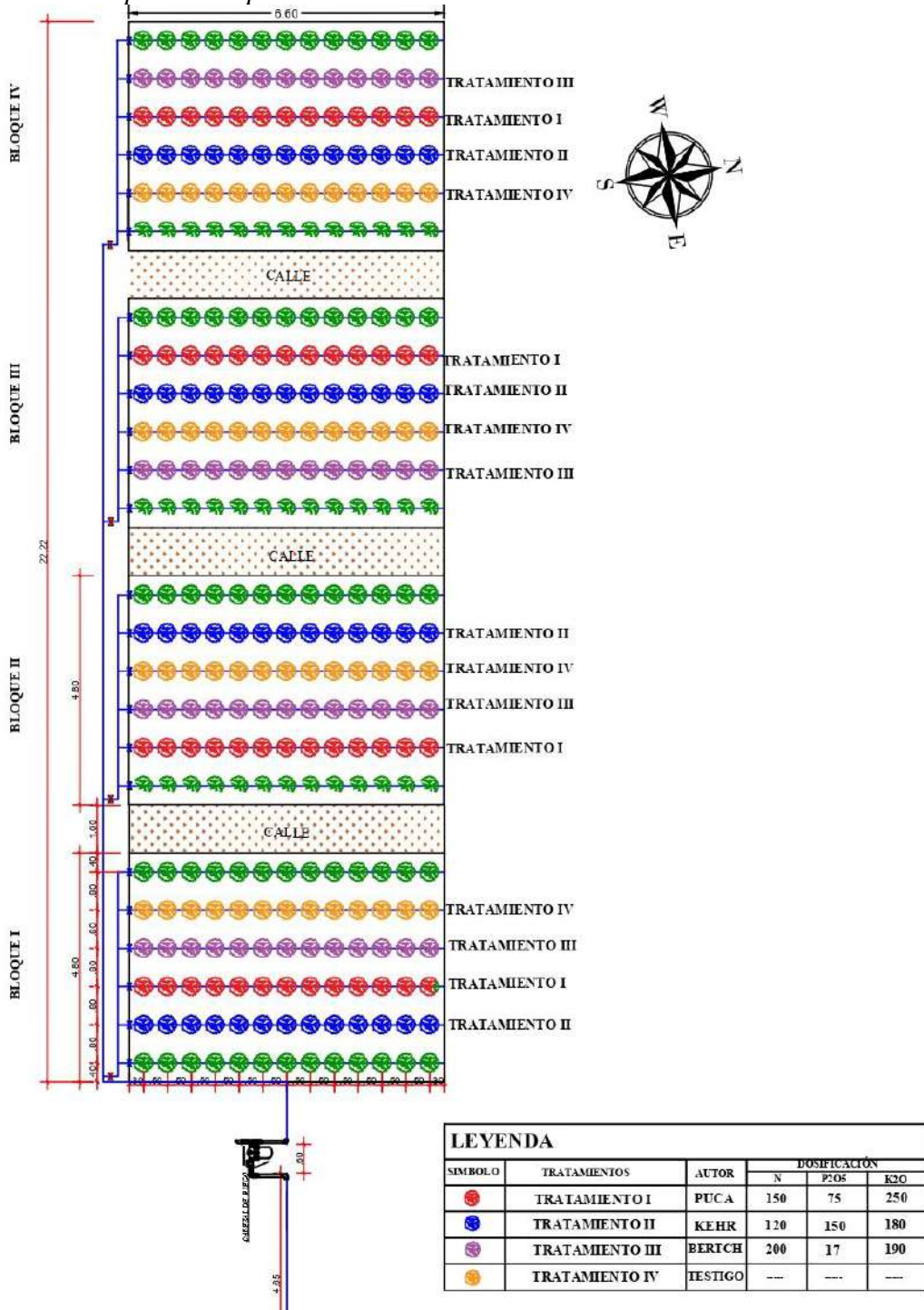
5.7.3. Planteamiento de la Unidad Experimental

Cada tratamiento fue planteado en surcos al que albergó 13 plantas donde corresponde a una Unidad Experimental y de las cuales se evaluaron 9 plantas netas. En tal sentido, se a evaluado 36 plantas en las 4 repeticiones, este número corresponde a muestras grandes por lo tanto el promedio es confiable y cumple con las recomendaciones del DBCA.

Para el control de fertirriego por goteo se instaló en cada bloque los cuatro tratamientos y cada tratamiento en un surco, debidamente aleatorizado, esto permitió un manejo preciso de la aplicación de los nutrientes mediante el fertirriego. Bajo este sistema de arreglo, no es necesario el efecto borde entre los tratamientos debido a que se genera el bulbo húmedo y no afecta el radio radical de las plantas vecinas.

5.7.4. Distribución de los tratamientos

Figura 8
Diseño de la parcela experimental



Fuente. Elaboración propia

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1. Características Agronómicas por efecto de tres dosis de fertilizantes aplicados mediante fertirriego

6.1.1. Altura de planta

6.1.1.1. Primera evaluación

Tabla 8

Promedio de altura de planta

	T I	T II	T III	T IV
B I	20.31	22.09	23.03	19.39
B II	20.51	22.01	23.09	19.46
B III	20.98	21.22	23.31	19.73
B IV	20.52	21.06	23.22	19.62
Promedio	20.58	21.59	23.16	19.55

Nota: Los datos obtenidos corresponden al promedio de 9 plantas evaluadas para cada tabla de aquí en adelante.

Tabla 9

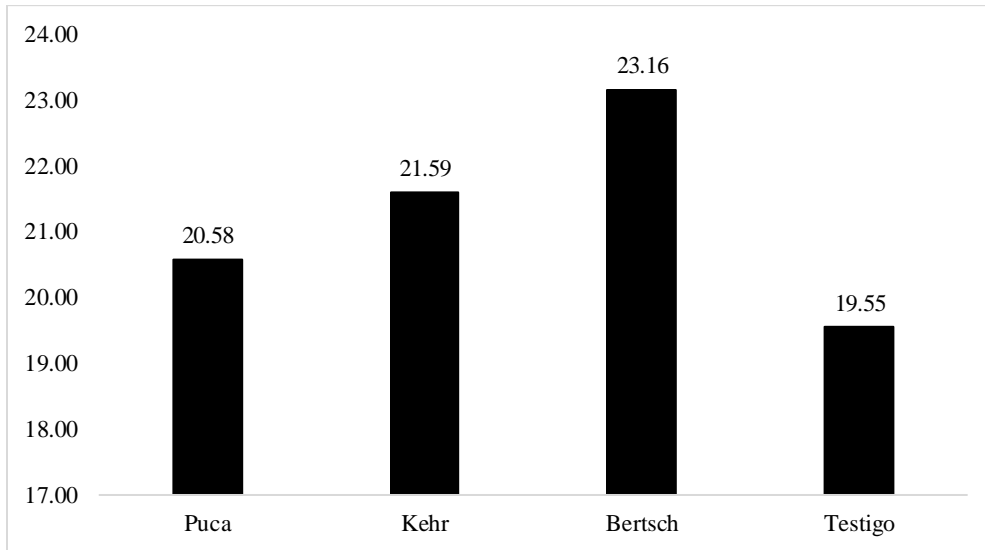
Análisis de varianza (Anava) para altura de planta

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloque	0.10	3	0.03	0.26	0.8549
Tratamiento	28.47	3	9.49	76.80	<0.0001
Error	1.11	9	0.12		
Total	29.67	15	CV: 1.66		

De acuerdo a la tabla 9, se observa que el coeficiente de variación es de 1.66%. El valor oscila dentro de los parámetros estadísticos que se exige. Del mismo modo, se asume de que los datos recogidos en campo, no posee una dispersión elevada respecto a la media. En tal sentido, se asume de que el efecto controlado de la fertilización y el agua tiene influencia significativa en los datos que se obtuvieron. Respecto al bloque, el p-valor es superior a 0.05; en tal sentido, no existe diferencia significativa entre los mismos. Sin embargo, a nivel de los tratamientos, el p-valor es menor a 0.05, por lo que existe diferencia significativa entre los tratamientos. Entonces, se acepta la hipótesis alterna. En tal sentido, para la prueba de medias e identificar al mejor tratamiento, se sugiere realizar la prueba de Duncan.

Tabla 10*Test: Duncan, Alfa=0.05, Error: 0.1236, gl: 9*

Tratamiento	Medias	n			
Bertsch	23.16	4	A		
Kehr	21.59	4		B	
Puca	20.58	4			C
Testigo	19.55	4			D

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)***Figura 9***Media de la altura de plantas en cm*

De acuerdo a la prueba de Duncan, el mejor tratamiento recae sobre lo propuesto por Bertsch, tal como se muestra en la tabla 10 y en la figura 9. El valor obtenido se debe a la concentración de nitrógeno, porque en ese estadio el cultivo de la coliflor requiere concentraciones elevadas para el crecimiento.

6.1.1.2. Segunda evaluación

Tabla 11*Promedio de altura de planta*

	T I	T II	T III	T IV
B I	41.39	43.27	45.51	39.89
B II	41.17	43.34	45.63	40.20
B III	41.48	42.63	45.70	40.47
B IV	41.40	42.43	45.61	40.20
Promedio	41.36	42.92	45.61	40.19

Tabla 12*Anava para altura de planta*

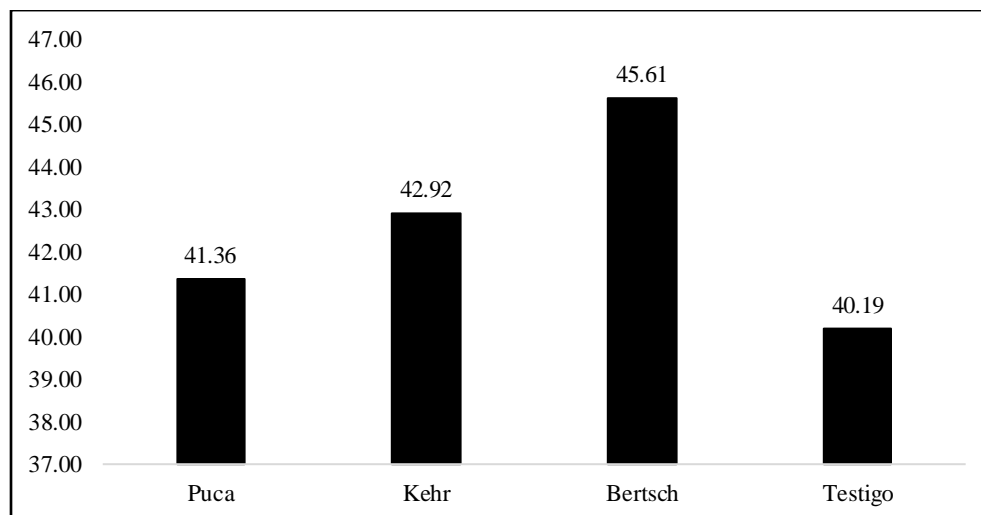
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloque	0.07	3	0.02	0.29	0.8341
Tratamiento	66.06	3	22.02	252.80	<0.0001
Error	0.78	9	0.09		
Total	66.92	15	CV: 0.69		

En la segunda evaluación, el coeficiente de variación es de 0.69%, el cual indica que los datos que se recopilaron para cada tratamiento es muy cercano a la media. El p-valor para el bloque es mayor a 0.05 en cual indica que no existe diferencia significativa entre los bloques. Por otro lado, el p-valor para los tratamientos es menor a 0.05, el cual indica que es significativo y existe diferencias significativas entre los tratamientos y se acepta la hipótesis alterna; por lo tanto, se recomienda realizar la prueba estadística de Duncan con la finalidad de identificar el mejor tratamiento.

Tabla 13*Test: Duncan Alfa=0.05, Error: 0.0871, gl: 9*

Tratamiento	Medias	n	
Bertsch	45.61	4	A
Kehr	42.92	4	B
Puca	41.36	4	C
Testigo	40.19	4	D

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

Figura 10*Media de la altura de plantas en cm*

De acuerdo a la prueba de Duncan, el mejor tratamiento viene a ser lo propuesto por Bertsch, tal como se puede apreciar en la tabla 13 y la figura 10. En esta etapa, el cultivo de la coliflor, requiere una cantidad considerable de N para su desarrollo y lo propuesto por Bertsch es una dosis real requerida para el cultivo de la coliflor.

6.1.1.3. Tercera evaluación

Tabla 14

Promedio de altura de planta

	T I	T II	T III	T IV
B I	53.84	55.71	59.01	51.21
B II	54.09	55.76	59.22	51.53
B III	54.21	55.23	59.25	51.51
B IV	53.74	55.01	59.26	51.51
Promedio	53.97	55.43	59.18	51.44

Tabla 15

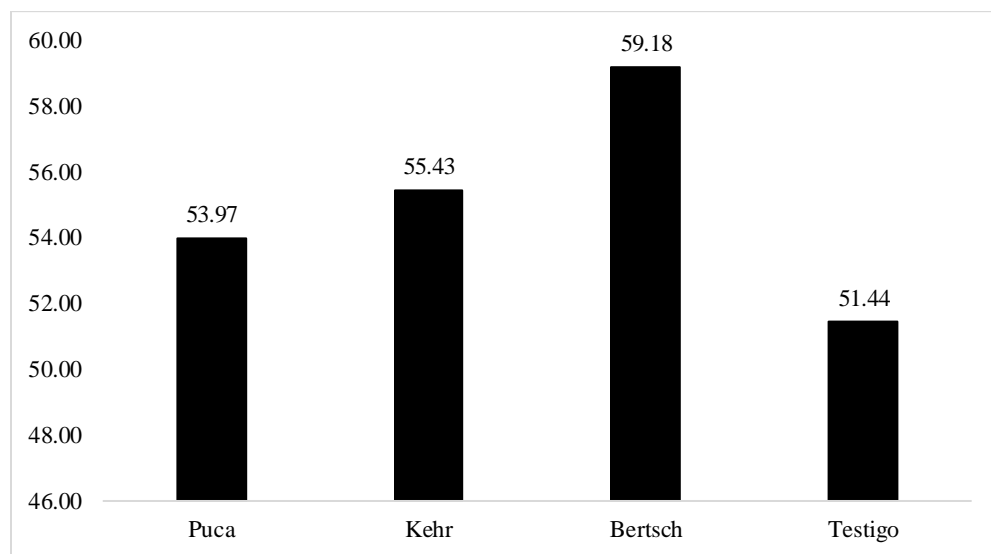
Anava para altura de planta

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloque	0.17	3	0.06	1.06	0.4142
Tratamiento	125.64	3	41.88	783.88	<0.0001
Error	0.48	9	0.05		
Total	126.29	15	CV: 0.42		

De acuerdo a la tabla 15, el valor del coeficiente de variación es de 0.42%, este resultado indica que no existe una elevada dispersión entre los datos obtenidos en un tratamiento. Del mismo modo, se asume que el valor obtenido se ve influenciado por la aplicación de riego y agua de manera controlada. A nivel del bloque, no existe diferencias significativas entre los mismos. En los tratamientos, el p-valor es menor a 0.05, por lo que existe diferencias significativas entre los tratamientos y se acepta la hipótesis alterna. Asimismo, se propone realizar la prueba de Duncan con la finalidad de identificar con claridad el mejor tratamiento.

Tabla 16*Test: Duncan Alfa=0.05, Error: 0.0534, gl: 9*

Tratamiento	Medias	n			
Bertsch	59.18	4	A		
Puca	55.43	4		B	
Kehr	53.97	4			C
Testigo	51.44	4			D

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)***Figura 11***Media de la altura de planta*

De acuerdo a la prueba de Duncan, el mejor tratamiento recae sobre lo propuesto por Bertsch tal como se puede evidenciar en la tabla 16 y la figura 11. En tal sentido, agrónomicamente, se recomienda utilizar una dosis requerida de 200-17-190 aplicado mediante el riego por goteo para el cultivo de la coliflor. **Lahoz et al. (2013)**, logró resultados similares al presente estudio con una concentración de 259 kg/ha. En tal sentido, el nitrógeno es muy importante para el crecimiento de la planta debido a que promueve el crecimiento rápido (**Sierra et al., 2020**). Sin embargo, la deficiencia ocasiona un crecimiento muy pobre de la planta —las plantas permanecen pequeñas— (**Mengel & Kirkby, 2000**).

Por otro lado, el nitrógeno es indispensable para la formación de aminoácidos y consecuentemente para las proteínas. Asimismo, el nitrógeno forma parte de los compuestos metabólicos como la clorofila, alcaloides, vitaminas y enzimas (**Esquivel, 2018**). En tal sentido, la coliflor es un cultivo que requiere elevadas concentraciones de nitrógeno durante las diferentes etapas del cultivo (**Bertsch, 2009**). Asimismo, la deficiencia del potasio genera el estancamiento del desarrollo de la planta (**Rodríguez & Flórez, 2004**). Lo cual, es indispensable la aplicación de este elemento durante los diferentes estadios del desarrollo vegetativo del cultivo.

6.1.2. Número de hojas

6.1.2.1. Primera evaluación

Tabla 17

Promedio de número de hojas

	T I	T II	T III	T IV
B I	6.00	7.78	8.67	5.00
B II	6.11	7.89	8.89	4.78
B III	6.22	7.89	9.22	5.44
B IV	6.00	7.89	9.11	5.11
Promedio	6.08	7.86	8.97	5.08

Tabla 18

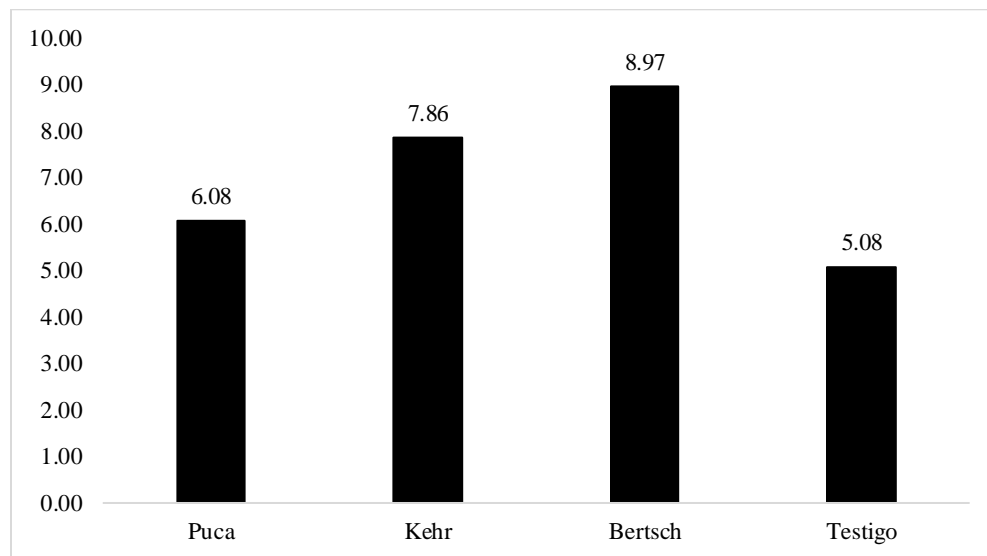
Anava para número de hojas

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloque	0.25	3	0.08	3.94	0.0478
Tratamiento	36.61	3	12.20	567.35	<0.0001
Error	0.19	9	0.02		
Total	37.06	15	CV: 2.10		

A nivel de número de hojas en la primera evaluación, el coeficiente de variación es de 2.10%, dicho valor indica que hay una menor dispersión en los datos obtenidos para cada tratamiento. A nivel del tratamiento, el p-valor es menor a 0.05, por lo que existe diferencias entre los tratamientos y se recomienda realizar la prueba estadística de Duncan.

Tabla 19*Test: Duncan Alfa=0.05, Error: 0.0215, gl: 9*

Tratamiento	Medias	n			
Bertsch	8.97	4	A		
Kehr	7.86	4		B	
Puca	6.08	4			C
Testigo	5.08	4			D

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)***Figura 12***Media de número de hojas*

De acuerdo a la prueba estadística de Duncan, el mejor tratamiento le corresponde a Bertsch a nivel de número de hojas. Del mismo modo, la figura 12 muestra como mejor tratamiento a lo propuesto por Bertsch.

6.1.2.2. Segunda evaluación**Tabla 20***Promedio de número de hojas*

	T I	T II	T III	T IV
B I	9.44	11.67	13.11	8.33
B II	9.11	11.56	13.00	8.78
B III	9.67	12.11	13.44	9.17
B IV	10.00	12.00	13.44	9.00
Promedio	9.56	11.83	13.23	8.83

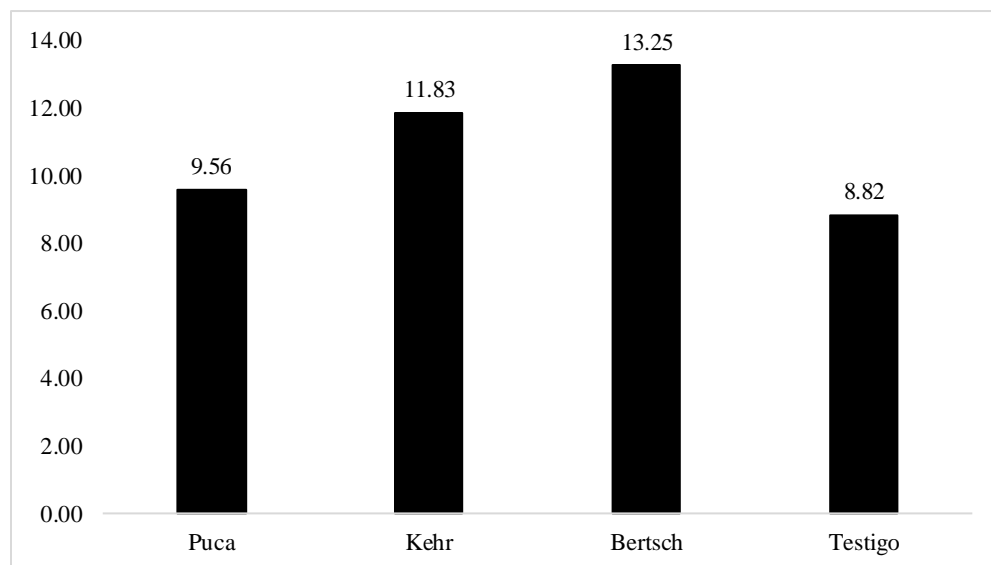
Tabla 21*Anava para número de hojas*

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloque	0.90	3	0.30	9.26	0.0041
Tratamiento	49.72	3	16.57	509.97	<0.0001
Error	0.29	9	0.03		
Total	50.92	15	CV: 1.66		

El coeficiente de variación se encuentra dentro de los valores admitidos estadísticamente. Tal valor indica que la dispersión en los datos obtenidos es menor respecto a la media. A nivel de tratamientos, el p-valor es menor a 0.05, el cual indica que existe diferencias entre los tratamientos. En tal sentido, se acepta la hipótesis alterna. Del mismo modo, para identificar las diferencias entre los tratamientos, se recomienda realizar la prueba estadística de Duncan.

Figura 13*Test: Duncan Alfa=0.05, Error: 0.0325, gl: 9*

Tratamiento	Medias	n			
Bertsch	13.23	4	A		
Kehr	11.85	4		B	
Puca	9.55	4			C
Testigo	8.83	4			D

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)***Figura 14***Media de número de hojas*

De acuerdo a la prueba estadística de Duncan y la figura 14, el mejor tratamiento es de Bertsch respecto a las otras dosis propuestas a nivel del número de hojas. Las hojas son órganos que requieren elevadas concentraciones de nitrógeno, por lo que su aplicación oportuna será imprescindible.

6.1.2.3. Tercera evaluación

Tabla 22

Promedio de número de hojas

	T I	T II	T III	T IV
B I	14.44	16.00	17.33	13.22
B II	14.78	16.22	17.56	13.78
B III	15.00	16.78	17.67	12.33
B IV	15.67	16.67	17.33	12.00
Promedio	14.98	16.43	17.48	12.83

Tabla 23

Anava para el número de hojas

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloque	0.29	3	0.10	0.27	0.8489
Tratamiento	48.66	3	16.22	45.27	<0.0001
Error	3.23	9	0.36		
Total	52.17	15	CV: 3.88		

El coeficiente de variación es de 3.88%. El valor indica que hubo una dispersión mínima entre los valores recogidos nivel de los tratamientos. Asimismo, se afirma que este valor se ve influenciado por la aplicación controlada de fertilizantes y agua mediante el riego por goteo.

Por otro lado, el p-valor a nivel de los tratamientos es menor a 0.05, el cual indica que hay diferencia significativa entre los tratamientos. En tal sentido, se acepta la hipótesis alterna. Del mismo modo, se recomienda realizar la prueba estadística de Duncan con la finalidad de identificar con exactitud el mejor tratamiento a nivel de número de hojas.

Tabla 24

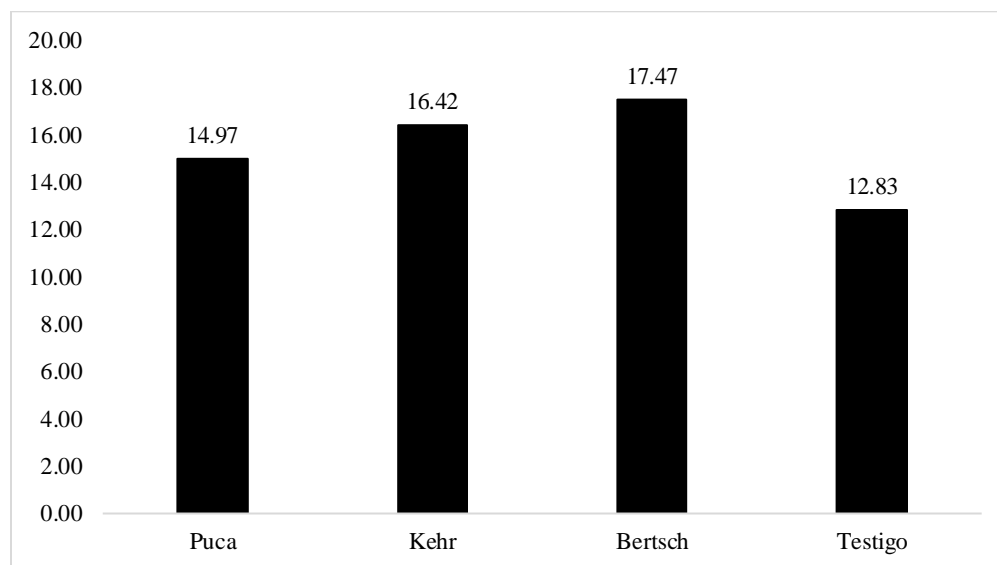
Test: Duncan Alfa=0.05, Error: 0.3583, gl: 9

Tratamiento	Medias	n			
Bertsch	17.48	4	A		
Kehr	16.43	4		B	
Puca	14.98	4			C
Testigo	12.83	4			D

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

Figura 15

Media de número de hojas



De acuerdo a la prueba estadística de Duncan, como se muestra en la tabla 24 el tratamiento que corresponde a Bertsch es el mejor. Así mismo, mediante la figura 15 se puede afirmar dicha aseveración. Técnicamente, se recomienda usar la dosis de fertilizante propuesta por Bertsch.

La presencia de hojas para el desarrollo de las plantas es crucial. Sin ellas, la alimentación de las mismas es imposible. Es por eso que, la planta demanda de manera intensa el nitrógeno para la parte aérea, principalmente las hojas (Balta et al., 2015). “Una práctica normal pudiera ser aplicar 200 kg de nitrógeno por hectárea durante el período de desarrollo con el fin de promover el crecimiento vegetativo de las hojas exteriores envolventes y así proteger las cabezas blancas de los rayos solares” (Zamora, 2016b, p. 3). Tal es así que, con la dosis propuesta por Bertsch se ha

observado que las hojas han cubierto casi de manera completa las pellas de la coliflor con el fin de proteger de los rayos del sol.

6.1.3. Diámetro de tallo

6.1.3.1. Primera evaluación

Tabla 25

Promedio de diámetro de tallo

	T I	T II	T III	T IV
B I	0.43	0.58	0.72	0.33
B II	0.40	0.58	0.71	0.33
B III	0.40	0.54	0.72	0.34
B IV	0.43	0.57	0.74	0.34
Promedio	0.42	0.57	0.72	0.34

Tabla 26

Anava para diámetro de tallo

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloque	1.0E-03	3	3.3E-04	1.94	0.1944
Tratamiento	0.35	3	0.12	682.16	<0.0001
Error	1.6E-03	9	1.7E-04		
Total	0.36	15	CV: 2.57		

De acuerdo a la tabla 21, el coeficiente de variación es 2.57, el cual indica que se encuentra dentro del rango establecido estadísticamente. A nivel de los tratamientos, el p-valor es menor al 0.05 lo cual indica que existe diferencia significativa entre los tratamientos. Por tal motivo, se recomienda realizar otra prueba estadística con la finalidad de mostrar la diferencia entre las medias de los tratamientos e identificar al mejor.

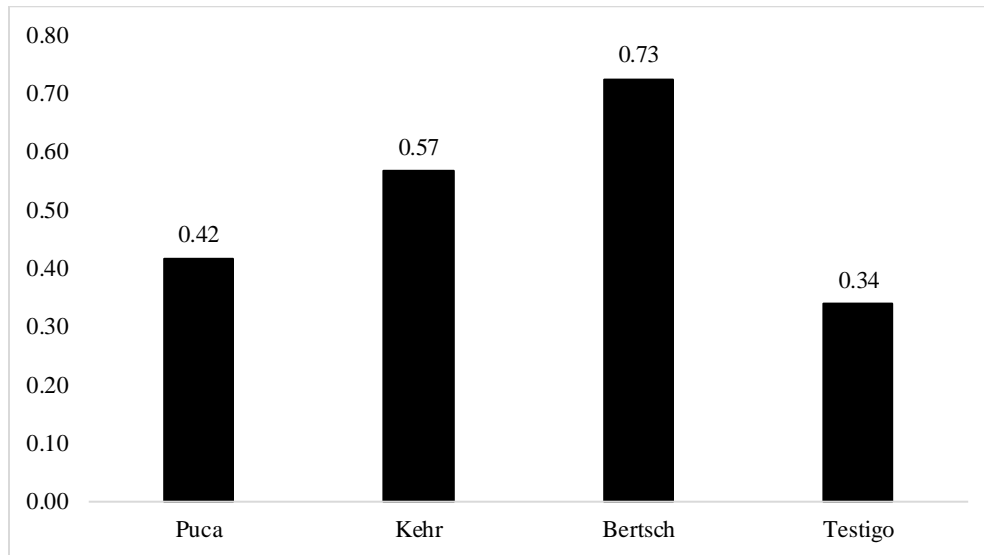
Tabla 27

Test: Duncan Alfa=0.05, Error: 0.0002, gl: 9

Tratamiento	Medias	n			
Bertsch	0.72	4	A		
Kehr	0.57	4		B	
Puca	0.42	4			C
Testigo	0.34	4			D

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

Figura 16
Diámetro de tallo en cm



De acuerdo a la prueba estadística de Duncan, el mejor tratamiento le corresponde a Bertsch tal como se puede evidenciar en la tabla 27 y en la figura 16 el cual tuvo el mejor diámetro respecto al resto de las dosis propuestos y al testigo.

6.1.3.2. Segunda evaluación

Tabla 28
Promedio de diámetro de tallo

	T I	T II	T III	T IV
B I	1.14	1.28	1.54	0.96
B II	1.10	1.28	1.51	0.97
B III	1.10	1.30	1.52	1.00
B IV	1.11	1.33	1.56	1.02
Promedio	1.10	1.30	1.53	1.00

Tabla 29
Anava para diámetro de tallo

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloque	1.9E-03	3	6.3E-04	1.00	0.4363
Tratamiento	0.65	3	0.22	345.00	<0.0001
Error	0.01	9	6.3E-04		
Total	0.65	15	CV: 2.03		

De acuerdo al análisis de varianza, el coeficiente variación es de 2.03%. Este valor indica que la dispersión de los datos obtenidos es menor. A nivel de los tratamientos, se observa que existe

diferencia significativa entre los tratamientos debido a que el p-valor es menor a 0.05. En tal sentido se rechaza la hipótesis nula y se procede a realizar la prueba estadística de Duncan.

Tabla 30

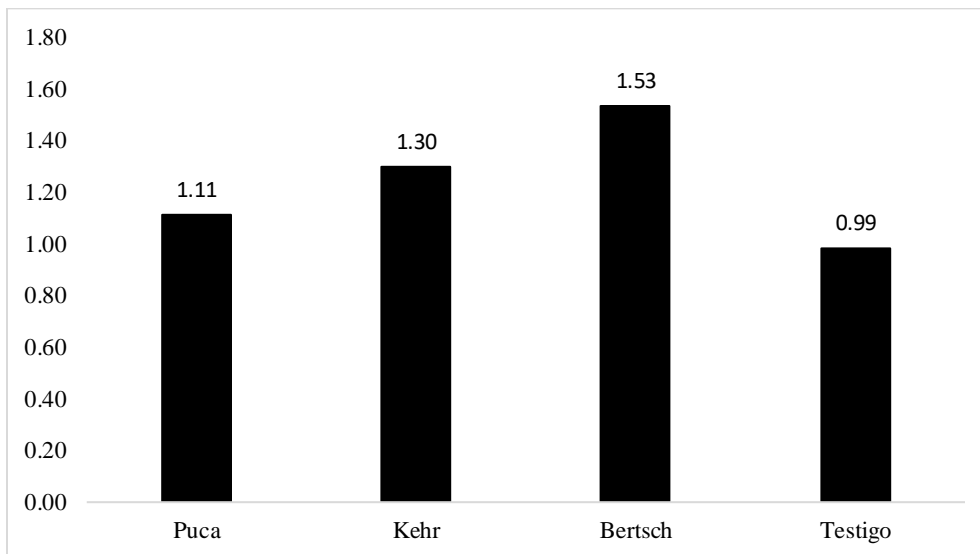
Test: Duncan Alfa=0.05, Error: 0.0006, gl: 9

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
Bertsch	1.53	4	0.01	A
Kehr	1.30	4	0.01	B
Puca	1.10	4	0.01	C
Testigo	1.00	4	0.01	D

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

Figura 17

Media de diámetro de tallo en cm



De acuerdo a la prueba estadística de Duncan y la figura 17, el mejor tratamiento es de Bertsch.

En la segunda evaluación el mejor tratamiento tiene 1.53 cm de grosor a nivel del tallo en promedio respecto a las otras dosis propuestas y el testigo.

6.1.3.3. Tercera evaluación

Tabla 31

Promedio de diámetro de tallo

	T I	T II	T III	T IV
B I	2.16	2.34	2.34	1.92
B II	2.08	1.28	1.28	0.97
B III	2.03	2.38	2.38	1.93
B IV	2.00	2.41	2.41	1.96
Promedio	2.07	2.10	2.10	1.69

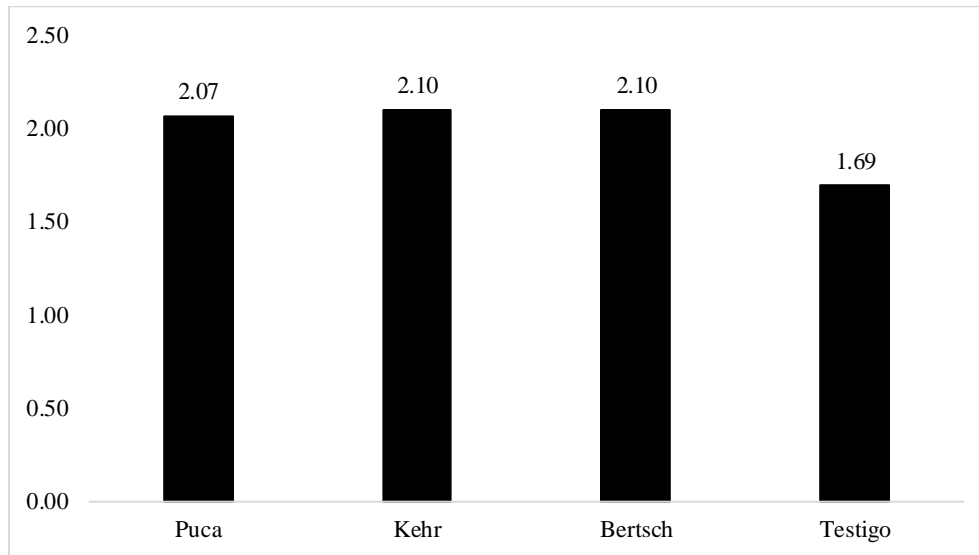
Tabla 32

Anava para diámetro de tallo

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloque	1.73	3	0.58	7.61	0.0077
Tratamiento	0.46	3	0.15	2.04	0.1794
Error	0.68	9	0.08		
Total	2.87	15	CV: 13.79		

De acuerdo al análisis de varianza, el coeficiente de variación es de 13.79%. Este valor se encuentra dentro de los parámetros exigidos para este tipo de análisis de datos. Del mismo modo, el valor mostrado indica que existe una dispersión moderada entre los datos obtenidos respecto a la media. El valor mostrado se ve influenciado por la aplicación del fertirriego. Por otro lado, a nivel del tratamiento, se observa que no existe diferencias significativas debido a que el valor es superior a 0.05. En tal sentido, se acepta la hipótesis nula. Sin embargo, agrónomicamente, se recomienda la dosis propuesta por Bertsch y Kerh porque de acuerdo a la figura 15 son los mejores debido a que hubo buena disponibilidad de nitrógeno, fósforo y potasio, ya que para el desarrollo de la planta es crucial la presencia de estos elementos. Sin embargo cabe precisar que, si el potasio no está disponible, las plantas poseen tallos cortos y resultan ser débiles (**Rodríguez & Flórez, 2004**).

Figura 18
Media de diámetro de tallo



6.1.4. Número de raíces

Tabla 33
Promedio de número de raíces

	T I	T II	T III	T IV
B I	32.44	36.44	40.44	28.56
B II	31.89	36.78	39.44	27.67
B III	31.56	37.22	40.00	28.22
B IV	32.00	36.89	41.56	28.44
Promedio	31.97	36.83	40.36	28.22

Tabla 34
Análisis de la varianza

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloque	1.31	3	0.44	1.73	0.2302
Tratamiento	342.02	3	114.01	451.07	<0.0001
Error	2.27	9	0.25		
Total	345.60	15	CV: 1.46		

De acuerdo a la tabla 34, se observa que el coeficiente de variación es de 1.46%, dicho valor indica que existe una mínima dispersión en los datos obtenidos a nivel del número de raíces en los tratamientos. Por otro lado, a nivel de los tratamientos, se observa que el p-valor es menor a 0.05; por lo tanto, se asume que existe diferencias significativas entre los tratamientos y se acepta la

hipótesis alterna. En tal sentido, se recomienda realizar la prueba estadística de Duncan con el propósito de identificar al mejor tratamiento.

Tabla 35

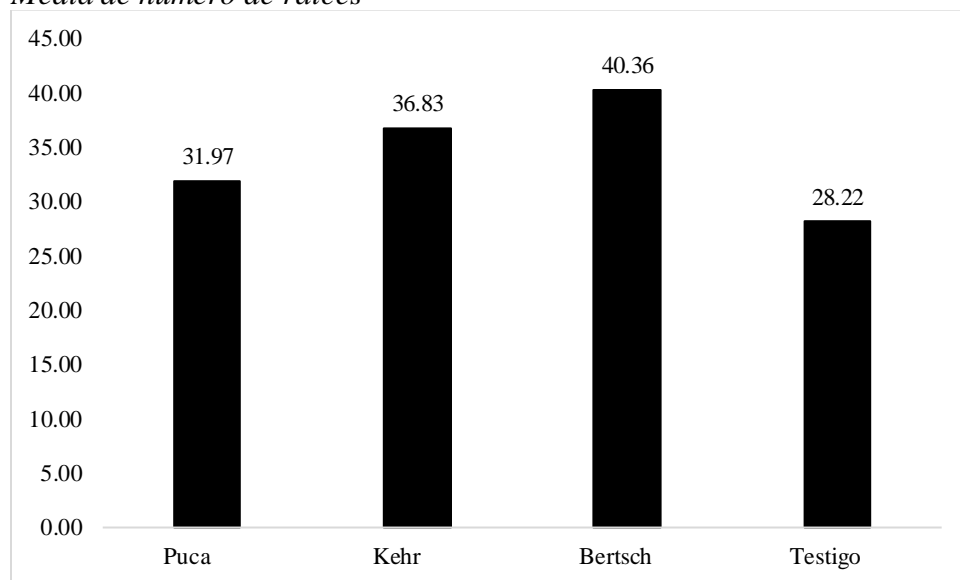
Test: Duncan Alfa=0.05, Error: 0.2527, gl: 9

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
Bertsch	40.36	4	0.25	A
Kehr	36.83	4	0.25	B
Puca	31.97	4	0.25	C
Testigo	28.22	4	0.25	D

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

Figura 19

Media de número de raíces



De acuerdo a la prueba de Duncan, el mejor tratamiento a nivel de número de raíces recae a la dosis propuesta por Bertsch tal como se muestra en la tabla 35 y figura 19. En tal sentido, se recomienda emplear la dosis de 200-17-190 para el cultivo de la coliflor aplicado mediante el sistema de riego por goteo. Por otro lado, se asume que, lo propuesto por Bertsch es mejor debido a que el desarrollo de la raíz se ve influenciado principalmente por los tres elementos esenciales como el N, P y K (Bertsch, 2009). Si existe deficiencia de nitrógeno, el crecimiento y ramificación de la raíz se ve comprometido (Mengel & Kirkby, 2000). Por otro lado, el fósforo es el encargado de estimular el desarrollo de la raíz (Sierra et al., 2020). Del mismo modo, la deficiencia de K

ocasiona la susceptibilidad a patógenos a nivel de raíces (Mamani, 2011). Por lo tanto, durante el desarrollo vegetativo de la planta, no debe faltar la demanda N, P y K.

