

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA**

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



**Distanciamiento de emisores en laterales de riego por goteo
y densidad de plantas en el rendimiento de cebolla
(*Allium cepa* L.), Canaán 2750 msnm-Ayacucho**

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

**PRESENTADO POR:
Jhonatan Francisco Bañico Huamán**

Ayacucho – Perú

2020

A mis adorados padres Alfonsa y Francisco, los seres más abnegados y sin igual, que entregan completamente su inagotable esfuerzo por el bienestar de sus hijos.

A mis queridos hermanos: Beatriz, Marisol, Nélica, Jaime, María y Katy, grandes compañeros en el duro camino de la vida.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Alma Mater, a la Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela Profesional de Agronomía por brindarme la oportunidad y espacio en mi formación profesional.

Al Dr. Rolando Bautista Gómez, asesor, y al M. Sc. Rubén Alfredo Meneses Rojas, co asesor, por el apoyo en todo el proceso de la Tesis.

Al Centro Experimental Canaán al Mag. Edgar Tenorio Mancilla Responsable, por haberme permitido realizar el trabajo de Tesis.

ÍNDICE GENERAL

Dedicatoria.....	iii
AGRADECIMIENTOS.....	iv
ÍNDICE GENERAL.....	v
ÍNDICE DE TABLAS.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xi
RESUMEN.....	01
INTRODUCCIÓN.....	02
CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO.....	04
1.1. ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DE LA CEBOLLA.....	04
1.2. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DE LA CEBOLLA.....	04
1.3. MORFOLOGÍA Y FENOLOGÍA DE LA PLANTA.....	04
1.4. FISIOLOGÍA DE LA CEBOLLA.....	06
1.5. LABORES CULTURALES.....	07
1.6. PLAGAS Y ENFERMEDADES.....	09
1.7. REQUERIMIENTOS EDAFOCLIMÁTICOS.....	09
1.8. DENSIDAD DE PLANTAS DE CEBOLLA.....	10
1.9. RIEGO LOCALIZADO DE ALTA FRECUENCIA.....	11
1.10. RIEGO POR GOTEO.....	11
1.11. NECESIDADES HÍDRICAS DE LOS CULTIVOS.....	13
1.12. EVAPOTRANSPIRACIÓN.....	14
1.13. NECESIDADES NETAS.....	14
1.14. NECESIDADES TOTALES.....	14
1.15. EFICIENCIA DE APLICACIÓN.....	15
1.16. EL BULBO HÚMEDO DEL SUELO EN EL RIEGO LOCALIZADO.....	17
1.17. COMPONENTES DEL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO.....	21
1.18. EMISORES.....	25
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA.....	28
2.1. UBICACIÓN DE LA ZONA EXPERIMENTAL.....	28
2.2. CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS DE LA ZONA.....	28

2.3. FUENTE DE AGUA.....	32
2.4. SUELO.....	32
2.5. COMPONENTES DEL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO CENTRO EXPERIMENTAL CANAÁN – AYACUCHO.....	34
2.6. MATERIAL GENÉTICO.....	35
2.7. AGROQUÍMICOS.....	36
2.8. HERRAMIENTAS, EQUIPOS Y SOFTWARE.....	37
2.9. SERVICIOS.....	37
2.10. DISEÑO EXPERIMENTAL.....	38
2.11. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	38
2.12. DISEÑO DEL ÁREA EXPERIMENTAL.....	39
2.13. FACTORES EN ESTUDIO.....	40
2.14. CROQUIS.....	42
2.15. CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO.....	44
2.16. EVALUACIONES REALIZADAS.....	51
CAPÍTULO III: RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	53
3.1. CARACTERES AGRONÓMICOS DEL CULTIVO DE CEBOLLA.....	53
3.1.1. VARIABLES BIOMÉTRICAS.....	53
a. LONGITUD DE BULBO.....	53
b. DIÁMETRO ECUATORIAL DE BULBO.....	59
c. PESO DE BULBO.....	63
3.2. EVALUACIÓN DE PRODUCTIVIDAD DEL CULTIVO DE CEBOLLA.....	68
3.3. EVALUACIÓN DEL BULBO HÚMEDO – RIEGO POR GOTEO.....	76
3.4. DETERMINACIÓN DEL MÉRITO ECONÓMICO.....	80
3.4.1. ANÁLISIS ECONