

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA AGRÓNOMA



TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA AGRÓNOMA

Efecto de la interacción de tres dosis de nitrógeno con tres dosis de biol
en la producción del cultivo de “Col china” *Brassica pekinensis* (Lour).
Rupr. (Brassicaceae)

Área de Investigación:

Producción Agrícola

Autor:

Pereira Vásquez, Lucelia Leonora

Jurado Evaluador:

Presidente: Cabrera La Rosa, Juan Carlos

Secretario: Holguín Del Río, José Luis

Vocal: Morales Skrabonja, César Guillermo

Asesor:

Huanes Mariños, Milton Américo

Código Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-9681-6706>

TRUJILLO - PERU

2023

Fecha de sustentación: 18/09/2023

Revisión tesis ingeniero

INFORME DE ORIGINALIDAD

19%

INDICE DE SIMILITUD

20%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

6%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.upao.edu.pe Fuente de Internet	10%
2	repositorio.umsa.bo Fuente de Internet	3%
3	hdl.handle.net Fuente de Internet	
4	Submitted to Universidad Privada Antenor Orrego Trabajo del estudiante	2%
5	dspace.esPOCH.edu.ec Fuente de Internet	2%
6	Submitted to Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas Trabajo del estudiante	2%
7	dspace.ucuenca.edu.ec Fuente de Internet	1%

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Milton Huanes Mariños, docente del Programa de Estudio de Ingeniería Agrónoma, de la Universidad Privada Antenor Orrego, asesor de la tesis de investigación titulada: "Efecto de la interacción de tres dosis de nitrógeno con tres dosis de biol en la producción del cultivo de "Col china" *Brassica pekinensis* (Lour). Rupr. (*Brassicaceae*)", autora Lucelia Leonora Pereira Vásquez, de constancia lo siguiente:

- El mencionado documento tiene un índice de puntuación de similitud de 19%. Así lo consigna el reporte de similitud emitido por el software Turnitin el (18 de julio de 2023).
- He revisado con detalle dicho reporte y la tesis, y no se advierte indicios de plagio.
- Las citas a otros autores y sus respectivas referencias cumplen con las normas establecidas por la Universidad.

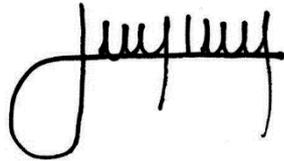
Trujillo, 18 de julio de 2023

Asesor: Milton Américo Huanes Mariños
DNI: 18154024

Autor: Lucelia Leonora Pereira Vásquez
DNI: 47188311

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9681-6706>

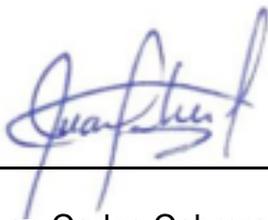
Firma:



Firma:

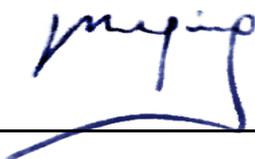


La presente tesis ha sido revisada y aprobada por el siguiente Jurado:



Ing. Dr. Juan Carlos Cabrera La Rosa

PRESIDENTE



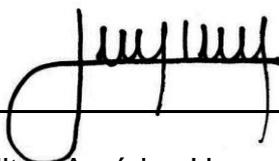
Ing. M. Sc. José Luis Holguín del Río

SECRETARIO



Ing. M. Sc. César Guillermo Morales Skrabonja

VOCAL



Ing. Dr. Milton Américo Huanes Mariños

ASESOR

DEDICATORIA

Quiero dedicar esta tesis a mis padres Julio Pereira y Llerme Vásquez, por estar pendientes de mí, por sus consejos, paciencia y esfuerzo que me han permitido poder culminar mi carrera.

A mis hermanos Mariette, Jeremy, Julio y Rahiza por su cariño y apoyo incondicional durante todo este proceso, por estar conmigo e inspirarme confianza en todo momento.

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer en estas líneas a mi familia, que han sido el apoyo fundamental para lograr mis objetivos propuestos ya que, con su ejemplo y amor, me encaminaron a poder cumplir esta meta.

A mi asesor el Dr. Milton Huanes Mariños por haberme guiado, no solo en la elaboración de este trabajo de tesis, sino a lo largo de mi carrera universitaria y haberme brindado el apoyo para poder desarrollarme profesionalmente.

A mi amigo, Andie Gonzales que supo aconsejarme y guiarme en cada decisión que tomaba, extendiendo sus manos en los momentos más difíciles que pasé, a Sarita Obeso por brindarme siempre su cariño y comprensión, sin la ayuda de ellos, mi tesis no estuviese completa.

A la Universidad Privada Antenor Orrego por haberme aceptado ser parte de ella para poder estudiar mi carrera, así también como a los diferentes docentes que aportaron sus conocimientos y apoyo para avanzar día tras día.

ÍNDICE

	Pág.
CARATULA	i
APROBACIÓN POR EL JURADO DE TESIS	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
ÍNDICE	v
ÍNDICE DE CUADROS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
ÍNDICE DE ANEXOS	x
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE BIBLIOGRAFÍA	3
2.1. Historia y Origen.....	3
2.2. Clasificación Taxonómica:.....	3
2.3. Descripción Botánica.....	4
2.3.1. Sistema Radicular.....	4
2.3.2. Tallo.....	4
2.3.3. Hojas	4
2.3.4. Flor e inflorescencia.....	4
2.3.5. Fruto y Semilla.....	5
2.4. Características Nutricionales.....	5
2.5. Fenología	6
2.6. Variedades de Col china	6
2.7. Requerimientos Edafoclimáticos	9
2.7.1. Temperatura	9
2.7.2. Fotoperiodo	10

2.7.3. Humedad Relativa	10
2.7.4. Suelo	10
2.8. Manejo Agronómico del Cultivo	11
2.8.1. Preparación del suelo	11
2.8.2. Siembra	11
2.8.3. Densidad de Siembra	11
2.8.4. Época de Siembra	12
2.8.5. Labores del Cultivo	12
2.8.5.1. Selección de plantines	12
2.8.5.2. Deshierbo	12
2.8.5.3. Riego	13
2.8.5.4. Fertilización	13
2.8.5.4.1. El Nitrógeno	15
2.8.5.4.2. El Biol	18
2.8.5.5. Cosecha	21
III. MATERIALES Y MÉTODOS	22
3.1. Ubicación del experimento	22
3.2. Análisis físico-químico del suelo experimental	22
3.3. Materiales	23
3.3.1. Insumos	23
3.3.2. Equipos:	23
3.3.3. Materiales de campo:	23
3.3.4. Materiales de escritorio:	23
3.3.5. Servicios:	23
3.3.6. Material fotográfico:	23
3.4. Metodología	24
3.4.1. Tratamientos estudiados	24
3.4.2. Distribución experimental	24
3.4.3. Croquis del experimento	25

3.4.4. Diseño estadístico	26
3.4.5. Características del área experimental	26
3.4.6. Establecimiento y conducción del experimento	27
3.4.6.1 Preparación del terreno.....	27
3.4.6.2. Trasplante	28
3.4.6.3. Riego.....	29
3.4.6.4. Fertilización	29
3.4.6.5. Control de malezas	31
3.4.6.6. Control fitosanitario	32
3.4.6.7. Cosecha	34
3.5. Parámetros evaluados	34
3.5.1. Altura de planta	34
3.5.2. Número de hojas por planta	35
3.5.3. Rendimiento (t / ha)	35
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	36
4.1. Altura de la planta a los 25 días después del trasplante.	36
4.2. Altura de la planta a los 50 días después del trasplante	38
4.3. Altura de la planta a los 75 días después del trasplante	40
4.4. Número de hojas a los 25 días después del trasplante.	42
4.5. Número de hojas a los 50 días después del trasplante.	44
4.6. Número de hojas a los 75 días después del trasplante.	46
4.7. Rendimiento (t / ha).....	48
V. CONCLUSIONES	51
VI. RECOMENDACIONES	52
VII. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA	53
VIII. ANEXOS.....	58

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Composición química de la col china en 100 gramos de porción comestible.	5
Cuadro 2. Fenología de la Col china.....	6
Cuadro 3. Fertilizantes requeridos para el cultivo de la Col China.....	14
Cuadro 4. Contenido nutricional del Biol.	19
Cuadro 5. Análisis físico - químico del suelo.....	22
Cuadro 6. Tratamientos estudiados	24
Cuadro 7. Distribución experimental	24
Cuadro 8. Prueba de Duncan y una confianza de 95% para la altura de planta a los 25 días después del trasplante.	37
Cuadro 9. Prueba de Duncan y una confianza de 95% para la altura de planta a los 50 días después del trasplante.	39
Cuadro 10. Prueba de Duncan y una confianza de 95% para la altura de planta a los 75 días después del trasplante.	41
Cuadro 11. Prueba de Duncan y una confianza de 95% para el número de hojas a los 25 días después del trasplante.	43
Cuadro 12. Prueba de Duncan y una confianza de 95% para el número de hojas a los 50 días después del trasplante.	45
Cuadro 13. Prueba de Duncan y una confianza de 95% para el número de hojas a los 75 días después del trasplante.	47
Cuadro 14. Prueba de Duncan y una confianza de 95% para el rendimiento (t/ha).....	49

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Ubicación geográfica del terreno donde se realizó el trabajo de investigación.....	22
Figura 2. Preparación del terreno.....	27
Figura 3. Desinfección de plantines de col china variedad Chorus.	28
Figura 4. Trasplante de col china variedad Chorus.	28
Figura 5. Riego en el cultivo de col china variedad Chorus.....	29
Figura 6. Fertilización química con urea.....	30
Figura 7. Fertilización orgánica con biol utilizando mochila palanca.	30
Figura 8. Campo experimental infestado de maleza.	31
Figura 9. Campo experimental deshierbado manualmente.	31
Figura 10. Larva de <i>Plutella xylostella</i> , encontrada en hoja de col china.	32
Figura 11. Productos fitosanitarios para su aplicación.	33
Figura 12. Aplicación de producto fitosanitario.....	33
Figura 13. Cosecha de col china variedad Chorus.....	34
Figura 14. Medición de altura en el cultivo de col china variedad Chorus.....	35
Figura 15. Altura de planta a los 25 días después del trasplante.	36
Figura 16. Altura de planta a los 50 días después del trasplante.	38
Figura 17. Altura de planta a los 75 días después del trasplante.	40
Figura 18. Número de hojas a los 25 días después del trasplante.....	42
Figura 19. Número de hojas a los 50 días después del trasplante.....	44
Figura 20. Número de hojas a los 75 días después del trasplante.....	46
Figura 21. Rendimiento en t/ha de col china.	48

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Análisis de varianza para la altura de la planta a los 25 días después del trasplante.....	59
Anexo 2. Análisis de varianza para la altura de la planta a los 50 días después del trasplante.....	59
Anexo 3. Análisis de varianza para la altura de la planta a los 75 días después del trasplante.....	60
Anexo 4. Análisis de varianza para el número de hojas a los 25 días después del trasplante.....	60
Anexo 5. Análisis de varianza para el número de hojas a los 50 días después del trasplante.....	61
Anexo 6. Análisis de varianza para el número de hojas a los 75 días después del trasplante.....	61
Anexo 7. Análisis de varianza para el rendimiento (t/ha).	62
Anexo 8. Altura de la planta a los 25, 50, 75 días después del trasplante.	63
Anexo 9. Número de hojas a los 25, 50, 75 días después del trasplante.	64
Anexo 10. Planta de col china a los 15 días después del trasplante.....	65
Anexo 11. Planta de col china a los 25 días después del trasplante.....	65
Anexo 12. Plantas de col china a los 50 días después del trasplante.	66
Anexo 13. Plantas de col china a los 75 días después del trasplante.	66
Anexo 14. Plantas de col china a los 80 días después del trasplante.....	67
Anexo 15. Pesado de col china.....	67

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en las instalaciones del Campus II de la Universidad Privada Antenor Orrego, ubicado en el sector Nuevo Barraza, distrito de Laredo, Provincia de Trujillo, Departamento La Libertad. Se realizó la evaluación de la interacción de tres dosis de nitrógeno y tres dosis de biol en el rendimiento del cultivo Col china variedad Chorus. Para el ensayo se utilizó el Diseño de Bloques Completamente al azar con 13 tratamientos y 4 repeticiones con un total de 52 parcelas experimentales. Se estudiaron aplicaciones de tres dosis de nitrógeno (urea) 100, 150 y 200 kg/ha y tres dosis de biol de 200, 400 y 600 L/ha y el testigo sin aplicación. Las evaluaciones incluyeron altura de planta, número de hojas y rendimiento de producción (t/ha). Se efectuó el análisis de varianza (ANVA) y la prueba de comparación de Duncan al 0.05 de probabilidad. Los resultados de esta investigación, demostraron que, la mayor altura de planta a los 25 días después del trasplante, fue para el tratamiento T13 (200 kg N/ha y 600L biol/ha) que alcanzó un promedio de 13.11 cm, siendo el testigo T1 que presentó menor altura (12.40 cm), para la evaluación de mayor altura de planta a los 50 días, el tratamiento T10, (200 kg N/ha y 0 biol/ha) obtuvo 27.42 cm, siendo el testigo T1 (0 kg N/ha y 0 L biol/ha)(25.02 cm) que logró una altura menor de 25.02 cm. Para la evaluación a los 75 días después del trasplante, nuevamente el tratamiento T13 logró un promedio de 37.60 cm y, el resultado más bajo fue para el tratamiento testigo T1 que logró 33.39 cm. El mayor número de hojas a los 25 días fue para el tratamiento T2 (100 kg N/ha y 0 L biol/ha) con un promedio de 10.81 hojas, siendo el resultado más bajo en el tratamiento T11 (200 kg N/ha y 200 L biol/ha) con 9.44 hojas. A los 50 días el mayor número de hojas, logró el tratamiento T8 (150 kg N/ha y 400 L biol/ha) con 19.96 hojas, en cambio el testigo T1 logró un menor promedio de 16.58 hojas. A los 75 días, el tratamiento T13 alcanzó el mayor promedio con 27 hojas. El resultado más bajo fue para el testigo T1 (23 hojas). El mayor rendimiento fue para el tratamiento T13, que logró 55.20 t/ha.

Palabras clave: biol, urea, col china, chorus.