6.1.5. Diámetro de pella

Tabla 36

Promedio de diámetro de pella

	T I	T II	T III	T IV
B I	17.25	19.33	22.67	15.33
B II	17.20	19.50	21.50	16.00
B III	17.20	20.00	22.00	16.67
B IV	17.00	20.00	21.00	16.33
Promedio	17.16	19.71	21.79	16.08

Tabla 37

Análisis de la varianza

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloque	0.44	3	0.15	0.54	0.6687
Tratamiento	79.14	3	26.38	97.05	<0.0001
Error	2.45	9	0.27		
Total	82.03	15	CV: 2.79		

De acuerdo a la tabla 37, el coeficiente de variación es de 2.79%. En tal sentido, se asume que hay una dispersión mínima de los datos obtenidos a nivel de diámetro de pella respecto a las medias en cada uno de los tratamientos. Por otro lado, en los tratamientos, existe diferencias significativas porque el p-valor es menor a 0.05; en tal sentido, se acepta la hipótesis alterna, por tanto, se debe realizar una prueba estadística de Duncan para sacar a flote con claridad al mejor tratamiento.

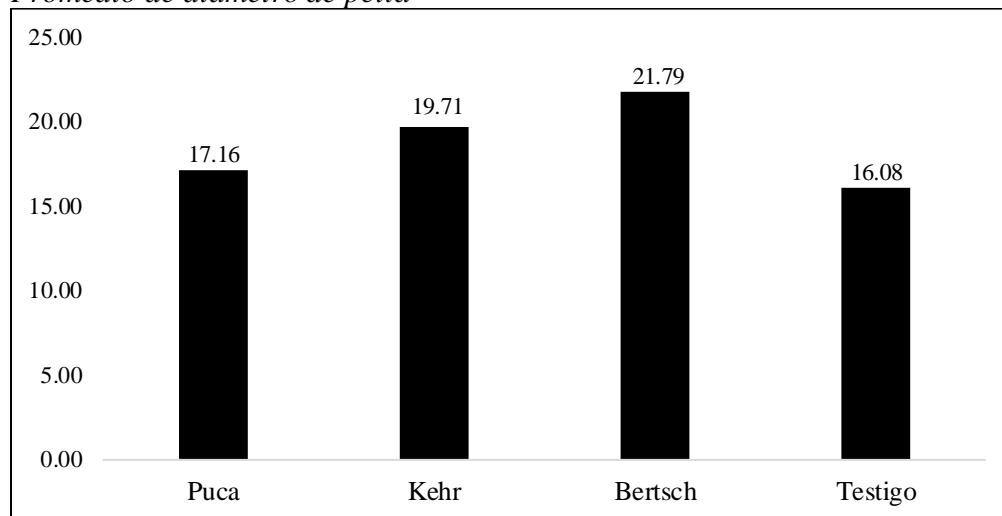
Tabla 38

Test: Duncan Alfa=0.05, Error: 0.2718, gl: 9

Tratamiento	Medias	n	E.E.			
Bertsch	21.79	4	0.26	A		
Kehr	19.71	4	0.26		B	
Puca	17.16	4	0.26			C
Testigo	16.08	4	0.26			D

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

Figura 20
Promedio de diámetro de pella



De acuerdo a la prueba estadística de Duncan, el mejor tratamiento le corresponde a Bertsch a nivel de diámetro de tallo de acuerdo a la tabla 38 y la figura 20. En ese sentido, se recomienda la dosis de 200-17-190 para el cultivo de la coliflor.

Arias (2011) obtuvo un diámetro de tallo de 20.38 cm a concentraciones similares a los propuestos por Bertsch, lo que implica que hay una mayor eficiencia en el aprovechamiento de los fertilizantes aplicados mediante el riego por goteo. Aclarando la dosis propuesta por Bertsch, son adecuadas debido a que, en primer lugar, el nitrógeno coadyuba en la formación de los tejidos de la planta y es el principal promotor del crecimiento. El fósforo, aparte de formar parte del ATP en las plantas, interviene en la formación de los órganos reproductivos de la planta —inflorescencia o pella de la coliflor—. En cambio, el potasio, está ligado con el transporte y acumulación de la energía. Esta característica, permite que exista un buen llenado de los frutos (Jaramillo & Díaz, 2006). En tal sentido, el requerimiento de nitrógeno, fósforo y potasio en la etapa de floración es importante para lograr pellas de calidad.

6.1.6. Rendimiento por hectárea

Tabla 39

Promedio del rendimiento por hectárea

	T I	T II	T III	T IV
B I	21125.00	28122.22	36963.89	17166.67
B II	20683.33	29919.44	33961.11	15952.78
B III	20897.22	29980.56	34252.78	16166.67
B IV	21069.44	29233.33	36619.44	16166.67
Promedio	20943.75	29313.89	35449.31	16363.19

Tabla 40

Anava para el rendimiento por hectárea

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	872534929.37	6	145422488.23	143.55	<0.0001
Bloque	1439611.79	3	479870.60	0.47	0.7082
Tratamiento	871095317.59	3	290365105.86	286.62	<0.0001
Error	9117566.07	9	1013062.90		
Total	881652495.44	15	CV: 3.94		

En el análisis de varianza de acuerdo a la tabla 40, el coeficiente de variación es de 3.94%. Este valor indica que la dispersión es mínima en los datos recopilados respecto a la media de los tratamientos. A nivel de los tratamientos, se observa que el p-valor es menor a 0.05. Este valor conlleva a asumir que existe diferencias significativas entre los tratamientos, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se propone realizar la prueba estadística de Duncan con el objetivo de identificar al mejor tratamiento.

Tabla 41

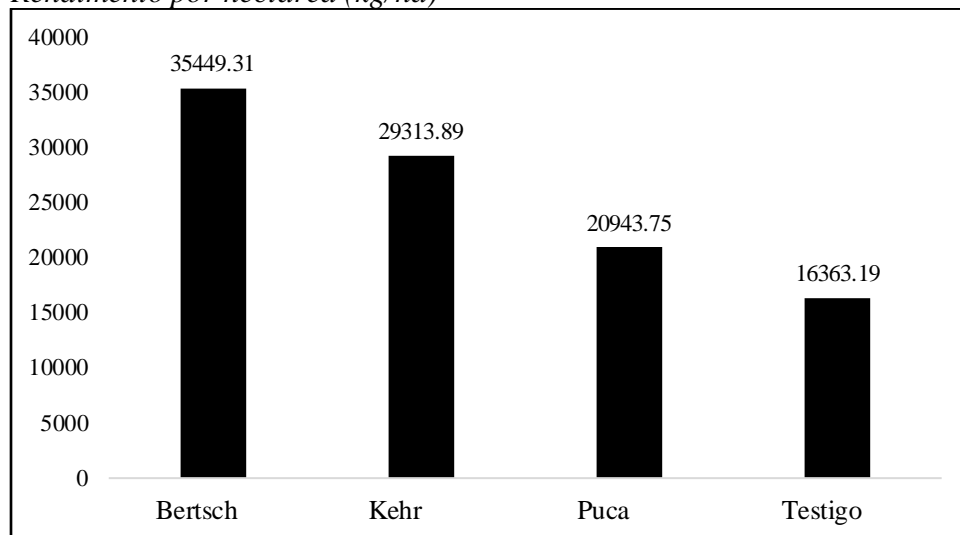
Test: Duncan Alfa=0.05

Tratamiento	Medias	n			
Bertsch	35449.31	4	A		
Kehr	29313.89	4		B	
Puca	20943.75	4			C
Testigo	16363.19	4			D

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

Figura 21

Rendimiento por hectárea (kg/ha)



De acuerdo a la prueba estadística de Duncan, el mejor tratamiento es de Bertsch con un rendimiento de 35449.31 Kg/ha tal como se muestra en la tabla 41 y la figura 21. Por lo tanto, se recomienda emplear la dosis de 200 -17-190 aplicados mediante el riego por goteo.

De acuerdo a Patiño (2013) a una dosis propuesta de 125 – 100 - 156 obteniéndose un rendimiento por ha de 20398.89 kg/ha, comparado con el presente estudio a una dosis de 200 -17 -190 obteniendo un rendimiento de 35449.31 Kg/ha lo que implica que para obtener mayores rendimientos se requiere de una elevada concentración de nitrógeno y potasio y una baja concentración de fosforo. En tal sentido, de manera general para que el tratamiento propuesto por Bertsch sea mejor, se vio influido por el nitrógeno, el fósforo y potasio; por lo que fueron indispensables en el desarrollo de la planta (**Barrera et al., 2010**) ya que las deficiencias nutrimentales como el N, P y K afectan el desarrollo normal de los tallos, las hojas, los peciolos. Además, la floración se demora y el sistema radicular es pobre (**Rodríguez & Flórez, 2004**). Por otro lado, es necesario aclarar que, el fósforo es requerido en menores cantidades para el cultivo de la coliflor (**Jaramillo & Díaz, 2006**).

VII. CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS

7.1. Conclusiones

- Se ha logrado los mejores resultados con lo propuesto por Bertsch (200-17-190) aplicado mediante el riego por goteo. En la primera evaluación para altura planta se obtuvo 23.16 cm, diámetro de tallo 0.72 cm, número de hojas 8.97. En la segunda evaluación se obtuvo para altura planta 45.61 cm, diámetro de tallo 1.53 cm, número de hojas 13.23. En la tercera evaluación para altura planta se obtuvo 59.18 cm, diámetro de tallo 2.10 cm, número de hojas 17.48. En diámetro de pella se obtuvo 21.79 cm y número de raíces 40.36; todo ello, bajo las condiciones del Centro Agronómico K'ayra. Asimismo, las plantas no presentaron sintomatologías de deficiencia nutricional y se evidenció que el cultivo de la coliflor demanda altas concentraciones de nitrógeno y potasio; pero, por el contrario, requiere de baja concentración de fósforo.
- Lo propuesto por Bertsch (200-17-190) a nivel del rendimiento por hectárea es el mejor con 33388.13 Kg/ha. En este aspecto, el nitrógeno, fósforo y potasio son los elementos que tuvieron mayor influencia debido a que hubo una mejor optimización de los mismos mediante la aplicación del sistema de riego por goteo.

7.2. Sugerencias

- Realizar un estudio con base en lo propuesto por Bertsch (200-17-190) empujándolo como nivel medio y ajustar a ello el nivel alto y bajo para medir el óptimo requerimiento del cultivo de la coliflor bajo las condiciones del Centro Agronómico K´ayra.
- Probar dosificaciones mayores a los propuestos por Bertsch (200-17-190) para conocer el punto óptimo de producción del cultivo de la coliflor.
- Realizar investigaciones en las diferentes estaciones del año.
- Hacer un estudio respecto al costo/beneficio empleando el sistema de riego por goteo en la producción de la coliflor.
- Promover el uso de la dosis propuesta por Bertsch (200-17-190) aplicándose mediante el riego por goteo para la producción del cultivo de la coliflor.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

- Abdelkhalik, A., Pascual, N., Nájera, I., Giner, A., Baixauli, C., & Pascual, B. (2016). Respuesta productiva del cultivo de la coliflor a tres dosis de riego. *Actas de Horticultura*, 42(2), 311–319.
- Arbury, J., Barter, G., Edgeley, J., England, J., & Pollock, M. (2003). *Enciclopedia del cultivo de frutas y hortalizas* (1a ed). Naturart.
- Arévalo, G., & Castellano, M. (2009). *Manual: fertilizantes y enmiendas* (A. Pitty (ed.)). Programa para la Agricultura Sostenible en Laderas de América Central. Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria. Escuela Agrícola Panamericana.
- Arias, F. (2011). *Evaluación de niveles de fertirrigación y dinámica de absorción de nutrientes en el cultivo de coliflor (Brassica oleracea L.) en invernadero en la estación experimental de Patacamaya [Tesis de pregrado]* [Universidad Mayor de San Andrés]. <https://doi.org/10.7705/biomedica.v31i0.529>
- Arkema. (2022). *Fertilizante de nitrato de amonio – HDAN y CAN*.
- Arroyo, P., Mazquiaran, L., Rodríguez, P., Valero, T., Ruiz, E., Ávila, J., & Valera, G. (2018). *Frutas y hortalizas: nutrición y salud en la España del S. XXI*. Fundación Española de la Nutrición (FEN).
- Baca, C. J., Vivanco, R., Abarca, R., Borda, R., Canal, A., Pareja, L., Vargas, L., Montesinos, L., & Javier, C. (2010). *Manual técnico de riego presurizado*. Gerencia Regional de Desarrollo Económico-Cusco.
- Badillo, M. F., Valdera, F., Bodas, V., Fuentelsaz, F., & Peiteado, C. (2009). *Manual de buenas prácticas de riego*. Artes Gráficas Palermo.
- Baixauli, C., Giner, A., Aguilar, J. M., & Nájera, I. (2017). Aspectos clave para diseñar un

- programa de producción en coliflor. *Cajamar Caja Rural*, 22, 1–15.
- Baixauli, C., & Maroto, J. V. (2017). Bróculis, coliflores y coles. *Serie Agricultura*, 371–434.
- Balta, R., Rodriguez, A., Guerrero, R., Cachique, D., Alva, E., Arevalo, L., & Loli, O. (2015). Absorción y la concentración de nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K) en el cultivo de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.) en los suelos ácidos, San Martín, Perú. *Folia Amazonia*, 24(2), 123–130.
- Balzarini, M. G., Gonzalez, L., Tablada, M., Casanoves, F., Di Rienzo, J. ., & Robledo, C. . (2008). *Manual del Usuario*. Editorial Brujas. <https://doi.org/10.1007/s11627-017-9817-6>
- Barrera, J., Cruz, M., & Melgarejo, L. M. (2010). Nutrición mineral. In *Experimentos en Fisiología Vegetal*. Universidad Nacional de Colombia.
- Bascur, G., Lorca, M., & Tapia, F. (1998). Producción de coliflor. *Serie La Platina*.
- Bayer. (2022). *Coliflor tipton*.
- Bertsch, F. (2009). *Absorción de nutrimentos por los cultivos* (1a ed). Asociación Costarricense de la Ciencia del Suelo.
- Briceño, M., Álvarez, F., & Barahona, U. (2012). *Manual de riego y drenaje*. Escuela Agrícola Panamericana.
- Carrazón, J. (2007). *Manual práctico para el diseño de sistemas de minirriego*. Impresiones Industriales.
- Casanova, O. (2003). Fertilizantes fosfatados. *INIA*, 1–6.
- Cisneros, R. (2003). *Apuntes de la materia riego y drenaje*. Universidad Autónoma de San Luis de Potosí.
- Cotrina, F. (n.d.). *Cultivo de la coliflor*. Ministerio de Agricultura y pesca.
- Cronquist, A. (1986). *Introducción a la Botánica. VIII Edición Compañía Edit S.A. México*.

- Demin, P. E. (2014). *Aportes para el mejoramiento del manejo de los sistemas de riego: métodos de riego: fundamentos, usos y adaptaciones* (1a ed). Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.
- Esquivel, G. (2018). Nutrientes esenciales para las plantas. *Drokosa Perú*, 14.
- Fernandez, M. (2007). Fósforo: amigo o enemigo. *ICIDCA. Sobre Los Derivados de La Caña de Azúcar*, 41(2), 51–57.
- Fernández, M. M., & González, G. G. (2014). El sistema de riego localizado. *Tecnología Agroalimentaria*, 14, 25–32.
- Fernández, R., Trapero, A., & Domínguez, J. (2010). *Experimentación en agricultura*. Consejería de Agricultura y Pesca, Servicio de Publicaciones y Divulgación.
- Fernández, R., Yruela, M. del C., Milla, M., García, J. P., & Oyonarte, N. A. (2010). *Manual de riego para agricultores: módulo 4. Riego localizado: manual y ejercicios*. Empresa Pública para el Desarrollo Agrario y Pesquero de Andalucía S.A.
- Fueyo, M. A. (2015). La coliflor. Un cultivo rentable para la horticultura asturiana. *Serida*, 2, 9–14.
- Fundación Global Nature. (2018). *El cultivo de verduras y hortalizas*.
- García, P., Lucena, J. J., Ruano, S., & Nogales, M. (2009). *Guía práctica de la fertilización racional de los cultivos en España*. Impresores, S.A.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6a ed). McGraw-Hil.
- Hirzel, J. (2009). Principios básicos de fertirrigación. In *Nodo tecnológico de riego en el secano, fase II*.
- Huaylla, L. (2019). *Sistemas de riego tecnificado*. Grafi Chaco.

- Hugo, V. (2014). *Hablemos de riego* (2a ed). El Telégrafo EP.
- Innovación Agrícola. (2022). *Sustrato kekkila*.
- Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía [IDAE]. (2007). *Ahorro, eficiencia energética y fertilización nitrogenada*.
- Inti Fertilizantes. (2022). *Nitrato de amonio estabilizado*.
- ITG Agrícola. (2011). *Ensayo de variedades de coliflor temprana y media*.
- Jahnke, E. (2013). *Guía de diseño e instalación de sistemas de riego automático*. Sistemas de Riego Automático.
- Jaramillo, J. E., & Díaz, C. A. (2006). *El cultivo de las Crucíferas: brócoli, coliflor, repollo, col china*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA).
- Kafkafi, U., & Tarchitzky, J. (2012). *Fertirrigación: una herramienta para una eficiente fertilización y manejo del agua* (1a ed). Asociación Internacional de la Industria de Fertilizantes (IFA), Instituto Internacional de la Potasa (IIP).
- Kehr, E., Tropa, S., & Martínez, J. (2014). Aspectos generales para el cultivo de coliflor (*Brassica oleracea* var. *botrytis*). *Instituto de Investigaciones Agropecuarias, 151*.
- Lahoz, I., Macua, J. I., Rodríguez, M., Rivacoba, L., Vázquez, N., & Pardo, A. (2013). Influencia de la fertilización nitrogenada en el cultivo de coliflor (*Brassica oleracea* var. *botrytis*) en Navarra. *V Jornadas Fertilización SECH.*, 135-.
- Lamo, J. (2012). Manual de metodos de sistemas de riego. *Suna*, 26.
- Lardizabal, R. D., & Medicott, A. P. (2013). *Planes de manejo integrado de cultivo*. USAID.
- López, F. L. (2012). *Efecto de la fertilización de nitrógeno y fósforo en el cultivo de la coliflor (Brassica oleracea var botrytis) cultivar menphis [Tesis de pregrado]*. Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann.

- López, R. (2016). *Manejo y uso eficiente del agua de riego intrapredial para el Sur de Chile: conceptos y consideraciones básicas en métodos y programación de riego para optimizar el recurso hídrico*. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA).
- Macua, J. I., Betelu, F., Lahoz, I., Santos, A., Calvillo, S., & Zabaleta, J. (2007). Coliflor: campaña y variedades. *Navarra Agraria*, 25–31.
- Macua, J. I., Lahoz, I., Santos, A., Zabaleta, J., & Calvillo, S. (2004). Variedades de Coliflor. *Navarra Agraria*, 18–27.
- Mamani, B. (2011). *Sistemas de producción vegetal II*. Espacio Gráfico Comunicaciones S.A.
www.espaciograficosa.com
- Martínez, L. (1998). *Manual de fertirrigación*. CROMOgraf Ltda.
- Martínez, S. D., Muggeridge, J. D., De souza, J. V., Carvajal, L. M., Jeréz, F., & Sánchez, M. E. (2016). *Manual para el cultivo de hortalizas*. Organización Espenza Bolivia (OEB).
- Mazuela, P. C., & De la Riva, F. (2013). *Manual de fertirriego*. Ediciones Universidad de Tarapacá.
- Mendoza, A. E. (2013). *Riego por goteo*. Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal “Enrique Álvarez Córdova.”
- Mengel, K., & Kirkby, E. (2000). *Principios de nutrición vegetal*. Instituto Internacional del Potasio.
https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/66737/mod_resource/content/2/PRINCIPIOS DE NUTRICIÓN VEGETAL.pdf
- Ministerio de Agricultura y Riego [MINAGRI]. (2015). *Manual del cálculo de eficiencia para sistemas de riego*. Dirección General de Infraestructura Agraria y Riego.
- Molinos & Cía. (2020). *Fosfato monoamónico granular*.

- Navarro, M. (2002). *Nutrición vegetal balanceada y riego por goteo en cultivos hortícolas*.
- Novoa, M. A., Miranda, D., & Melgarejo, L. M. (2018). Efecto de las deficiencias y excesos de fósforo, potasio y boro en la fisiología y el crecimiento de plantas de aguacate (*Persea americana*, cv. Hass). *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 12(2), 293–307. <https://doi.org/10.17584/rcch.2018v12i2.8092>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO]. (1990). *Evapotranspiración del cultivo. Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos*. FAO.
- Ortiz C., R., Tamayo O., C., Chile A., M., & Méndez Ch., A. (2018). Coeficiente del tanque evaporímetro Clase A para estimar la evapotranspiración de referencia para el valle de Tumbaco. *Siembra*, 5(1), 016–025. <https://doi.org/10.29166/siembra.v5i1.1424>
- Patiño, J. L. (2013). *Evaluación de la eficacia de tres niveles de fertilización inorgánica en el rendimiento de cinco híbridos de coliflor (*Brassica oleraceae* L. var. *botrytis*), en el Cantón Riobamba provincia de Chimborazo [Tesis de pregrado]*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Pérez, F. (2017). *Nutrición mineral*. Universidad Nacional de Ucayali.
- Pouliquen. (2024). *Coliflores de colores (naranja, violeta, verde)* <https://www.pouliquen.fr/es/produit/coliflores-de-colores-naranja-violeta-verde/>
- Puca, F. J. (2012). *Evaluación de NPK en la calidad de la pella de coliflor (*Brassica oleracea* var. *botrytis*) [Tesis de pregrado]*. Universidad Técnica de Ambato.
- Quesada, G., & Bertsch, F. (2012). Fertirriego en el rendimiento de híbridos de tomate producidos en invernadero. *Agronomía Mesoamericana*, 23(1), 117–128.
- Rodríguez, M., & Flórez, V. J. (2004). Elementos esenciales y beneficiosos. In *Cyted*. Programa

Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo.

Rojas, L., & Medina, M. (1998). *Manual de producción de hortalizas*. Gráfico Suisse.

Romel, L. S. (2015). *Efecto de tres niveles de fertilización NPK en el rendimiento de Brassica oleracea L. var. botrytis cv. rami F1 en Trujillo - La Libertad [Tesis de pregrado]*. Universidad Nacional de Trujillo.

Romero Fertilizantes. (2016a). *Fosfato monoamónico soluble*.

Romero Fertilizantes. (2016b). *Nitrato de amonio*.

Sánchez, M. I. Q. C. M. (2020). Fertilizantes para fertirriego: conceptos y propiedades Contenido. *Webinar 13*.

Seminis. (2015). *La gama mas completa de coliflores*.

Sierra, A., Sanchez, T., Simonne, E., & Treadwell, D. (2020). Principios y prácticas para el manejo de nutrientes en la producción de hortalizas. *EDIS*, 6. <https://doi.org/10.32473/edis-hs356-2020>

Sousa, V. D., Driessnack, M., & Costa, I. A. (2007). Revisión de diseños de investigación resaltantes para enfermería. Parte 1: diseños de investigación cuantitativa. *Revista Latinoamericana Enfermagem*, 15(3).

Theodoracopoulos, M., Lardizabal, R., & Arias, S. (2008). *Manual de producción de coliflor*. Programa de Diversificación Económica Rural.

Villazón, J. A., Noris, P., Vázquez, R. J., Martín, G., & Cobo, Y. (2021). Coeficiente Kp del tanque evaporímetro clase “A” para la estimación de la evapotranspiración de referencia. *Idesia (Arica)*, 39(3), 111–115. <https://doi.org/10.4067/S0718-34292021000300111>

Zamora, E. (2016a). Algunas deficiencias nutricionales en cultivos protegidos. *Universidad de Sonora*, 1–9.

Zamora, E. (2016b). El cultivo de coliflor. *Universidad de Sonora*, 1–8.

Zoppolo, R., Faroppa, S., Bellenda, B., & García, M. (2008). *Alimentos en la huerta: guía para la producción y consumo saludable*. Instituto Nacional De Investigación Agropecuaria.

IX. ANEXOS

Anexo 1. Panel Fotográfico

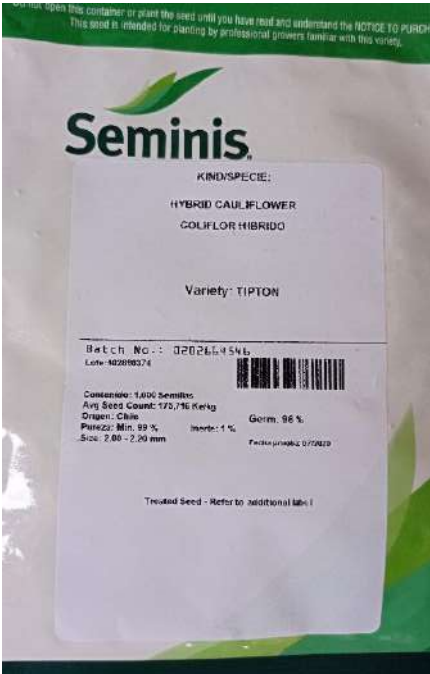


Foto N° 01. Semilla certificada



Foto N° 02. Germinación



Foto N° 03. Plantula con dos hojas



Foto N° 04. Plantulas listas para el transplante



Foto N° 05. Muestra de suelo



Foto N° 06. Profundidad de la muestra de suelo es 25 cm



Foto N° 07. Peso de la muestra de suelo



Foto N° 08. Muestra de Suelo en la estufa para el análisis de suelo



Foto N° 09. Preparación del terreno



Foto N° 10. Trazado del terreno



Foto N° 11. Transplante del cultivo de la coliflor



Foto N° 12. Instalación del sistema del riego por goteo



Foto N° 13. Inyector Venturi



FICHA TÉCNICA

ANÁLISIS TÍPICO

Nombre Comercial	NITRATO DE AMONIO ESTABILIZADO
Fórmula Comercial	33-3-0
Categoría	Fertilizante Nitrogenado
Composición Garantizada:	
Elemento	Nominal
Nitrógeno (N):	33,0 mínimo (+/-1%)
Fósforo (% P ₂ O ₅):	3,0 mínimo
Humedad (%):	1,0 máximo

PROPIEDADES GENERALES

Características	Fertilizante agrícola para suelo y fertirriego
Forma:	Granulada
Aplicación:	Fertilizante para uso agrícola. Adecuado para su uso en cualquier tipo de cultivo.
Empaque:	Bolsa x 50 kg
Transporte:	Carga requiere medidas especiales.
Procedencia:	Rusia.

