

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA**

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



**Niveles de gallinaza y densidad de plantas en el rendimiento
de Col (*Brassica oleracea* L. variedad Capitata)**

Canaán, 2750 msnm - Ayacucho

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AGRÓNOMO**

PRESENTADO POR:

Bach. Manuel Jurado Gutierrez

ASESOR:

M.Sc. Walter Augusto Mateu Mateo

Ayacucho - Perú

2023

*Con todo cariño y amor a mis padres:
Alcibíades Jurado Arce, y Elsa Gutiérrez Gálvez
Gracias...*

*A mi Hermanita Roció, que Dios la tenga en su Gloria;
a mis hermanas y hermanos, por su apoyo moral y
colaboración para culminar este trabajo.*

*A mi hijo Kael A. Jurado, Julieta y Fabrizio, con
mucho cariño y amor, por ser día a día mi motivo
de fuerza, trabajo y superación.*

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, alma mater de mi formación profesional.

A la Escuela de Formación Profesional de Agronomía, Facultad de Ciencias Agrarias, en especial a su plana de docentes, a quienes les agradezco por sus enseñanzas y experiencias, que han contribuido en mi formación profesional.

Al M.Sc. Walter Augusto Mateu Mateo, gestor y asesor del presente trabajo, quien supo brindarme su apoyo y valiosa orientación en la conducción y culminación del presente trabajo de investigación.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice general.....	iv
Índice de tablas	viii
Índice de figuras.....	ix
Índice de anexos.....	x
Resumen.....	1
Introducción	2

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO	4
1.1. ANTECEDENTES GENERALES	4
1.2. ORIGEN DEL CULTIVO	5
1.3. TAXONOMÍA DE LA COL	6
1.4. IMPORTANCIA	6
1.5. COMPOSICIÓN Y VALOR NUTRICIONAL	7
1.6. ZONAS DE PRODUCCIÓN DE LA COL	8
1.7. CLASIFICACIÓN MORFOLÓGICA DE LAS PLANTAS	8
1.7.1. Raíz	8
1.7.2. Tallo	8
1.7.3. Hojas	8
1.7.4. Flores.....	9
1.7.5. Frutos.....	9
1.8. FASES DEL CULTIVO	9
1.8.1. Primera etapa.....	9
1.8.2. Segunda etapa.....	9
1.8.3. Tercera etapa	9
1.8.4. Cuarta etapa.....	10
1.8.5. Quinta etapa	10
1.9. REQUERIMIENTOS EDAFO-CLIMÁTICOS	10
1.10. VARIEDADES DE COL.....	11
1.10.1. Tipo precoz o de hojas crespadas	12

1.10.2. Tipo intermedio de hojas lisas.....	12
1.10.3. Tipo tardío.....	12
1.11. CLIMA Y SUELOS.....	12
1.11.1. Clima.....	12
1.11.2. Suelo.....	13
1.12. MANEJO AGRONÓMICO DEL CULTIVO.....	13
1.12.1. Preparación del terreno.....	13
1.12.2. Almácigo.....	14
1.12.3. Siembra y riego.....	14
1.12.4. Trasplante y distanciamiento.....	15
1.12.5. Abonamiento.....	16
1.12.6. Control de malezas.....	16
1.12.7. Fertilización.....	17
1.12.8. Aporque.....	17
1.12.9. Cosecha y rendimientos.....	17
1.13. PLAGAS Y ENFERMEDADES DE LA COL.....	19
1.13.1. Plagas.....	19
1.13.2. Enfermedades.....	21
1.14. LA GALLINAZA.....	23
1.14.1. Factores que definen la cantidad y calidad de gallinaza.....	24
1.14.2. La gallinaza como fertilizante.....	25
1.14.3. Aporte nutrimental de la gallinaza.....	26
1.15. ABONO ORGÁNICO.....	27
1.15.1. Beneficios del uso de abonos orgánicos.....	28
1.15.2. Principales fuentes generadoras de abonos orgánicos.....	29

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA.....	30
2.1. DEL CAMPO EXPERIMENTAL.....	30
2.1.1. Ubicación geográfica.....	30
2.1.2. Antecedentes del campo experimental.....	30
2.1.3. Análisis físico químico del suelo.....	30
2.1.4. Análisis fisicoquímico de gallinaza.....	31
2.2. CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS.....	31

2.3.	VARIEDAD UTILIZADA	35
2.4.	MATERIALES Y EQUIPOS.....	35
	2.4.1. Materiales	35
	2.4.2. Equipos.....	35
2.5.	DISEÑO EXPERIMENTAL	35
	2.5.1. Factores a estudiar	35
	2.5.2. Tratamientos.....	36
2.6.	ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	36
2.7.	DESCRIPCIÓN DEL CAMPO EXPERIMENTAL.....	37
	2.7.1. Bloques.....	37
	2.7.2. Parcelas	37
	2.7.3. Calles.....	37
2.8.	CROQUIS Y RANDOMIZACIÓN DEL CAMPO EXPERIMENTAL	38
2.9.	INSTALACIÓN Y CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO	38
	2.9.1. Almacigado	38
	2.9.2. Preparación del terreno	38
	2.9.3. Surcado y demarcación del terreno	39
	2.9.4. Incorporación de la gallinaza	39
	2.9.5. Trasplante	39
	2.9.6. Recalce	39
	2.9.7. Abonamiento (base mineral)	39
	2.9.8. Riego	39
	2.9.9. Aporque.....	40
	2.9.10. Deshierbo	40
	2.9.11. Control fitosanitario	40
	2.9.12. Cosecha	40
2.10.	CARACTERÍSTICAS A EVALUAR	40
	2.10.1. Longitud de la cabeza de col.....	40
	2.10.2. Diámetro de la cabeza de col	40
	2.10.3. Peso de la cabeza de col	40
	2.10.4. Riego	41
	2.10.5. Rendimiento y clasificación de las cabezas	41
	2.10.6. Rentabilidad económica	41

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN	42
3.1. VARIABLES DE PRECOCIDAD	42
3.2. VARIABLES DE RENDIMIENTO	43
3.2.1. Diámetro de pella	43
3.2.2. Longitud de pella.....	44
3.2.3. Peso de pella.....	46
3.2.4. Rendimiento de col de primera	48
3.2.5. Rendimiento total de col	49
3.3. MÉRITO ECONÓMICO DE LOS TRATAMIENTOS	52
CONCLUSIONES	54
RECOMENDACIONES	55
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	56
ANEXOS.....	58

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1.1. Composición nutritiva de la col	7
Tabla 1.2. Producción de col y otras <i>Brassicaceae</i> a nivel mundial.....	8
Tabla 1.3. Dosis de aplicación de fertilizantes	17
Tabla 2.1. Características físicas y químicas del suelo. Canaán - UNSCH, 2750 msnm. Ayacucho, 2021	31
Tabla 2.2. Análisis físico-químico de la gallinaza	31
Tabla 2.3. Temperatura máxima, media, mínima y balance hídrico correspondiente a la campaña agrícola 2020-2021. Estación Meteorológica Pampa del Arco- Ayacucho	33
Tabla 3.1. Estados fenológicos en nddt en el cultivo de la col. Canaán 2750 msnm.	42
Tabla 3.2. Análisis variancia del diámetro de pella de la col en los diversos tratamientos. Canaán 2750 msnm	43
Tabla 3.3. Análisis de variancia de la longitud de pella de la col en los diversos tratamientos. Canaán 2750 msnm	44
Tabla 3.4. Análisis de variancia del peso de pella de la col en los diversos tratamientos. Canaán 2750 msnm	46
Tabla 3.5. Análisis de variancia del rendimiento de col de primera en los diversos tratamientos. Canaán 2750 msnm	48
Tabla 3.6. Análisis de variancia del rendimiento total de pellas de col en los diversos tratamientos. Canaán 2750 msnm	49
Tabla 3.7. Costos de producción, rendimiento por categoría, valor de venta y rentabilidad de la col. Canaán 2750 msnm.....	53

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 2.1. Diagrama Ombrotérmico: T° vs Pp. y Balance hídrico.....	34
Figura 3.1. Efectos principales de diámetro de pella en promedio de nivel de gallinaza (3 t ha ⁻¹), y densidad de plantas en promedio de (32142 plantas/ha). Canaán 2750 msnm.....	43
Figura 3.2. Efecto principal de la longitud de pella en promedio de nivel de gallinaza de (3 t ha ⁻¹), y densidad de plantas en promedio de (32142 plantas/ha). Canaán 2750 msnm.....	45
Figura 3.3. Efecto principal del peso de pella (kg) en promedio de niveles de gallinaza de (3 t ha ⁻¹), y densidad de plantas en promedio de (32142 plantas/ha). Canaan 2750 msnm.....	46
Figura 3.4. Efecto principal del rendimiento de col de primera en promedio de nivel de gallinaza de (3 t ha ⁻¹), y densidad de planta en promedio de (32142 plantas/ha). Canaán 2750 msnm	48
Figura 3.5. Efecto principal del rendimiento total de col en promedio del nivel de gallinaza de (3 t ha ⁻¹), y densidad de planta de (32142 plantas/ha). Canaan 2750 msnm	50
Figura 3.6. Regresión del rendimiento total de col en función de los niveles de gallinaza. Canaán 2750 msnm.....	51

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Panel fotográfico	59
Anexo 2. Variables evaluadas en la col (<i>Brassica olerácea</i>). Canaán 2750 msnm.	66

RESUMEN

En el Centro Experimental Canaán, de la UNSCH entre setiembre de 2020 y febrero de 2021, se condujo el experimento de cultivo de col corazón de buey, con el objetivo de determinar el efecto de la aplicación de niveles de gallinaza (0, 2, 4, y 6 t ha⁻¹) y densidad de plantas (28571 y 35714 plantas/ha) en el rendimiento y rentabilidad de los tratamientos estudiados. Se utilizó el diseño experimental de Bloques Completos al Azar (DBCA) con arreglo factorial 4N*2D (N: niveles de gallinaza; D: densidad de plantas), con ocho tratamientos y tres repeticiones; se evaluaron el diámetro y longitud de repollo, período de madurez de cosecha, peso de cabeza y rendimiento. Los resultados a la que se arribó fueron: Hubo influencia de los niveles de gallinaza en el rendimiento de col; con 4 y 6 t ha⁻¹ se obtuvo 55,813 y 57,478 kg ha⁻¹ de rendimiento total y 51,552 y 53,446 kg ha⁻¹ de rendimiento categoría primera, sin diferencia entre ellos. En peso de repollo, se alcanzó 2,3 y 2,5 kg por unidad, respectivamente. En diámetro, 20,3 cm con 6 t/ha. Se alcanzó el máximo del rendimiento de 58807.8 kg ha⁻¹, con el nivel de gallinaza de 4.74 t ha⁻¹. Hubo influencia de la densidad de plantas en el rendimiento de col, con la densidad 35,715 plantas/ha se alcanzó 50,393 kg ha⁻¹ de rendimiento total y 43,071 kg ha⁻¹ de rendimiento categoría primera. En peso de repollo la densidad 28571 plantas/ha alcanzó 2.2 kg por unidad. En diámetro de pella, 18,7 con 28571 plantas/ha. Se obtuvo mayor rentabilidad con 35714 plantas/ha y 4 t ha⁻¹, 35714 plantas/ha y 2 t ha⁻¹, 35714 plantas/ha y 6 t ha⁻¹ y 28571 plantas/ha y 4 t/ha con rentabilidades de 97 %, 94%, 94 % y 93%, respectivamente.

Palabras clave: *Brassica oleracea* L., gallinaza, densidad de plantas.

INTRODUCCIÓN

La col es una hortaliza importante en la dieta alimenticia de la población por ser nutritiva y saludable, además de ser fuente de vitamina A, B, B₂, C, D y minerales como el hierro, fósforo, magnesio, potasio y sodio indispensables para el normal desarrollo del ser humano.

La producción de este cultivo proporciona ingresos para los horticultores; sin embargo, las áreas de siembra de cultivo, por lo general son reducidas, es así que la superficie a nivel nacional es de 4070 ha, con un rendimiento promedio de 51.88 t ha⁻¹. El departamento de Ayacucho registra bajos rendimientos con promedio de 14.39 t ha⁻¹, con una superficie cultivada de 158 ha (Oficina de Información Agraria, 2010).

Estos bajos rendimientos se deben a varios factores, entre ellos a la baja fertilidad del suelo, ya que el uso de abonos sintéticos sujeto a problemas de pérdida de diversa naturaleza como la fijación, lixiviación y volatilización que se produce en el suelo, por lo cual es importante incluir el abono orgánico, pues éstas al mejorar las condiciones físico, químicas y biológicas del suelo, contribuye al uso eficiente por las plantas de los elementos nutritivos, aportados por los fertilizantes sintéticos, conservando así el equilibrio ecológico del suelo.

Otro factor que reduce los rendimientos en los cultivos es el inadecuado e inoportuno control de malezas, ya que las malezas causan cuantiosos daños en los cultivos, compitiendo por agua, luz, nutrientes y espacio. Por otro lado, no se trata de mantener el campo libre de malezas durante todo el periodo vegetativo del cultivo incrementando los costos de producción, sino en el momento en que la maleza cause el mayor daño, es decir en la época crítica de competencia de malezas con el cultivo.

Con el uso de productos químicos se pueden suprimir grandes esfuerzos físicos y económicos, pero existen riesgos de alterar el medio ecológico si es que no se utiliza

adecuadamente el herbicida, ya que un alto porcentaje de los problemas ocasionados en la utilización de los herbicidas es por el desconocimiento de sus propiedades y métodos de aplicación.

Por las consideraciones expuestas, se planteó la ejecución del presente trabajo de investigación, con la finalidad de alcanzar los siguientes objetivos:

1. Determinar la influencia de los niveles de gallinaza en el rendimiento de col en Ayacucho.
2. Determinar la influencia de la densidad entre plantas en el rendimiento de col en Ayacucho.
3. Estimar la rentabilidad económica de los tratamientos estudiados en el cultivo de col.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. ANTECEDENTES GENERALES

Brassica es el nombre latino de las coles; término que deriva, a su vez, del latín *caulis* que significa tallo y que corresponde al nombre general en español para el grupo de hortalizas que componen esta especie de $2n = 18$ cromosomas.

Las coles o repollos son unas hortalizas de la familia de las Crucíferas cuyo nombre científico es Cruciferae *Brassica oleracea*. Presentan dos variedades distintas:

- La de Repollos hoja lisa llamadas científicamente *Brassica oleracea Capitana*.
- La variedad de Repollos de hoja rizada o Coles de Milán llamadas científicamente *Brassica oleracea Bullata*.

Son hortalizas con un origen muy diverso ya que han sido encontradas silvestres en lugares como Grecia y Dinamarca. La primera vez que se conocieron fue gracias a los egipcios cerca de 2500 a. C., pero los primeros en cultivarla fueron la civilización griega **(Fuentes, 2003)**.

En un principio se pensaba que era una planta digestiva y que suprimía los efectos del alcohol, pero si se ingiere en cantidades elevadas puede ser dañina debido a la gran concentración de glucosinolatos que posee dicho fruto **(Valadez, 1994)**

Las coles repollo fueron introducidas en España en 1985, donde se cultivaron las especies de hoja lisa en las regiones de Pontevedra, Valencia y La Coruña, y la especie Milán, en Pontevedra, León y Barcelona, y son estas las mayores productoras, siendo los países donde se destinan ambas producciones Alemania, Francia y el Reino Unido.

Su cultivo en el área se remonta por lo menos a 2500 años a.C., siendo el repollo, col crespita y colirrábano las primeras variedades en ser domesticadas, el repollo, coliflor y

brócoli eran ya conocidos por los griegos y romanos. Los antiguos germanos, sajones y celtas fueron los primeros en cultivarlos en el norte de Europa. Previamente a ser cultivadas y utilizadas como alimento, fueron usadas con propósitos medicinales contra la sordera, la diarrea y el dolor de cabeza, entre otros.

En 1536 los europeos empezaron a comercializarla y después los colonizadores la llevaron al Continente Americano (**Flórez, 2009**).

1.2. ORIGEN DEL CULTIVO

La col es una hortaliza originaria del Mediterráneo y de Europa Central, donde encuentra el clima idóneo para su correcto desarrollo, crece en estado silvestre en las costas del Mediterráneo, Reino Unido, Dinamarca, Francia y Grecia. Es la más antigua de las crucíferas, remontándose su origen entre los años 2000 y 2500 a.C. En 1536 los europeos empezaron a comercializarla y después los colonizadores la llevaron al Continente Americano (**Flórez, 2009**).

El cultivo de la col es conocido desde tiempos muy antiguos. Se ha manipulado hasta tener un creciente número de variedades que hoy se conocen y que provienen de la misma especie *Brassica oleracea*. Debido al gran número de hibridaciones que se efectuaron a partir de la especie primitiva, las subespecies y variedades que de ella derivan no tienen los mismos caracteres, en lo que a una descripción o clasificación botánica se refiere (**García, 1995**).