ABSTRACT

This present research was carried out at the facilities of Campus II of the Antenor Orrego Private University, located in Nuevo Barraza sector, district of Laredo, Province of Trujillo, Department of La Libertad. The effectiveness evaluation was performed about three doses of nitrogen and three doses of biol in the yield of the Cabbage Chinese Chorus variety crop. For the trial, the Block Design was completely used at random with 13 treatments and 4 repetitions with a total of 52 experimental plots. Applications of three doses of nitrogen (urea) 100, 150 and 200 kg/ha and three doses of biol of 200, 400 and 600 L/ha and the control without application were studied. The evaluations included plant height, number of leaves and yield (t/ha). Analysis of variance (ANVA) and Duncan's comparison test at 0.05 probability were performed. The results of this research showed that the greatest plant height 25 days after transplanting was for treatment T13 (200 kg N/ha and 600L biol/ha), which reached an average of 13.11 cm, while the control T1 presented the lowest height (12.40 cm), for the evaluation of greater plant height at 50 days, treatment T10 (200 kg N/ha and 0 biol/ha) obtained 27.42 cm, while the control T1 (0 kg N/ha and 0 L biol/ha)(25.02 cm) achieved a lower height of 25.02 cm. For the evaluation at 75 days after transplanting, the T13 treatment again achieved an average of 37.60 cm and the lowest result was for the control treatment T1, which achieved 33.39 cm. The highest number of leaves at 25 days was for treatment T2 (100 kg N/ha and 0 L biol/ha) with an average of 10.81 leaves, the lowest result being for treatment T11 (200 kg N/ha and 200 L biol/ha) with 9.44 leaves. At 50 days, the highest number of leaves was achieved by treatment T8 (150 kg N/ha and 400 L biol/ha) with 19.96 leaves, while the control T1 achieved a lower average of 16.58 leaves. At 75 days, treatment T13 achieved the highest average with 27 leaves. The lowest result was for the control T1 (23 leaves). The highest yield was for treatment T13, which achieved 55.20 t/ha.

Key words: biol, urea, chinese cabbage, chorus.

I. INTRODUCCIÓN

La col china (*Brassica pekinensis*) (Lour). Rupr. se siembra en diferentes partes del mundo, con el paso del tiempo se ha desarrollado diferentes cultivares, adaptándose en calidad, forma, maduración. En la actualidad se pueden encontrar diferentes híbridos en el mercado (Garbi, 2016).

El continente que tiene mayor producción y consumo es Asia. Esta hortaliza puede consumirse de diferente manera, ya sea cocida o cruda, aportan al organismo cantidades considerables de vitaminas A y C. Es una planta que tiende a desarrollar un tallo compacto, del cual emergen hojas grandes de coloración verde oscura, con peciolo ancho y blanco. Las hojas forman un cogollo, que es el órgano comestible (Carrera, M., Galán, V., Gonzáles, F. y Hidalgo, L., 2005).

La creciente demanda de hortalizas está generando mayor interés al mercado interno peruano, debido a que estos productos tienen diferentes colores y agradables sabores y por su ciclo vegetativo de periodos cortos (Redagráfica, 2019). La producción de col china logró alcanzar las 560 toneladas en lo que respecta al departamento de La Libertad (Gerencia Regional de Agricultura, 2018).

La fertilización mineral proporciona los nutrientes necesarios para los diferentes cultivos, produciendo mayores y mejores alimentos, teniendo una gran demanda comercial (Yepis, O., Fundora, O., Pereira, C. y Crespo, T., 1999); los fertilizantes mejoran el déficit de las necesidades vegetativas, determinado por los elementos nutritivos encontrados en el suelo (Prause, J. y Ferrero, A., 1992). Las ventajas que se obtienen por fertilización son: una buena calidad en la cosecha, mejora la resistencia a los cultivos que se encuentran propensos a enfermedades y plagas, mantienen y mejoran la fertilidad en el suelo y aumenta la rentabilidad del cultivo (Molina, 2003). Sin embargo, existen las aplicaciones excesivas de fertilizantes que ocasionan efectos adversos (Braun, 2007), produciendo un desequilibrio de manera significativa tanto a la sostenibilidad de la agricultura, como del medio ambiente (Heffer, P. y Prud'homme, M., 2010).

Los abonos orgánicos son una fuente microbiana para el suelo, proveniente de desechos de animales y vegetales, que favorecen el desarrollo y producción de cultivos, reemplazando parcialmente el uso de fertilizantes químicos, mejorando las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo, facilitando el crecimiento de las raíces (Cenicafé, 2009).

Bojórquez (2010), manifiesta que los abonos líquidos presentan microorganismos que previenen el deterioro que ocasionan algunos patógenos, también son capaces de sintetizar sustancias que fomentan el crecimiento de las plantas, fijando el nitrógeno atmosférico, solubiliza el fósforo inorgánico, mejorando la tolerancia al estrés, ya sea por salinidad, sequía o algún exceso por pesticidas. El biol es un bioestimulante obtenido de la descomposición anaeróbica de desechos orgánicos, que mejora el enraizamiento, incrementa el follaje, la floración y viabilidad germinativa de las semillas (Suquilanda, 2017). Este abono es una fuente orgánica de fitorreguladores como las auxinas y giberelinas, que promueven las actividades fisiológicas del cultivo, incrementando de manera significativa las cosechas (Zúñiga, 2014).

Por lo mencionado anteriormente, con este trabajo de investigación, lo que se quiere fomentar es el uso de abonos orgánicos como el biol para la producción de col china, con la finalidad de obtener un mejor rendimiento y calidad, para una mayor producción en Laredo.

II. REVISIÓN DE BIBLIOGRAFÍA

Cultivo de Col China o Repollo Chino (*Brassica pekinensis*) (Lour). Rupr.

2.1. Historia y Origen

El origen de la Col China *Brassica pekinensis* (Lour). Rupr. Proviene del extremo oriente, cultivándose en China desde hace mil quinientos años, formando parte de su dieta culinaria, luego fueron llevadas a Japón a fines del siglo XIX (Infoagro, 2003). La aparición de *Brassica pekinensis* pudo haber ocurrido por hibridación natural en la zona media de China, del nabo de campo (*Brassica rapa* L.) cultivado en la zona norte y del pack-choi (*Brassica chinensis* L.) que se cultivaba en el sur del país (Hernández, 1996). En la década de 1970, la col china empezó a extenderse en Europa, iniciando de esta manera sus exportaciones otoño-invierno, pero en áreas menores para el mercado externo en España (Maroto J., 1992).

Actualmente los principales productores a nivel mundial son: China, India, Rusia, Japón, España, Alemania, Holanda y Austria (Illescas, 2008).

2.2. Clasificación Taxonómica:

División : Magnoliophyta
Clase : Magnoliopsida
Subclase : Dilleniidae
Orden : Capparales
Familia : Brassicaceae
Género : Brassica
Especie : Pekinensis

Nombre Científico: *Brassica pekinensis* (Lour). Rupr.
(Rojas, 2001)

2.3. Descripción Botánica

La col china es un cultivo anual en el Perú, tiene un parecido a la lechuga “romana”, presenta hojas verticales, con un limbo alargado y una penca con nervaduras marcadas, ocupando la mayor parte de esta hortaliza; sus hojas al inicio crecen de manera erecta y separada, luego forman el cogollo (Infoagro, 2003), y finalmente presenta una cabeza alargada, elongada y compacta (Jaramillo, N. y Díaz, D., 2006). Su ciclo vegetativo puede durar de 70 a 90 días, esto depende de la variedad (Infojardin, 2002).

2.3.1. Sistema Radicular

Presenta una raíz definida, pivotante, con numerosas raicillas y pelos absorbentes, extendiéndose de 45 a 60 centímetros de profundidad (Jaramillo, N. y Díaz, 2006).

2.3.2. Tallo

Es corto, cilíndrico, es grueso midiendo de 3 a 6 centímetros de diámetro, y una altura aproximada de 20 a 50cm, donde las hojas están de forma helicoidal, presentando entrenudos cortos, formando una base carnosa (Jaramillo, N. y Díaz, D., 2006).

2.3.3. Hojas

Las hojas son alternas, opuestas, onduladas y dentadas en los bordes de coloración verde claro, el interior es todavía un verde más claro, la nervadura central es gruesa, carnosa muy marcada de color blanco y amarillo, el limbo tiene forma de ala hasta la base de peciolo, que es ancho y de color blanquecino (Jaramillo, N. y Díaz, D., 2006). La formación del cogollo está compuesto de hojas abrazadas entre sí, con nervios y peciolos muy notorios en la parte externa (Hernández, 1996).

2.3.4. Flor e inflorescencia

Es un racimo de 10 a 30cm de altura, son bracteadas, de flores amarillas (Jaramillo, N. y Díaz, D. 2006) y hermafroditas con inflorescencia abierta, teniendo un eje corto, los pedicelos son largos saliendo en diferentes alturas (Rodríguez y Lozano, 2018).

2.3.5. Fruto y Semilla

Es una cápsula silicua, con valvas caducas (Jaramillo, N. y Díaz, D., 2006). Las semillas son pequeñas, redondas de color marrón oscuro, miden de 2 a 3mm de diámetro (Huamán, 2008). La col china puede producir de 250 a 300 semillas por gramo (Hernández, 1996).

2.4. Características Nutricionales

La col china contiene vitaminas y minerales, el suministro más destacado es la vitamina C, en cuanto a la vitamina B₁ (tiamina) tiene ciertas cantidades que son beneficiosas para las funciones cardiovasculares (Cuadro 1); el sabor y olor de esta hortaliza se caracteriza por tener compuestos azufrados, responsables de su poder antioxidante y su potente propiedad anticancerígena (Jaramillo, N. y Díaz, D., 2006).

Cuadro 1. Composición química de la col china en 100 gramos de porción comestible.

Composición	Cantidad	Unidad
Agua	95	%
Proteínas	1.25	G
Grasas	0.8	G
Hidratos de carbono Totales	35	G
Fibras	0.6	G
Cenizas	0.7	G
Calcio	43	Mg
Fósforo	40	Mg
Hierro	0.6	Mg
Sodio	23	Mg
Potasio	253	Mg
Vitamina A	150	UI
Tiamina	0.05	Mg
Riboflavina	0.04	Mg
Niacina	0.26	Mg
Ácido Ascórbico	25	Mg

Fuente: (Maroto J. , 1995)

2.5. Fenología

La fenología de la col china se encuentra dividida en dos fases (Cuadro 2):

Fase vegetativa: Aumento del número de hojas y engrosamiento del tallo.

Fase reproductiva: Crecimiento y desarrollo de la cabeza (pella), a partir de la formación de la inflorescencia hasta la cosecha.

Cuadro 2. Fenología de la Col china.

Estado fenológico	Días después de la siembra
Fase vegetativa	
Etapa de semillero (Vo)	7 - 10
Etapa juvenil (V1)	15 - 40
Fase reproductiva	
Etapa de la formación de cabeza (R1)	60 - 80

Fuente: Jaramillo, N. y Díaz, D., (2006).

2.6. Variedades de Col china

Se deben de tener en cuenta las siguientes características:

- Precocidad
- Perfil del cogollo
- Color de las hojas
- Resistencia al “tipburn”
- Resistencia a la “subida de flor”
- Resistencia a patógenos (Camasca, 1994)

Las variedades de Brassica pekinensis son híbridas y se clasifican según su precocidad:

- Michihiliy

La formación del repollo le toma 75 días, presenta un tamaño de 30 a 40 cm de altura, de forma cilíndrica, de grosor compacto sobre los 15 cm, de extremidades en punta redondeado, tiene sabor agradable (Sobrino I, y Sobrino E., 1994).

- Wong Bock

Es una variedad que culmina a los 85 días, presenta hojas de color verde pálido, el arrepollado es de unos 23 cm de altura, con un grosor de 18 cm de forma oval y compacta, sus hojas tienen una coloración verde, el peso que alcanza en la cosecha es alrededor de los 4.5 kg (Sobrino I, y Sobrino E., 1994).

- Nagasaki

La variedad es semi arrepollada, las hojas no se encuentran superpuestas, quedando el ápice abierto, la parte interna es blanca. Tienen a adaptarse a zonas cálidas, la superficie de la hoja es rugosa con un tono verde oscuro (Sobrino I, y Sobrino E., 1994).

- Nagaoka – 50

Variedad híbrida precoz, con resistencia a la subida de flor, se utilizan en siembras tempranas, la forma del repollo es corta y gruesa compacta, no cerrada superiormente, puede alcanzar un peso de 2 kg (Sobrino I, y Sobrino E., 1994).

- Spring – A1

Es un híbrido que se siembra finalizando primavera e inicios de verano, por la subida de la flor. Es una variedad precoz, las hojas son verde claro, y forma un arrepollado muy cerrado en el ápice, con un peso de 1.5 kg (Sobrino I, y Sobrino E., 1994).

Las nuevas variedades que se cultivan en Sudamérica:

- Pak choi o Bok choy

Tiene forma de “hoja acucharada”, posee un verde intenso en las puntas y un tallo blanquecino, mide de 20 a 60cm. Posee un sistema radicular superficial, con lo que se debe de mantener con una buena disponibilidad de agua. Se puede sembrar en cualquier época del año, pero es más recomendable a finales de verano (Redagrícola, 2020).

- Baby pak choy

Es un híbrido que se cosecha a temprana edad, sus hojas tienen forma de cuchara, de color verde esmeralda y tallo blanquecino, este pak choy se siembra en cualquier estación del año. Son cosechadas a partir de los 10cm, al cabo de un mes de la siembra la textura es crujiente y suave.

- Dwarf bok choy

Posee hojas rugosas verde oscuras con inflorescencia. Tiene la misma apariencia que el bok choy pero más pequeño y de hojas un tanto dulces, se recomienda sembrar en climas templados y cosechar a tiempo, ya que el frío puede engrosar las hojas (Redagrícola, 2020).

- Tatsoi

Se le conoce como Pak choi arrosetado, tiene una similitud a la espinaca, pueden alcanzar los 20cm de altura y hasta un diámetro de 50cm. Puede tardar alrededor de ocho semanas desde la siembra a la cosecha, sus hojas son de textura más dura y presenta mayor contenido nutritivo que pak choi (Redagrícola, 2020).

- Choy sum

Sus brotes son utilizados al momento de la floración. La cosecha inicia entre los 40 y 60 días, es importante ser precisos respecto a la cosecha, una vez que finaliza la floración, estas pierden su textura suave y agradable sabor (Redagrícola, 2020).

- Verano 6

De hojas alargadas, verde claro, bordes ondulados, de peciolo y nervadura blanca. En época de invierno el cogollo crece de manera cerrada, pero en verano la col china se forma con hojas abiertas. Debe ser sembrado en suelos con buen drenaje. Tiene un rendimiento de 30-50 t/ha (INIFAT, 2010).

- WR 70

La forma del repollo es compacto y alargado, no mayor de 20cm de longitud. Tiene un ciclo de 60 días, y puede ser sembrada entre los meses de setiembre y febrero.

- Selección N-100

Presenta una coloración verde claro, y su nervadura central es blanquecina amarillenta, llega a medir 30cm de altura, con un diámetro de 17cm, el peso del producto es de 850g. El ciclo vegetativo es de 85 días, su rendimiento varía entre los 15-18t/ha (INIFAT, 2010).

- Súper King

La forma del repollo es alargado y compacto, de color verde claro, puede llegar a pesar 3kg. Esta variedad culmina a los 85 días, su siembra se realiza entre los meses de setiembre y febrero (INIFAT, 2010).

2.7. Requerimientos Edafoclimaticos

2.7.1. Temperatura

El crecimiento óptimo para la col china se encuentra entre los 18 y 22°C (Jaramillo, N. y Díaz, D., 2006), esta hortaliza puede ser sensible al frío, a menos de 12°C inducen a la aparición de flor prematura, a elevada temperatura disminuye el crecimiento de los talamos florales (Agroes, 2015) por debajo de 8°C el crecimiento de la planta se detiene (Infoagro, 2003).

2.7.2. Fotoperiodo

Es una planta de fotoperiodo corto. Maroto (1983), menciona que el fotoperiodo es un factor que tiene una mínima influencia respecto a la subida de flor, si la planta ha sido vernalizada. En condiciones frecuentes de fotoperiodo largo, puede llegar a inducir la floración prematura en algunos cultivares, reduciendo la inducción de un mayor número de hojas (Maroto J., 1992). En ocasiones causan efectos desfavorables como, el desbalance auxínico, ocasionando que la formación del cogollo se encuentre activo por un mecanismo hipostático, manifestando peciolos erectos y limbos en forma de copa, para lo que se recomienda el atado de plantas (Tito, 2013).

2.7.3. Humedad Relativa

La col china necesita altos requerimientos de humedad debida a su gran superficie foliar en sus diferentes fases. La humedad relativa óptima durante el día es de 60 – 70% (Pulido, 2009). Si la humedad sobrepasa el 90% y la atmósfera se encuentra saturada de vapor de agua, la condensación sobre el cultivo puede causar enfermedades por patógenos (Silva, 2019).

2.7.4. Suelo

El tipo de suelo es de textura media, porosa y bien drenada. Es fundamental que el suelo tenga un buen contenido de materia orgánica, de esto depende la producción de col china; la exigencia de humedad en el suelo es importante, ya que puede presentar una disminución hídrica, detiene el crecimiento de la planta (Jaramillo, N. y Díaz, D., 2006). El pH adecuado para la col china varía entre 5.6 – 7, en caso de suelos muy alcalinos, puede provocar el “tip burn” o quemazón del borde de las hojas (Infoagro, 2003).

2.8. Manejo Agronómico del Cultivo

2.8.1. Preparación del suelo

Para que el cultivo se desarrolle con normalidad, debe de presentar una topografía adecuada, el laboreo se efectúa con un pase de rastra de discos, ya que las raíces son suaves y el suelo tiene que estar bien mullido para su establecimiento; las crucíferas se siembran en altas densidades, por su periodo corto de vida, el lugar donde se siembre debe estar libre de otros cultivos para que no haya competencia (Jaramillo, N. y Díaz, D., 2006).

Rimache (2009), manifiesta que las ventajas de una buena preparación del terreno:

- Favorece la germinación de las semillas y al desarrollo radicular.
- Facilita las labores culturales posteriores.
- Mayor control de malezas y eliminación de las mismas.
- Mejora la aireación del suelo y la circulación del agua.
- Aumenta la actividad biológica del suelo.
- Puede ayudar a controlar ciertas plagas.

2.8.2. Siembra

La siembra se realiza sobre suelo húmedo, utilizando técnicas de siembra directas, al voleo o lineal (Limerin, 2000).

Maocho (2012) indica que, para la siembra se debe de utilizar de 3 a 4 Kg de semilla /ha. En la siembra directa se hace un pequeño hoyo en el surco, depositando la semilla a chorro continuo, dándole un tapado ligero pasando un rastrillo para cubrirla; esta labor puede realizarse de forma mecánica.

2.8.3. Densidad de Siembra

El distanciamiento entre plantas es variable, esto depende de las variedades o híbridos requeridos, las condiciones ambientales en las que se encuentre y las exigencias del mercado; las variedades precoces son sembradas con altas densidades respecto a las

variedades tardías; a mayor distancia de siembra, mayor peso y tamaño de las cabezas de col china (Jaramillo, N. y Díaz, D., 2006).

El marco de plantación es de 0.50 - 0.60 x 0.50 m, sembrando de manera correctamente esta hortaliza (Maroto J., 1995).

Tiscornia (1975), indica que para la distancia del trasplante debe de encontrarse entre 40 a 60 cm entre surcos.

Según Tamaro (1981), la siembra se realiza a distancias de 40 a 50cm. Las densidades pueden llegar hasta 62.000plantas/ha (Sakata, 2019) .

2.8.4. Época de Siembra

Maroto (1995), menciona que la época de siembra no debe de ocurrir alteraciones en su estado vegetativo, de ser posible desde semillero, para que produzca plántulas vigorosas. Se puede sembrar en cualquier época del año, pero el momento más adecuado de siembra es a finales de octubre, algunas siembras pueden ocasionar un crecimiento irregular, ya que en el trasplante puede aparecer pudrición en el cuello; se debe de utilizar variedades o híbridos que tengan subida de flor lenta.

2.8.5. Labores del Cultivo

2.8.5.1. Selección de plantines

Se hace una selección de un número determinado de plantines/m² en las siembras de los almácigos, dependiendo de las primeras hojas verdaderas, si la siembra directa es al voleo o lineal, se elige la planta que presenta mayor vigorosidad (Douglas, 1985).

2.8.5.2. Deshierbo

Al realizar el deshierbo de la col china, se debe tener en cuenta que presenta un sistema radicular superficial, la mayor parte de sus pelos absorbentes se encuentran a unos 5cm de profundidad, esta labor debe de efectuarse

con cuidado para evitar el daño de las raíces (Jaramillo, N. y Díaz, D., 2006).

El primer deshierbo se realiza entre los 15 a 20 dds, ya que puede efectuarse de manera oportuna, el segundo deshierbo se hace a partir de los 35 a 40 dds teniendo un mejor control sobre la maleza (Tamaro, 1981).

2.8.5.3. Riego

El agua es fundamental en toda la etapa del cultivo, pero se debe tener en cuidado con excesos que llegan a ocasionar pudriciones, especialmente en el desarrollo de la cabeza (Ecosiembra, 2012).

Jaramillo (2006), recomienda que el suministro de agua sea abundante durante la germinación, desarrollo de la plántula, al momento del trasplante, y durante la formación de la cabeza. La presencia de sequía en cualquier etapa de desarrollo de la col china, puede retrasar el crecimiento e impidiendo que la planta llegue a la etapa final de producción (Gordon, 1984).

El requerimiento máximo hídrico, se efectúa cuando el cultivo ha alcanzado su máxima cobertura foliar, sin embargo, los riegos al inicio deben ser frecuentes para un buen establecimiento (Krarup, 1992).

2.8.5.4. Fertilización

Una producción exitosa de hortalizas depende del uso adecuado de sus recursos disponibles, la mayor demanda es el uso de fertilizantes orgánicos y minerales, que son capaces de suministrar los nutrientes necesarios para un buen crecimiento, rendimiento y calidad, cumpliendo los requisitos del mercado; pero si los nutrientes son

insuficientes, esto influye de manera negativa la producción de hortalizas y de ocurrir excesos de fertilización, puede causar toxicidad en los cultivos, incrementando los costos de producción (Martínez, 2016).

Según el cuadro 3, debe de existir un análisis de suelo, que determine los nutrientes existentes para una fertilización adecuada de crucíferas, obteniendo un beneficio agronómico y económico (Jaramillo, 2001).

Cuadro 3. Fertilizantes requeridos para el cultivo de la Col China.

N	P	K
(kg/ha)	(kg/ha)	(kg/ha)
220-260	70-90	230-360

Fuente: Tecnicoagricola (2009)

La CBI (Corporación Bioquímica Internacional, 2010), menciona que las investigaciones en campo con enmiendas orgánicas a base de ácidos húmicos y fúlvicos en diferentes cultivos hortícolas, confieren grandes ventajas en suelos livianos, disminuye pérdidas de agua y nutrientes por lixiviación. Proporcionando una mayor resistencia a un ambiente de estrés por falta o exceso de agua, elevadas temperaturas y por ataque de plagas y/o enfermedades. Estas enmiendas deben ser aplicadas al inicio de la siembra (75%), incorporándolas al suelo o en las líneas de plantación y lo restante (25%), con el cultivo en desarrollo.

La fertilización debe ser equitativa, para obtener un crecimiento continuo y no brusco de la planta, es recomendable fertilizar a partir de la preparación del suelo

(previo al trasplante), en el que se suministra el fósforo y potasio, mientras que el nitrógeno es recomendable aplicarlo en tres partes, al momento de ser trasplantado 1/3, a los 25 días 1/3, y a los 50 días 1/3 (Teuber Winkler, 2005).

2.8.5.4.1. El Nitrógeno

La función principal del nitrógeno en los seres vivos es formar moléculas de proteínas y aminoácidos. También forman parte de compuestos como vitaminas, coenzimas, clorofila, ácidos nucleicos (ADN, ARN) y presenta un porcentaje del 1 a 4% del extracto seco de la planta. El nitrógeno es un mineral limitante para el crecimiento de los cultivos. Las fuentes de nitrógeno que utilizan las plantas se encuentran en forma de nitrógeno combinado como nitratos (NO_3^-) y amonio (NH_4^+) (INIA, 1996).

- **Nitrógeno en el suelo**

El total de nitrógeno encontrado en el suelo es un 98%, el cuál esta como materia orgánica (M.O.), hallando azúcares aminados, proteínas y aminoácidos. El N inorgánico se encuentra en formas de nitrato (NO_3^-), amonio (NH_4^+) y nitrito (NO_2^-), de manera transitoria en el suelo, lo cuál puede ser variable. De esta forma el N es absorbido por las plantas, siendo importante para la nutrición del cultivo (Perdomo, C. y Barbazán, M., 2001).

El nitrógeno orgánico que se encuentra en el suelo es procedente de cosechas, raíces, hojas, compost, y restos de fertilizantes minerales que han sido aportados anteriormente (Andreu J., Betrán J. y col., 2006).

- **Eficiencia del nitrógeno en los fertilizantes**

Es la relación que existe entre los kilogramos de N absorbido que proviene de fertilizantes y los kg de N agregado. Esta aplicación depende de la edad en la que se encuentra el cultivo; el N no absorbido, se queda en el suelo de manera orgánica en menor cantidad, el resto de nitrógeno se pierde en el sistema suelo – planta (Perdomo y col., 2001).

El 50% del nitrógeno mineral aplicado al suelo, es absorbido por el cultivo el primer año, y cierta parte se agrega a la materia orgánica, para que sea disponible más adelante. Hay pérdidas por volatilización, lavados, acumulación de capas profundas, etc. También hay pérdidas de nitrógeno de fuentes orgánicas (Andreu J., Betrán J. y col, 2006).

- **Aplicación de fertilizantes nitrogenados**

El nitrógeno es un nutriente que se encuentra limitante para la producción de cultivos, excepto para las leguminosas, ya que son capaces de fijarlo de la atmósfera. En el suelo el nitrógeno se encuentra en forma de reserva, es absorbido por la planta en forma de nitrato y amonio (Andreu J., Betrán J. y col, 2006).

Uno de los fertilizantes que tiene mayor fuente de nitrógeno es la urea que presenta un 46% de N, la aplicación de este fertilizante debe de hacerse de manera particular, ya que existe una pérdida por evaporación de amoniaco en el aire. La urea debe de aplicarse al suelo siguiendo las buenas prácticas agrícolas, el cultivo finalizará con una buena producción (FAO, 2002).

- **Funciones del nitrógeno en la planta**

Perdomo (2001), señala que, dentro de la planta, el nitrógeno se encuentra de manera orgánica, jugando un papel importante en el crecimiento vegetal, constituyendo moléculas como: clorofila, aminoácidos esenciales, proteínas, enzimas, hormonas, siendo importante en procesos metabólicos como en la utilización de carbohidratos. La acumulación de N en la planta es escasa, debido a que la planta empieza a desarrollarse, en el periodo activo de crecimiento hay una máxima absorción de N y finalmente la tasa de absorción de N empieza a reducirse.

Según Kass (1996), las funciones del nitrógeno que tienen relación a los procesos metabólicos en las plantas son los siguientes:

- El nitrógeno se encarga de los procesos metabólicos dentro de la planta.
- Las proteínas nitrogenadas actúan como coenzimas, controlando los procesos metabólicos internos.

El nitrógeno es un complemento primordial de la clorofila, unidad básica para la absorción de energía lumínica para el proceso de fotosíntesis, luego forman hidratos de carbono que conducen a la producción de masa protoplasmática

- Estimula el crecimiento vegetativo y la coloración verde en las hojas.
- Aumenta la masa protoplasmática, sustancia que hidrata y produce succulencia foliar.
- Si incrementa la succulencia foliar, pudiendo retrasar la época de cosecha de los cultivos; pero no es ciertamente para todos los cultivos, siempre y cuando haya aporte de otros elementos esenciales por fertilización. La succulencia puede llegar a aumentar el ingreso de plagas y enfermedades, ya que las paredes celulares hidratadas tienden a dilatarse, y los estiletes de los insectos

chupadores y minadores, penetran fácilmente. Pero hay cultivos con ese tipo de estructuras, que requieren de un análisis complejo.

- **Deficiencia de Nitrógeno en las plantas**

Cuando hay un aporte escaso de N, las hojas tienden a ser pequeñas, tallos delgados, rectos con pocas ramificaciones, el aspecto de la planta es rala. En el crecimiento de las plantas las hojas se tornan pálidas, de color verde amarillento (cloróticas), debido a la poca síntesis de la clorofila. De manera que la planta envejece, las hojas suelen ser amarillas, rojas o púrpuras, esto se debe a la presencia de antocianina (Perdomo, C. y Barbazán, M., 2001).

2.8.5.4.2. El Biol

El biol es el resultado de la descomposición de materiales orgánicos, como: estiércol de animales, plantas, frutos y otros. Se origina de la fermentación de residuos orgánicos y agua. La técnica utilizada para obtener biol es a través de Biodigestores; su uso permite que las plantas tengan un desarrollo óptimo generando la mayor productividad a los cultivos (INIA, 2008).

Lázaro (2007), indica que es un líquido residual que se descarga frecuentemente del biodigestor, separando la parte líquida y sólida por medio de filtración y floculación, es un biofactor que impulsa el crecimiento de las plantas; el biol se puede emplear en cualquier cultivo.

Los biodigestores producen energía y abono para las plantas utilizando el estiércol de los animales, pero en la última década esta técnica viene priorizando la producción de bioabonos, especialmente del abono foliar, que sirve

como estimulador en el desarrollo de la planta (Sánchez, 2004).

Los abonos líquidos o biofertilizantes son a corto plazo más efectivos, usados como un complemento por riego y para correcciones en aplicaciones foliares, también presentan excelentes propiedades como preventivo y repelentes contra hongos y plagas (Cuchman, H. y Riquelme, A., 1993).

Es un bioestimulante que se aplica tanto al follaje como semillas, teniendo como resultado un aumento en el número de raíces, incrementando la capacidad fotosintética de la planta, mejorando la producción y calidad de cosecha (Medina, 1992).

Los bioles tienen una rápida absorción, pueden aplicarse a las raíces y hojas, mientras tengan los elementos principales que son: Nitrógeno, Fósforo y Potasio (Unzueta, 1999).

Siamage (2001), menciona que si posee más nutrientes, estimulan a más actividades fisiológicas.

- **Contenido Nutricional del Biol**

En el cuadro 4, se especifica el contenido nutricional del Biol, detallándose a continuación.

Cuadro 4. Contenido nutricional del Biol.

Tiempo retención hidráulica (días)	pH	N (%)	P (%)	K (%)	CE dS/m
15	6	0.7	0.25	0.57	2.17
20	6	0.91	0.8	0.75	2.21
25	6	1.52	1.12	0.85	2.28
30	7	1.63	1.95	1.12	2.35
35	7	1.81	2.21	1.24	2.44

Fuente: Cabrera (2014).

- **Formación del Biol**

A mayor temperatura, mayor será la fermentación (Restrepo, 2001). Es importante que la acidez debe de encontrarse en un pH de 7.0. La fermentación es correcta sí se percibe una coloración verde hierba mate, la superficie presenta una espuma verde, y no hay olores desagradables (Cuchman, H. y Riquelme, A., 1993).

- **Uso del Biol**

Se utiliza en plantas de ciclo corto, anuales o perennes, gramíneas, frutales, leguminosas, forrajeras, hortalizas, las aplicaciones son al suelo, follaje, raíz, incluso hasta las semillas (Gomero, 1999). Los abonos líquidos son compuestos anaeróbicos, que se utiliza como fertilizante, insecticida, fungicida, fitoregulador (Alexandra, 2007).

- **Biol al follaje**

Medina (1992), indica que la aplicación de biol no debe de utilizarse puro, las diluciones se realizan de 50 a 75%. Las aplicaciones se realizan de tres a cuatro veces en las etapas críticas del cultivo, debe de mojarse bien las hojas en 400 a 800L/ha, dependiendo de la edad en la que se encuentre la plantación.

- **Biol al suelo**

La incorporación de biol al riego mejora la estructura del suelo, haciendo que las hormonas que contiene fomente un mejor desarrollo en la parte radicular de la planta y teniendo una mejor actividad de los microorganismos. Mandujano (2010) menciona que el biol no deja residuos tóxicos en el suelo, considerándolo como buen fertilizante que puede complementarse con los fertilizantes químicos.

➤ **Biol a las raíces**

Cuando se hace trasplante de raíces, estas se sumergen en una solución de biol al 12.5%, por cinco minutos, una vez oreados, se procede al trasplante (Medina, 1992).

2.8.5.5. Cosecha

Inicia entre los 80 a 90 días aproximadamente, esto va a depender del cultivar sembrado y en las condiciones climáticas en las que se presenta, la cosecha se realiza de forma manual o mecánica, la cabeza debe encontrarse firme y compacta, aunque pueden ser cosechadas en un estado todavía inmaduro, como hortalizas bebé. Se usan herramientas como machetes o cuchillos, cortando desde el tallo entre 2 y 4cm de altura, luego son colocados en lugares frescos hasta su distribución (Ecosiembra, 2012).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación del experimento

El presente trabajo de investigación se realizó en las instalaciones del Campus II de la Universidad Privada Antenor Orrego, ubicado en el Sector Nuevo Barraza del distrito de Laredo, provincia de Trujillo, región La Libertad; a 20 m.s.n.m. y entre los paralelos $8^{\circ} 06' 31.50''$ de latitud sur y $78^{\circ} 59' 21.91''$ de longitud oeste (Figura 1).

3.2. Análisis físico-químico del suelo experimental

Los resultados demuestran que el suelo experimental presenta un porcentaje de materia orgánica, tanto el fósforo como el potasio, se encuentran en rangos altos y con relación a la conductividad eléctrica existe un leve problema de sales (Cuadro 5).

Cuadro 5. Análisis físico - químico del suelo experimental.

Muestra	M.O (%)	P (ppm)	K (ppm)	pH 01:01	Porcentaje de Saturación	CE (es) Ms/cm Estimad	CaCO ₃ (%)
1	1.88	56.12	626.90	6.92	39	2.28	3.5

Fuente: (Cabrera, 2014)



Figura 1. Ubicación geográfica del terreno donde se realizó el trabajo de investigación.

3.3. Materiales

3.3.1. Insumos

- Semilla de col china (*Brassica pekinensis*) (Lour). Rupr.
(Variedad: **Chorus**)
- Fertilizante nitrogenado (Urea)
- Fertilizante orgánico (Biol)
- Insecticidas
- Fungicidas

3.3.2. Equipos:

- Mochila a palanca
- Balanza

3.3.3. Materiales de campo:

- Carretilla
- Machete
- Palana
- Cinta métrica
- Estacas
- Rafia

3.3.4. Materiales de escritorio:

- Hojas bond A4
- Lapiceros
- Calculadora
- Libreta de campo

3.3.5. Servicios:

- Alquiler de tractor

3.3.6. Material fotográfico:

- Cámara fotográfica

3.4. Metodología

3.4.1. Tratamientos estudiados

Los tratamientos estudiados, se detallan en el cuadro 6.

Cuadro 6. Tratamientos estudiados

N°	Tratamiento	Código	Dosis de N, kg/ha	Biol L/ha
1	Tratamiento 1 (Testigo)	T1	0	0
2	Tratamiento 2	T2	100	0
3	Tratamiento 3	T3	100	200
4	Tratamiento 4	T4	100	400
5	Tratamiento 5	T5	100	600
6	Tratamiento 6	T6	150	0
7	Tratamiento 7	T7	150	200
8	Tratamiento 8	T8	150	400
9	Tratamiento 9	T9	150	600
10	Tratamiento 10	T10	200	0
11	Tratamiento 11	T11	200	200
12	Tratamiento 12	T12	200	400
13	Tratamiento 13	T13	200	600

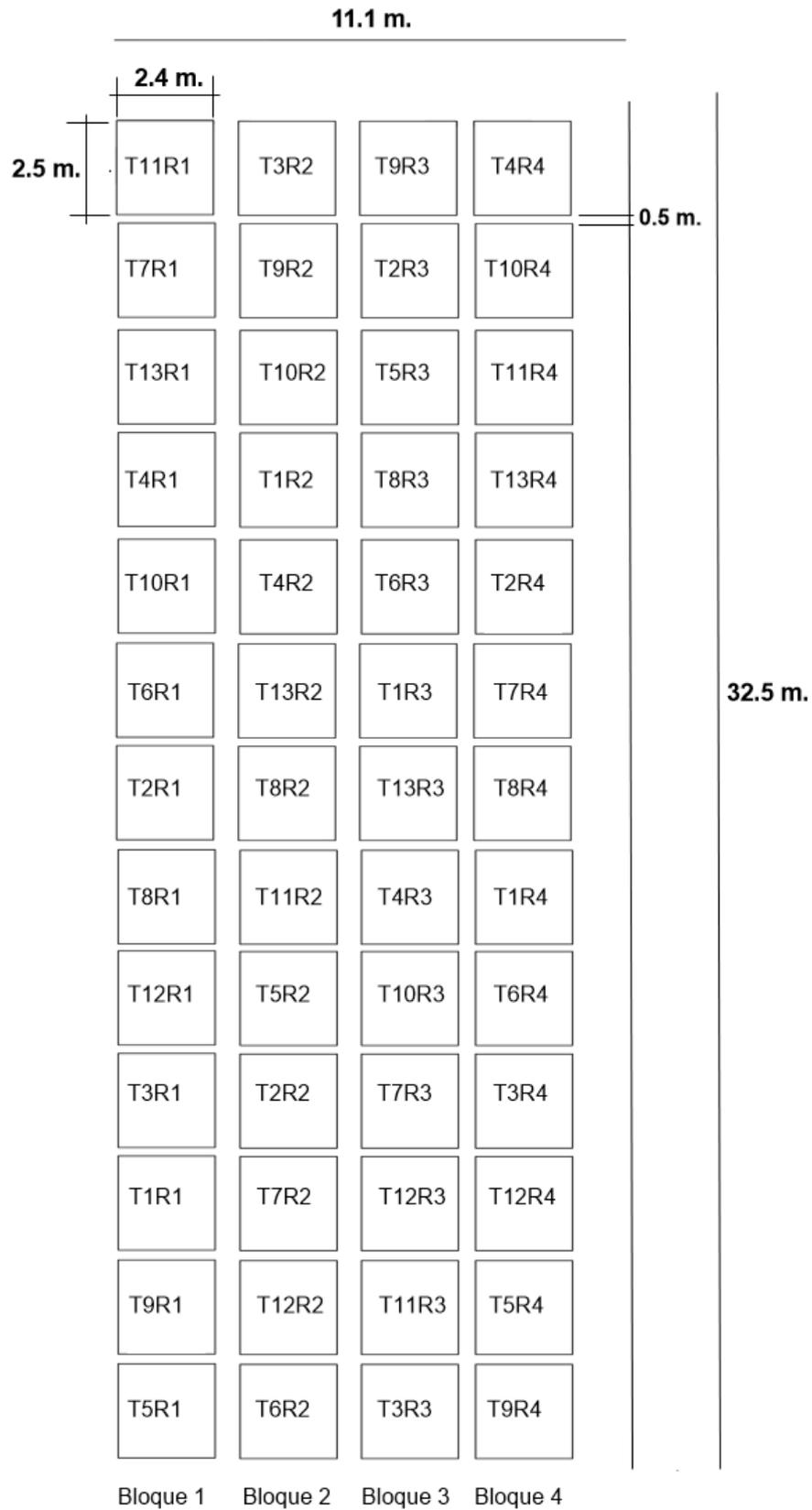
3.4.2. Distribución experimental

La distribución experimental se realizó mediante el diseño de Bloques Completos al Azar (BCA), con trece tratamientos y cuatro repeticiones (Cuadro 7).

Cuadro 7. Distribución experimental

Bloques	Tratamientos												
I	T11	T7	T13	T4	T10	T6	T2	T8	T12	T3	T1	T9	T5
II	T3	T9	T10	T1	T4	T13	T8	T11	T5	T2	T7	T12	T6
III	T9	T2	T5	T8	T6	T1	T13	T4	T10	T7	T12	T11	T3
IV	T4	T10	T11	T13	T2	T7	T8	T1	T6	T3	T12	T5	T9

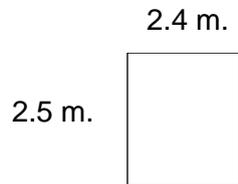
3.4.3. Croquis del experimento



Área total: 360.7 m²

Se evaluaron 13 tratamientos con sus 4 repeticiones

Área de evaluación



3.4.4. Diseño estadístico

El diseño estadístico utilizado fue el diseño experimental de Bloques Completamente al Azar (BCA) con trece tratamientos y cuatro repeticiones efectuando la prueba de Duncan $\alpha = 0.05$ para determinar las diferencias estadísticas de las variables en estudio.

3.4.5. Características del área experimental

- Cantidad de tratamientos : 13
- Cantidad de repeticiones : 4
- Surco con valor estadístico : 3 m² surcos centrales

a) Características de las parcelas experimentales:

- Número de parcelas por bloque : 13
- Ancho de parcelas : 2.4 m
- Largo de parcelas : 2.5 m
- Área de parcela : 6 m²
- Número total de parcelas : 52
- Número de surcos por parcela : 4
- Distancia entre plantas : 0.6 m

b) Característica de los bloques experimentales:

- Número de bloques : 4
- Longitud de bloques : 32.5 m
- Ancho de bloques : 2.4 m
- Separación entre bloques : 0.5 m
- Superficie neta : 78 m²

c) Características del campo experimental:

- Largo de campo : 32.5 m
- Ancho de campo : 11.1 m
- Área neta del experimento : 312 m²
- Área total del experimento : 360.7 m²

3.4.6. Establecimiento y conducción del experimento**3.4.6.1 Preparación del terreno**

Se realizó un pase de rastra de disco al terreno, para que pueda remover, airear el suelo y para poder romper terrones grandes y así facilitar el crecimiento radicular del cultivo, de esta manera se mulló la tierra, mejorando algunos desniveles de las parcelas, después se realizaron los surcos a 0.6m para cada tratamiento (Figura 2).

Por último, se efectuó un riego de enseñanza para formar los surcos, para que puedan retener la humedad



Figura 2. Preparación del terreno.

3.4.6.2. Trasplante

El trasplante (Figura 4), se realizó el 29 de enero del 2019 de forma manual, a una distancia de 0.6m entre planta y 0.6m entre surco. La variedad que se empleó fue Chorus. En la Figura 3, se observa la desinfección de plantines con Homai (Thiophanate Mehy + Thiram).



Figura 3. Desinfección de plantines de col china variedad Chorus.



Figura 4. Trasplante de col china variedad Chorus.

3.4.6.3. Riego

El primer riego se realizó después del formado de surcos, para el mantenimiento de este, el segundo riego se hizo después del trasplante para establecer contacto del plantin con el suelo, a los 4 días del trasplante se realizó otro riego, finalmente se regó según las necesidades y las condiciones climáticas en la que se encontraba el cultivo (Figura 5).



Figura 5. Riego en el cultivo de col china variedad Chorus.

3.4.6.4. Fertilización

La fertilización química se efectuó a los 15 días y la orgánica a los 18 días después del trasplante, estos fertilizantes se aplicaron de acuerdo a cada tratamiento. Se aplicó urea como fuente de Nitrógeno para tres dosis diferentes: 100 kg N/ha, 150 kg N/ha, 200 kg N/ha (Figura 6). Se hizo también una aplicación de Biol a los 3 días después de la primera fertilización, siendo tres dosis diferentes: 200L biol/ha, 400L biol/ha, y 600L biol/ha (Figura 7). La fertilización se fraccionó en dos partes: La primera (50%) se realizó dos semanas después del trasplante y la segunda (50%) a los 30 días después del trasplante.



Figura 6. Fertilización química con urea.



Figura 7. Fertilización orgánica con biol utilizando mochila palanca.

3.4.6.5. Control de malezas

Esta labor se hizo manualmente, de manera continua, para disminuir la mala hierba y evitar la competencia con el cultivo por espacio, agua, luz, fertilización y que no sirva como hospedero para plagas (Figuras 8 y 9).



Figura 8. Campo experimental infestado de maleza.



Figura 9. Campo experimental deshierbado manualmente.

3.4.6.6. Control fitosanitario

A los 10 y 24 días después del trasplante, se realizó la aplicación de Absolute 60 (Spinetoram) para el control de la polilla de la col *Plutella xylostella* con una dosis de 10ml/mochila (Figura 10). Para el control de mosca minadora *Liriomyza huidobrensis* se aplicó ABACAR (Abamectina) a dosis de 15ml/mochila. Para el control de mosca blanca *Bemisia tabaci*, se aplicó APPLAUD (Buprofezina), a dosis de 15ml/mochila a los 8 y 15 días después del trasplante.

Entre los 28 y 42 días después del trasplante de manera preventiva se aplicó KAYZER (Mancozeb + Dimetomorph) a dosis de 0.1kg/mochila (Figuras 11 y 12).



Figura 10. Larva de *Plutella xylostella*, encontrada en hoja de col china.



Figura 11. Productos fitosanitarios para su aplicación.



Figura 12. Aplicación de producto fitosanitario.

3.4.6.7. Cosecha

La cosecha se realizó a los 80 días después del trasplante, cuando la cabeza de la col se encontraba firme, cosechando todos los bloques de la parcela, posteriormente registrando los datos según cada tratamiento (Figura 13).



Figura 13. Cosecha de col china variedad Chorus.

3.5. Parámetros evaluados

3.5.1. Altura de planta

Se realizó la medida desde la base del cuello hasta el ápice de la planta. Se hicieron tres evaluaciones a los 25, 50 y 75 ddt (días después del trasplante). Se midieron 4 plantas elegidas al azar del surco central, por cada repetición y tratamiento evaluado, determinando el promedio que se obtuvo en el experimento (Figura 14).



Figura 14. Medición de altura en el cultivo de col china variedad Chorus.

3.5.2. Número de hojas por planta

Se determinó el conteo a los 25, 50 y 75 ddt. En cada evaluación se tomaron 4 plantas elegidas al azar del surco central por cada repetición y tratamiento.

3.5.3. Rendimiento (t / ha)

Se pesaron las cabezas del surco central experimental de cada tratamiento, determinando el rendimiento promedio en unidades toneladas / hectárea.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Altura de la planta a los 25 días después del trasplante.

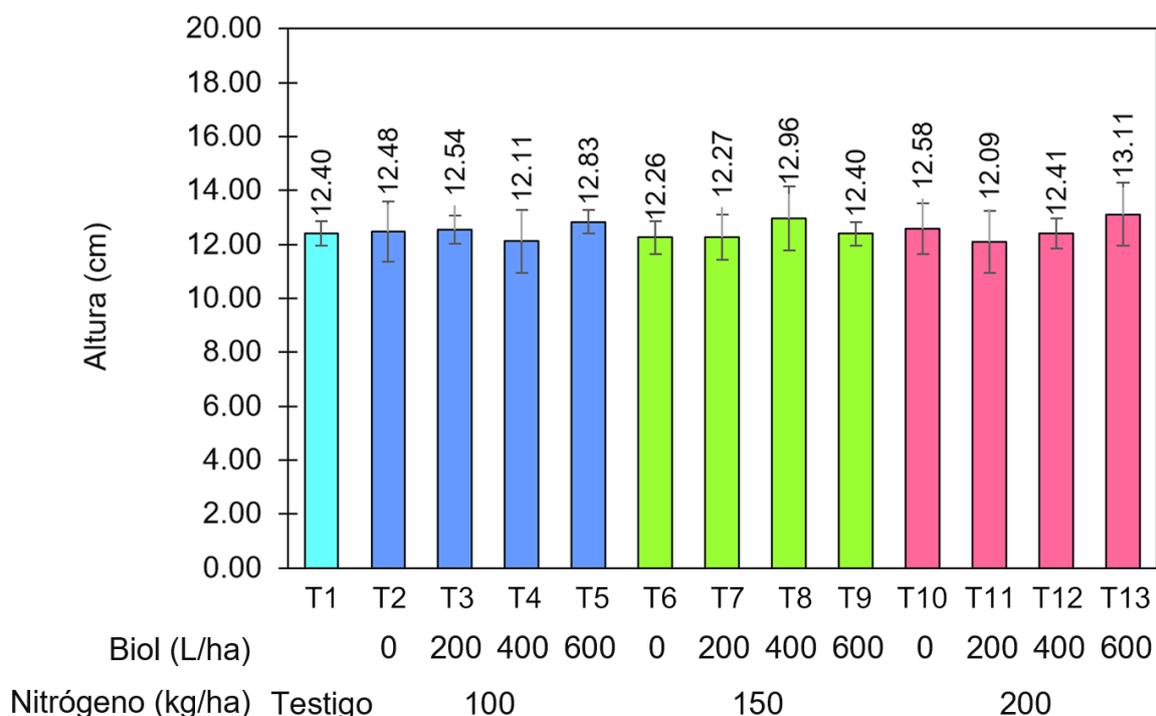


Figura 15. Altura de planta a los 25 días después del trasplante.

En la figura 15 y cuadro 8, podemos observar que a los 25 días después del trasplante en la primera interacción el que obtuvo mayor altura fue el tratamiento T₅, con 12.83 cm, quedando en último lugar los tratamientos T₄ y T₂, con 12.32 y 12.09cm. La segunda interacción la mayor altura lo logró el tratamiento T₈, con 12.96 cm, mientras que los tratamientos T₉ y T₆ obtuvieron 12.40 y 12.26 cm, respectivamente. Por último, la tercera interacción el que alcanzó mayor altura fue el tratamiento T₁₃, con 13.11 cm, respecto a los tratamientos T₁₂ y T₁₁, con 12.41 y 12.09 cm. Sin embargo, el testigo T₁ solo obtuvo 12.40 cm. El coeficiente de variabilidad fue de 7.30%, indicando que los datos obtenidos son altamente confiables.

Cuadro 8. Prueba de Duncan y una confianza de 95% para la altura de planta a los 25 días después del trasplante.

Tratamientos	Nitrógeno (kg/ha)	Biol (L/ha)	Altura de planta (cm)	Duncan 0.05
T13	200	600	13.11	a
T8	150	400	12.96	a
T5	100	600	12.83	a
T10	200	0	12.58	a
T3	100	200	12.54	a
T2	100	0	12.48	a
T12	200	400	12.41	a
T9	150	600	12.40	a
T1	Testigo	0	12.40	a
T7	150	200	12.27	a
T6	150	0	12.26	a
T4	100	400	12.11	a
T11	200	200	12.09	a

Cv= 7.30%

Según Duncan al 0.5% de no hubo significación estadística para la evaluación del parámetro de altura de planta a los 25 días después del trasplante.

4.2. Altura de la planta a los 50 días después del trasplante

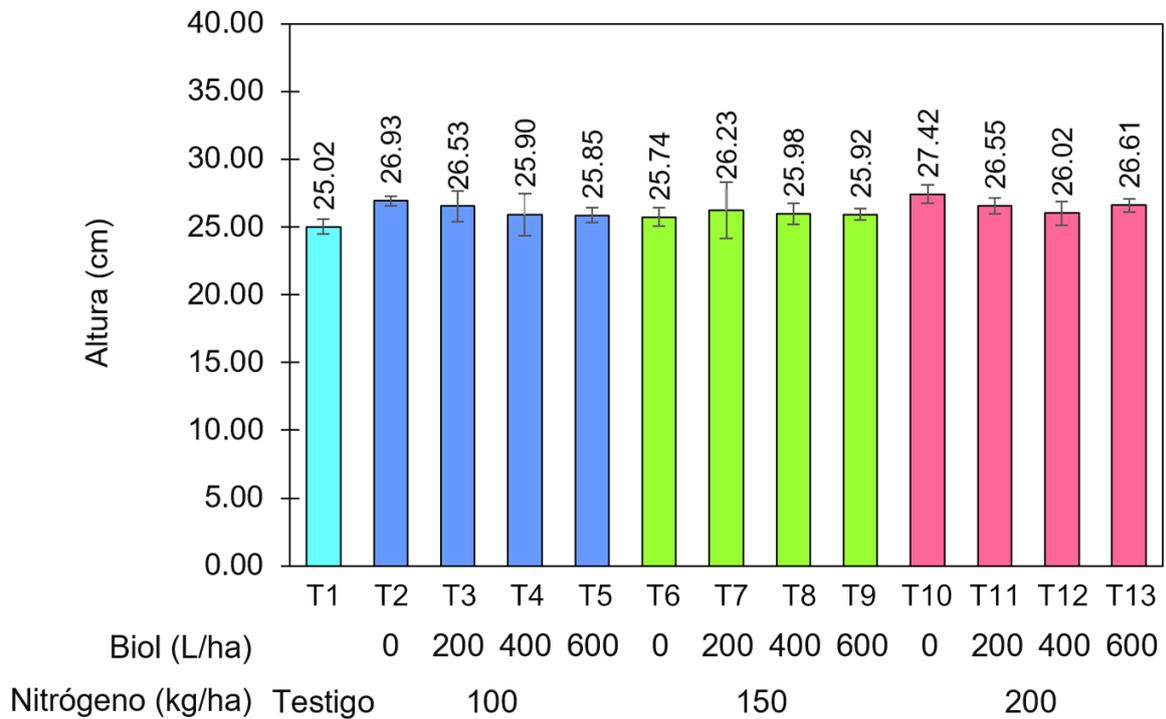


Figura 16. Altura de planta a los 50 días después del trasplante.

Al realizar la evaluación de la característica altura de planta a los 50 días después del trasplante. Figura 16 y Cuadro 9, se puede observar que en la primera interacción el tratamiento T₂ alcanzó los 26.93 cm, mientras que los tratamientos T₄ y T₅ lograron 25.90 y 25.85 cm. Para la segunda interacción la mayor altura lo obtuvo el tratamiento T₇, con 26.23cm, por consiguiente, los tratamientos T₈ y T₆ solamente alcanzaron 25.98 y 25.74 cm. En la tercera interacción de nitrógeno y biol, el tratamiento T₁₀ superó al resto de tratamientos T₁₁, T₁₃ y T₁₂, con 26.55, 26.61 y 26.02 cm, respectivamente. Cabe resaltar que el testigo T₁ ocupó el último lugar con 25.02 cm. El coeficiente de variabilidad es de 4.48%, cifra que demuestra que los datos obtenidos son confiables.

Cuadro 9. Prueba de Duncan y una confianza de 95% para la altura de planta a los 50 días después del trasplante.

Tratamientos	Nitrógeno (kg/ha)	Biol (L/ha)	Altura de planta (cm)	Duncan 0.05	
T10	200	0	27.42	a	
T2	100	0	26.93	a	b
T13	200	600	26.61	a	b
T11	200	200	26.55	a	b
T3	100	200	26.53	a	b
T7	150	200	26.23	a	b
T12	200	400	26.02	a	b
T8	150	400	25.98	a	b
T9	150	600	25.92	a	b
T4	100	400	25.90	a	b
T5	100	600	25.85	a	b
T6	150	0	25.74	a	b
T1	Testigo	0	25.02		b

Cv= 4.48%

Según Duncan al 0.5% de probabilidad, para la altura de planta se encontró que el tratamiento T₁₀ alcanzó el primer lugar con 27.42 cm, superando al tratamiento T₁ (testigo) el cual ocupó el último lugar con 25.02 cm. Con estos resultados se puede asumir que hay una mayor cantidad de retención de nutrientes a los cincuenta días después del trasplante.

4.3. Altura de la planta a los 75 días después del trasplante

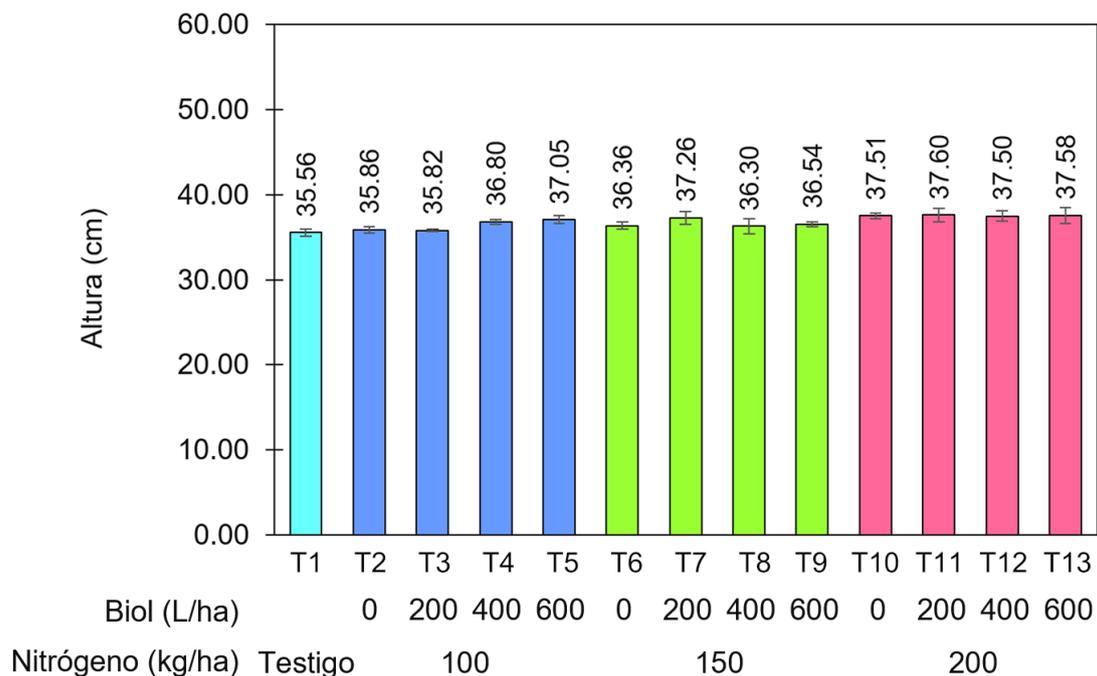


Figura 17. Altura de planta a los 75 días después del trasplante.

En la figura 17, podemos observar que a los 75 días después del trasplante la primera interacción, la mayor altura de planta la consiguió el tratamiento T₅, con 37.05 cm y los tratamientos T₂ y T₃ solo lograron 35.86 y 33.82 cm. La segunda interacción el tratamiento T₇ obtuvo una altura de 38.26 cm, superando a los tratamientos T₆ y T₈ que alcanzaron 36.36 y 36.30 cm. Para la tercera interacción los tratamientos T₁₀ (37.51cm) y T₁₂ (37.50 cm) fueron superados por el tratamiento T₁₁ (37.60 cm). Sin embargo, el tratamiento T₁ únicamente alcanzó la altura de 35.56 cm. El coeficiente de variabilidad fue de 2.67%, lo que indica que los datos son confiables.

Cuadro 10. Prueba de Duncan y una confianza de 95% para la altura de planta a los 75 días después del trasplante.

Tratamientos	Nitrógeno (kg/ha)	Biol (L/ha)	Altura de planta (cm)	Duncan 0.05		
T11	200	200	37.60	a		
T13	200	600	37.58	a		
T10	200	0	37.51	a		
T12	200	400	37.50	a		
T7	100	600	37.26	a	b	
T5	100	600	37.05	a	b	c
T4	100	400	36.80	a	b	c
T9	150	600	36.54	a	b	c
T6	150	0	36.36	a	b	c
T8	150	400	36.30	a	b	c
T2	100	0	35.86		b	c
T3	100	200	35.82		b	c
T1	Testigo	0	35.56			c

Cv= 2.67%

En el cuadro 10, la prueba de Duncan determinó que a medida que transcurrió el periodo vegetativo a los 75 días después del trasplante, se demostró que todos los tratamientos superaron al testigo (T1), y los tratamientos T2 y T3 ocuparon los últimos lugares.

4.4. Número de hojas a los 25 días después del trasplante.

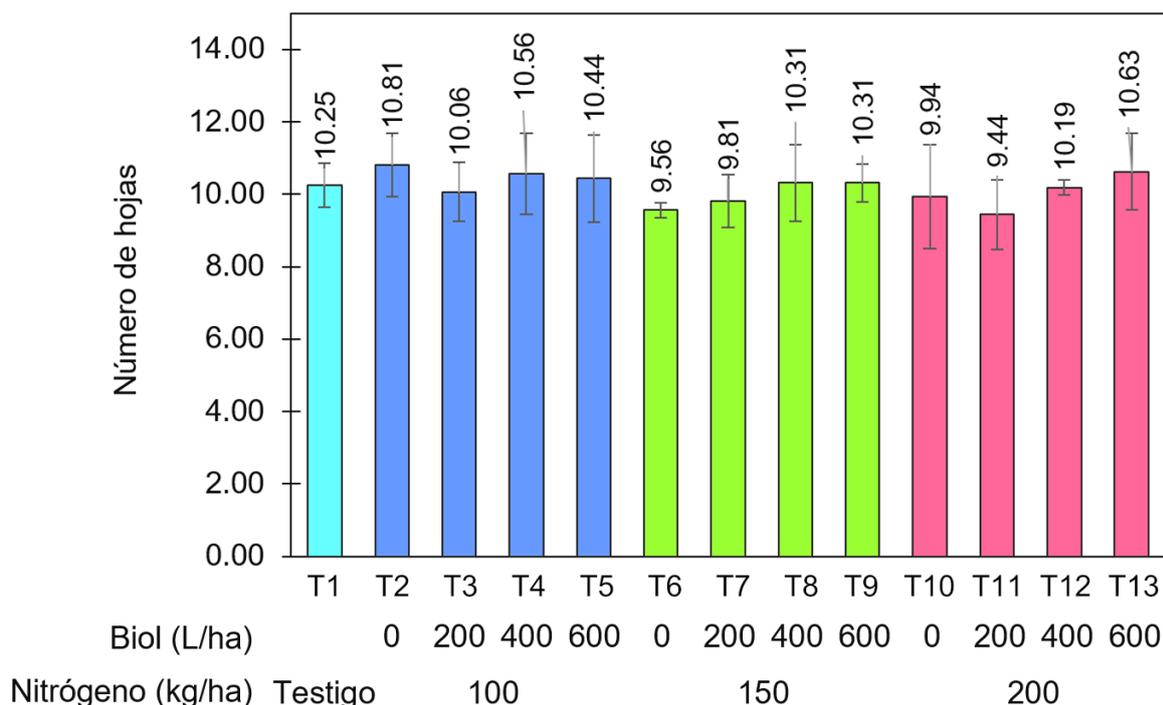


Figura 18. Número de hojas a los 25 días después del trasplante.

En la figura 18, se observan los resultados obtenidos de la evaluación del número de hojas/planta a los 25 días después del trasplante, en la primera interacción los que obtuvieron un mayor número de hojas fueron los tratamientos T₂, T₄ y T₅, con 10.81, 10.56 y 10.44 unidades, mientras que el tratamiento T₃, contó con 10.06 hojas/planta. Para la segunda interacción, el tratamiento T₉ y T₈, consiguió un mayor número de hojas (10.31) que los tratamientos T₇ y T₆ (9.81 y 9.56). La tercera interacción el tratamiento T₁₃, alcanzó 10.63 hojas/planta, mientras que los tratamientos T₁₀ y T₁₁ solo obtuvieron 9.94 y 9.44 unidades, mientras que el T₁ alcanzó un promedio de 10.25 hojas/planta. Su coeficiente de variabilidad es de 9.28% esto indica una alta confiabilidad en la toma de datos.

Cuadro 11. Prueba de Duncan y una confianza de 95% para el número de hojas a los 25 días después del trasplante.

Tratamientos	Nitrógeno (kg/ha)	Biol (L/ha)	Altura de planta (cm)	Duncan 0.05
T2	100	0	10.81	a
T13	200	600	10.63	a
T4	100	400	10.56	a
T5	100	600	10.44	a
T8	150	400	10.31	a
T9	150	600	10.31	a
T1	Testigo	0	10.25	a
T12	200	400	10.19	a
T3	100	200	10.06	a
T10	200	0	9.94	a
T7	150	200	9.81	a
T6	150	0	9.56	a
T11	200	200	9.44	a

Cv= 9.28%

Según Duncan al 0.5% de probabilidad, en el cuadro 11 la estimación de hojas/planta se determinó que no hubo significación entre los tratamientos en estudio.

4.5. Número de hojas a los 50 días después del trasplante.

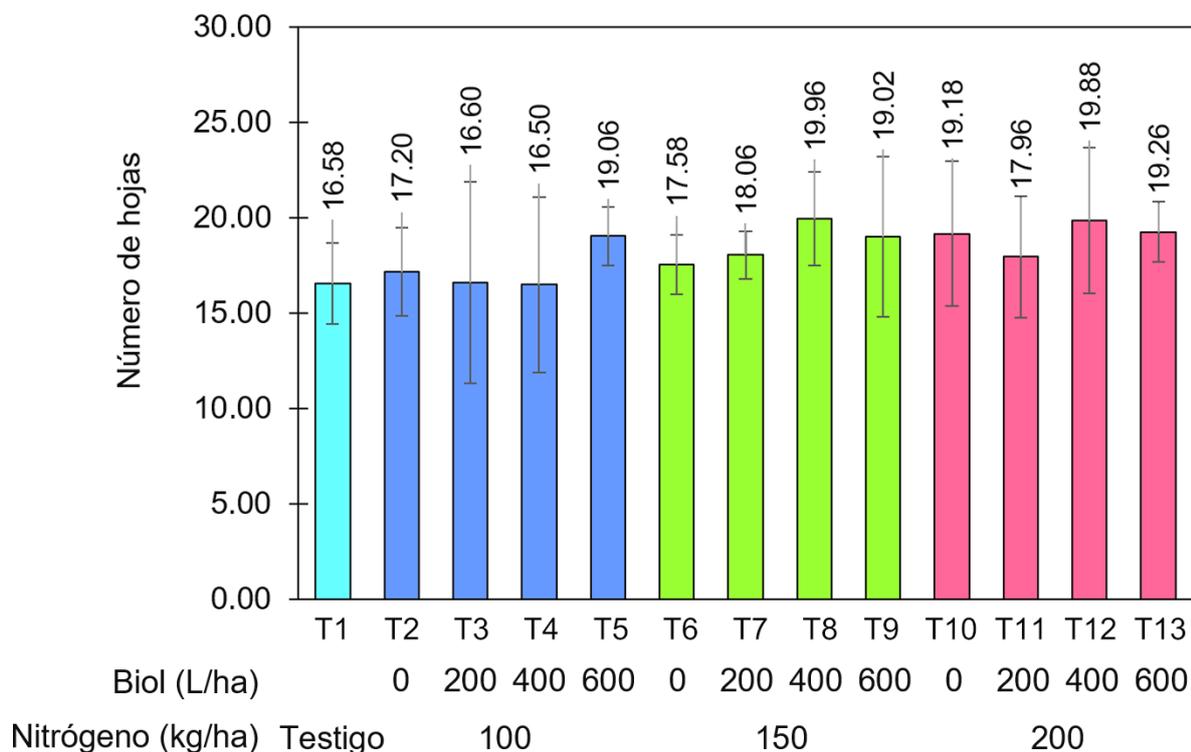


Figura 19. Número de hojas a los 50 días después del trasplante.

En la figura 19, al realizar la evaluación del número de hojas/planta a los 50 días después del trasplante, se puede observar que en la primera interacción el tratamiento T₅ alcanzó 19.06 unidades, por el contrario de los tratamientos T₃ y T₄ que lograron 16.60 y 16.50 hojas/planta. Para la segunda interacción el mayor número de hojas lo obtuvo el tratamiento T₈, con 19.96 unidades y el menor promedio fue para el tratamiento T₆, con 17.58 hojas/planta y en la tercera interacción el tratamiento T₁₂ superó a los tratamientos T₁₀ y T₁₁ con promedios de 19.18 y 17.96 hojas/planta, respectivamente. Cabe indicar que el testigo T₁ obtuvo 16.58 unidades. El coeficiente de variabilidad comprendió 10.75%, lo que indica que los datos obtenidos son confiables.

Cuadro 12. Prueba de Duncan y una confianza de 95% para el número de hojas a los 50 días después del trasplante.

Tratamientos	Nitrógeno (kg/ha)	Biol (L/ha)	Número de hojas	Duncan 0.05		
T8	150	400	19.96	a		
T12	200	400	19.88	a	b	
T13	200	600	19.26	a	b	c
T10	200	0	19.18	a	b	c
T5	100	600	19.06	a	b	c
T9	150	600	19.02	a	b	c
T7	150	200	18.06	a	b	c
T11	200	200	17.96	a	b	c
T6	150	0	17.58	a	b	c
T2	100	0	17.20	a	b	c
T3	100	200	16.60		b	c
T1	Testigo	0	16.58		b	c
T4	100	400	16.50			c

Cv=10.75%

Según Duncan al 0.5% de probabilidad, en el cuadro 12, para el parámetro de número de hojas por planta se demostró que los tratamientos T3, T1 (Testigo) y T4 ocuparon los últimos lugares.

4.6. Número de hojas a los 75 días después del trasplante.

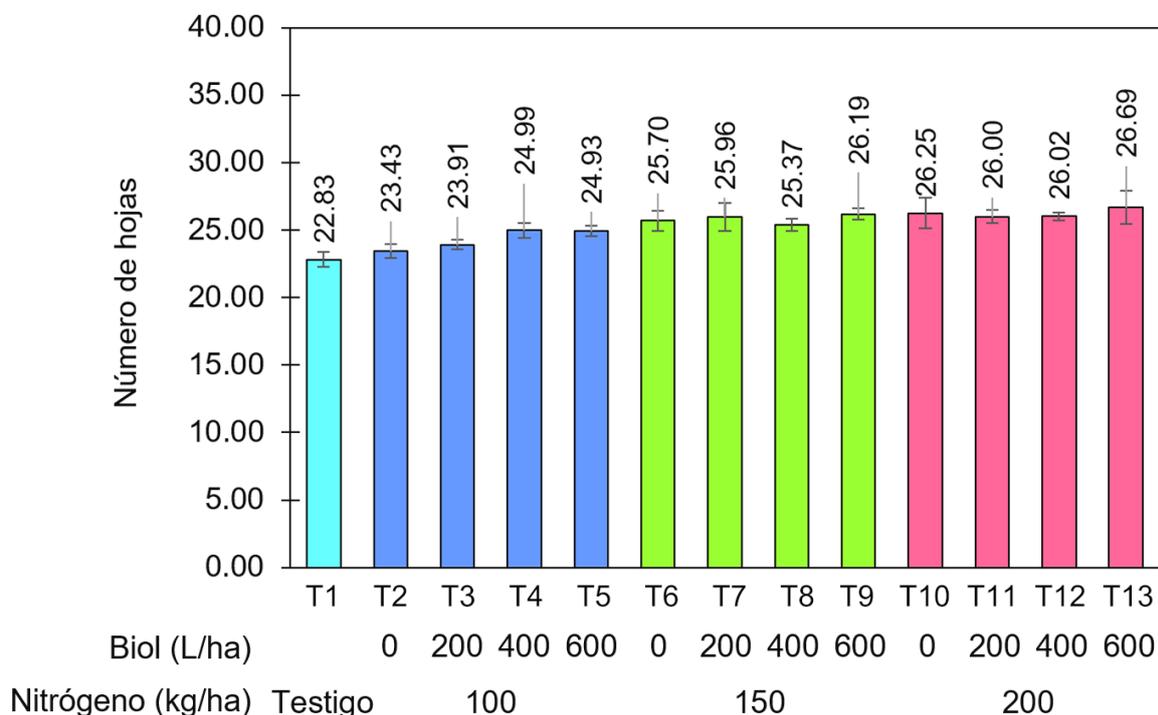


Figura 20. Número de hojas a los 75 días después del trasplante.

En la figura 20, podemos observar que a los 75 días después del trasplante la primera interacción, el mayor número de hojas/planta lo consiguió el tratamiento T₄, con 24.99 unidades y los tratamientos T₃ y T₂ solo lograron 23.91 y 23.43 hojas/planta. La segunda interacción el tratamiento T₉ obtuvo 26.19 unidades, superando a los tratamientos T₆ y T₈ que alcanzaron 25.70 y 25.37 hojas/planta. Para la tercera interacción el tratamiento T₁₃ (26.69) superó a los tratamientos T₁₂ (26.02) y T₁₁ (26.00), respectivamente. Sin embargo, el tratamiento T₁ (testigo) obtuvo el promedio de 22.83 hojas/planta. El coeficiente de variabilidad fue de 6.24%, lo que indica que los datos son altamente confiables.

Cuadro 13. Prueba de Duncan y una confianza de 95% para el número de hojas a los 75 días después del trasplante.

Tratamientos	Nitrógeno (kg/ha)	Biol (L/ha)	Número de hojas	Duncan 0.05			
T13	200	600	26.69	a			
T10	200	0	26.25	a	b		
T9	150	600	26.19	a	b		
T12	200	400	26.02	a	b	c	
T11	200	200	26.00	a	b	c	
T7	150	200	25.96	a	b	c	
T6	150	0	25.70	a	b	c	
T8	150	400	25.37	a	b	c	d
T4	100	400	24.99	a	b	c	d
T5	100	600	24.93	a	b	c	d
T3	100	200	23.91		b	c	d
T2	100	0	23.43			c	d
T1	Testigo	0	22.83				d

Cv= 6.24%

Según Duncan al 0.5% de probabilidad, en el cuadro 13 para el parámetro del número de hojas/planta se determinó que los tratamientos T₂ y T₁ (Testigo) alcanzaron 23.43 y 22.83 unidades, siendo superados significativamente por el tratamiento T13 con 26.69 hojas, respectivamente. Según estas evaluaciones se puede resaltar el efecto positivo de la interacción de dosis de biol (600L/ha) y nitrógeno (200kg/ha).

4.7. Rendimiento (t / ha).

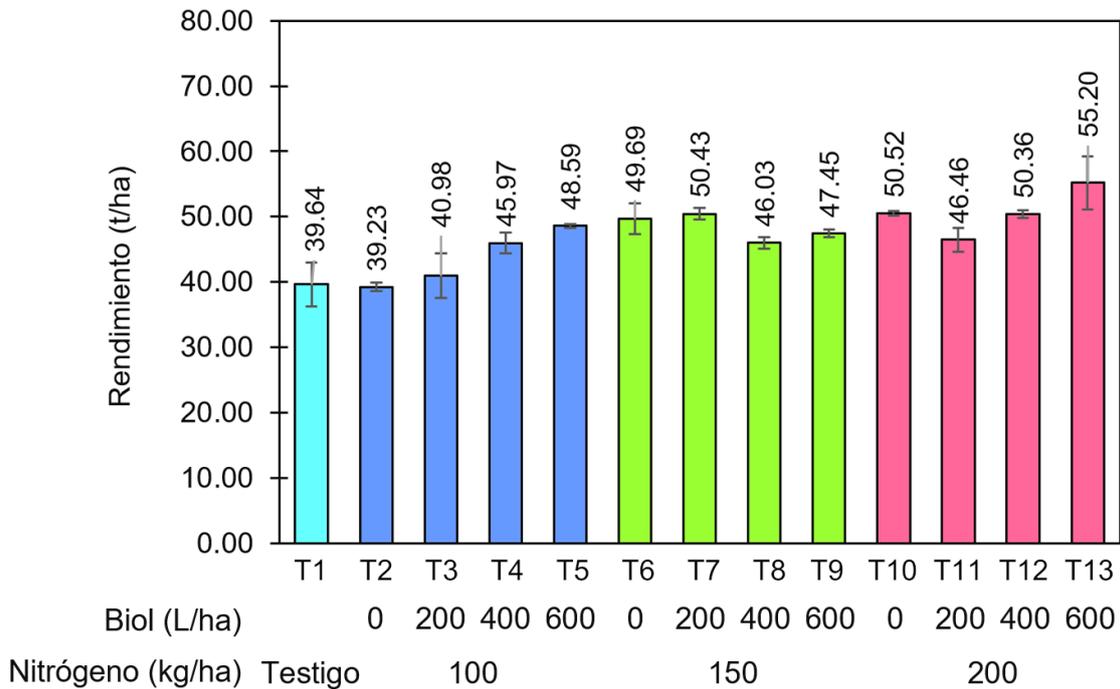


Figura 21. Rendimiento en t/ha de col china.

En la figura 21, podemos observar el rendimiento (t/ha) de la producción del cultivo de col china, los resultados obtenidos demuestran que la interacción N°1 el tratamiento T₅ destacó con 48.59 t/ha en comparación del tratamiento T₂ que logró 39.23 t/ha; para la segunda interacción el tratamiento T₇, con 50.43 t/ha obtuvo el mayor rendimiento respecto al tratamiento T₈ que alcanzó 46.03 t/ha; y la tercera interacción el tratamiento T₁₃ sobrepasó con 55.20 t/ha al tratamiento T₁₁, con 46.46 t/ha. El tratamiento T₁ (testigo), ocupó el último lugar con solo 39.64 t/ha. El coeficiente de variabilidad fue de 10.28%.

Cuadro 14. Prueba de Duncan y una confianza de 95% para el rendimiento (t/ha).

Tratamientos	Nitrógeno (kg/ha)	Biol (L/ha)	Rendimiento (t/ha)	Duncan 0.05			
T13	200	600	55.20	a			
T10	200	0	50.52	a	b		
T7	150	200	50.43	a	b		
T12	200	400	50.36	a	b		
T6	150	0	49.69	a	b		
T5	100	600	48.59	a	b	c	
T9	150	600	47.45	a	b	c	
T11	200	200	46.46		b	c	d
T8	150	400	46.03		b	c	d
T4	100	400	45.97		b	c	d
T3	100	200	40.98			c	d
T1	Testigo	0	39.64				d
T2	100	0	39.23				d

Cv= 10.28%

Según Duncan al 0.5% de probabilidad, en el cuadro 14, la evaluación del rendimiento de la producción del cultivo de col china (t/ha), se encontró que el tratamiento T₁₃ obtuvo la mayor producción con 55.20 t/ha superando a los demás tratamientos con 39.64 (T₁) y 39.23 (T₂), respectivamente. Estos resultados nos demuestran que el tratamiento T₁₃ con la interacción de 200 kgN/ha y 600L biol/ha fue el mejor en cuanto a producción, superando al tratamiento T₁ (testigo) que quedó rezagado por no tener aplicaciones de nitrógeno y biol.

V. CONCLUSIONES

El tratamiento 13, con dosis de 200 kg N/ha en interacción con 600 L biol/ha, obtuvo el mayor rendimiento en cosecha, alcanzando un promedio de 55.20 t/ha, superando significativamente a los tratamientos 3, 1 y 2 que obtuvieron 40.98 t/ha, 39.64 t/ha y 39.23 t/ha respectivamente. El testigo fue superado por el T13 en 39.25%.

El mayor número de hojas a los 75 días después del trasplante, lo obtuvo el tratamiento 13 con dosis de 200 kg N/ha en interacción con 600 L biol/ha, su promedio fue de 27 hojas por planta, superando significativamente al Testigo en 16.91% que alcanzó 23 hojas.

En las evaluaciones de altura de planta a los 75 días después del trasplante, el tratamiento 11 con dosis de 200 kg N/ha en interacción con 200 L biol/ha, logró una altura promedio de 37.60 cm, superando sin significación al T13 que ocupó el segundo lugar con 37.58 cm. El tratamiento 13 superó significativamente al Testigo que obtuvo 35.56 cm en 5.74%.

VI. RECOMENDACIONES

Realizar otros ensayos en el mismo cultivo, pero interactuando con menores dosis de nitrógeno y con dosis mayores de biol.

Se recomienda continuar nuevos ensayos con diferentes variedades de col china, utilizando mayores dosis de biol.

VII. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Agroes. (2015). *Col china. Descripción, morfología y ciclo*.
- Alexandra, V. (2007). *El control orgánico de plagas y enfermedades de los cultivos y la fertilización natural del suelo. Guía práctica para los campesinos en el bosque seco*. Perú y Ecuador.
- Andreu J., Betrán J. y col. (2006). *Iguácel F., Isla R., Muñoz F., Pérez M., Quílez D., Sin E., Yagüe M.R. 2006. Fertilización Nitrogenada. Informaciones técnicas*. Aragón – España.
- Bojórquez, A. (2010). *Inoculación de Rizobacterias*. México: Uteha.
- Braun, E. (2007). *United Nations Environment Programme Woods Hole Research Center and International Nitrogen Initiative. 2007. Reactive nitrogen in the environment: too much or too little of a good thing*. Paris: UNEP DTIE, Sustainable Consumption and Production (SCP) Branc. Paris, USA.
- Cabrera, J. (2014). *Caracterización fisicoquímica del estiércol de vacuno y del Biól y biosol producidos en un biodigestor tubular sw 10 m³. Tesis para obtener el Título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Privada Antenor Orrego Facultad de Ciencias Agrarias*.
- Camasca, V. (1994). *Horticultura Práctica. Primera edición, Editado por CONCYTEC. Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga – Ayacucho – Perú 1677. CCXVII. 4*. Ayacucho, Perú: Universidad San Cristóbal de Huamanga.
- Carrera, M., Galán, V., Gonzáles, F. y Hidalgo, L. . (2005). *Prontuario de Agricultura, “Cultivos Agrícolas”*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid, España: Ediciones Mundi-Prensa.
- Cenicafé, C. N. (2009). *Cartilla Cafetera cap. 8. Produzca abono orgánico en la finca*. Consultado el 10/12/19:
<https://www.cenicafe.org/es/documents/cartillaCafeteraCapitulo8.pdf>.
- Corporación Bioquímica Internacional, P. S. (2010). *Efectividad del empleo de enmiendas húmicas con Kimelgran y Agriphos en la Costa y Selva peruana*. Lima, Perú.

- Cuchman, H. y Riquelme, A. (1993). *Manejo de Sistemas Orgánicos*, Ed. CEADU-IICA – UNIÓN EUROPEA – CESVI. Uruguay.
- Douglas, D. (1985). *Manual de Horticultura para el Perú*. Barcelona, España: Editorial MANFER S.A. .
- Ecosiembra. (2012). *Cultivo de Col china*.
- FAO. (2002). *Los fertilizantes y su uso: una guía de bolsillo para los oficiales de extensión. (4a. ed.)* . México: Ed. Food & Agriculture Org. .
- Garbi, M. (2016). *Manual de producción de hortalizas / Mariana Garbi. - 1a ed. - Luján: EdUNLu. Pág 31. Argentina. Argentina*.
- Gerencia Regional de Agricultura. (2018). *Estadísticas Agropecuarias, Agrícola, 2017-2018, LaLibertad2017-2018.xls*. Consultado el 3/06/19: Disponible en: <http://www.agrolibertad.gob.pe/?q=node/2544>.
- Gordon, R. (1984). *Horticultura*. México, D.F. : DGT. Editor S.A. .
- Heffer, P. y Prud'homme, M. (2010). *Term Outlook for global fertilizer demand, supply and trade, 2006 – 2010; summary report. International Fertilizer Industry Association, Paris, France. 2010*. Consultado el 10.09.2019: Disponible en: www.fertilizer.org/ifa/publicat/PDF/2006_cape_town_ifa_summary.pfd.
- Hernández, J. (1996). *El Semiforzado Del Cultivo de la Col China (Brassica pekinensis (Lour) Rupr.) Mediante Cubiertas Flotantes. Caracterización Microclimática y Evaluación Agronómica. TESIS DOCTORAL*. España: Universidad de Granada .
- Huamán, Á. B. (2008). *Sistema de siembra de col china (Brassica chinensis. L) variedad WONG BOCK en Tingo María. Trabajo de Diploma para optar por el título de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Agronomía. Universidad Agraria de la Selva. Perú. Tingo María, Perú*.
- Illescas, J. (2008). *Frutas y hortalizas. Guía práctica*. Madrid, España.
- Infoagro. (2003). *El Cultivo de la Col China*.
- Infojardin. (2002). *Hortalizas y verduras, Col china*.
- INIA . (2008). *Tecnologías innovativas apropiadas a la conservación in situ de la agrobiodiversidad”. 7- “Producción y uso del biol”. Folleto N° 12*. Lima, Perú.
- INIA. (1996). *Producción y manejo de Pasturas. Serie 80*. Tacuarembó – Uruguay.

- INIFAT. (2010). *Manual Técnico para Organopónicos, Huertos Intensivos y Organoponía Semiprotegida*. La Habana, Cuba.
- Jaramillo, N. J. (2001). *El manejo agronómico de cultivos como herramienta de manejo integrado de plagas y enfermedades tendientes a la producción limpia de hortalizas*. Antioquia, Colombia.
- Jaramillo, N. y Díaz, D. . (2006). *El Cultivo de las Crucíferas “Brócoli, Coliflor, Repollo, Col China”*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, CORPOICA, Centro de Investigación La Selva, Rionegro. Antioquia, Colombia.
- Kass, D. &. (1996). *Fertilidad de suelos*. México: Ed. EUNED.
- Krarup, C. (1992). *Seminario sobre la producción de col*. Agricultura Development Consultants, I. Quito, Ecuador.
- Lázaro, C. (2007). *Evaluación de la aplicación de biol en el cultivo de maca (Lepidium meyenii Walp.)*. Tesis de grado. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía . La Paz – Bolivia.
- Limerin, L. (2000). *Biblioteca del campo Manual Agropecuario. Grupo Océano 2002. Enciclopedia Práctica de la Agricultura y Ganadería, MMII*. España: Editorial Océano.
- Mandujano, V. (2010). *Residuos Orgánicos*. México: Uteha.
- Maocho, M. (2012). *Siembra de la Col China*. Consultado el 10.09.2019: Disponible en <http://felixmaocho.wordpress.com/2012/10/24/huerto-familiar-cultivo-del-repollo/>.
- Maroto, J. (1983). *Horticultura herbacea espacial*. Madrid, España: Ediciones Mundi.
- Maroto, J. (1992). *Horticultura especial. (3a. ed.)*. Madrid, España: Ediciones Mundi-Prensa.
- Maroto, J. (1995). *Horticultura Herbácea Especial. (4a. ed.)* . España: Mundi Prensa.
- Martínez, J. (2016). *Fertilización en hortalizas. Capítulo 4*. Nuevo León, México.
- Medina, L. (1992). *Abonos orgánicos. Tecnología para el manejo ecológico de suelos*. Lima – Perú: Editorial Mauro.
- Molina, E. (2003). *Curso. Fertilizantes: Manejo y Características*. Centro de Investigaciones Agronómicas. Costa Rica: Universidad de Costa Rica.

- Perdomo, C. y Barbazán, M. . (2001). *Nitrógeno. Cátedra de fertilidad. Área de suelos y aguas. Facultad de Agronomía*. Montevideo – Uruguay: Universidad de la República.
- Prause, J. y Ferrero, A. . (1992). *Bases para la fertilización de cultivos. Cátedra de Cultivos I - FCA - UNNE. Mimeografiado CEIA - UNNE*. México: Uteha.
- Pulido, J. &. (2009). *Guía Técnica para la producción del cultivo de la Acelga. Primera edición*. La Habana, Cuba.
- Redagrícola. (2019). *La conquista de las hortalizas en el mercado local*. Consultado el 10.11.2019: Disponible en: <http://www.redagricola.com/pe/la-conquista-las-hortalizas->.
- Redagrícola. (2020). *Diversificación de hortalizas asiáticas de hoja en Chile*. Santiago, Chile.
- Rimache, M. (2009). *Biohuertos, agricultura ecológica*. Miraflores Lima: Starbooks.
- Rodríguez y Lozano. (2018). *Siembra y Transplante de Cultivos Hortícolas y Flor Cortada, Edición UF0014*. México.
- Rojas, F. (2001). *Catálogo de Plantas. La Paz. Bolivia. Facultad de Agronomía. Universidad de San Andrés*. La Paz. Bolivia.
- Sac, C. B. (2010). *Efectividad del empleo de enmiendas húmicas con Kilmegran y Agriphos en la Costa y Selva peruana*. Lima, Perú.
- Sakata. (2019). *Hortalizas. Brassicas. Col china*.
- Sánchez, C. (2004). *Biohuertos, el cultivo en casa*. Lima – Perú: Ediciones Ripalme.
- SIAMAGE. (2001). *Servicio de Información Agropecuaria del Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador*.
- Silva, E. (2019). *Influencia de la interacción de tres dosis crecientes con biol con tres dosis crecientes de nitrógeno en la producción de pepinillo Cucumis sativus L. (Cucurbitaceae), para encurtido*.
- Sobrinho I, y Sobrinho E. . (1994). *Hortalizas de hojas, de raíz y hongos. (Vol. 3). Tomo 3*. Barcelona, España: AEDOS .
- Suquilanda, A. (2017). *Manejo agroecológico de suelos*. Quito – Ecuador: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca (MAGAP).
- Tamaro, D. (1981). *Manual de Horticultura*. México: Editorial G. Gili S.A. .
- Tecnicoagricola. (2009). *Recomendaciones de abonado en hortalizas*.

- Teuber Winkler, O. (2005). *Instituto de investigaciones agropecuarias, Centro Regional de investigación Tamel Aike, Ministerio de agricultura, Chile.*
- Tiscornia, J. (1975). *Hortalizas de hojas; Pencas, Inflorescencia. Botones, etc. .* Buenos Aires, Argentina: Albatros.
- Tito, Y. (2013). *Efecto del abono liquido en el manejo ecológico de cultivo de col china (Brassica pekinensis) en el distrito de Coroico. Tesis para obtener el Grado de Bachiller.* La Paz, Bolivia.
- Unzueta, M. (1999). *Fertilización y nutrición vegetal AGT .* México DF: Editor S.A.
- Yepis, O., Fundora, O., Pereira, C. y Crespo, T. . (1999). *La Contaminación Ambiental por el uso excesivo de Fertilizantes Nitrogenados en el cultivo de Tomate.* México: Mc Graw Hill.
- Zuñiga, L. (2014). *Aplicación de dosis de biol para la brotación de tubérculos de papa (Solanum tuberosum L.) Var. Fripapa (Tesis de pregrado).* Ambasto, Ecuador: Universidad Técnica de Ambato. Turugurahua.

VIII. ANEXOS

Anexo 1. Análisis de varianza para la altura de la planta a los 25 días después del trasplante.

Fuente	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	F	p
Bloque	4.732	3	1.577	1.894	0.148
Tratamiento	4.610	12	0.384	0.461	0.924
Error	29.976	36	0.833		
Total	39.318	51			
	\bar{X}			12.493	
	$S\bar{x}$			0,456	
Coefficiente de variabilidad				7.30%	

Anexo 2. Análisis de varianza para la altura de la planta a los 50 días después del trasplante.

Fuente	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	F	p
Bloque	69.679	3	23.226	16.826	0.000
Tratamiento	17.565	12	1.464	1.060	0.420
Error	49.693	36	1.380		
Total	136.937	51			
	\bar{X}			26.207	
	$S\bar{x}$			0.587	
Coefficiente de variabilidad				4.48%	

Anexo 3. Análisis de varianza para la altura de la planta a los 75 días después del trasplante.

Fuente	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	F	p
Bloque	164.038	3	54.679	56.750	0.000
Tratamiento	25.523	12	2.127	2.207	0.033
Error	34.686	36	0.964		
Total	224.248	51			
	\bar{X}			36.747	
	$S\bar{X}$			0.491	
Coefficiente de variabilidad				2.67%	

Anexo 4. Análisis de varianza para el número de hojas a los 25 días después del trasplante.

Fuente	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	F	p
Bloque	4.465	3	1.488	1.669	0.191
Tratamiento	7.964	12	0.664	0.744	0.700
Error	32.113	36	0.892		
Total	44.542	51			
	\bar{X}			10.178	
	$S\bar{X}$			0,472	
Coefficiente de variabilidad				9.28%	

Anexo 5. Análisis de varianza para el número de hojas a los 50 días después del trasplante.

Fuente	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	F	p
Bloque	450.137	3	150.046	39.112	0.000
Tratamiento	75.873	12	6.323	1.648	0.122
Error	138.108	36	3.836		
Total	664.118	51			
	\bar{X}			18.218	
	$S\bar{x}$			0,979	
Coefficiente de variabilidad				10.75%	

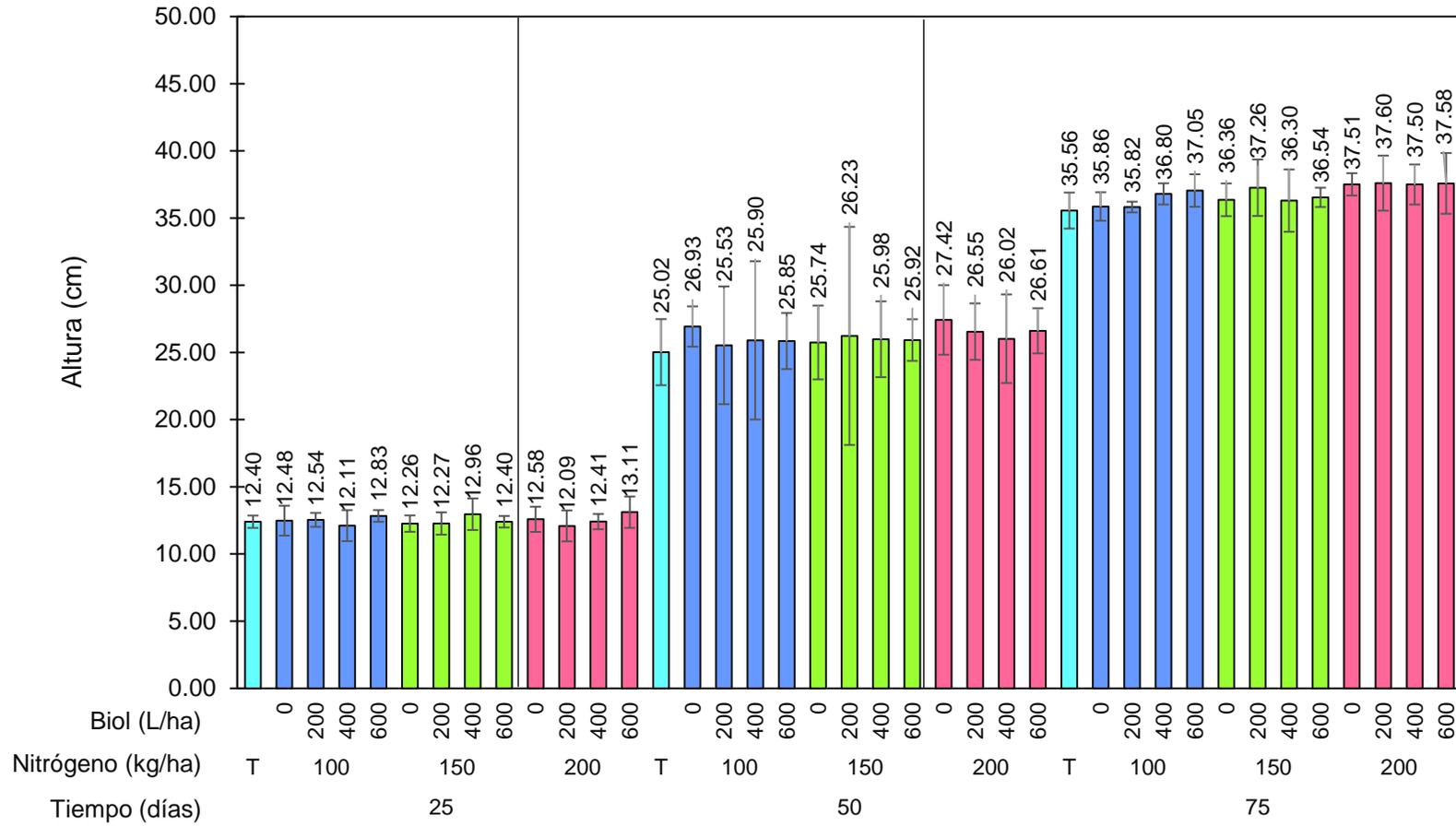
Anexo 6. Análisis de varianza para el número de hojas a los 75 días después del trasplante.

Fuente	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	F	p
Bloque	1053.067	3	351.022	141.276	0.000
Tratamiento	67.984	12	5.665	2.280	0.028
Error	89.448	36	2.485		
Total	1210.498	51			
	\bar{X}			25.250	
	$S\bar{x}$			0,788	
Coefficiente de variabilidad				6.24%	

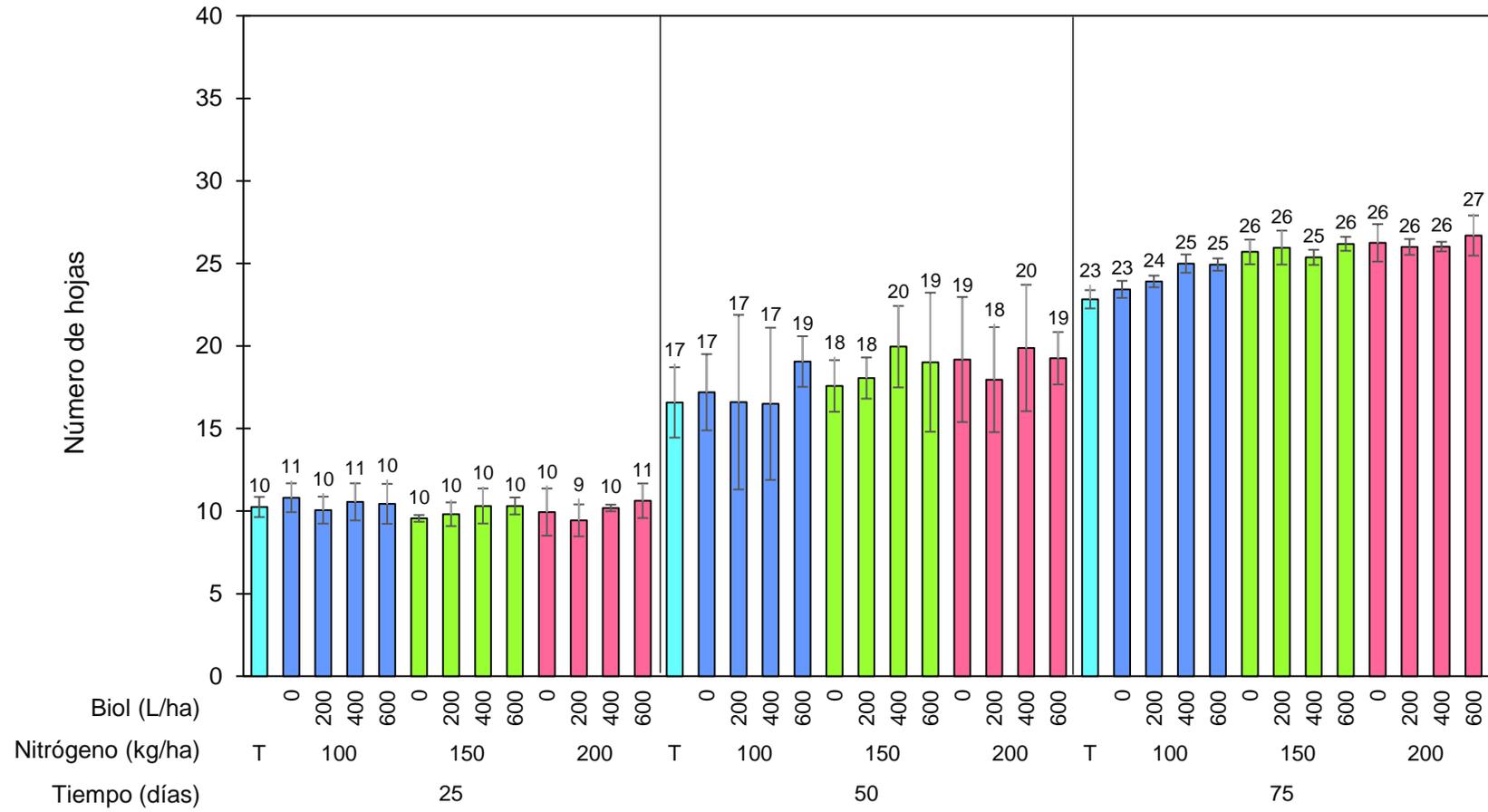
Anexo 7. Análisis de varianza para el rendimiento (t/ha).

Fuente	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	F	p
Bloque	17912.538	3	5970.846	256.398	0.000
Tratamiento	1062.577	12	88.548	3.802	0.001
Error	838.347	36	23.287		
Total	19813.462	51			
	\bar{X}			46.965	
	$S\bar{x}$			2.413	
	Coefficiente de variabilidad			10.28%	

Anexo 8. Altura de la planta a los 25, 50, 75 días después del trasplante.



Anexo 9. Número de hojas a los 25, 50, 75 días después del trasplante.



Anexo 10. Planta de col china a los 15 días después del trasplante.



Anexo 11. Planta de col china a los 25 días después del trasplante.



Anexo 12. Plantas de col china a los 50 días después del trasplante.



Anexo 13. Plantas de col china a los 75 días después del trasplante.



Anexo 14. Plantas de col china a los 80 días después del trasplante



Anexo 15. Pesado de col china