978 218 848

www.inti.pe



FICHA TÉCNICA

ANÁLISIS TÍPICO

Nombre Comercial	FOSFATO MONOAMÓNICO CRISTALIZADO
Fórmula Comercial	12-01-0
Categoría	Fertilizante Fosforado
Composición Garantizada:	
Elemento	Nominal
Nitrógeno (% N):	12,0 mínimo
Fósforo (% P ₂ O ₅):	81,0 mínimo
Humedad (%):	1,6 máximo
pH:	4,9

PROPIEDADES GENERALES

Características:	Fertilizante agrícola para fertirriego.
Forma:	Cristalizado.
Aplicación:	Fertilizante para uso agrícola. Adecuado para su uso en cualquier tipo de cultivo.
Empaque:	Bolsa x 25 kg
Procedencia:	China.

978 218 848

www.inti.pe



SULFATO DE POTASIO SOLUBLE

FICHA TÉCNICA

ANÁLISIS TÍPICO

Nombre Comercial	Su Fato de Potasio Soluble
Fórmula Comercial	O-O-50-O-18(S)
Categoría	Fertilizante Potásico

Composición Garantizada:

Elemento	Nominal
Potasio (%K ₂ O):	50,0 (+/-)1
Azufre (%S):	18,0 (+/-)1
pH	3
Solubilidad	110 g/l (20°C)
Color	Blanco

PROPIEDADES GENERALES

Características: Fertilizante agrícola soluble para fertirriego.

Forma: Polvo.

Aplicación: Fertilizante para uso agrícola. Adecuado para su uso en cualquier tipo de cultivo.

Empaque: Balsa x25 kg.

Procedencia: China.

MacroSource Perú SRL - Av. Pardo y Almagro 699 Of. 601C, San Isidro Lima -
Tfno: (01) 6522323 Fax: (01) 6380290

978 218 848
www.Inti.pe



DECLARACIÓN

Este producto cumple con los requisitos de la Norma Técnica de Cultivos de Horticultura y Floricultura, Clase A, Categoría de menor peso seco.

INSTRUCCIONES

Responde a la siguiente descripción: Para obtener el óptimo resultado esperado con los productos KEKKILÄ, al recibir el producto en el momento de compra, se debe verificar el estado de conservación.

Almacenamiento: Mantener en un lugar fresco y seco, protegido de la luz solar directa y apartado de productos inflamables. Tener cuidado con los paños de limpieza que se usen para limpiar el producto, ya que el producto puede causar manchas.

Condiciones de congelación: En ciertas épocas del año, los productos pueden llegar congelados. Asegúrese de que estén descongelados antes de usarlos.

Productos con liberación controlada de fertilizantes: De acuerdo con las instrucciones del fabricante, los productos se aplican en el momento de la siembra o al momento de la siembra.

Aplicación y distribución: Como norma general, recomendamos aplicar entre 15 y 25 litros por hectárea (10 y entre 200 y 250 litros por área "M²"). Esto garantiza un volumen de sustrato de una estructura adecuada.

Composición adicional y control de fertilizantes: Los sustratos de calidad, controlan productos pesados y controlan el contenido de los nutrientes disponibles durante su crecimiento. Para obtener los mejores resultados de cultivo, se debe aplicar cuando se dispone de agua y nutrientes. En su estructura, no se han incluido para los gases, y muchos de ellos, son beneficiosos para el desarrollo de las plantas. Para los cultivos de flores, tenga en cuenta que el contenido de nitrógeno puede variar en función del tipo de cultivo, especialmente en cultivos de pH < 5.

Para obtener más información o más información, contacte con su proveedor local o con KEKKILÄ Oy.

FABRICANTE
KEKKILÄ Oy, Boks 11 A, FI-01302 Vammala, Finlandia
www.kekkila.com

Foto N° 14. Fertilizantes solubles y el sustrato



Foto N° 15. Plantas adaptadas despues de dos semanas del transplante



Foto N° 16. Deshierve y aporque





Foto N° 17. Control de plagas



Foto N° 18. Prueba de uniformidad



Foto N° 19. Limpieza de la captación



Foto N° 18. Pella semicubierta



Foto N° 19. Pella cubierta por completo



Foto N° 20. Pella expuesta al sol



Foto N° 21. Diferencia entre tratamientos



Foto N° 22. Diferencia entre tratamientos



Foto N° 23. Cosecha



Foto N° 24. Cosecha de planta para ser evaluado



Foto N° 25. Lavado de raíces para realizar el conteo



Foto N° 26. Raíz lista para ser contabilizado



Foto N° 27. Toma de dato respecto al diámetro de pella



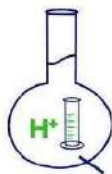


Foto N° 28. Toma de dato de la masa de la pella



Foto N° 29. Cálculo de la masa de pella

Anexo 2. Análisis de suelo e interpretación



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 0029-22
ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE SUELO

SOLICITA : -Jeibel Cecibel Cárdenas Ccollana.

PROYECTO : Tesis-Agronomía. Parcela de investigación del GEIR
MUESTRA : M1: Potrero C2
DISTRITO : San Jerónimo
PROVINCIA : Cusco
DEPARTAMENTO : Cusco
FECHA DE INFORME : 26/01/22
RESULTADOS :

DETERMINACIONES	UNIDAD	M1
Humedad	%	19.5
Muestra seca		
Nitrógeno total	%	0.12
Fosforo disponible P ₂ O ₅	ppm	24
Potasio disponible K ₂ O	ppm	60
Materia orgánica	%	2.5
pH		7.5
Conductividad Eléctrica Saturada	μS/cm	960
Capacidad de Intercambio Catiónico (C.I.C)	meq/100	14
Textura(malla 2 mm)		
Arena	%	3
Arcilla	%	28
Limo	%	69
Clase textural		Franco arcillo limoso
Humedad equivalente (He)	%	17
Densidad aparente	g/cc	1.42
Densidad real	g/cc	2.2
Capacidad de campo (C.C.)	%	17.3
Punto de marchitez permanente (P.M.P.)	%	9.2

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.

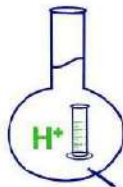
MC QUIMICALAB

 Ing. Gury Manuel Cumpa Gutierrez
 ADMINISTRACION
 CIP. 238338

MARIO CUMPA CAYURI
 INGENIERO QUIMICO
 REG. COLEGIO DE INGENIEROS N° 16196

Determinaciones	Unidad	M1	Interpretación
Materia Orgánica	%	2.5	Medio
Fosforo disponible	ppm	24	Alto
Potasio disponible	ppm	60	Bajo

Anexo 3. Análisis de agua



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 0031-21

ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE AGUA PARA RIEGO

SOLICITA :

- Thalia Luchita Mosqueira Onofrio.
- Jeibel Cecibel Cárdenas Collana.
- Ingrid Verioska Serrano Dueñas.

PROYECTO : Tesis-Agronomía. Parcela de investigación del GEIR
MUESTRA : M1: Potrero C2
DISTRITO : San Jerónimo
PROVINCIA : Cusco
DEPARTAMENTO : Cusco
FECHA DE INFORME : 26/01/21

RESULTADOS :

DETERMINACIONES		UNIDAD	M ₁
Dureza	CaCO ₃	ppm	400
Alcalinidad	HCO ₃ ⁻	ppm	269.4
Acidez	CO ₂	ppm	42.9
Cloruros	Cl ⁻	ppm	99.4
Sulfatos	SO ₄ ²⁻	ppm	150
pH			7.8
Conductividad Eléctrica		µS/cm	1020
RAS			1.4
Clase			C ₃ S ₁

METODO DE ANALISIS: Métodos Normalizados para el análisis de aguas potables y residuales publicado conjuntamente por AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA), AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION (AWWA), WATER POLLUTION CONTROL FEDERATION (WPCF).

CONCLUSION: La muestra de agua se clasifica como C₃S₁ que significa salinización **alta** y alcalinización **baja** por consiguiente el agua requiere un manejo técnico para riego.

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

MC QUIMICALAB

 Ing. Gury Manuel Cumpa Gutierrez
 ADMINISTRACION
 CIP. 238338

MARIO CUMPA CAYURI
 INGENIERO QUIMICO
 REG. COLEGIO DE INGENIEROS N° 16106

Anexo 4. Cálculo de fertilizantes

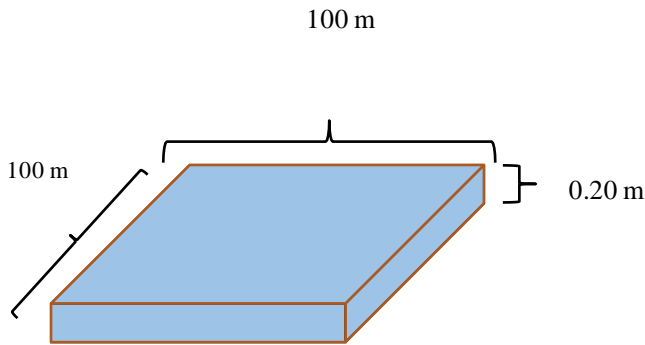
Datos del análisis del suelo

- Nitrógeno : 0.12%
- Fosforo : 24 ppm
- Potasio : 60 ppm
- Densidad de aparente : 1.42 g/cc
- Capa arable : 0.20 m

Cálculo de nutrientes del suelo

Figura 22

Volumen de un suelo



Cálculo del volumen del suelo

$$VS = 100m \times 100m \times 0.20m$$

$$VS = 2000 \text{ m}^3$$

Cálculo de la masa de suelo

$$MS = Vs \times Da$$

$$MS = 2000 \text{ m}^3/\text{ha} \times 1.42 \text{ tn/m}^3$$

$$MS = 2840 \text{ tn/ha}$$

Hallamos el contenido de nitrógeno en el suelo

100 kg de suelo.....0.12 kg de Nitrógeno

2840000 kg de suelo.....X

$$X = \frac{2840000 \text{ kg de suelo} \times 0.12 \text{ kg de Nitrogeno}}{100 \text{ kg de suelo}}$$

X = 3408 kg de Nitrógeno

Porcentaje de mineralización de N (2%)

3408 kg de Nitrógeno.....100%

X.....2%

$$X = \frac{2\% \times 3408 \text{ kg de Nitrógeno}}{100\%}$$

X = 68.16 kg de Nitrógeno.

Nitrógeno Asimilable (40 %)

68.16 kg de Nitrógeno.....100%

X.....40%

$$X = \frac{68.16 \text{ kg de Nitrógeno} \times 40\%}{100\%}$$

X = 27.26 kg de Nitrógeno asimilable

Hallamos el contenido de Fósforo en el suelo

1000000 kg del suelo.....24 kg de fosforo

2840000 kg de suelo.....X

$$X = \frac{2840000 \text{ kg de suelo} \times 24 \text{ kg de fósforo}}{1000000 \text{ kg de suelo}}$$

X = 68.16 kg de Fosforo

Porcentaje de eficiencia del fósforo (10%)

68.16 kg de Fosforo.....100%

X.....10%

$$X = \frac{68.16 \text{ kg de fósforo} \times 10\%}{100\%}$$

$$X = 6.816 \text{ kg de fósforo}$$

Hallamos el potasio en el suelo

1000000 kg del suelo.....60 kg de Potasio

2840000 kg de suelo.....X

$$X = \frac{2840000 \text{ kg de suelo} \times 60 \text{ kg de Potasio}}{1000000 \text{ kg del suelo}}$$

$$X = 170.4 \text{ kg de Potasio}$$

Porcentaje de eficiencia del potasio (20%)

170.4 kg de Potasio.....100%

X.....20%

$$X = \frac{170.4 \text{ kg de Potasio} \times 20\%}{100\%}$$

$$X = 34.08 \text{ kg de potasio}$$

Tabla 42

Dosis de fertilizante requerido para coliflor en condiciones de K'ayra

	Puca			Kehr			Bertsch		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Requerimiento	150	75	250	120	150	180	200	17	190
Existente	27.26	6.82	34.8	27.26	6.82	34.8	27.26	6.82	34.8
Faltante	122.74	76.18	215.92	92.74	143.18	145.92	172.74	10.18	155.92

Hallamos las cantidades de fertilizantes para cubrir la demanda para los propuestos por Puca

Calculo para el fertilizante nitrato de amonio con 33 kg de N

100 kg de Nitrato de amonio.....33 kg de Nitrógeno

X.....122.74 kg de Nitrógeno

X = 371.93 kg de Nitrato de amonio

10000 m².....371.93 kg de Nitrato de amonio

21.12 m².....X

X = 0.786 kg de Nitrato de amonio

100 kg de Nitrato de amonio.....3 kg de Óxido fosfórico

0.786 kg de Nitrato de amonio.....X

X = 0.024 gr de Oxido de Fosfórico

Calculo para el fertilizante fosfato monoamónico con 61 kg de P₂O₅ y 12 kg de N para el Nivel 75

a requerir es:

100 kg de Fosfato monoamónico.....61 kg de Óxido fosfórico

X.....66,18 kg de Óxido fosfórico

X = 108.49 kg de Fosfato monoamónico

10000 m².....108.49 kg Fosfato monoamónico

21.12 m².....X

X = 0.229 kg de Fosfato monoamónico

100 kg de Fosfato monoamónico.....12 kg de Nitrógeno

0.299 kg de Fosfato monoamónico.....X

X = 0.03 kg de Nitrógeno

Calculo para el fertilizante sulfato de potasio con 50 kg de K_2O para el nivel de 250 a requerir es:

100 kg de Sulfato de Potasio.....50 kg de Óxido de potasio

X.....215.92 kg de Óxido de potasio

X = 431.84 kg de Sulfato de potasio

10000 m².....431.84 de Sulfato de potasio

21.12 m².....X

X = 0.912 kg de Sulfato de potasio

Calculo de Nitrato de amonio (Puca), disminuyendo con el Nitrógeno del Fosfato monoamónico y así obteniendo el Nitrato de amonio a requerir es:

100 kg de Nitrato de amonio.....33 kg de Nitrógeno

0.786 kg de Nitrato de amonio X

X = 0.23 kg de Nitrógeno

100 kg de Nitrato de amonio 33 kg Nitrógeno

X..... 0.023 kg de Nitrógeno

X = 0.695 kg de Nitrato de amonio

Cálculo de Fosfato mono amónico (Puca), disminuyendo el Óxido de fósforo y así obteniendo el

Fosfato mono amónico a requerir:

100 kg de Fosfato monoamónico..... 61 kg de Óxido fosfórico

0.229 kg de Fosfato..... X

X = 0.182 kg de Óxido de fosforo - 0.024 gr de Óxido fosfórico

X = 0.158 kg de Oxígeno de fosforo

100 kg de Fosfato monoamónico.....61 kg de Óxido fosfórico

X..... 0.158 kg de Óxido fosfórico

X = 0.259 kg de Fosfato monoamónico

Hallamos las cantidades de fertilizantes para cubrir la demanda por los propuestos por Kehr

Calculo para el fertilizante nitrato de amonio con 33 kg de N y 3 kg de P₂O₅ para el nivel 120 a requerir

100 kg de Nitrato de amonio.....33 kg de Nitrógeno

X.....92.74 kg de Nitrógeno

X = 281.03 kg de Nitrato de amonio

10000 m².....281.03 kg de Nitrato de amonio

21.12 m².....X

X = 0.594 kg de Nitrato de amonio

100 kg de Nitrato de amonio.....3 kg de Óxido fosfórico

0.594 kg de Nitrato de amonio.....X

$X = 0.018 \text{ gr de Oxido de Fosfórico}$
--

Calculo para el fertilizante fosfato monoamónico con 61 kg de P_2O_5 y 12 kg de N para el Nivel 150 a requerir:

100 kg de Fosfato monoamónico.....61 kg de Óxido fosfórico

X.....143.18 kg de Óxido fosfórico

X = 234.72 kg de Fosfato mono amónico

10000 m².....234.72 kg Fosfato monoamónico

21.12 m².....X

X = 0.496 kg de Fosfato monoamónico

100 kg de Fosfato monoamónico.....12 kg de Nitrógeno

0.496 kg de Fosfato monoamónico.....X

X = 0.06 kg de Nitrógeno

Calculo para el fertilizante sulfato de potasio con 50 kg de K_2O para el nivel de 180 a requerir es:

100 kg de Sulfato de Potasio.....50 kg de Óxido de potasio

X.....145.92 kg de Óxido de potasio

X = 291.84 kg de Sulfato de potasio

10000 m².....291.84 de Sulfato de potasio

21.12 m².....X

X = 0.616 kg de Sulfato de potasio

Cálculo de Nitrato de amonio (Puca), disminuyendo con el Nitrógeno del Fosfato monoamónico y así obteniendo el Nitrato de amonio a requerir es:

100 kg de Nitrato de amonio.....33 kg de Nitrógeno

0.594 kg de Nitrato de amonio X

X = 0.136 kg de Nitrógeno

100 kg de Nitrato de amonio 33 kg Nitrógeno

X..... 0.136 kg de Nitrógeno

X = 0.412 kg de Nitrato de amonio

Cálculo de Fosfato mono amonico (BEHR), disminuyendo el Óxido de fósforo y así obteniendo el Fosfato mono amónico a requerir:

100 kg de Fosfato monoamónico..... 61 kg de Óxido fosfórico

0.496 kg de Fosfato..... X

X = 0.303 kg de Óxido de fosforo - 0.018 gr de Óxido fosfórico

X = 0.285 kg de Oxígeno de fosforo

100 kg de Fosfato monoamónico.....61 kg de Óxido fosfórico

X..... 0.285 kg de Óxido fosfórico

X = 0.467 kg de Fosfato monoamónico

Hallamos las cantidades de fertilizantes para cubrir la demanda por los propuestos por Bertsch

Calculo para el fertilizante nitrato de amonio con 33 kg de N y 3 kg de P₂O₅ para el nivel 200 a requerir

100 kg de Nitrato de amonio.....33 kg de Nitrógeno

X.....172.74 kg de Nitrógeno

X = 523.45 kg de Nitrato de amonio

10000 m².....523.45 kg de Nitrato de amonio

21.12 m².....X

X = 1.106 kg de Nitrato de amonio

100 kg de Nitrato de amonio.....3 kg de Óxido fosfórico

1.106 kg de Nitrato de amonio.....X

X = 0.033 gr de Oxido de Fosfórico

Calculo para el fertilizante fosfato monoamónico con 61 kg de P₂O₅ y 12 kg de N para el Nivel 17

a requerir:

100 kg de Fosfato monoamónico.....61 kg de Óxido fosfórico

X.....10.18 kg de Óxido fosfórico

X = 16.69 kg de Fosfato mono amónico

10000 m².....16.69 kg Fosfato monoamónico

21.12 m².....X

X = 0.035 kg de Fosfato mono amónico

100 kg de Fosfato monoamónico.....12 kg de Nitrógeno

0.035 kg de Fosfato monoamónico.....X

X = 0.004 kg de Nitrógeno

Calculo para el fertilizante sulfato de potasio con 50 kg de K₂O para el nivel de 190 a requerir es:

100 kg de Sulfato de Potasio.....50 kg de Óxido de potasio

X.....155.92 kg de Óxido de potasio

X = 311.84 kg de Sulfato de potasio

10000 m².....291.84 de Sulfato de potasio

21.12 m².....X

X = 0.657 kg de Sulfato de potasio

Cálculo de Nitrato de amonio (Bertsch), disminuyendo con el Nitrógeno del Fosfato monoamónico y así obteniendo el Nitrato de amonio a requerir es:

100 kg de Nitrato de amonio.....33 kg de Nitrógeno

1.106 kg de Nitrato de amonio X

X = 0.36 kg de Nitrógeno

100 kg de Nitrato de amonio 33 kg Nitrógeno

X..... 0.36 kg de Nitrógeno

$X = 1.091 \text{ kg de Nitrato de amonio}$

Cálculo de Fosfato monoamónico (Behr), disminuyendo el Óxido de fósforo y así obteniendo el Fosfato mono amónico a requerir:

100 kg de Fosfato monoamónico..... 61 kg de Óxido fosfórico

0.035 kg de Fosfato monoamónico..... X

$X = 0.021 \text{ kg de Óxido de fosforo} - 0.033 \text{ gr de Óxido fosfórico}$

$X = 0.012 \text{ kg de Oxígeno de fosforo}$

100 kg de Fosfato monoamónico.....61 kg de Óxido fosfórico

X..... 0.012 kg de Óxido fosfórico

$X = 0.0197 \text{ kg de Fosfato monoamónico}$
--

Tabla 43

Dosificación por fecha con nivel 150-75-250 (Puca)

Fechas	DDS	días	Dosis de Aplicación			Dosis de Absorción			Dosis de absorción en %			Dosis aplicada por Etapa fenológica (Kg)			Dosis aplicada diariamente (Kg)		
			N	P	K	N	P	K	N	P	K	N	P	K	N	P	K
14/01/21 al 13/02/22	0-30	30	695	259	912	3	0.2	1	0.65%	0.66%	0.30%	4.51	1.715	2.70	0.2	0.1	0.1
13/02/22 al 28/02/22	30-45	15	695	259	912	18	2	13	3.90%	6.62%	3.85%	27.08	17.152	35.08	1.8	1.1	2.3
28/02/22 al 14/03/22	45-59	14	695	259	912	60	4	46	12.99%	13.25%	13.61%	90.26	34.305	124.12	6.4	2.5	8.9
14/03/22 al 28/03/22	59-73	14	695	259	912	200	7	88	43.29%	23.18%	26.04%	300.87	60.033	237.44	21.5	4.3	17.0
28/03/22 al 16/05/22	73-122	49	695	259	912	181	17	190	39.18%	56.29%	56.21%	272.28	145.795	512.66	5.6	3.0	10.5
Total	...	122	...	...	...	462.0	30.2	338.0	100%	100%	100%	695	259	912	...	...	...

Tabla 44

Dosificación por fecha con nivel 120-150-180 (Kehr)

Fechas	DDS	Días	Dosis de Aplicación			Dosis de Absorción			Dosis de absorción en %			Dosis aplicada por Etapa fenológica (Kg)			Dosis aplicada diariamente (Kg)		
			N	P	K	N	P	K	N	P	K	N	P	K	N	P	K
14/01/21 al 13/02/22	0-30	30	412	467	616	3	0.2	1	0.65%	0.66%	0.30%	2.68	3.093	1.82	0.1	0.1	0.1
13/02/22 al 28/02/22	30-45	15	412	467	616	18	2	13	3.90%	6.62%	3.85%	16.05	30.927	23.69	1.1	2.1	1.6
28/02/22 al 14/03/22	45-59	14	412	467	616	60	4	46	12.99%	13.25%	13.61%	53.51	61.854	83.83	3.8	4.4	6.0
14/03/22 al 28/03/22	59-73	14	412	467	616	200	7	88	43.29%	23.18%	26.04%	178.35	108.245	160.38	12.7	7.7	11.5
28/03/22 al 16/05/22	73-122	49	412	467	616	181	17	190	39.18%	56.29%	56.21%	161.41	262.881	346.27	3.3	5.4	7.1
Total	...	122	...	...	...	462.0	30.2	338.0	100%	100%	100%	412	467	616	...	...	...

Tabla 45

Dosificación por fecha con nivel 200-17-190 (Bertsch)

FECHAS	DDS	Días	Dosis de Aplicación			Dosis de Absorción			Dosis de absorción en %			Dosis aplicada por Etapa fenológica (Kg)			Dosis aplicada diariamente (Kg)		
			N	P	K	N	P	K	N	P	K	N	P	K	N	P	K
14/01/21 al 13/02/22	0-30	30	1091	19	657	3	0.2	1	0.65%	0.66%	0.30%	7.08	0.126	1.94	0.2	0.0	0.1
13/02/22 al 28/02/22	30-45	15	1091	19	657	18	2	13	3.90%	6.62%	3.85%	42.51	1.258	25.27	2.8	0.1	1.7
28/02/22 al 14/03/22	45-59	14	1091	19	657	60	4	46	12.99%	13.25%	13.61%	141.69	2.517	89.41	10.1	0.2	6.4
14/03/22 al 28/03/22	59-73	14	1091	19	657	200	7	88	43.29%	23.18%	26.04%	472.29	4.404	171.05	33.7	0.3	12.2
28/03/22 al 16/05/22	73-122	49	1091	19	657	181	17	190	39.18%	56.29%	56.21%	427.43	10.695	369.32	8.7	0.2	7.5
Total	...	92	...	...	...	459.0	30.0	337.0	99%	99%	100%	1084	19	655	...	...	...

Anexo 5. Planilla de riego para el cultivo de coliflor

PLANILLA DE RIEGO													
PROVINCIA:		CUSCO			LN PARA LLEGAR A CC:		23.00		ÁREA DEL TERRENO (HA)			146.6 m ²	
DISTRITO:		SAN JERONIMO			LN (MÍNIMO EN SUELO):		10.35						
LUGAR.:		K'AYRA			EFICIENCIA (%):		0.90						
SECTOR:		POTRERO C			FECHA SIEMBRA:		14/1/2022						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
FECHA	DDS	V (m/s)	HR %	Kp	Evapor. (mm)	ETo	Kc	ETc (mm)	Reposición de agua de riego			Consumo de agua	
									Pp (mm)	Nec. Netas (mm)	Nec. Totales (mm)	C.C.	Descenso tolerable
14/01/2022	1	1.36	80	0.75	1.90	1.43	0.15	0.21				23.00	22.79
15/01/2022	2	0.94	75	0.75	4.80	3.60	0.15	0.54				22.79	22.25
16/01/2022	3	0.98	85	0.75	3.50	2.63	0.15	0.39	29.50			23.00	22.61
17/01/2022	4	0.97	72	0.75	4.30	3.23	0.15	0.48	4.90			23.00	22.52
18/01/2022	5	1.32	75	0.75	0.25	0.19	0.15	0.03	0.50			23.00	22.97
19/01/2022	6	0.75	80	0.75	7.30	5.48	0.15	0.82	30.80			23.00	22.18
20/01/2022	7	1.32	83	0.75	3.70	2.78	0.15	0.42	0.20			23.00	22.58
21/01/2022	8	1.92	68	0.65	5.20	3.38	0.15	0.51	6.00			23.00	22.49
22/01/2022	9	1.28	65	0.65	0.20	0.13	0.15	0.02	29.50			23.00	22.98
23/01/2022	10	0.83	85	0.75	1.10	0.83	0.15	0.12	3.70			23.00	22.88
24/01/2022	11	0.70	85	0.75	1.00	0.75	0.15	0.11	15.60			23.00	22.89
25/01/2022	12	0.69	88	0.75	0.85	0.64	0.15	0.10	11.70			23.00	22.90
26/01/2022	13	1.49	86	0.75	1.00	0.75	0.15	0.11	6.30			23.00	22.89
27/01/2022	14	0.58	85	0.75	1.10	0.83	0.15	0.12	3.00			23.00	22.88
28/01/2022	15	0.84	85	0.75	1.00	0.75	0.15	0.11	1.70			23.00	22.89
29/01/2022	16	1.20	80	0.75	1.30	0.98	0.15	0.15	0.20			23.00	22.85
30/01/2022	17	0.85	80	0.75	1.00	0.75	0.15	0.11	2.40			23.00	22.89
31/01/2022	18	1.28	83	0.75	1.30	0.98	0.15	0.15	0.00			23.00	22.85
1/02/2022	19	1.20	81	0.75	1.00	0.75	0.15	0.11	4.30			23.00	22.89