Fuentes y Pérez (2003) respecto a su dispersión detallan que también se encontraron en lugares como Dinamarca, Inglaterra, Francia y Grecia, siempre en zonas cercanas a las costas, y que al parecer habrían sido cultivadas por los egipcios hace 2.500 años a.C., y posteriormente por los griegos.

Valdez (1994) sostiene que esta hortaliza es originaria del mediterráneo y de Europa. En la actualidad crece en estado silvestre en las costas del mediterráneo, Inglaterra, Dinamarca, Francia y Grecia. Es la más antigua de las crucíferas remontándose su origen entre los años 2000 y 2005 a.C., se cree que los egipcios lo utilizaban como una planta medicinal. En 1536 los europeos comenzaron a explotarla y después los colonizadores lo trajeron al continente americano.

Anteriormente se indicaba que sus propiedades mágicas, curativas y otras que se le atribuían motivaron la dispersión a Europa en el siglo IX, adquiriendo luego importancia para el consumo humano, razón por la cual se difundió en América a través de los colonos en el año 1540 (**Giaconi, 2004**).

1.3. TAXONOMÍA DE LA COL

Las plantas que pertenecen a las familias *Brassicaceas* (*Brassicaceae*), están ampliamente distribuidas en todo el mundo; dicha familia comprende cerca de 2000 especies agrupadas en 130 géneros. Uno de los géneros de mayor importancia agrícola es el "*Brassica*" dentro del cual se agrupan las coles (**Girard, 1993**).

Valdez (1994) y **García (1995)** señalan a la col dentro de las siguientes categorías taxonómicas:

Reino	: Vegetal
División	: Fanerógamas
Subdivisión	: Angiospermas
Clase	: Dicotiledóneas
Subclase	: Arquiclamídeas
Orden	: Papaverales
Familia	: Crucíferae
Género	: Brassica
Especie	: <i>Brassica oleracea linneo</i>
Variedad botánica	: Yersey Wakefield
2n	: 18
Nombre común	: Col corazón

1.4. IMPORTANCIA

Esta variedad de col ha sido cultivada durante cientos de años, y en un amplio rango de cultivos, como los repollos, brócoli, coliflor y otras plantas reconocibles dentro de la misma especie. Se trata de una de las plantas más importantes que se emplea como alimento humano (**Infoagro, 2008**).

Infoagro (2008) los elementos esenciales que podemos encontrar en las hojas de la col son principalmente los siguientes aminoácidos:

- **Alanina:** Interesante en cuanto interviene en la producción de anticuerpos.
- **Arginina:** Esencial en la eliminación del amoniaco, reparación de los tejidos y construcción muscular.
- **Ácido ascórbico:** Vitamina C, esencial en la prevención de enfermedades como el escorbuto, juega un papel fundamental en la formación del colágeno.
- **Cisteína:** Funcionamiento hormonal.
- **Ácido fólico:** Vitamina B.
- **Acido glutámico:** Mejora las condiciones mentales, previene la esquizofrenia y vitaliza el organismo.
- **Leucina:** Crecimiento infantil, equilibrio del nitrógeno.
- **Niacina:** Metabolismo de las grasas, previene la hipertensión, y reduce el colesterol en el organismo.
- **Tirosina:** Actúa como un neurotransmisor y tiene mucha importancia en la lucha contra la depresión, así como en el buen funcionamiento de la glándula pituitaria y tiroides.
- **Luteína:** Pigmento amarillo, y otros como: Nitratos, Proteínas, Mucilagos, Elementos químicos, Bromo, Aluminio, Bario, Calcio, flúor, Magnesio, fosforo, Azufre, interviene en el crecimiento óseo y en la eliminación de toxinas del cuerpo.

1.5. COMPOSICIÓN Y VALOR NUTRICIONAL

Rivera (1993) reporta la siguiente composición nutritiva de algunas variedades de col repollo en 100 gramos de parte comestible.

Tabla 1.1. Composición nutritiva de la col

Valor nutritivo	Repollo roja	Col de Milan-Savoy	Repollo común
Agua (%)	90.2	92.0	92.4
Proteínas (g)	2.0	2.4	4.3
Grasa (g)	0.2	0.2	0.2
Carbohidratos (g)	6.9	4.6	5.4
Fibra (g)	1.0	0.8	0.8
Cenizas (g)	0.7	0.8	0.7
Calcio (mg)	42.0	67.0	49.0
Fósforo (mg)	35.0	54.0	29.0
Hierro (mg)	0.8	0.9	0.4
Sodio (mg)	26.0	22.0	20.0
Potasio (mg)	268.0	269.0	233.0
Vitamina A (U.I)	40.0	200.0	130.0
Riboflavina (mg)	0.06	0.08	0.05
Ácido ascórbico	61.0	55.0	47.0
Valor energético (Cal)	31.0	24.0	24.0

Fuente: Fernández (2000).

1.6. ZONAS DE PRODUCCIÓN DE LA COL

China e India son los primeros productores de col o repollo como se puede observar en la **Tabla 1.2 (Faostat, 2020)**.

Tabla 1.2. Producción de col y otras *Brassicaceae* a nivel mundial

País	Área sembrada (ha)	Producción (t)
China	916394	32538878
India	300500	7281400
Federación Rusa	115600	2732510
Japón	34000	2247700
Ucrania	70700	1497400
Indonesia	67531	1385040
Estados Unidos	26990	1054050
República de Corea	28600	616100
TOTAL	1560315	49353078

Fuente: (Faostat, 2020).

1.7. CLASIFICACIÓN MORFOLÓGICA DE LAS PLANTAS

Tamaro (1981) y García (1995) señalan que la col tiene las siguientes características botánicas:

1.7.1. Raíz

La col es una planta con una raíz pivotante provisto de raicillas laterales, además de una raíz fusiforme vertical con muchas raicillas, que pueden llegar a profundidades de 1.5 m a 1.05 m de crecimiento lateral y que la mayor cantidad de raíces se encuentran a 0.46 m profundidad del suelo.

1.7.2. Tallo

Posee un tallo erguido de 0.05 m a 1.0 m de altura, al principio la base es pequeño, gruesa y no ramifica; siempre y cuando no se quita la dominancia apical que forma la parte comestible. Una vez que la planta haya pasado su desarrollo el tallo principal es ramificado y adquiere una consistencia leñosa y puede llegar a alcanzar entre 1.2 a 1.5 m de altura.

1.7.3. Hojas

Pueden ser sésiles o con pecíolo; son más anchas (60 cm) que largas (34 cm), de color verde glauco o rojizas, de borde ligeramente aserrado, de forma más o menos ovalada,

nervaduras gruesas y lampiñas, recubiertas de estrato de barniz céreo. Como consecuencia de la hipertrofia de la yema vegetativa terminal y la disposición abrasadora de las hojas superiores, se forman unos cogollos de hojas muy apretadas en la que la planta acumula reservas nutritivas y que, en caso de no ser recolectadas en el primer año de cultivo, estas reservas se movilizarán en la alimentación de la planta durante el segundo año del cultivo, en el que en condiciones naturales emitirá el tálamo floral.

1.7.4. Flores

La inflorescencia de la col son unos racimos de flores amarillas o blancas con polinización alógama, con cáliz de 4 sépalos, corola de 4 pétalos iguales, con seis estambres y ovario con cuatro filas de óvulos.

1.7.5. Frutos

El fruto es una silicua de 4 a 6 cm de largo, que encierra numerosas semillas de color oscuro redondeadas que conservan su poder germinativo por cuatro años.

1.8. FASES DEL CULTIVO

Fuentes y Pérez (2003) el primer ciclo de vida de la col es la fase vegetativa o fase de crecimiento es la más importante para los productores hortícolas, y describen las etapas fenológicas de la siguiente manera:

1.8.1. Primera etapa

Se realiza entre los ocho y diez días, iniciándose con la germinación y termina cuando la plántula tiene entre cuatro y cinco hojas verdaderas, este corresponde al momento oportuno de trasplante, durante esta primera etapa las plántulas desarrollan su sistema radical y sus primeras hojas verdaderas.

1.8.2. Segunda etapa

Esta se inicia del momento del trasplante hasta que tiene entre seis a ocho hojas, luego del trasplante las plantas entran en un proceso de rápida ganancia de biomasa, el área foliar se incrementa rápidamente al igual que el sistema radical y el tallo de la planta.

1.8.3. Tercera etapa

Esta es llamada preformación de cabeza, la planta continúa produciendo hojas de pecíolo alargados y láminas extendidas, finalizando cuando la planta tiene aproximadamente doce

hojas; las hojas ya originadas, no formarán parte de la cabeza y sólo algunas de las producidas durante la última etapa se doblarán ligeramente para formar una capa protectora de la cabeza.

1.8.4. Cuarta etapa

En esta etapa se producen hojas sin pecíolo, que se superponen formando una cabeza (pella), estas crecen rápidamente, lo que permite el desarrollo de hojas más succulentas hasta que la cabeza o pella alcanza el tamaño característico de cada cultivar; al final de esta etapa, las hojas han formado una bola compacta que al tacto se siente firme y dura.

1.8.5. Quinta etapa

La fase reproductiva requiere los estímulos de bajas temperaturas, las que activan los procesos fisiológicos que culminan con la producción de uno o más tallos florales, de los cuales se origina la inflorescencia.

1.9. REQUERIMIENTOS EDAFO-CLIMÁTICOS

Casseres (1981) menciona que en cuanto al tipo del suelo no existe mucha exigencia, porque se pueden utilizar desde suelos arenosos a orgánicos y aún los suelos pesados. El pH óptimo que requiere la col es de 5.5 a 6.5; son poco tolerantes a la acidez y puede crecer incluso a un pH de 7.0.

Fuentes y Pérez (2003) indican que el repollo se adapta a una gran variedad de suelos, desde los arenosos hasta los pesados. No obstante, se prefieren suelos de textura franca con gran poder de retención de humedad y ricos en materia orgánica; en suelos pesados (arcillosos), es necesario hacer un buen drenaje para evitar anegamientos.

Fuentes y Pérez (2003) señalan que, debido al constante requerimiento de agua, especialmente desde la formación de la cabeza hasta la cosecha, el cultivo se ve gravemente afectado cuando se planta en suelos arenosos, por lo que recomiendan cultivar en suelos donde la capacidad de retención de agua es alta, a menos que se tenga un manejo adecuado del riego.

Casseres (1981) manifiesta que esta variedad botánica se desarrolla bien en suelos ligeramente ácidos. Con pH comprendido entre 5,5 y 6,5, además aclara que son poco

tolerantes al exceso de acidez y pueden crecer aún a un pH de 7,6 si no hay deficiencia de algún elemento esencial.

Giaconi (2004) manifiesta que los mejores resultados productivos se obtienen a pH de 6,0-6,5, ya que este corresponde al rango de mayor disponibilidad de potasio.

Valdez (1994) señala que la col se desarrolla y produce mejor en climas templados y frescos, con tolerancia a bajas temperaturas desde 4.4 C°, para su germinación hasta 35 C°, siendo la óptima de 29.4 C°.

La temperatura ambiental propios para su crecimiento y desarrollo son de 15 a 20 C°, con mínima de 0 C° y máxima de 35.0 C°.

Volosky (1974) menciona que el promedio mensual óptimo de temperatura para los repollos es de 15 a 18 C°, con máximas medidas de 23 C° y mínimas de 4 C°, para el mejor crecimiento y calidad; la temperatura óptima del suelo para la germinación de la semilla es de 26 a 30 C°, a cuyas temperaturas normalmente germina y emerge la plántula sobre la tierra en tres o cuatro días, a temperaturas menores tarda más tiempo.

Casseres (1981) cuando las plántulas han estado a temperaturas de 10 a 13 C°, especialmente cuando están pequeñas y su tallo apenas tiene el grosor de un lápiz, es más probable que no formen cabeza, sino que se induzca la floración, esto no sucede a temperaturas de 15 a 21C°, pero este factor depende más específicamente de las variedades, ya que hay algunas no seleccionadas que pueden ser más susceptibles a la floración prematura, mientras que a otras ya se les ha incorporado un mecanismo de resistencia, el fotoperiodo no afecta la floración.

1.10. VARIEDADES DE COL

Maroto (1995), (Casseres (1981) indican que los cultivares más importantes son menos de diez, aunque en número se llegó a nombrar que pasa los 200 de acuerdo a la forma, la precocidad, las estaciones, adaptación, según las características de las hojas y cabezas. Una clasificación propuesta sería:

1.10.1. Tipo precoz o de hojas crespadas

Son cultivares de cabeza cónica como: Charlestown Jersey Wakefield, de hojas verdes oscuras de tamaño mediano y compacto y redondas, que han alcanzado gran popularidad y que son resistentes al Fusarium.

1.10.2. Tipo intermedio de hojas lisas

Son cultivares de época intermedia como: Glory, Oftenkhuizen, y Marion Market, se distinguen por ser muy firmes, todas son de cabezas redondas, resistentes a la producción prematura de semillas.

1.10.3. Tipo tardío

Son cultivares como: Danish y Ball head se considera como los mejores de los tardíos variando de forma chata a redondeada. Otros tipos pueden ser como los morados crespos y en términos generales, las variedades de recolección otoñal e invernal son muy resistentes al frío y las de recolección primaveral - estival son resistentes al calor (Maroto, 1995 y Casseres, 1981).

1.11. CLIMA Y SUELOS

1.11.1. Clima

Maroto (1995) afirma que la col desarrolla en climas templados y frescos donde se produce todo el año y en regiones tropicales y sub tropicales durante el invierno. La col es la hortaliza dentro de las crucíferas que muestra mayor tolerancia a las heladas hasta -9 °C, requiere para la germinación de 4.4 °C. La temperatura máxima es de 35 °C; siendo la óptima de 29.4 °C y en general, las mejores temperaturas se hallan entre 20 y 25 °C. Cuando la temperatura es de 4 a 7 °C por un periodo de 3 a 4 semanas después de la fase juvenil emite el vástago floral, y bajo condiciones de invernadero a temperatura de con un rango de 14 a 18 °C, la col puede ser "perenne" pudiendo producir tres veces al año.

Maroto (1995) menciona que las coles son de amplia adaptabilidad climática, generalmente se adapta mejor a ambientes húmedos y son sensibles a la sequía, en cuanto a temperaturas, vegetan en temperaturas diurnas de 13 a 18 °C y nocturnas de 10 a 12 °C; algunas variedades pueden resistir hasta temperaturas de -10 °C, mientras para el mejor crecimiento y germinación se produce de 26 a 30 °C, donde normalmente la planta emerge de 03 a 04 días.

1.11.2. Suelo

Maroto (1995) señala los requerimientos de suelos para la col, que se adapta bien a terreno ricos de textura media y arcillosa, poco tolerante a la salinidad (de 6,400 ppm - 0.10 mmhos) y a los encharcamientos, en cuanto al pH ligeramente tolerante a la acidez, con un rango de pH de 6.8 - 5.5 siendo el óptimo pH de 6.5 - 6.2.

Maroto (1995) añade que requieren suelos desde los arenosos a los orgánicos y hasta suelos pesados y llanos que estén bien labrados dotados con anticipación de materias orgánicas muy descompuestos y agregados de oportunas fertilizaciones minerales, cuando hay deficiencia de N en el suelo el color es verde claro mientras que en caso de P ó K el mejor aprovechamiento de P es con un pH de 5.5 a 6.5.

1.12. MANEJO AGRONÓMICO DEL CULTIVO

1.12.1. Preparación del terreno

Infoagro (2008) indica que se debe iniciar las labores con un riego pesado, inundación o machaco, posteriormente se realiza un subsolado con reparto de estiércol para facilitar el desarrollo radicular del cultivo, luego realizar la labor de desmenuzamiento del suelo o mullido con un pase de fresadora. Se recomienda aplicar un herbicida de preemergencia como oxifluorfen a una dosis de 0.75 l/ha, posteriormente realizar el trazado de surcos a un distanciamiento de 0.70 m, con aplicaciones de estiércol en forma localizada o a lo largo de los surcos.

Camasca (1994) indica que la preparación del terreno es una operación que consiste en labrar, voltear y mullir el suelo para mejorar su condición física, dar al terreno el aireado, el nivelado, con una pendiente de superficie adecuada con la finalidad de facilitar el riego y evitar el encharcamiento por efecto de las lluvias; incorporando a la vez materia orgánica.

Pletsch (2006) agrega que las labores de preparación variarán según la composición estructural del suelo, en suelos arenosos, sueltos, permeables, profundos es suficiente la utilización de la rastra de disco para dejar el suelo apropiadamente preparado. Si se trata de suelos pesados (arcillosos), con drenaje deficiente se debe normalizar el total del terreno, de manera de suprimir los sectores donde puedan ocurrir anegamientos temporales.

1.12.2. Almacigo

Se elige un terreno adecuado y sombreado, luego se siembra al voleo, poco espeso empleando 1.5 a 2 g de semilla por metro cuadrado, y se cubre la semilla con un mantillo viejo tamizado; luego es conveniente regar dos veces al día, logrando plantas buenas de 200 a 250 plantas por metro cuadro (**Casseres, 1981**).

Maroto (1995) y Casseres (1981) menciona que el almacigo se realiza tradicionalmente en semilleros ó tablares donde se utiliza 1 a 3g de semillas por metro cuadrado se logra 300 a 400 plantas/m², 50g de semilla con 75% de germinación produce 5,000 plantas adecuadamente aclarando para evitar plantas ahiladas.

1.12.3. Siembra y riego

Beingolea (1991) afirma que la mayoría de las hortalizas como la col requieren una germinación en almacigo para su posterior trasplante en el campo, generalmente se hacen en bandas de almacigo de 1 m de ancho y 5 m de largo, los métodos de siembra se realizan al voleo y en surcos, para lo cual se emplean de 1 a 3 g de semilla por m².

Casseres (1981) indica que con 50 gramos de buena semilla se pueden producir unas 5.000 plantas. Se necesitan de cuatro a seis semanas para producir plántulas de tamaño adecuado para el trasplante, agrega que en las almacigueras se requiere una cantidad relativamente abundante de agua, pero no en exceso; y una vez en el campo en las zonas no lluviosas conviene regar la tierra al trasplantar.

Una vez realizada la plantación, se procede inmediatamente a dar riego. Para evitar una transpiración excesiva, con el desecamiento de las plantas, el terreno debe acotarse en parcelas que permitan el riego lo más pronto posible tras la plantación (**Maroto, 1995**).

Casseres (1981) señala que de 7 a 10 días antes del trasplante se debe reducir el agua de riego en el semillero para que las plántulas se pongan más consistentes y firmes lo que acondicionará para soportar el arranque y establecimiento en el campo.

Fuentes y Pérez (2003) señalan que el cultivo de repollo consume altas cantidades de agua, por lo que se debe estar regando frecuentemente. Indican además que el riego por surcos puede ser aprovechado si se realiza en suelos bien nivelados y drenados; y que el

riego por goteo es probablemente la mejor alternativa, aunque inicialmente la inversión es alta, pero el control sobre los volúmenes de agua a aplicar es más fácil y a través del riego puede haber aplicación de fertilizantes.

La planta de repollo es muy exigente en agua y el período que la planta requiere más agua es durante la formación de cabeza. Para que se desarrolle normalmente el cultivo es necesario suministrar entre 350 y 450 milímetros durante su ciclo, si este requerimiento hídrico no se satisface por lluvias, se deben efectuar riegos periódicos con el fin de que la planta no llegue a un estado de marchitez (**Pletsch, 2006**).

El riego debe ser regulado y abundante en la fase de crecimiento, en la fase de inducción floral y formación de pella. Conviene que el suelo este sin excesiva humedad, pero si en estado de capacidad de campo (**Infoagro, 2008**).

1.12.4. Trasplante y distanciamiento

Tamaro (1981) manifiesta que el trasplante viene a ser la operación desarrollada en la cuarta hoja, generalmente a los 40-45 días después de la siembra, efectuándose a raíz desnuda en un agujero recto para que las raíces puedan estar verticales, comprimiendo la tierra hasta el cuello de la planta.

Volosky (1974) recomienda que la plántula para ser trasplantada, debiera tener de 3 a 4 hojas verdaderas, una altura de 10-12 cm y el grosor de tallo no sean inferiores al de un lápiz común.

Montes y Holle (1982) indican que el trasplante se realiza cuando la planta en el almácigo alcanza una altura de 15 cm; se recomienda realizar en horas de la tarde y con el suelo húmedo. El distanciamiento apropiado en el campo definitivo es de 0.7 m entre surcos y 0.4 m entre plantas. El periodo vegetativo del cultivo es de 150 a 180 días incluido el almácigo, inmediatamente después del trasplante se procede a realizar el riego de plantación.

El espaciamiento en el campo cambia según la variedad y si es para cosecha temprana o tardía (**Casseres, 1981**).

1.12.5. Abonamiento

El repollo tiene un sistema radical bastante superficial, pero si los suelos son sueltos y profundos las raíces penetran hasta 45 y 60 cm; las aplicaciones de fertilizante al voleo son bien aprovechadas, un exceso de abono puede resultar en cabezas rajadas lo que reduce el rendimiento comercial (**Casseres, 1981**).

La col requiere mucho abono sobre todo niveles altos de N y K, en la mayoría de los casos se recomienda la incorporación de abonos verdes al suelo, suplantando más tarde con aplicaciones de nitrógeno al lado del surco. La col utiliza el nitrógeno lentamente durante todo su desarrollo, de donde se deduce el gran beneficio de la materia orgánica, y si no hay equilibrio con otros elementos, las cabezas pueden resultar sueltas o poco firmes (**Casseres, 1981**).

Fuentes y Pérez (2003) añaden a lo anterior que una aplicación tardía de nitrógeno provoca bajos rendimientos, debido a la formación de cabezas de bajo peso y también se alarga el ciclo del cultivo. Además, incluyen que la aplicación nitrogenada debe fraccionarse en tres o cuatro aplicaciones.

Las plantas deficientes en fósforo retardan su crecimiento, y afectan el follaje, este elemento debe ser aplicado una sola vez y antes del trasplante (**Fuentes y Pérez, 2003**).

El potasio, aumenta la resistencia a las bajas temperaturas y además mantiene la turgencia del fruto, debe aplicarse al momento del trasplante. Su deficiencia afecta al follaje provocando un bronceamiento de los bordes, deteniéndose el crecimiento y el endurecimiento de la cabeza (**Fuentes y Pérez, 2003**).

1.12.6. Control de malezas

Bautista, R. (2007) mencionan que las primeras labores se pueden realizar después del trasplante limpiezas manuales que eviten la competencia del cultivo con malezas. En lo que se refiere al control químico post-trasplante, solo se puede hacer uso de herbicidas para gramíneas, para dicotiledóneas se hacen limpiezas manuales o mecánicas, cuando el cultivo se desarrolló completamente, el follaje proporciona una buena cobertura, lo que reduce la aparición de malezas.

1.12.7. Fertilización

Maroto (1995) menciona que las extracciones de las coles son variables, según las variedades y los rendimientos obtenidos, pero principalmente necesitan grandes cantidades de nitrógeno, potasio o calcio.

Valadez (1994) señala que la dosis aplicada de fertilizantes recomendados por el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA) es de 100 - 50 - 00 ó 200 - 100 - 00 de N - P - K y la extracción es:

Tabla 1.3. Dosis de aplicación de fertilizantes

Rendimiento de Col (t.ha⁻¹)	N kg.ha⁻¹	P kg.ha⁻¹	K kg.ha⁻¹	Ca kg.ha⁻¹	MgO kg.ha⁻¹
22.4	67.20	13.40	42.60	17.0	4.5
22.4	67.20	22.40	89.60	20.20	4.5
16.3	56.00	8.90	51.50	8.90	3.4
* 25.8	63.30	14.60	63.40	-	-

Fuente: (Infoagro, 2018).

UNALM (2000) recomienda fertilizar con 140-60-60 de NPK y aplicar materia orgánica a la preparación del terreno o en bandas al cambio de surco.

1.12.8. Aporque

Fuentes y Pérez (2003) mencionan que el aporque se debe efectuar con azadón a mano o surcadores, cuyo objetivo es obtener mejor protección contra la sequía, daños por exceso de lluvia, buena medida para el control de malezas y la aireación del suelo.

1.12.9. Cosecha y rendimientos

Camasca (1994) manifiesta que las hortalizas de hoja como el repollo debe formar una cabeza dura y rellena sin rajarse, el tamaño forma y compacidad son los principales índices de madurez, la cosecha se puede realizar manualmente con la ayuda de un cuchillo o machete. La operación de post cosecha consiste en limpiar el producto, quitando algunas hojas y su posterior lavado; los criterios de clasificación son de acuerdo al tamaño y calidad.

Tamaro (1981) manifiestan que se empieza a realizar la cosecha cuando más del 40% de la plantación tiene formada la parte comestible (cabeza o repollo).

Dependiendo de la variedad, la cosecha se inicia entre los 70 y 110 días de realizada la plantación. De acuerdo al escalonamiento de fechas de siembra y de la combinación de variedades que se realicen se extenderá el período de cosecha y como síntoma de maduración de una planta de repollo se puede decir que los bordes de las hojas más externas se enroscan hacia fuera, se observa un cambio de coloración siempre hacia un verde más claro y las más viejas adquieren una posición abierta y tienden a tocar el suelo con los bordes (**Pletsch, 2006**).

Para la cosecha, el corte del repollo debe ser justamente debajo de la cabeza, sin dejar porción del tallo. Sin embargo, deben quedar 3 ó 4 hojas buenas envolventes, sobre todo si el repollo se envía al mercado a granel. Si se empaca en el campo, se recorta dejando como máximo solo 2 hojas envolventes (**Casseres, 1981**).

Una vez que los repollos estén maduros es necesario cortarlo de inmediato, porque inicia a florecer y el producto se desvalora y en algunos casos la cosecha se realiza en forma escalonada a medida que va madurando (**Infoagro, 2008**).

La calidad de la col se reconoce por las cabezas firmes, hojas envolventes que cubren unos a otros, libres de daños de insectos, enfermedades o rajaduras, de buen tamaño; para la industria deben ser grandes y turgentes y para uso casero debe ser de 1 a 3 kg (**Infoagro, 2008**).

El repollo se puede cosechar en cualquier momento, llegado el punto de madurez, antes se presiona con la mano el repollo, una cabeza muy floja o suelta significa que el repollo está inmaduro, y una cabeza muy firme o dura significa que el repollo está maduro. Cuando las cabezas maduran, una lluvia fuerte y repentina puede provocar que las cabezas se agrieten o abran. Corte tan bajo (cerca al suelo) como sea posible, dejando las hojas abiertas del repollo intactas (**Infoagro, 2008**).

Giaconi (2004) apunta que una hectárea de repollos plantadas a 70 x 40 cm, después de descontar posibles pérdidas del trasplante, las plantas que no arrepollan pueden rendir

alrededor de 20.000 cabezas, a pesar de que la cabida teórica a dicha distancia excede las 30.000 cabezas.

Volosky (1974) cita un rango menor, que va de 15.000-18.000 unidades ha⁻¹, señalando que el tamaño y rendimiento del repollo son afectados por la distancia sobre hilera, ya que en este caso aumenta el rendimiento ha⁻¹, pero disminuye el tamaño de las cabezas. Agrega, además, que los rendimientos fluctúan entre 10,4 – 44,6 ton ha⁻¹, dependiendo además de la dosis de fertilizantes, y de las variedades utilizadas.

Giacconi (2004) señala que las evaluaciones que se realizan en el cultivo de repollo son: Porcentaje de germinación, altura de plantas, número de hojas por planta, diámetro de cabeza y peso de cabeza.

1.13. PLAGAS Y ENFERMEDADES DE LA COL

1.13.1. Plagas

a) Pulgón del repollo (*Brevicoryne brassicae*)

Es de color verde ceniciento y sobre el dorso presenta una especie de polvo ceroso blanquecino que le da un aspecto muy característico. Generalmente se ubican en la cara externa de las hojas, pero en ataques intensos también puede alojarse en las zonas axilares de las mismas. Su presencia ocurre generalmente cuando hay períodos prolongados sin lluvias, temperaturas altas y días ventosos, luego de la ocurrencia de lluvias la presencia de esta plaga disminuye sensiblemente (**Fuentes, 2003**).

Los síntomas que se observan en las plantas atacadas es amarillamiento, detención del crecimiento, engrosamiento de nervaduras y formación de ampollas en las hojas. Los pulgones son transmisores de virus y sobre sus excrementos se desarrolla abundante fumagina (hongo) que les da a las plantas un aspecto sucio y pegajoso que desmejora totalmente la calidad comercial (**Fuentes, 2003**).

Si se dan las condiciones climáticas favorables para el desarrollo de los pulgones se debe estar atento, recorrer el lote a fin de detectar los focos y atacarlos allí antes que se generalice a todo el cultivo (**Pletsch, 2006**).

b) Polilla del repollo (*Plutellaxy lostella*)

El adulto es una pequeña mariposa de color gris claro, que tiene vuelo bajo y corto, deposita los huevos en la cara inferior de las hojas del repollo. Las larvas pueden medir hasta 10 milímetros de largo, es de color verde claro y cuando se realizan movimientos en las hojas ella se mueve dando pequeños saltos.

La presencia se puede dar en cualquier época del año, aunque los ataques más intensos ocurren en los meses de mayores temperaturas. Las larvas se alimentan de las hojas y brotes tiernos, se ubican en la cara inferior de las hojas y es allí donde se alimentan, dejando únicamente las nervaduras y quedando las hojas totalmente perforadas. En todas las zonas productoras de repollo es considerado el insecto que ocasiona las pérdidas económicas más importantes (**Fuentes, 2003**).

c) Gusano grasiento (*Agrotis ypsilon*)

El adulto es una mariposa y el daño lo ocasionan las larvas, son de hábito nocturno y están en movimiento cuando se alimentan, durante el día permanece enterrada a poca profundidad adoptando la forma de rosca, las larvas son de color gris oscuro y de aspecto grasiento, pueden alcanzar hasta cuatro centímetros de largo. Una sola larva puede cortar entre seis y ocho plántulas por noche si estas son tiernas. El daño que ocasiona esta plaga se limita a los primeros días de realizado el trasplante, una vez que los tallos alcanzan mayor diámetro y se lignifican ya no son atacados (**Pletsch, 2006**).

Otra forma de disminuir la intensidad del ataque del gusano grasiento es realizar dos a tres labranzas de suelo antes del trasplante (**Pletsch, 2006**).

d) Gusanos cortadores (*Agrotis spp.*)

Agrotis es un género de polillas perteneciente a la familia Noctuidae y a la orden de las Lepidópteras. Para prevenir el ataque de estos cortadores, es recomendable preparar oportunamente el terreno y eliminar malezas varias semanas antes de sembrar o trasplantar, para destruir los sitios de ovoposición y las plántulas que sirven de alimento a algunas larvas pequeñas (**Pletsch, 2006**).

Montes y Holle (1982), mencionan que en el reporte de plagas generalmente se presentan los Aphidos: el pulgón *Myzus persicae* y el pulgón blanco *Brevycorine brassicae*, son

plagas de mayor importancia. Además, ataca el chinche de la col *Eurydema oleracea*, mariposa de la col *Pieris brassicae*, este último comedor de hojas.

Giaconi (2004) indica que varias plagas atacan al cultivo del repollo y otras brásicas de importancia hortícola. Entre las plagas más importantes destacan: pulgón de las crucíferas, el gusano minador del repollo y la polilla de las crucíferas, añadiendo la mariposa blanca y las babosas, especies que son de menor importancia. El método de control que se recomienda es la aplicación de productos químicos.

1.13.2. Enfermedades

a) Podredumbre negra

Es producida por la bacteria denominada *Xanthomonas campestris pv.* Su presencia ocurre en períodos lluviosos y temperaturas elevadas, puede atacar en cualquier estado de desarrollo de las plantas (**Fuentes, 2003**).

Difusión: La forma más frecuente es mediante las semillas infectadas provenientes de cultivos enfermos. Otra de las formas es a través de restos vegetales de alguna planta de la misma familia que permanecieron en el terreno como por ejemplo brócoli, coliflor, rábanos, etc. También pueden ocurrir infecciones por el agua de riego, implementos agrícolas e incluso animales (**Fuentes, 2003**).

En el control, se deberá utilizar semillas certificadas, de marcas conocidas, practicar siempre la rotación de cultivos, no utilizar el riego por aspersión. Una vez finalizada la cosecha arrancar los troncos de las plantas y retirarlos del campo, compostarlos o quemarlos (**Fuentes, 2003**).

b) Manchas negras

Causado por el hongo *Alternaria spp.* Los primeros síntomas de la enfermedad se manifiestan en hojas viejas y tallos. En su etapa inicial se observan manchas circulares amarillas, anillos concéntricos alternados de color claro y oscuro. A medida que avanza la enfermedad, las hojas se tornan café oscuro. La infección de plántulas en el semillero, puede causar el retraso en el crecimiento o muerte por el ahorcamiento de los tallos. El hongo principalmente se encuentra en la semilla, residuos de cosecha y las malezas.

La enfermedad es favorecida por humedades altas. El inóculo es diseminado por el viento, salpique del agua, equipo, herramientas y el hombre. Bajo condiciones favorables las esporas pueden producirse en una semana y comenzar un nuevo ciclo de la enfermedad.

En el control, se recomienda el uso de semilla certificada y tratamientos de semilla con agua caliente o fungicidas. La rotación de cultivos, destrucción de residuos de cosecha y eliminación de malezas reduce la fuente del inóculo. Durante la formación de la cabeza evite el riego por aspersión. Aplicar fungicidas protectantes orgánicos e inorgánicos ya que previenen el desarrollo de la enfermedad (**Fuentes, 2003**).

c) Podredumbre por esclerotinia

El agente causal es el hongo *Sclerotinia sclerotiorum*. Su aparición ocurre con días de elevada humedad relativa y temperaturas entre 20 y 23 grados centígrados. Primero se observa lesiones húmedas, sobre estas luego se desarrolla abundante micelio de color blanco y aspecto algodonoso, en estos micelios se desarrollan los esclerocios que son de forma irregular, de color negro y consistencia dura.

El ataque comienza por las hojas más externas, avanza hacia el interior de las cabezas y puede destruirla totalmente, haciéndose sumamente grave durante el transporte y el almacenamiento (**Pletsch, 2006**).

En el control, no utilizar terrenos donde se detectó la enfermedad en cualquier especie, ya que se trata de un patógeno que afecta a un número importante de hortalizas. Evitar los riegos excesivos en cualquier etapa del cultivo. Destruir totalmente todos los restos luego de la cosecha (**Pletsch, 2006**).

d) Mildiu veloso

Peronospora parasítica. Ataca cuando la humedad ambiental es alta y persiste una condición lluviosa. Causa manchas amarillas en la parte superior de la hoja y en la parte inferior crece un micelio blanco (**Fuentes, 2003**).

e) Mildiu polvoso

Erysiphe sp. Es una enfermedad común en la época de verano. Las hojas presentan manchas necróticas con un micelio blanco en el haz (**Fuentes, 2003**).

f) Pudrición suave

Erwinia corotovora. Por lo general se presenta asociada a la bacteriosis u otro patógeno. Causa la destrucción del tejido el cual adquiere un mal olor típico (**Fuentes, 2003**).

g) Mal de talluelo

Rhizoctonia solani y *Pythium sp.* Estas dos enfermedades son muy comunes en los semilleros de hortalizas. La primera produce una lesión seca hundida y la segunda una lesión húmeda seca hundida y la segunda una lesión húmeda (**Fuentes, 2003**).

h) Fusarium

Fusarium oxisporiyum. Aparece por lo general dos semanas después del trasplante. El hongo produce amarillamiento del follaje, oscurecimiento de las nervaduras de las hojas y en el tallo, así como la caída de las hojas inferiores.

Fuentes y Pérez (2003) recomiendan que en lo posible se deban evitar plantaciones sucesivas de repollo en el mismo terreno, ya que se incrementa en el suelo los niveles de inóculo de enfermedades que lo atacan, además es conveniente sembrar en la época siguiente un cultivo diferente al de la familia *Brassicaceae*.

1.14. LA GALLINAZA

Regau, A. (1994) señalan que los residuos orgánicos son importantes para muchos agricultores aferrados a viejos principios, el estiércol es el mejor abono, superiores a cualquier otro. Sin querer despreciar el importantísimo valor del estiércol y estimando en su justo punto sus muchas cualidades y ventajas, no podemos dejar de señalar los inconvenientes que en muchos presentan el empleo de este abono fresco. Por lo cual es necesaria la transformación de la gallinaza por medio de los diferentes tratamientos.

Se denomina gallinaza a la excreta de las aves, sola o en mezcla con otros materiales. La producción de gallinaza por ave y la composición química varía según su origen (**Murillo, 1999**).

En el caso del estiércol de las aves se observa una liberación inmediata de nutrientes y en seguida una liberación paulatina del resto de los nutrientes durante 1 a 2 años. El contenido de nutrientes en el estiércol varía dependiendo de la clase de animal, su dieta y

el método de almacenamiento y aplicación. En el caso de la gallinaza que se produce en granjas avícolas influye además la cantidad y el tipo de material utilizado en las camas. En ladera es esencial combinar la aplicación de estiércol para mejorar la fertilidad del suelo con otras prácticas de control de erosión (**Murillo, 1999**).

En la gallinaza, a diferencia de otros estiércoles, el N está disponible de inmediato lo cual significa un riesgo de quemar las plantas con aplicaciones no adecuadas. Se aplica generalmente de 0.25 a 0.5 kg por metro lineal, dos a tres semanas antes de la siembra. Su uso está recomendado para hortalizas, pero también en frijol y maíz; también se utiliza como fertilizante orgánico en plantaciones establecidas (**Murillo, 1999**).

La gallinaza fresca mezclada con aserrín contiene 50-60% de agua, 1-1.5% de N, 0.25% de P, 0.5 a 1.0% de K, con una relación C: N de 12. Además, su uso aumenta la actividad microbiológica en el suelo reduciendo a su vez los problemas de nemátodos y otras enfermedades del suelo (**Murillo, 1999**).

Guerrero (1980) señala que la gallinaza es un apreciado abono orgánico, rico en nitrógeno (6%) y contiene todos los nutrientes indispensables para las plantas en mayor cantidad que los estiércoles de otros animales. Durante el año se puede acumular excrementos de gallina de 60 a 70 kg/animal. Lo más común es que la gallinaza se encuentre conformada por una mezcla de aserrín con estiércol de gallina, esto disminuye su calidad, por ello es preferible realizar el compostaje o fermentación antes de su incorporación directa al suelo.

1.14.1. Factores que definen la cantidad y calidad de gallinaza

La cantidad y calidad de la gallinaza está influenciada por los siguientes factores:

a) Edad del ave

La cantidad de excretas está relacionada con el tamaño del ave, al ser un ave pequeña, la cantidad de excretas disminuye, contrario a lo que pasaría con aves de mayor edad, donde la cantidad de excretas será mayor.

b) Línea de producción

Según la línea de producción que se siga el manejo es distinto, particularmente en la composición del alimento, lo que finalmente se refleja en la calidad y cantidad de las

excretas de las aves (contenido nutrimental). Es importante tener como referencia que aproximadamente por cada kilogramo de alimento consumido, las aves producen de 1.1 a 1.2 kg de excretas frescas (70 – 80 % de humedad en gallinaza).

c) Consumo de alimento

La cantidad de excretas depende de la cantidad de alimento consumido, tomando en cuenta su digestibilidad.

d) Cantidad de alimento desperdiciado

La composición química del alimento utilizado en la industria avícola se encuentra relacionada con la calidad de la gallinaza. Al desperdiciar alimento y ser depositado en la superficie donde se encuentran las excretas, enriquecerá a la gallinaza (principalmente nitrógeno), dependiendo de la cantidad desaprovechada.

e) Cantidad de plumas

Las plumas en su estructura química contienen queratina, dicha proteína tiene como componente principal el nitrógeno por lo cual, a medida que existe más cantidad de plumas la gallinaza mejora su calidad nutrimental.

f) Temperatura

Alta temperatura y humedad generan gases, principalmente amoníaco, resultado de la fermentación anaeróbica, perdiendo de esta forma grandes cantidades de nitrógeno (gallinaza de baja calidad).

g) Ventilación

El flujo de aire en la gallinaza reduce la pérdida de N causada por su volatilización en forma de amoníaco ([www. mundo pecuario.com](http://www.mundopecuario.com)).

1.14.2. La gallinaza como fertilizante

La industria avícola, debido a su producción intensiva tiene el potencial de proveer además de huevo y carne, materiales de desecho orgánico y de calidad como la gallinaza. Y tiene grandes ventajas para incrementar la producción de los cultivos, entre las más importantes están: el aporte de nutrientes como N, P y K, e incremento de la materia orgánica del suelo.

Gallinaza. Excretas de gallinas ponedoras que se acumulan durante la etapa de producción de huevo o bien durante periodos de desarrollo de este tipo de aves, mezclado con desperdicios de alimento y plumas. Puede o no considerarse la mezcla con los materiales de la cama.

Pollinaza. Excretas de aves de engorde (carne), desde su inicio hasta su salida al mercado, mezclado con desperdicio de alimento, plumas y materiales usados como cama.

(<https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/gallinaza-como-fertilizante>).

La gallinaza en jaula tiene una composición húmeda porque el estiércol no está mezclado con cascarilla de arroz, aserrín, paja u otros componentes de la cama, a diferencia de la composición de la gallinaza en piso y pollinaza. La mezcla estiércol con la cama eleva la composición de carbono, por tal razón la relación C/N es menor en la gallinaza en jaula que los otros dos tipos. Respecto al aporte de macro y micronutrientes en diferentes concentraciones depende de su origen (**Murillo, 1999**).

1.14.3. Aporte nutrimental de la gallinaza

Murillo (1999) la gallinaza es un excelente fertilizante si se utiliza de manera correcta, es un material con buen aporte de nitrógeno, además de fósforo, potasio, calcio, magnesio, azufre y algunos micronutrientes, su aplicación al suelo también aumenta la materia orgánica, fertilidad y calidad del suelo.

Simpson (1984) señala que un suelo con considerable contenido de gallinaza ayuda a controlar de manera natural insectos del suelo; ofrece nutrientes asimilables al cultivo y mejora la porosidad e infiltración de agua. Por un lado, esto evita que se acumule agua superficial y por otro, evita la creación de microclimas ideales para los hongos y bacterias.

La incorporación de gallinaza aumenta las interacciones biológicas del suelo, que conlleva mayor abundancia de micro flora y micro fauna, las cuales son esenciales para mantener un equilibrio biológico de sus componentes y disminuir el número de ciertos patógenos que atacan al cultivo.

Canet (2008) menciona que dentro de los estiércoles de ave se distinguen muchos productos, como aquellos procedentes de la producción avícola con camas en granjas

industriales para la producción de carne, los excrementos semisólidos procedentes de gallinas ponedoras en batería o de crías especiales de aves como patos para carne o grasa y, finalmente la mezcla de las deyecciones y el material usado en las camas de las granjas de aves criadas para la producción de carne o huevos en condiciones semi extensivas. Como paja de trigo, aserrín, cascarilla de arroz, etc.

1.15. ABONO ORGÁNICO

Martínez (2003) menciona que se conoce como abono orgánico a toda fuente de materia orgánica capaz de descomponerse e integrarse al suelo para mejorar sus características químicas, físicas y microbiológicas.

Los abonos orgánicos fueron la base de la fertilización durante muchos siglos, hasta la aparición de los fertilizantes químicos, entre los desechos orgánicos más utilizados como abono orgánico a lo largo del tiempo se menciona al estiércol y el guano de aves marinas (**Martínez, 2003**).

La aplicación de abonos orgánicos para mejorar y mantener el contenido de materia orgánica en el suelo e incrementar la disponibilidad de nutrientes; es una práctica muy antigua, entre los abonos más utilizados están los estiércoles, las compostas, lombricompostas, abonos verdes, residuos de cosecha y residuos de la agroindustria. Su uso y aplicación se realiza principalmente con el objetivo de regresar al suelo los nutrientes perdidos en cada ciclo de cultivo (**Martínez, 2003**).

Los resultados obtenidos a lo largo del tiempo muestran que la aplicación continua de abonos orgánicos mejora la estructura del suelo, la aireación, la porosidad, formación y estabilidad de agregados, la infiltración y retención de humedad entre otros, favoreciendo directamente el desarrollo y el rendimiento de los cultivos; su uso y aplicación se puede analizar desde dos puntos de vista, si se aplica como cobertura (mulching) o como mejorador al ser incorporado al suelo (**Martínez, 2003**).

Una constante aplicación de abonos orgánicos incrementa el contenido de materia orgánica, lo que equivale a un buen reservorio de nutrientes principalmente nitrógeno y fósforo, el nitrógeno representa más del 95 % del nitrógeno total. Su balance se equilibra a lo largo del tiempo, dependiendo de los aportes y pérdidas de materiales orgánicos. En

lo respecta al fósforo se estima que de un 20 a 60% está presente en forma orgánica (Martínez, 2003).

1.15.1. Beneficios del uso de abonos orgánicos

El aporte de los abonos orgánicos, estiércol u otro tipo de material orgánico introducido en el campo. El uso de los abonos orgánicos se recomienda especialmente en suelos con bajo contenido de materia orgánica y degradada por el efecto de la erosión, pero su aplicación puede mejorar la calidad de la producción de cultivos en cualquier tipo de suelo.

Tineo (1999) menciona que la materia orgánica cumple un rol muy importante sobre el suelo, los cuales determinan un buen crecimiento vegetal y una buena cosecha. Así la materia orgánica influye:

En las propiedades químicas del suelo

- Incrementando la CIC.
- Incrementa la eficiencia de la fertilización nitrogenada.
- Incrementando la disponibilidad del N, P y S. en especial del N a través del lento proceso de mineralización.
- Estabiliza la reacción del suelo, debido a su alto poder tampón.

En las propiedades físicas

- Mejora la estructura, dando soltura a los suelos pesados y compactos, y ligazón a suelos sueltos y arenosos. Por consiguiente, mejora la porosidad.
- Mejora la permeabilidad y aireación.
- Incrementa la capacidad retentiva de la humedad.
- Reduce la erodabilidad del suelo.
- Favorece las operaciones de labranza.
- Confiere el color oscuro al suelo ayudando a la retentividad de la energía calórica.

En las propiedades biológicas

- La materia orgánica constituye el sustrato y fuente de energía para la actividad microbiana.

- Al existir condiciones óptimas de pH, aireación y permeabilidad, se incrementa la flora microbiana.

1.15.2. Principales fuentes generadoras de abonos orgánicos

La gran diversidad de desechos obliga a realizar una clasificación con base en su origen, composición y presentación (Martínez, 2003).

Por su origen. Los desechos generadores de abonos orgánicos pueden ser pecuarios, principalmente estiércoles, orines y desechos de rastro; agrícolas o rastrojos, hojas, tallos y cascaras; forestales, donde el desecho principal es el aserrín por los volúmenes que alcanza; urbanos, el no separar los desechos en la ciudad los convierte en basura; marinos, donde la fuente de generación son plantas acuáticas y algas; y agroindustriales, que derivan del beneficio del café, de la caña de azúcar, frutas, verduras entre otros.

Por su composición. Los desechos se clasifican por el contenido de carbono y nitrógeno, conocido como relación C/N, básica en una mezcla de desechos, de ella depende el tiempo de maduración, relaciones altas o muy bajas extienden este periodo; se recomienda iniciar con una relación C/N de 25 a 35.

Por su presentación. Los desechos pueden ser sólidos o líquidos (Martínez, 2003).

CAPÍTULO II METODOLOGÍA

2.1. DEL CAMPO EXPERIMENTAL

2.1.1. Ubicación geográfica

El presente trabajo experimental se realizó en el Centro Experimental Canaán, de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga; ubicado geográficamente a 13° 08` Latitud Sur y 74° 32` Longitud Oeste, a una altitud de 2750 msnm, en el distrito de Andrés Avelino Cáceres Dorregaray, provincia de Huamanga y departamento de Ayacucho.

2.1.2. Antecedentes del campo experimental

El terreno que se utilizó en la instalación del presente trabajo de investigación, estuvo ocupado por el cultivo de trigo (*Triticum aestivum*), cuyo nivel promedio de abonamiento fue de 60-60-00 de NPK.

2.1.3. Análisis físico químico del suelo

Para el análisis de suelo se tomó muestras de 20 cm de profundidad en diferentes puntos de la capa arable del terreno experimental, tratando de obtener una muestra representativa, la que se llevó para su análisis físico – químico al Laboratorio de Suelos del Programa de Investigación de Pastos y Ganadería “Nicolás Roulet” de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, cuyos resultados se muestran en la tabla 2.1.

En base a los resultados obtenidos se realizó la interpretación respectiva, determinándose que el pH de 7.42, se encuentra en un rango óptimo para el cultivo de la col (**Ibáñez y Aguirre, 1983**).

De acuerdo a la clasificación de suelos por su contenido de materia orgánica pertenece a un bajo en materia orgánica. El contenido de nitrógeno total es pobre. El contenido de fósforo disponible es medio. El potasio disponible es considerado como alto. La textura

del suelo de acuerdo a sus componentes de arena, limo y arcilla corresponde a la Clase Textural Franco-Arcilloso (Ibáñez y Aguirre, 1983).

Tabla 2.1. Características físicas y químicas del suelo. Canaán - UNSCH, 2750 msnm. Ayacucho, 2021.

Propiedades químicas	Unidad	Valor	Interpretación
pH		7.42	Ligeramente alcalino
M.O	(%)	0.83	Bajo
N-Total	(%)	0.04	Bajo
P-disp.	(ppm)	17.25	Medio
K-disp.	(ppm)	164.4	Alto
Arena	(%)	43.6	
Limo	(%)	20.9	
Arcilla	(%)	35.5	
Clase Textual			Franco – Arcilloso

Fuente: Laboratorio PIPG (2021).

2.1.4. Análisis fisicoquímico de gallinaza

Para conocer la riqueza de la gallinaza también se realizó el análisis físico-químico que se presenta en la Tabla 2.2.

Tabla 2.2. Análisis físico-químico de la gallinaza

Parámetros	Gallinaza de jaula	Gallinaza de piso	Mezcla de gallinaza
pH	6.45	6.38	6.21
Conductividad (dS/m)	18.30	14.60	16.40
Humedad (%)	60.88	26.08	40.30
Sólidos totales (%)	31.37	93.12	59.41
Materia orgánica (%)	54.66	66.72	61.23
Carbono orgánico (%)	31.71	38.70	35.52
Nitrógeno (%)	3.24	3.37	3.23
Relación C/N	9.79	11.48	11.00
Potasio	3.14	2.89	2.58
Fósforo (P ₂ O ₅)	4.77	4.94	4.85

Fuente: Laboratorio PIPG (2021).

2.2. CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS

Para conocer las condiciones climáticas imperantes durante el ciclo del cultivo de col, se elaboró el balance hídrico en base a los datos registrados de la Estación Meteorológica de Pampa del Arco, de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.

El Centro Experimental de Canaán, se caracteriza como una región Intermedia entre el valle interandino y la región sub andina; de precipitación anual que varía de 500 mm a 800 mm por año; siendo los meses de mayo hasta octubre los meses de escasa precipitación y correspondiendo a los de diciembre a marzo los más lluviosos. La temperatura promedio anual de esta zona se encuentra en un valor de 12 °C; presentándose valores extremos de -2 °C.

En la Tabla 2.3, indica las temperaturas promedio de máxima, mínima y media mensuales, fueron de 22.95, 10.20 y 16.57 °C respectivamente, la precipitación promedio total anual para la campaña fue de 216.54 mm.

La temperatura fue favorable para las diferentes fases fisiológicas del cultivo, cuyo rango óptimo oscila entre 12 y 24 °C de temperatura para climas fríos y templados, los cuales son considerados como moderados para el funcionamiento del sistema fisiológico de la planta. Del balance hídrico se tuvo exceso de agua en los meses de marzo, mayo y noviembre del 2020 a febrero del 2021 y los demás meses un déficit. El trabajo experimental, fue instalado en el mes de septiembre y se condujo bajo riego hasta el mes de noviembre para evitar estrés de la planta.

Uno de los indicadores muy importantes para la agricultura de secano es la humedad del suelo. El balance hídrico propuesta por la **ONERN (1984)**, relaciona la precipitación con evapotranspiración (evaporación de agua del suelo y la transpiración del cultivo), quienes a su vez están estrechamente relacionadas con la temperatura máxima, mínima y media registradas durante el día. Todos estos conjuntos de datos determinan las características climáticas de Huamanga, y específicamente de la zona de Canaán.

Tabla 2.3. Temperatura máxima, media, mínima y balance hídrico correspondiente a la campaña agrícola 2020-2021. Estación Meteorológica Pampa del Arco- Ayacucho

Distrito	: Ayacucho	Altitud	: 2750 msnm
Provincia	: Huamanga	Latitud	: 13° 12' Sur
Departamento.	: Ayacucho	Longitud	: 74°12'Oeste

Año	2020-2021												Total (Anual)	Prom
	Meses	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Ene		
T° Máxima (°C)	20.50	21.10	24.08	21.40	20.60	23.00	24.40	25.80	24.90	24.00	22.00	23.60		22.95
T° Mínima (°C)	11.50	9.80	7.20	7.20	6.90	8.60	10.60	12.20	12.50	11.50	11.70	12.70		10.20
T° Media (°C)	16.00	15.45	15.64	14.30	13.75	15.80	17.50	19.00	18.70	17.75	16.85	18.15		16.57
Factor	0.28	0.16	0.23	0.00	0.03	0.00	0.09	0.00	0.37	0.62	0.24	0.58		0.22
ETP(mm)	79.36	74.16	77.57	68.64	68.20	78.37	84.00	94.24	89.76	88.04	83.58	81.31	967.23	80.60
Precipitación (mm)	22.10	11.94	18.17	0.00	2.03	0.00	7.87	0.00	33.02	54.35	20.07	46.99	216.54	18.05
ETP Ajust. (mm)	17.20	16.07	16.81	14.87	14.78	16.98	18.20	20.42	19.45	19.08	18.11	17.62		
H del suelo (mm)	4.90	-4.13	1.36	-14.87	-12.75	-16.98	-10.33	-20.42	13.57	35.27	1.96	29.37		
Déficit (mm)	-	-4.13	-	-14.87	-12.75	-16.98	-10.33	-20.42	-	-	-	-		
Exceso (mm)	4.90	-	1.36	-	-	-	-	-	13.57	35.27	1.96	29.37		

Fuente: Estación meteorológica de Pampa del Arco, Ayacucho.

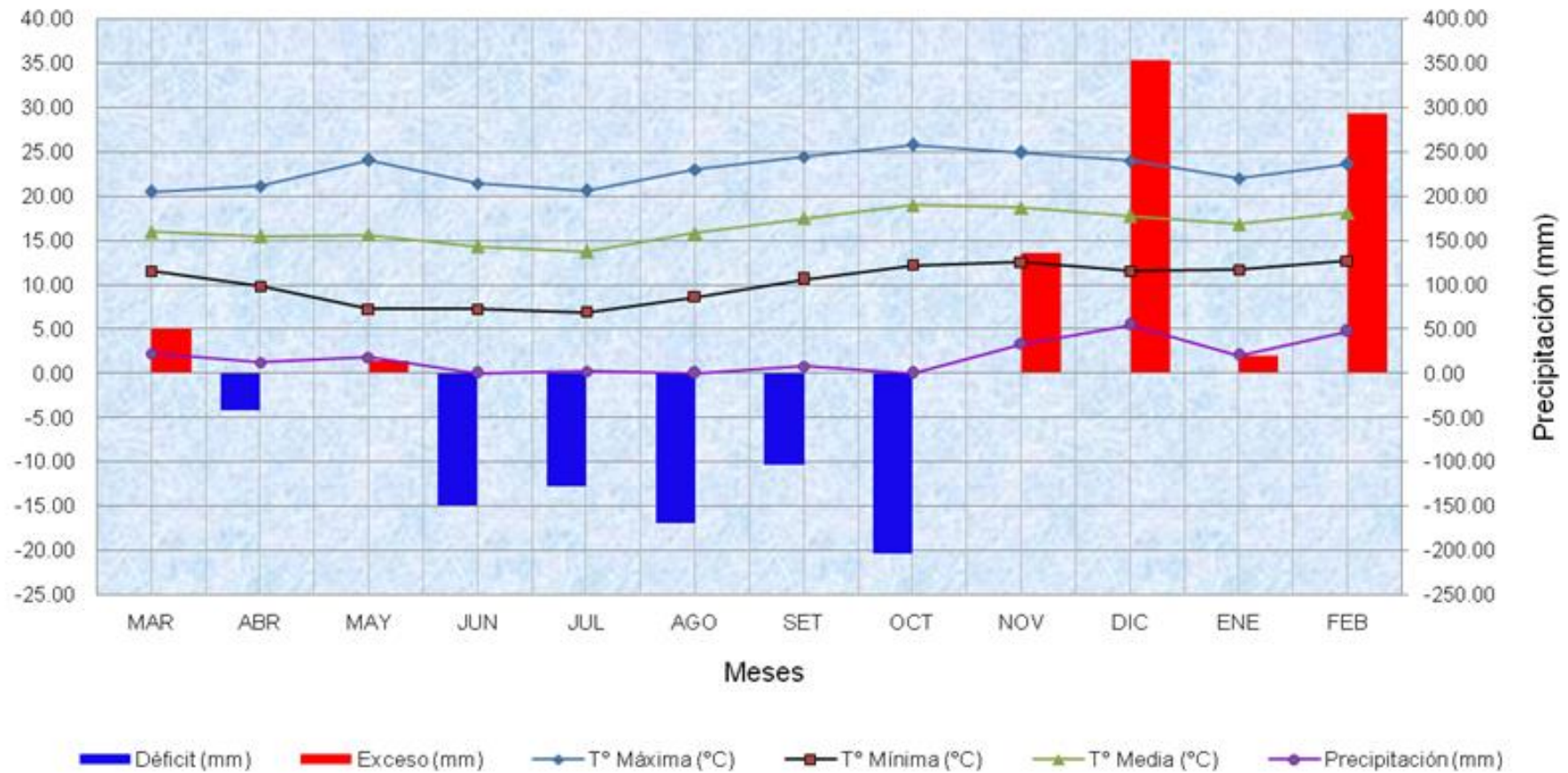


Figura 2.1. Diagrama Ombrotérmico: T° vs Pp. y Balance hídrico

Fuente: Estación meteorológica de Pampa del Arco, Ayacucho.

2.3. VARIEDAD UTILIZADA

La variedad que se empleó en el presente trabajo de investigación, es Charleston Wakefield “Corazón de Buey” cuya semilla garantizada se adquirió de una casa comercial.

2.4. MATERIALES Y EQUIPOS

2.4.1. Materiales

- Estacas
- Cinta métrica
- Pábilo
- Rafia
- Costales
- Plástico
- Regla

2.4.2. Equipos

- Balanza

2.5. DISEÑO EXPERIMENTAL

2.5.1. Factores a estudiar

a) Niveles de gallinaza (G)

g₁: 0.0 t ha⁻¹ de gallinaza

g₂: 2.0 t ha⁻¹ de gallinaza

g₃: 4.0 t ha⁻¹ de gallinaza.

g₄: 6.0 t ha⁻¹ de gallinaza.

b) Densidad de plantas (D)

d₁: 28,571 plantas/ ha (0.70 m x 0.50 m)

d₂: 35,714 plantas/ ha (0.70 m x 0.40 m).

2.5.2. Tratamientos

<u>Tratamiento</u>	<u>Combinación</u>	<u>Código</u>
T ₁	0.0 t ha ⁻¹ de gallinaza y 28571 plantas/ha	g ₀ x d ₁
T ₂	0.0 t ha ⁻¹ de gallinaza y 35,714 plantas/ha	g ₀ x d ₂
T ₃	2.0 t ha ⁻¹ de gallinaza y 28,571 plantas/ha	g ₁ x d ₁
T ₄	2.0 t ha ⁻¹ de gallinaza y 35,714 plantas/ha	g ₂ x d ₂
T ₅	4.0 t ha ⁻¹ de gallinaza y 28,571 plantas/ha	g ₃ x d ₁
T ₆	4.0 t ha ⁻¹ de gallinaza y 35,714 plantas/ha	g ₃ x d ₂
T ₇	6.0 t ha ⁻¹ de gallinaza y 28,571 plantas/ha	g ₄ x d ₁
T ₈	6.0 t ha ⁻¹ de gallinaza y 35,714 plantas/ha	g ₄ x d ₂

2.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El presente trabajo de investigación se condujo utilizando el Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) con arreglo factorial 4G*2D (cuatro niveles de gallinaza en dos densidades de plantas), con ocho tratamientos y tres repeticiones, haciendo un total de 24 unidades experimentales.

Para el análisis estadístico, se realizó los análisis de variancia (ANVA) y seguidamente la prueba de contraste Tukey para todas las variables en estudio. Se realizó también el análisis de regresión.

En cuanto al modelo aditivo lineal, a cada observación le corresponde una ecuación lineal la siguiente:

$$\Psi_{ijk} = \mu + \beta_k + \alpha_i + \delta_j + \alpha\delta(ij) + \epsilon_{ijk}$$

Donde:

Ψ_{ijk} = Observación cualquiera en la unidad experimental

μ = Efecto medio parámetro

β_k = Efecto del k-ésimo bloque parámetro

α_i = Efecto del i-ésimo nivel del factor α , nivel de gallinaza

δ_j = Efecto del j-ésimo nivel del factor δ , densidad de plantas

$\alpha\delta(ij)$ = Efecto de la interacción del nivel de gallinaza x densidad de plantas

ϵ_{ijk} = Error experimental en la observación Ψ_{ijk}

Alcance de los subíndices

- i = 1, 2, 3,4 (Niveles del factor niveles de gallinaza)
- j = 1, 2 (Niveles del factor densidad de plantas)
- k = 1, 2, 3 (Número de bloques)

2.7. DESCRIPCIÓN DEL CAMPO EXPERIMENTAL

2.7.1. Bloques

- Número de bloques : 3
- Ancho de bloques : 6.0 m
- Largo de bloques : 22.4 m
- Área total del bloque : 134.4 m²
- Área total de bloques : 403.20 m²

2.7.2. Parcelas

- Número de parcelas por bloque : 8
- Número total de parcelas : 24
- Longitud de las parcelas : 6.0 m
- Ancho de las parcelas : 2.8 m
- Distanciamiento entre surcos : 0.70 m
- Número de surcos por parcelas : 4
- Distanciamiento entre plantas : 0.40 a 0.50 m
- Número de plantas por surco : 15 a 12
- Número de plantas por parcela : 60 a 48
- Área de las parcelas : 16.80 m²

2.7.3. Calles

- Largo de la calle : 22.4 m
- Ancho de la calle : 1.5 m
- Número de calles : 2
- Área total de calles : 67.20 m²

Área total del experimento : 470.40 m²

2.9.3. Surcado y demarcación del terreno

El surcado se realizó 05 días antes del trasplante, a un distanciamiento de 0.70 m entre surcos y a una profundidad aproximada de 0.20 m; posteriormente se procedió a efectuar la demarcación del campo experimental en bloques, calles y unidades experimentales, para lo cual se empleó wincha, yeso, estacas y rafia.

2.9.4. Incorporación de la gallinaza

La incorporación de la gallinaza se realizó previo al trasplante de acuerdo a los tratamientos establecidos, en el fondo del surco como abonamiento inicial y se cubrió con una capa de tierra.

2.9.5. Trasplante

El trasplante se realizó el 15 de septiembre del 2021, a los 41 días después de la siembra en almácigo, sobre terreno húmedo colocando una planta cada 40 a 50 cm, es decir 15 a 12 plantas por surco, con plantas seleccionadas de aproximadamente 15 cm de altura con promedio de 4 hojas.

2.9.6. Recalce

Se realizó a los 7 días después del trasplante, en los espacios donde las plántulas no llegaron a establecerse, con la finalidad de mantener la uniformidad en el campo experimental.

2.9.7. Abonamiento (base mineral)

A los 10 días después del trasplante se procedió con el abonamiento base, con una dosis de 45-46-60 de NPK, donde se aplicó nitrógeno, fósforo y potasio, en golpes. Se usó como fuentes la Urea (46% N), Fosfato Diamónico (46% P_2O_5 y 18% N) y el Cloruro de Potasio (60% K_2O).

2.9.8. Riego

Los riegos iniciales fueron ligeros y con mayor frecuencia (cada 3 días), hasta que las plántulas de col se establezcan bien en el campo de cultivo, luego serán más distanciados y pesados (cada 5 días), tratando siempre de mantener la humedad adecuada del campo de cultivo, en consecuencia, se dotará de riegos abundantes y regulares en la fase de crecimiento y en la fase de inducción floral, y formación de pella, en capacidad de campo.

2.9.9. Aporque

Se realizó a los 45 días después del trasplante, utilizando un azadón, con el propósito de darle mayor estabilidad y aireación al suelo para un mayor desarrollo del cultivo.

2.9.10. Deshierbo

Los deshierbos se realizaron de acuerdo a la presencia de malezas, para evitar la competencia con el cultivo.

2.9.11. Control fitosanitario

Esta labor se realizó para prevenir y controlar el ataque de insectos como los pulgones (*Brevycorine brassicae*), polilla de las crucíferas (*Plutella xylostella*), Diabrotica (*Diabrotica viridula*), para controlar se aplicó insecticidas.

2.9.12. Cosecha

La cosecha se llevó a cabo en forma manual, cuando los cultivares presentan una condición óptima de mercado, lo cual se definió en relación a la compactación (firme al tacto) y tamaño de la cabeza (mínimo 20 cm diámetro) a los (3.5 – 4.0 meses después del trasplante), se realizó el corte en la base del repollo, dejando 3 a 4 hojas envolvente de la cabeza. Se cosechará los dos surcos centrales, dejando a los dos surcos laterales y 0.5 m de la cabecera y base de la parcela para evitar el efecto de los bordes.

2.10. CARACTERISTICAS A EVALUAR

2.10.1. Longitud de la cabeza de col

Con la ayuda de una regla, se midió la longitud de 10 cabezas de col (pella) de cada tratamiento, desde la base hasta el borde superior de la cabeza y luego se obtuvo la altura promedio para cada unidad experimental.

2.10.2. Diámetro de la cabeza de col

Se midió el diámetro de 10 cabezas (pella) de col por cada tratamiento, con la ayuda de una cinta graduada y se determinó el promedio por cada unidad experimental.

2.10.3. Peso de la cabeza de col

Se realizó el pesado de 10 cabezas de col (pella) por cada tratamiento, con la ayuda de una balanza, para luego determinar el promedio por cada unidad experimental.

2.10.4. Cantidad de cabezas cosechadas

Se procedió al conteo de todas las cabezas (pella), comerciales cosechadas en cada unidad experimental; las que no son comerciales, no serán consideradas para este fin.

2.10.5. Rendimiento y clasificación de las cabezas

Se cosecharon las pellas de los dos surcos centrales dejando 50 cm en la cabecera y base en un área de 4.2 m² de la parcela, luego se pesaron y por relación se obtuvo el rendimiento en cada tratamiento. La clasificación de las cabezas de col (pella), se realizó por peso y de acuerdo a la siguiente escala:

- Primera : mayor a 900 g /cabeza de col (pella)
- Segunda : de 400 a 900 g /cabeza de col (pella)
- Tercera : menor de 400 g /cabeza de col (pella)

2.10.6. Rentabilidad económica

Para el análisis económico se utilizó la relación Beneficio – Costo (B/C), en base a los costos de producción para cada tratamiento en estudio y el valor bruto de la producción.

El porcentaje de rentabilidad de los tratamientos se calculó con la siguiente fórmula:

$$\% R = \frac{\textit{Utilidad neta}}{\textit{Costo total}} \times 100$$

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. VARIABLES DE PRECOCIDAD

Tabla 3.1. Estados fenológicos en nddt en el cultivo de la col. Canaán 2750 msnm

Tratamientos	Trasplante	Formación cabeza	Cosecha
Densidad 35714 plantas			
0 t ha ⁻¹	41 días	90 – 115 días	160 – 180 días
2 t ha ⁻¹	41 días	90 – 115 días	160 – 180 días
4 t ha ⁻¹	41 días	90 – 115 días	160 – 180 días
6 t ha ⁻¹	41 días	90 – 115 días	160 – 180 días
Densidad 28571 plantas			
0 t ha ⁻¹	41 días	90 – 115 días	160 – 180 días
2 t ha ⁻¹	41 días	90 – 115 días	160 – 180 días
4 t ha ⁻¹	41 días	90 – 115 días	160 – 180 días
6 t ha ⁻¹	41 días	90 – 115 días	160 – 180 días

La tabla 3.1 muestra los estados fenológicos en nddt en el cultivo de col, donde se observa que por el efecto de los tratamientos como son los niveles de gallinaza y la densidad de siembra no se observa respuesta en la precocidad. La cosecha de las pellas se inició a los 160 días y concluyéndose a los 180 días. El trasplante se efectuó a los 41 días del almacigado y la formación de pellas ocurrió desde los 90 a 115 días ddt.

Las plantas de col son bianuales en climas templados, tardan un año para crecer y otro para producir flores y semillas. En clima tropical la planta tiene un ciclo de tres a cuatro meses, por lo general no florece. El primer ciclo de su vida corresponde a la fase vegetativa representado por el desarrollo de raíces, hojas y tallos, y termina con la producción de un tallo ancho y corto que actúa como un órgano de reserva. Las hojas nuevas forman una masa compacta que se desarrolla desde el interior y no contienen clorofila. Estas hojas son suculentas y en ella se encuentra grandes cantidades de almidones y azúcares (www.centa.gob.sv).

3.2. VARIABLES DE RENDIMIENTO

3.2.1. Diámetro de pella

Tabla 3.2. Análisis variancia del diámetro de pella de la col en los diversos tratamientos.
Canaán 2750 msnm

F. Variación	G.L	SC	CM	Fc	P>Fc
Bloque	2	5.461	0.15	0.56	0.5812 ns
Gallinaza (G)	3	72.62	24.649	90.06	<.0001 **
Densidad (D)	1	10.94	10.94	40.68	<0.001 **
Inter (D x G)	3	1.57	0.52	1.94	0.1688 ns
Error	14	3.76	0.27		
Total	23	89.19			

C.V. = 2.87 %

El análisis de variancia de la tabla 3.2, muestra alta significación estadística para los niveles de los factores en estudio en la variable diámetro de pella. El Coeficiente de variación de 2.87 % indica buena precisión en los resultados evaluados. La diferencia encontrada se evaluará en la siguiente figura.

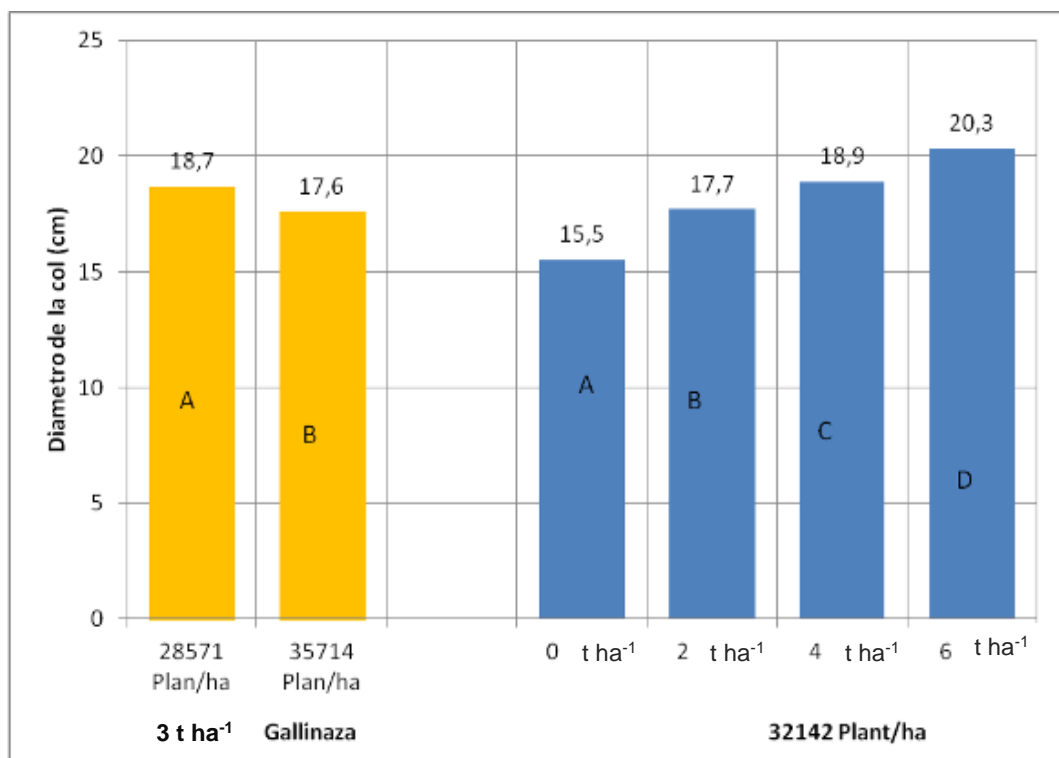


Figura 3.1. Efectos principales de diámetro de pella en promedio de nivel de gallinaza (3 t ha⁻¹), y densidad de plantas en promedio de (32142 plantas/ha). Canaán 2750 msnm

En la figura 3.1 observamos que el mayor diámetro de pella se alcanzó con la densidad baja (28571 plantas), en el nivel medio de gallinaza (3 t ha⁻¹). En los niveles de gallinaza el mayor diámetro se obtiene con el nivel de 4 t ha⁻¹ y 6 t ha⁻¹. Con valores de 18.9 y 20.3 cm, respectivamente, diferenciándose estadísticamente. Los resultados indican respuesta del diámetro de pella a la densidad baja de plantas y al incremento de niveles de gallinaza aplicada.

Mendoza (1998) reporta los resultados experimentales conducido en la localidad de Canaán, respuestas al abonamiento orgánico en los parámetros de rendimiento como, el diámetro de cabeza llegando a obtener en la categoría primera un promedio de 19.6 cm con 3 t ha⁻¹ de Guano de Isla como abonamiento orgánico. Estos resultados concuerdan con los obtenidos en el presente experimento, de este modo se puede indicar la gran importancia que tiene en abonamiento orgánico en esta variable.

3.2.2. Longitud de pella

Tabla 3.3. Análisis de variancia de la longitud de pella de la col en los diversos tratamientos. Canaán 2750 msnm

F. Variación	G.L	SC	CM	Fc	P>Fc
Bloque	2	0.72	0.36	1.36	0.2874 ns
Gallinaza (G)	3	51.58	17.19	64.88	<.0001 **
Densidad (D)	1	17.34	17.34	65.43	< 0001 **
Inter (D x G)	3	1.02	0.34	1.29	0.3174 ns
Error	14	3.71	0.26		
Total	23	74.38			

C.V. = 2.25 %

El análisis de variancia de la tabla 3.3, muestra alta significación estadística para los niveles de los factores en estudio en la variable longitud de pella. El coeficiente de variación de 2.25 % indica buena precisión en los resultados evaluados. La diferencia encontrada se evaluará en la siguiente figura.

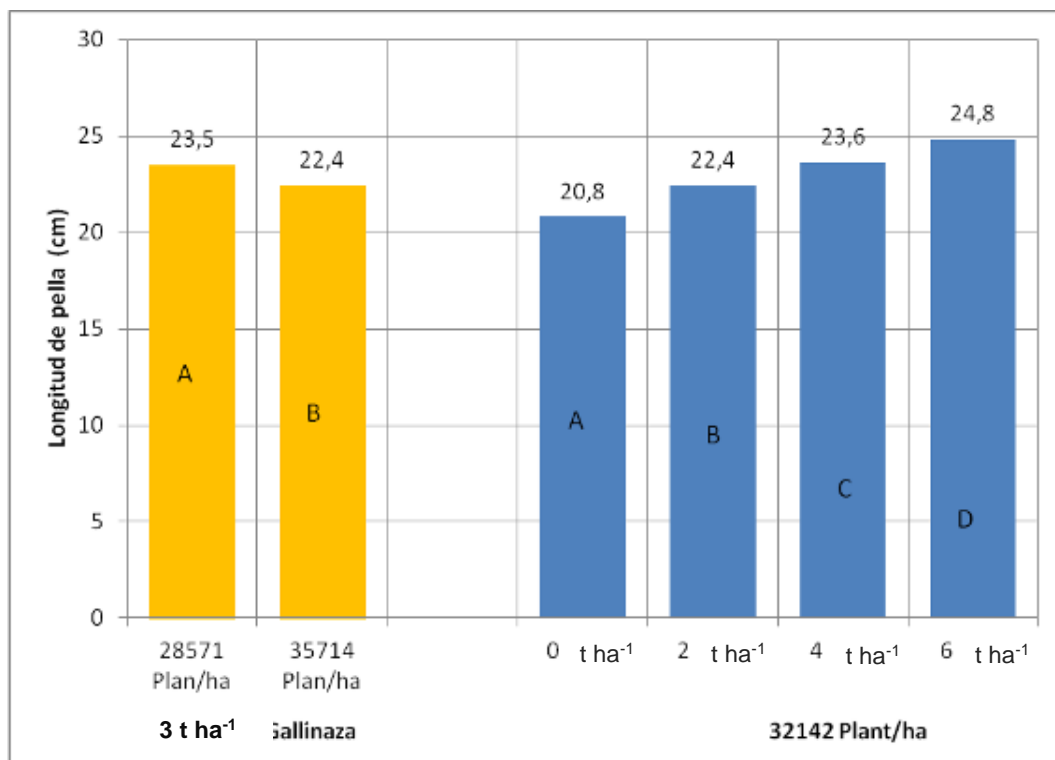


Figura 3.2. Efecto principal de la longitud de pella en promedio de nivel de gallinaza de (3 t ha⁻¹), y densidad de plantas en promedio de (32142 plantas/ha). Canaán 2750 msnm

En la figura 3.2 muestra que la mayor longitud de pella se alcanzó con la densidad baja (28571 plantas) en el nivel medio de gallinaza (3 t ha⁻¹). En los niveles de gallinaza la mejor longitud de pella se obtiene con el nivel de 4 t ha⁻¹ y 6 t ha⁻¹ con valores de 23.6 cm y 24.8 cm respectivamente, diferenciándose estadísticamente estos resultados. Cuando no se incorpora gallinaza y solamente la fertilización base interviene, entonces la respuesta es de 20.8 cm de longitud de pella.

Mendoza (1998) menciona como un descriptor a la altura de pella para las coles de primera valores de un rango de 19.5 a 24.5 cm. Estas características para variedades laxa y densa. Estos resultados coinciden con los obtenidos por el autor en el cultivar Capitata.

3.2.3. Peso de pella

Tabla 3.4. Análisis de variancia del peso de pella de la col en los diversos tratamientos. Canaán 2750 msnm

F. Variación	G.L	SC	CM	Fc	P>F
Bloque	2	0.02	0.01	0.68	0.5215 ns
Gallinaza (G)	3	4.22	1.41	85.35	<0.0001 **
Densidad (D)	1	0.96	0.96	58.22	<0.0001 **
Inter (D x G)	3	0.09	0.03	1.82	0.1899 ns
Error	14	0.23	0.02		
Total	23	5.53			

C.V. = 6.19 %

El análisis de variancia de la tabla 3.4, muestra alta significación estadística para los niveles de los factores en estudio en la variable peso de pella. El coeficiente de variación de 6.19 % indica buena precisión en los resultados evaluados, pero existe una gran variación del peso de pella en cada tratamiento evaluado. La diferencia encontrada se evaluará en la siguiente figura.

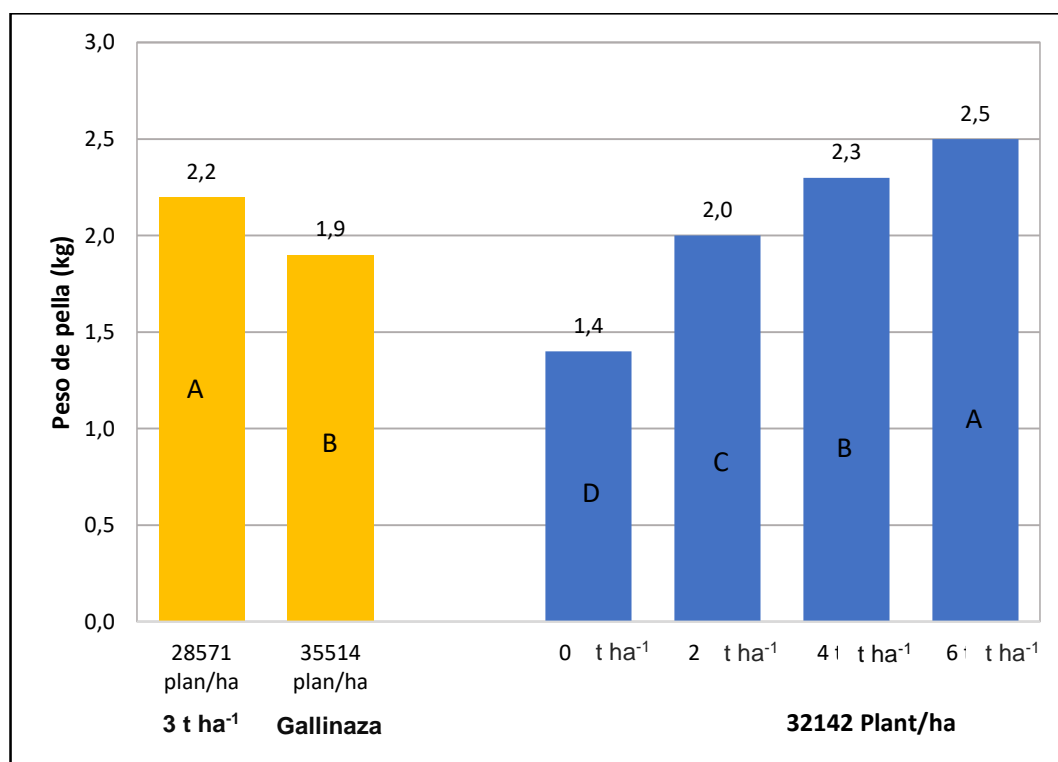


Figura 3.3. Efecto principal del peso de pella (kg) en promedio de niveles de gallinaza de (3 t ha⁻¹), y densidad de plantas en promedio de (32142 plantas/ha). Canaan 2750 msnm

El peso de pella es el factor de mayor importancia en la productividad de la col, en la figura 3.3, muestra que la mayor respuesta en la densidad de siembra se obtiene con la densidad baja (28571 plantas) con un valor promedio de peso de pella de 2.2 kg, esto cuando se trabaja en el nivel de gallinaza de 3 t ha⁻¹. En los niveles de gallinaza el mayor peso de pella se obtiene con el nivel de 4 t ha⁻¹ y 6 t ha⁻¹ con valores de 2.3 kg y 2.5 kg respectivamente sin diferencia estadística entre ellos. Cuando no se incorpora gallinaza y solamente la fertilización base interviene, entonces la respuesta es de 1.4 kg.

Mendoza (1998) reporta que el rendimiento del repollo, existe alta significación en la interacción de la cantidad de abono orgánico y fertilización química por distancia entre plantas, en repollos de primera, segunda y tercera. Los valores encontrados del peso de cabeza fueron de 1.2, 2.2 y 2.8 kg promedio en las categorías mencionadas. Los pesos de pella están dentro de los obtenidos en el presente trabajo experimental.

Porta (1999) menciona que el abono orgánico al aumentar la capacidad de retención de humedad, facilita la aireación, la circulación del agua, interviene en la adsorción e intercambio de iones, en la regulación de los cationes básicos y permite la formación de complejos y quelatos, evita las pérdidas de nutrientes por el lavado, controla la acidez y basicidad del suelo por su poder tampón, finalmente proporciona energía y nutrientes para la flora y fauna del suelo, incrementándose así el contenido de CO₂, favoreciendo de esta manera la penetración y crecimiento de las raíces, por tanto mayor absorción de nutrientes y desarrollo de las plantas, situación que se observa en los tratamientos con niveles altos y medios de Gallinaza.

Cerna (1994), respecto al efecto de las malezas manifiesta que la influencia de la densidad por los efectos de la competencia intraespecífica se observa una mejor calidad en las densidades bajas que en las altas. El peso obtenido con una densidad baja y 3 t ha⁻¹ de guano de isla se obtuvo en promedio 2.6 kg. En nuestro experimento el promedio de peso de cabeza se alcanza con 4 a 6 t ha⁻¹ de gallinaza, proporcionándonos un valor de peso de pella de igual valor obtenido por el mencionado autor.

3.2.4. Rendimiento de col de primera

Tabla 3.5. Análisis de variancia del rendimiento de col de primera en los diversos tratamientos. Canaán 2750 msnm

F. Variación	G.L	SC	CM	Fc	P>F
Bloque	2	1186396.33	593198.17	0.37	0.6983 ns
Gallinaza (G)	3	4349896217.46	1449965405.82	900.63	<0.0001 **
Densidad (D)	1	53422552.04	53422552.04	33.18	<0.0001 **
Inter (D x G)	3	5154782.12	1718260.71	1.07	0.3945 ns
Error	14	22539283.00	1609948.79		
Total	23	44321992230.96			

C.V. = 3.0 %

En la tabla 3.5 del ANVA muestra alta significación estadística para los niveles de gallinaza y la densidad, indicándonos diferencia en el rendimiento de col de primera, siendo estos factores los de mayor importancia en la siembra. El coeficiente de variación de 3.0 % indica buena precisión del experimento, además se ha observado fuerte interacción del ambiente con la formación de la pella de primera con las demás categorías.

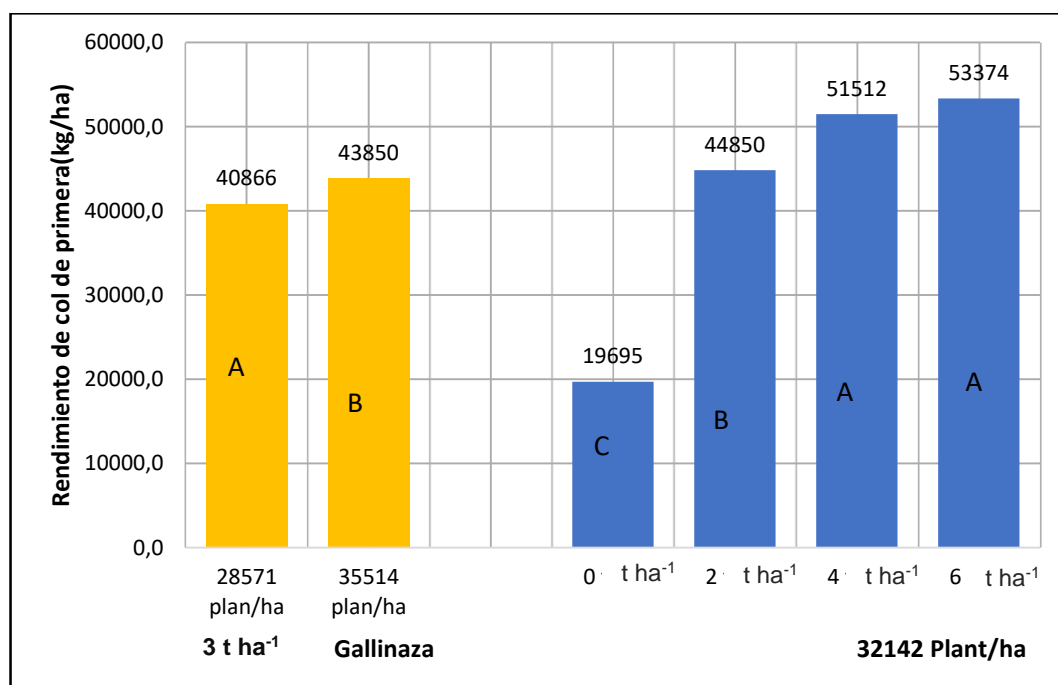


Figura 3.4. Efecto principal del rendimiento de col de primera en promedio de nivel de gallinaza de (3 t ha⁻¹), y densidad de planta en promedio de (32142 plantas/ha). Canaán 2750 msnm

En la figura 3.4, observamos que numéricamente una mayor productividad en la mayor densidad de plantas (35714 plantas/ha), pero es en los niveles de gallinaza el que se observa una mayor respuesta. Los tratamientos de 4 t ha⁻¹ y 6 t ha⁻¹ de gallinaza sin diferencia estadística son los que tienen un mayor rendimiento de coles de primera. Sin embargo, el mayor rendimiento numéricamente se da con el nivel de 6 t ha⁻¹. Toda esta respuesta se da en el término medio de la densidad de siembra.

Casseres (1981) indica que la fertilidad del suelo juega un papel muy importante en el rendimiento del cultivo, un suelo pobre en materia orgánica, tendrá bajas condiciones físicas, químicas y biológicas, trayendo como consecuencia una reducción en el rendimiento del cultivo; que es precisamente lo que se observa en el presente trabajo de investigación.

Asimismo también los mayores rendimientos de primera se obtuvieron con los tratamientos donde se incorporaron mayores niveles de Gallinaza y cuando se tiene alta densidad, pero en esta última sin diferencia estadística.

3.2.5. Rendimiento total de col

Tabla 3.6. Análisis de variancia del rendimiento total de pellas de col en los diversos tratamientos. Canaán 2750 msnm

F. Variación	G.L	SC	CM	Fc	P>F
Bloque	2	1053417.33	526708.67	0.27	0.7655 ns
Gallinaza (G)	3	3273240680.13	1091080226.71	564.28	<0.0001 **
Densidad (D)	1	115172109.37	115172109.37	59.56	<0.0001 **
Inter (D x G)	3	12538521.12	4179507.04	2.16	0.1382 ns
Error	14	27070044.00	1933574.57		
Total	23	3429074771.96			

C.V. = 2.89 %

En la tabla 3.6, muestra una alta significación en los efectos principales de los niveles de gallinaza, así mismo en la densidad de siembra indicándonos la diferencia entre los factores mencionados. El coeficiente de variación reporta buena precisión del experimento otorgando buena confianza en los resultados.

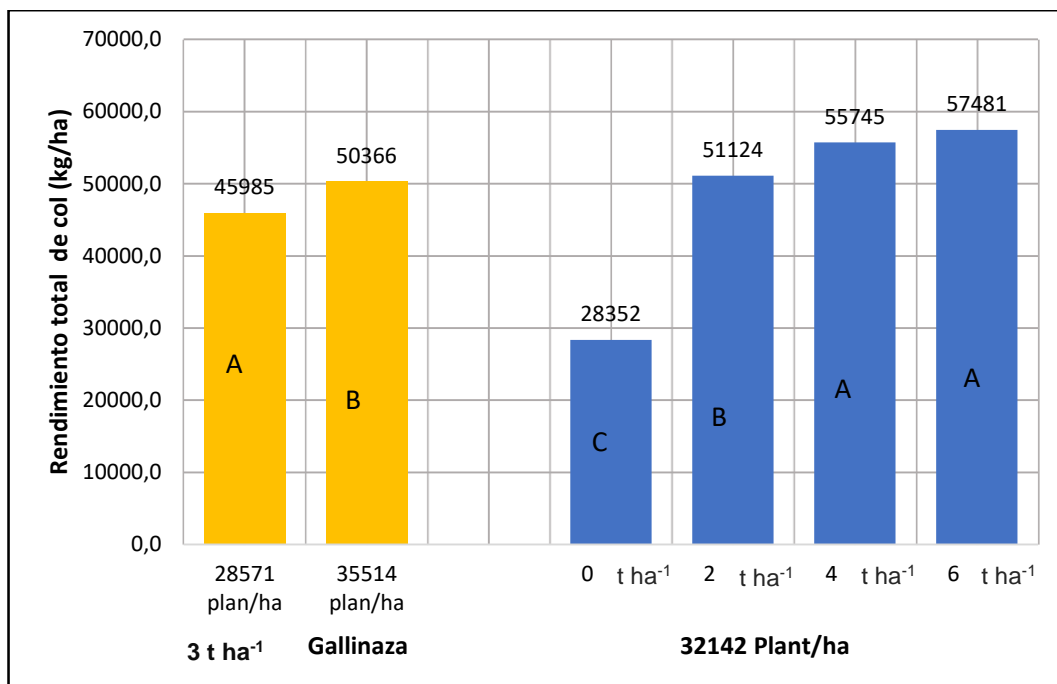


Figura 3.5. Efecto principal del rendimiento total de col en promedio del nivel de gallinaza de (3 t ha^{-1}), y densidad de planta de (32142 plantas/ha). Canaan 2750 msnm

En la figura 3.5, muestra la respuesta de la densidad de siembra y los niveles de gallinaza sobre el rendimiento total de col. Existe mayor rendimiento de col en la densidad de plantas 35714 plantas/ha ; en cuanto a los niveles de gallinaza se observa un mayor rendimiento de col 4 t ha^{-1} y 6 t ha^{-1} de gallinaza sin diferencia estadística entre ellos.

Como se puede apreciar el mayor rendimiento se obtuvo con el tratamiento con un nivel intermedio de gallinaza, obedeciendo de esta manera al efecto positivo del abono orgánico, ya que al mejorar las características físicas, químicas y biológicas del suelo permiten una optimización en el uso del abono mineral proporcionado como abono de base, favoreciendo así un mayor crecimiento y desarrollo de la col; asimismo cabe mencionar que utilizando un nivel alto de gallinaza 6.0 t ha^{-1} ocurre una alta predisposición de fósforo del suelo, que es característica de la materia orgánica, en tal sentido éste fósforo, más la que existe en el suelo generan un antagonismo iónico con el nitrógeno proporcionando de esta manera una mejor absorción del nitrógeno disponible y no habiendo buen desarrollo foliar y demás consecuencias que van en perjuicio de una buena producción. Ocurre lo contrario en el tratamiento con 0.0 t/ha de gallinaza, donde el cultivo reportó bajos rendimientos, ya que al no contar con materia orgánica, el suelo

donde se desarrolló el cultivo que muestra un pobre contenido de materia orgánica tal como se apreció en su análisis respectivo (Tabla 2.1); lo cual limitó su normal desarrollo.

Cásseres (1981), indica que la fertilidad del suelo juega un papel muy importante en el rendimiento del cultivo, un suelo pobre en materia orgánica, tendrá bajas condiciones físicas, químicas y biológicas, trayendo como consecuencia una reducción en el rendimiento del cultivo; que es precisamente lo que se observa en el presente trabajo de investigación.

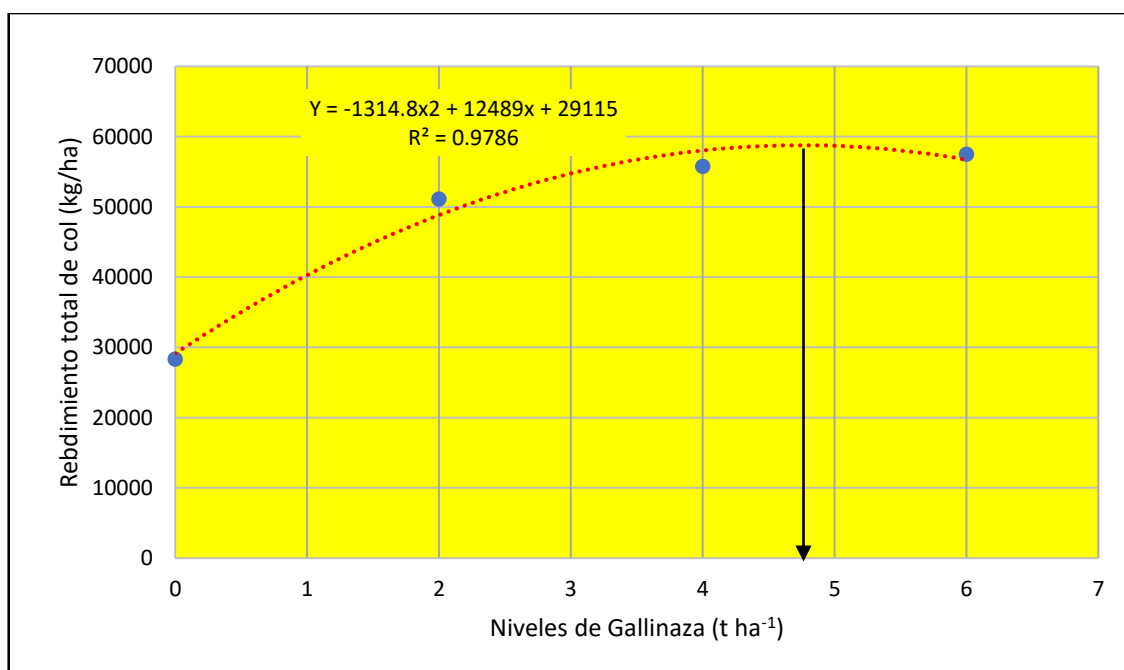


Figura 3.6. Regresión del rendimiento total de col en función de los niveles de gallinaza. Canaán 2750 msnm

En la figura 3.6, se muestra la tendencia del rendimiento total de la col en función de los niveles crecientes de gallinaza, donde la mejor función de esta relación es la cuadrática, que al derivar esta ecuación nos indica el máximo del rendimiento de 58710.13 kg ha⁻¹, se obtiene con un nivel de gallinaza de 4.75 t ha⁻¹. El resultado observado indica que no se observa respuesta del rendimiento al incremento de la gallinaza sobre el nivel mencionado (4.75 t ha⁻¹).

Canet (2008), menciona que no es lógico pensar en la materia orgánica del suelo como un todo fijo y homogéneo. Al contrario, es un conjunto variable y desorganizado de

residuos orgánicos en muy diversos grados de descomposición, provenientes de la actividad y muerte de todos los vegetales, animales y microbios que allí se desarrollaron, junto a los aportes externos que se hubieran podido realizar. No es fácil, por tanto, realizar una clasificación precisa de los materiales orgánicos que podemos encontrar en el suelo. La gallinaza es un magnífico abono debido a que los nutrientes que se encuentran en la gallinaza se debe a que las gallinas solo asimilan entre el 30% y 40% de los nutrientes con las que se les alimenta, lo que hace que en su estiércol se encuentren el restante 60% a 70% no asimilado, pero se debe tener cuidado por la cantidad de microorganismos nocivos presente en este insumo.

3.3. MÉRITO ECONÓMICO DE LOS TRATAMIENTOS

Según los resultados de la evaluación económica mostrados en la tabla 3.7, podemos apreciar que la más alta rentabilidad se obtiene con el tratamiento densidad de 35714 plantas, y con 4 toneladas de gallinaza proporcionando una rentabilidad de 9.7, este tratamiento también muestra la mejor utilidad con 76,215 Nuevos soles; de este modo, muestra que el cultivo de la col presenta una alta rentabilidad. Los resultados indican una gran respuesta al uso de la gallinaza hasta 4.75 t ha⁻¹, un incremento mayor de gallinaza no justifica económicamente.

Tabla 3.7. Costos de producción, rendimiento por categoría, valor de venta y rentabilidad de la col. Canaán 2750 msnm

Tratamiento		Costo (S/)	Rendimiento/ categoría			Precio en chacra			Valor de	Utilidad	Rentabilidad
Gallinaza t/ha	Densidad	Producción	Primera	Segunda	Tercera	S/ 1,50	S/ 1.00	S/ 0,80	Venta (S/)	Bruta (S/)	
0	35714 pl./ha	7023	21056	7235	1735	31585	7235	1388	40207	33184	4.7
2	35714 pl./ha	7423	46947	0	5935	70421	0	4748	75169	67746	9.1
4	35714 pl./ha	7846	53193	3564	883	79790	3564	707	84061	76215	9.7
6	35714 pl./ha	8269	54202	6714	0	81303	6714	0	88017	79748	9.6
0	28571 pl./ha	6908	18333	3655	4690	27500	3655	3752	34907	27999	4.1
2	28571 pl/ha	7308	42754	4567	2046	64131	4567	1637	70334	63026	8.6
4	28571 pl/ha	7708	49831	2568	1450	74746	2568	1160	78474	70766	9.2
6	28571 pl/ha	8108	52546	1500	0	78819	1500	0	80319	72211	8.9

CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos para las condiciones en las que se condujo el presente trabajo experimental, se llegó a las siguientes conclusiones:

1. Hubo influencia de los niveles de gallinaza en el rendimiento de col; con 4 y 6 t ha⁻¹ se obtuvo 55,745 y 57,481 kg ha⁻¹ de rendimiento total y 51,512 y 53,374 kg ha⁻¹ de rendimiento categoría primera, sin diferencia entre ellos. En peso de repollo, se alcanzó 2,3 y 2,5 kg por unidad, respectivamente. En el diámetro se obtuvo 20,3 cm con 6 t ha⁻¹. Se alcanzó el máximo rendimiento de 58710.13 kg ha⁻¹, con el nivel de gallinaza de 4.74 t ha⁻¹
2. Hubo influencia de la densidad de plantas en el rendimiento total de col, con la densidad 35,715 plantas/ha se alcanzó 50,366 kg ha⁻¹ y 43,850 kg ha⁻¹ de rendimiento categoría primera. En peso de repollo la densidad 28571 plantas/ha alcanzó 2.2 kg por unidad. En diámetro de pella, 18,7 con 28571 plantas/ha.
3. Se obtuvo mayor rentabilidad con la densidad de 35714 plantas/ha y 4 t ha⁻¹ de Gallinaza y en la misma densidad con 6 t ha⁻¹ de Gallinaza, los que proporcionaron rentabilidades de 9.7 y 9.6 respectivamente.

RECOMENDACIONES

Utilizar para el cultivo de cola variedad “Corazón de buey” 2 t ha⁻¹ y 4 t ha⁻¹ de gallinaza con la densidad 28571 plantas/ha que arrojan buena rentabilidad y rendimiento o en caso contrario 4 t ha⁻¹ con 35714 plantas/ha, por el aporte en el mejoramiento de las características del suelo y rentabilidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAUTISTA, G. R. 2007. Manejo agrícola de malezas, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Impresión Librería e Imprenta amistad, Ayacucho-Perú.
- BEINGOLEA, V. 1991. Época crítica de competencia de malezas en el cultivo de la col. Tesis. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Ayacucho – Perú.
- CAMASCA, A. 1994. Horticultura práctica. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga-CONCYTEC Ayacucho-Perú.
- CANET, R. 2008. Uso de materia orgánica en agricultura. Instituto Nacional Valenciano de Investigación Agraria. España
- CASSERES, E. 1981. Producción de Hortalizas 3^{ra} Ed. Edit. IICA. San José Costa Rica.
- CERNA, B. 1994. Manejo mejorado de malezas. CONCYTEC. Perú
- FAOSTAT. 2021. Organización de los alimentos y la Agricultura de las Naciones Unidas División de Estadística. Recuperado el 17 de Agosto de 2014, de: <http://faostat3.fao.org/>
- FERNÁNDEZ, J. 2000. Enciclopedia Práctica de la Agricultura y Ganadería. 1^{ra} Ed. Edit. Grupo Océano S.A. España.
- FLÓREZ, J. 2009. Agricultura Ecológica. Recuperado el 21 de Marzo de 2013 Mundi prensa: 53
- FUENTES, F. y PÉREZ, J. 2003. Cultivo del repollo. Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA). La libertad, El Salvador.
- GARCÍA, A. 1995. Horticultura. Madrid, España. Ed. Salvat.
- GIACONI, V. 2004. Cultivo de hortalizas. 3^a ed. Santiago de Chile, Editorial Universitaria.
- GIRARD, E. 1993. Manual de Hortalizas. En E. Girard. Colombia.
- GUERRERO, A. 1980. El suelo, los abonos y la fertilización de los cultivos. Ediciones Mundi – Prensa. Madrid – Barcelona – México- 206.
- IBÁÑEZ, R. y AGUIRRE, G. 1983. Fertilidad de suelos: manual de prácticas. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, UNSCH, Ayacucho. 136 p.
- INFOAGRO 2018. La Col. Disponible en: <http://www.infoagro.com/hortalizas/col.htm>.
- LASPIPG 2021. Laboratorio de Suelos del Programa de Investigación de Pastos y Ganadería de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.
- MAROTO, J. V. 1995. Horticultura Herbácea Especial 4^{ta} Edición Mundi Prensa. Madrid España.

- MARTÍNEZ, J. D. 2003. Abonos orgánicos y su efecto en propiedades físicas y químicas del suelo. Disponible en:
<http://tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/5897/Capitulo2.pdf>.
- MENDOZA, R 1998 “Efecto de combinaciones de fertilización química y abonamiento orgánico y distancia entre plantas en el cultivo de col crespa (*Brassica oleracea* Grupo Capitata) variedad Savoy Chieftain Ayacucho 2,750 m.s.n.m.” Tesis para obtener el título de Ingeniero Agrónomo. UNSCH.
- MINAGRI. (2018). Anuario Estadístico de Producción Agrícola 2017-MINAGRI. Lima, Perú.
- MONTES, A. y HOLLE, M. 1982. Manual de Enseñanza Práctica de Producción de Hortalizas. IICA. San José – Costa Rica.
- MURILLO, T. 1999. Alternativas para el uso de la gallinaza. Congreso nacional agronómico. San José. Costa Rica.
- PLETSCH, R. 2006. El cultivo del Repollo. Proyecto regional de pequeños y medianos productores. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Centro regional INTA Corrientes, Argentina. pág.11
- PORTA, C. J. 1999. Edafología. Para la agricultura y el medio ambiente. 3ª Edición. Ediciones Mundi Prensa. Madrid. 929 p.
- REGAU, A. 1994. Los Abonos su Preparación y Empleo. Editorial. Urpi. Edición Omega. Barcelona. Pág. 25.
- RIVERA A, M. 1993. Efecto del Distanciamiento entre surcos y el Número de deshierbes en el Cultivo de Col. Tesis. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Ayacucho – Perú.
- SIMPSON, K. 1984. Abonos y Estiércoles. Editorial ACRIBIA. Zaragoza-España. p.155
- TAMARO, D. 1981. Manual de Horticultura. 5ª Edic. Edit. Gustavo Gill S.A. Barcelona – España.
- TINEO, B. A.1999. Guía de Estudios Para la Asignatura de Manejo y Conservación de Suelos. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Ayacucho-Perú.
- VALADEZ, L. A. 1994. Producción Hortalizas. 5ta reimpresión. Edit. Limusa S.A. México D.F 298 p.p.
- VOLOSKY, E. 1974. Hortalizas: cultivo y producción en Chile. Santiago. Ediciones de la Universidad de Chile. 353p.
- www.centa.gob.sv
- www.mundopecuario.com

ANEXOS

Anexo 1. Panel fotográfico



Foto 1. Preparación de terreno del campo experimental



Foto 2. Surcado del terreno y apertura del canal de riego del campo experimental



Foto 3. Plántulas de Col (*Brassica oleracea*) germinadas en almácigo antes de la siembra



Foto 4. Riego de la parcela experimental



Foto 5. Encause del agua de riego en los surcos de la parcela



Foto 6. Daños ocasionados por (*Rhizoctonia solani*), y (*Pythium*)



Foto 7. Daños ocasionados por Bacterias, *Erwinia spp.*, y *Pseudomonas spp.*



Foto 8. Daños ocasionados por la mariposa de Col (*Pieris brassicae*)



Foto 9. Cabezas de Col (*Brassica oleracea*) en su etapa final de madurez antes de la cosecha



Foto 10. Cabeza de Col (*Brassica oleracea*) antes de la cosecha.



Foto 11. Labores de pesado de cabezas de Col (*Brassica olerácea*)



Foto 12. Labores de medición del diámetro y altura de cabeza de Col (*Brassica olerácea*)



Foto 13. Calidad de Col (*Brassica oleracea*) - interno



Foto 14. Calidad de Col (*Brassica oleracea*) - externo

Anexo 2. Variables evaluadas en la col (*Brassica oleracea*). Canaán 2750 msnm

A. Diámetro de la col

Gallinaza (t ha ⁻¹)	0		2		4		6	
Densidad (plan/ha)	28571	35714	28571	35714	28571	35714	28571	35714
I	15.6	14.6	17.8	16.7	19.5	18.6	20.8	19.8
II	15.8	15.6	18.2	17.9	19.2	18.2	21.8	18.5
III	16.8	14.8	18.5	16.9	19.5	18.1	21.6	19.2
GXD	16.07	15.00	18.17	17.17	19.40	18.30	21.40	19.17
G	15.5		17.7		18.9		20.3	
D	18.8				17.4			

B. Longitud de la col

Gallinaza (t ha ⁻¹)	0		2		4		6	
Densidad (plan/ha)	28571	35714	28571	35714	28571	35714	28571	35714
I	21.6	19.5	23.5	21.8	23.5	22.8	25.2	23.5
II	21.9	18.9	22.8	21.1	24.6	23.6	25.8	24.5
III	22.3	20.6	23.6	21.8	24.2	22.6	25.9	23.8
GXD	21.93	19.67	23.30	21.57	24.10	23.00	25.63	23.93
G	20.8		22.4		23.6		24.8	
D	23.7				22.0			

C. Peso de pella

Gallinaza (t ha ⁻¹)	0		2		4		6	
Densidad (plan/ha)	28571	35714	28571	35714	28571	35714	28571	35714
I	1.7	1.2	2.2	1.6	2.4	2.1	2.7	2.4
II	1.5	1.4	2.3	1.9	2.6	2.2	2.5	2.5
III	1.6	1.1	2.5	1.7	2.5	2.1	2.8	2.3
GXD	1.60	1.23	2.33	1.73	2.50	2.13	2.67	2.40
G	1.4		2.0		2.3		2.5	
D	2.3				1.9			

D. Peso de col de primera

Gallinaza (t ha ⁻¹)	0		2		4		6	
Dens. (plan/ha)	28571	35714	28571	35714	28571	35714	28571	35714
I	19156	21568	44125	48567	48758	51879	51345	55025
II	18156	19256	42568	46587	49578	53456	52647	54125
III	17687	22345	41568	45687	51156	54245	53645	53456
GXD	18333.0	21056.3	42753.7	46947.0	49830.7	53193.3	52545.7	54202.0
G	19694.7		44850.3		51512.0		53373.8	
D	40865.8				43849.7			

E. Rendimiento total

Gallinaza (t ha ⁻¹)	0		2		4		6	
Dens. (plan/ha)	28571	35714	28571	35714	28571	35714	28571	35714
I	26589	28897	48579	51264	53648	56788	55256	63256
II	27568	31056	50264	53126	52643	58256	54625	60235
III	25878	30125	49256	54256	55256	57878	52256	59256
GXD	26678.3	30026.0	49366.3	52882.0	53849.0	57640.7	54045.7	60915.7
G	28352.2		51124.2		55744.8		57480.7	
D	45984.8				50366.1			



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS
Bach. MANUEL JURADO GUTIÉRREZ
R.D.N° 089-2023-UNSCH-FCA-D

En la ciudad de Ayacucho a los tres días del mes de marzo del año dos mil veintitrés, siendo las once horas con diez minutos, se reunieron en el auditorio virtual de la Facultad de Ciencias Agrarias, bajo la presidencia del Señor Decano de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Dr. Rolando Bautista Gómez, el jurado calificador conformado por los siguientes docentes: Dr. Lurquín Marino Zambrano Ochoa, M.Sc. Walter Augusto Mateu Mateo como asesor, M.Sc. Alex Lázaro Tineo Bermúdez y el Ing. Juan Benjamín Girón Molina, actuando como secretario docente el Mtro. Ennio Chauca Retamozo para recibir la sustentación de la Tesis titulada: **Niveles de gallinaza y densidad de plantas en el rendimiento de Col (*Brassica oleracea* L. variedad Capitata). Canaán, 2750 msnm. - Ayacucho**, para obtener el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo presentado por el Bachiller **MANUEL JURADO GUTIÉRREZ**.

El señor Decano, previa verificación de los documentos exigidos solicitó al bachiller **MANUEL JURADO GUTIÉRREZ** que proceda con la sustentación y posterior defensa de la tesis en un periodo de cuarenta y cinco minutos de acuerdo al reglamento de grados y títulos vigente.


Terminado la exposición, los miembros del Jurado, formularon sus preguntas, aclaraciones y/o observaciones correspondientes. Luego se invito a los miembros del jurado pasar a otra aula para la deliberación y calificación del trabajo de tesis, teniendo el siguiente resultado:

Jurado evaluador	Exposición	Respuestas a las preguntas	Generación de conocimiento	Promedio
Dr. Lurquín Marino Zambrano Ochoa	13	12	13	13
M.Sc. Walter Augusto Mateu Mateo	14	15	15	15
M.Sc. Alex Lázaro Tineo Bermúdez	13	14	14	14
Ing. Juan Benjamín Girón Molina	15	13	14	14
PROMEDIO GENERAL				14


Acto seguido se invita al sustentante y publico en general para dar a conocer el resultado final. Firman el acta.


.....
Dr. Lurquín Marino Zambrano Ochoa
Presidente


.....
M.Sc. Walter Augusto Mateu Mateo
Asesor


.....
M.Sc. Alex Lázaro Tineo Bermúdez
Jurado


.....
Ing. Juan Benjamín Girón Molina
Jurado


.....
Mtro. Ennio Chauca Retamozo
Secretario Docente



UNSCH

FACULTAD DE CIENCIAS
AGRARIAS

CONSTANCIA DE CONTROL DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE TESIS

El que suscribe, presidente de la comisión de docentes instructores responsables de operativisar, verificar, garantizar y contolar la originalidad de los trabajos de **TESIS** de la Facultad de Ciencias Agrarias, de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, autorizado por RR N° 294-2022-UNSCH-R; hacen constar que el trabajo titulado;

Niveles de gallinaza y densidad de plantas en el rendimiento de Col (*Brassica oleracea* L. variedad Capitata). Canaán, 2750 msnm. – Ayacucho


Autor : Manuel Jurado Gutiérrez
Asesor : Walter Augusto Mateu Mateo

Ha sido sometido al control de originalidad mediante el software TURNITIN UNSCH, acorde al Reglamento de originalidad de trabajos de investigación, aprobado mediante la RCU N° 039-2021-UNSCH-CU, arrojando un resultado de **veintiseis por ciento (26%)** de índice de similitud, realizado con **depósito de trabajos estándar**.

En consecuencia, se otorga la presente Constancia de Originalidad para los fines pertinentes.

Nota: Se adjunta el resultado con Identificador de la entrega: 2044005216

Ayacucho, 22 de marzo de 2023

UNIVERSIDAD NACIONAL DE
SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA
Facultad de Ciencias Agrarias

M. Sc. Walter A. Mateu Mateo
Pde. Comisión Turnitin - FCA

Niveles de gallinaza y densidad
de plantas en el rendimiento de
Col (*Brassica oleracea* L.
variedad Capitata). Canaán,
2750 msnm. – Ayacucho
por Manuel Jurado Gutierrez

Fecha de entrega: 22-mar-2023 08:08p.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2044005216

Nombre del archivo: Tesis_Col-_Manuel_Jurado220323.doc (1.51M)

Total de palabras: 15745

Total de caracteres: 79793

Niveles de gallinaza y densidad de plantas en el rendimiento de Col (*Brassica oleracea* L. variedad Capitata). Canaán, 2750 msnm. – Ayacucho

INFORME DE ORIGINALIDAD

26%

INDICE DE SIMILITUD

25%

FUENTES DE INTERNET

0%

PUBLICACIONES

16%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.unsch.edu.pe Fuente de Internet	15%
2	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	8%
3	repositorio.espe.edu.ec Fuente de Internet	1%
4	repositorio.ute.edu.ec Fuente de Internet	1%
5	docplayer.es Fuente de Internet	1%
6	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	cybertesis.uach.cl Fuente de Internet	1%
8	www.mag.go.cr Fuente de Internet	<1%



Excluir citas Activo

Excluir coincidencias < 30 words

Excluir bibliografía Activo