2/02/2022	20	0.60	73	0.75	1.50	1.13	0.15	0.17	0.50			23.00	22.83
3/02/2022	21	1.20	84	0.75	0.95	0.71	0.15	0.11	19.90			23.00	22.89
4/02/2022	22	1.44	80	0.75	1.50	1.13	0.15	0.17	0.10			23.00	22.83
5/02/2022	23	1.50	72	0.75	1.30	0.98	0.15	0.15	1.30			23.00	22.85
6/02/2022	24	1.36	83	0.75	1.00	0.75	0.15	0.11	5.40			23.00	22.89
7/02/2022	25	1.03	76	0.75	2.50	1.88	0.15	0.28		0.28	0.31	23.00	22.72
8/02/2022	26	0.94	76	0.75	0.90	0.68	0.15	0.10	14.20			23.00	22.90
9/02/2022	27	0.69	67	0.65	0.60	0.39	0.17	0.06	5.40			23.00	22.94
10/02/2022	28	0.55	70	0.65	0.95	0.62	0.18	0.11	0.20			23.00	22.89
11/02/2022	29	1.39	72	0.75	1.00	0.75	0.20	0.15	0.40			23.00	22.85
12/02/2022	30	2.50	84	0.65	1.00	0.65	0.21	0.14	4.00			23.00	22.86
13/02/2022	31	1.61	80	0.75	1.50	1.13	0.23	0.26	3.30			23.00	22.74
14/02/2022	32	0.83	70	0.65	1.00	0.65	0.25	0.16	2.90			23.00	22.84
15/02/2022	33	0.83	66	0.65	1.00	0.65	0.26	0.17	0.80			23.00	22.83
16/02/2022	34	0.61	81	0.75	1.00	0.75	0.28	0.21	12.50			23.00	22.79
17/02/2022	35	0.35	81	0.75	0.96	0.72	0.29	0.21				22.79	22.58
18/02/2022	36	0.44	52	0.65	1.50	0.98	0.31	0.30				22.58	22.28
19/02/2022	37	1.41	52	0.65	1.00	0.65	0.33	0.21		0.51	0.57	23.00	22.79
20/02/2022	38	1.38	44	0.65	6.80	4.42	0.34	1.51				22.79	21.28
21/02/2022	39	1.38	44	0.65	6.80	4.42	0.36	1.58				21.28	19.69
22/02/2022	40	0.28	54	0.65	5.60	3.64	0.37	1.36	1.00	2.31	2.57	23.00	21.64
23/02/2022	41	0.88	48	0.65	5.00	3.25	0.39	1.27	5.20	1.27	1.41	23.00	21.73
24/02/2022	42	0.45	50	0.65	7.00	4.55	0.41	1.85	6.30	1.85	2.05	23.00	21.15
25/02/2022	43	0.27	51	0.65	6.00	3.90	0.42	1.65		1.65	1.83	23.00	21.35
26/02/2022	44	0.41	45	0.65	6.50	4.23	0.44	1.85	0.70	1.65	1.83	21.35	19.50
27/02/2022	45	0.61	81	0.75	1.00	0.75	0.45	0.34	1.30	0.34	0.38	23.00	22.66
28/02/2022	46	1.19	48	0.65	5.60	3.64	0.47	1.71		1.71	1.90	23.00	21.29
1/03/2022	47	1.69	52	0.65	4.30	2.80	0.49	1.36		1.36	1.51	21.29	19.93
2/03/2022	48	0.69	40	0.65	6.00	3.90	0.50	1.96		1.96	2.18	23.00	21.04
3/03/2022	49	1.05	39	0.55	6.20	3.41	0.52	1.77	6.40	1.77	1.96	23.00	21.23
4/03/2022	50	1.23	64	0.65	0.85	0.55	0.53	0.30	16.80	0.30	0.33	23.00	22.70
5/03/2022	51	1.36	54	0.65	0.60	0.39	0.55	0.21	8.20	0.21	0.24	23.00	22.79
6/03/2022	52	1.56	51	0.65	3.10	2.02	0.57	1.14	13.50	1.14	1.27	23.00	21.86
7/03/2022	53	1.19	57	0.65	1.00	0.65	0.58	0.38	16.50	0.38	0.42	23.00	22.62

8/03/2022	54	0.83	70	0.65	1.00	0.65	0.60	0.39	0.50	0.39	0.43	23.00	22.61
9/03/2022	55	1.36	67	0.65	1.20	0.78	0.61	0.48		0.48	0.53	23.00	22.52
10/03/2022	56	0.94	57	0.65	7.00	4.55	0.63	2.87	1.00	2.87	3.19	23.00	20.13
11/03/2022	57	0.83	51	0.65	1.00	0.65	0.65	0.42	6.10	0.42	0.47	23.00	22.58
12/03/2022	58	1.08	62	0.65	0.85	0.55	0.66	0.37		0.37	0.41	23.00	22.63
13/03/2022	59	1.32	77	0.75	3.40	2.55	0.68	1.73	4.20	1.73	1.92	23.00	21.27
14/03/2022	60	1.38	55	0.65	2.00	1.30	0.69	0.90	16.50	0.90	1.00	23.00	22.10
15/03/2022	61	0.58	48	0.65	1.00	0.65	0.71	0.46	12.40	0.46	0.51	23.00	22.54
16/03/2022	62	2.73	37	0.50	1.00	0.50	0.73	0.36	0.60	0.36	0.40	23.00	22.64
17/03/2022	63	1.02	40	0.65	6.70	4.36	0.74	3.23	0.60	3.23	3.59	23.00	19.77
18/03/2022	64	1.58	64	0.65	2.20	1.43	0.76	1.08		1.08	1.20	23.00	21.92
19/03/2022	65	1.25	54	0.65	1.90	1.24	0.77	0.96	13.60	0.96	1.06	23.00	22.04
20/03/2022	66	0.83	87	0.75	1.10	0.83	0.79	0.65				22.04	21.39
21/03/2022	67	0.72	48	0.65	1.00	0.65	0.81	0.52		2.69	2.99	23.00	22.48
22/03/2022	68	2.80	64	0.60	1.97	1.18	0.82	0.97				22.48	21.50
23/03/2022	69	1.28	41	0.65	1.30	0.85	0.84	0.71	8.90			23.00	22.29
24/03/2022	70	1.08	48	0.65	1.00	0.65	0.85	0.56		0.56	0.62	23.00	22.44
25/03/2022	71	1.47	47	0.65	1.20	0.78	0.87	0.68	0.50			23.00	22.32
26/03/2022	72	0.50	49	0.65	3.90	2.54	0.89	2.25				22.32	20.08
27/03/2022	73	0.75	76	0.75	1.00	0.75	0.90	0.68	3.30			23.00	22.32
28/03/2022	74	0.85	44	0.65	1.50	0.98	0.92	0.90	2.20			23.00	22.10
29/03/2022	75	0.50	45	0.65	3.10	2.02	0.93	1.88	10.00			23.00	21.12
30/03/2022	76	0.28	48	0.65	0.95	0.62	0.95	0.59	0.40			23.00	22.41
31/03/2022	77	0.97	41	0.65	1.00	0.65	0.95	0.62				22.41	21.80
1/04/2022	78	1.08	54	0.65	2.60	1.69	0.95	1.61				21.80	20.19
2/04/2022	79	1.19	51	0.65	3.60	2.34	0.95	2.22		2.81	3.12	23.00	20.78
3/04/2022	80	1.44	47	0.65	1.50	0.98	0.95	0.93	4.60			23.00	22.07
4/04/2022	81	0.83	49	0.65	4.70	3.06	0.95	2.90				22.07	19.17
5/04/2022	82	2.16	40	0.60	2.10	1.26	0.95	1.20		3.83	4.25	23.00	21.80
6/04/2022	83	2.38	42	0.60	3.40	2.04	0.95	1.94				21.80	19.87
7/04/2022	84	2.30	55	0.60	2.60	1.56	0.95	1.48				19.87	18.38
8/04/2022	85	0.88	76	0.75	4.80	3.60	0.95	3.42	0.80	4.62	5.13	23.00	19.58
9/04/2022	86	0.94	54	0.65	2.00	1.30	0.95	1.24				19.58	18.35
10/04/2022	87	2.66	57	0.60	5.50	3.30	0.95	3.14	0.80			18.35	15.21
11/04/2022	88	2.94	48	0.60	1.90	1.14	0.95	1.08		1.08	1.20	23.00	21.92
12/04/2022	89	1.08	30	0.55	4.00	2.20	0.95	2.09				21.92	19.83
13/04/2022	90	1.30	30	0.55	3.60	1.98	0.95	1.88				19.83	17.95
14/04/2022	91	1.42	39	0.55	4.50	2.48	0.95	2.35		5.05	5.62	23.00	20.65
15/04/2022	92	1.24	42	0.65	5.50	3.58	0.95	3.40				20.65	17.25
16/04/2022	93	0.97	30	0.55	4.00	2.20	0.95	2.09				17.25	15.16
17/04/2022	94	1.58	56	0.65	4.50	2.93	0.95	2.78		7.84	8.71	23.00	20.22
18/04/2022	95	1.19	48	0.65	5.10	3.32	0.95	3.15				20.22	17.07

19/04/2022	96	2.00	32	0.50	6.00	3.00	0.95	2.85				17.07	14.22	
20/04/2022	97	1.20	46	0.65	7.00	4.55	0.95	4.32		8.78	9.75	23.00	18.68	
21/04/2022	98	0.37	49	0.65	6.30	4.10	0.95	3.89				18.68	14.79	
22/04/2022	99	1.47	35	0.55	2.00	1.10	0.95	1.05				14.79	13.74	
23/04/2022	100	1.50	47	0.65	4.20	2.73	0.95	2.59		9.26	10.29	23.00	20.41	
24/04/2022	101	1.03	39	0.55	1.90	1.05	0.95	0.99				20.41	19.41	
25/04/2022	102	0.75	41	0.65	7.00	4.55	0.95	4.32				19.41	15.09	
26/04/2022	103	1.53	71	0.75	3.50	2.63	0.95	2.49		7.91	8.79	23.00	20.51	
27/04/2022	104	1.80	38	0.55	6.50	3.58	0.95	3.40				20.51	17.11	
28/04/2022	105	2.19	57	0.60	2.80	1.68	0.95	1.60				17.11	15.51	
29/04/2022	106	1.27	47	0.65	3.00	1.95	0.95	1.85		1.85	2.06	23.00	21.15	
30/04/2022	107	1.80	37	0.55	6.00	3.30	0.95	3.14				21.15	18.01	
1/05/2022	108	1.20	34	0.55	3.50	1.93	0.95	1.83				18.01	16.18	
2/05/2022	109	1.75	54	0.65	6.80	4.42	0.95	4.20		6.82	7.57	23.00	18.80	
3/05/2022	110	0.62	34	0.55	2.60	1.43	0.95	1.36				18.80	17.44	
4/05/2022	111	1.00	49	0.65	5.20	3.38	0.95	3.21				17.44	14.23	
5/05/2022	112	1.65	53	0.65	11.20	7.28	0.95	6.92		8.77	9.74	23.00	16.08	
6/05/2022	113	1.66	47	0.65	10.20	6.63	0.95	6.30				16.08	9.79	
7/05/2022	114	1.64	46	0.65	5.70	3.71	0.95	3.52				9.79	6.27	
8/05/2022	115	0.53	57	0.65	5.50	3.58	0.95	3.40		16.73	18.59	23.00	19.60	
9/05/2022	116	0.68	52	0.65	5.80	3.77	0.95	3.58				19.60	16.02	
10/05/2022	117	0.75	59	0.65	7.30	4.75	0.94	4.48				16.02	11.55	
11/05/2022	118	0.94	67	0.65	5.80	3.77	0.94	3.53		11.45	12.73	23.00	19.47	
12/05/2022	119	0.68	48	0.65	5.33	3.46	0.93	3.22				19.47	16.25	
13/05/2022	120	1.36	34	0.55	3.00	1.65	0.92	1.52				16.25	14.72	
14/05/2022	121	1.36	32	0.55	9.20	5.06	0.92	4.64		8.28	9.20	23.00	18.36	
15/05/2022	122	1.91	42	0.65	6.90	4.49	0.91	4.08				18.36	14.28	
16/05/2022	123	0.62	34	0.55	5.80	3.19	0.90	2.88				14.28	11.40	
17/05/2022	124	1.92	37	0.55	5.20	2.86	0.90	2.56		11.60	12.89	23.00	20.44	
18/05/2022	125	2.08	54	0.60	5.50	3.30	0.89	2.94				20.44	17.50	
19/05/2022	126	0.63	32	0.55	5.30	2.92	0.88	2.57				17.50	14.92	
20/05/2022	127	1.88	38	0.55	6.50	3.58	0.88	3.13		8.08	8.97	23.00	19.87	
21/05/2022	128	1.32	48	0.65	6.00	3.90	0.87	3.39				19.87	16.47	
22/05/2022	129	1.50	52	0.65	3.90	2.54	0.86	2.19				16.47	14.28	
23/05/2022	130	1.33	67	0.65	2.10	1.37	0.86	1.17		8.72	9.68	23.00	21.83	
24/05/2022	131	0.91	65	0.65	1.90	1.24	0.85	1.05				21.83	20.78	
									201.21	384.10	168.64	187.37		

RESPUESTAS:

Lámina neta para llegar a CC :	23.00	mm
Lamina neta fin:	10.35	mm
Demanda hídrica del cultivo de coliflor:	201.21	mm
Cuanto he irrigado en los 131 días:	187.37	mm
Cuanto es las necesidades netas en 131 días:	168.64	mm
Aportación de lluvia para el cultivo:	32.57	mm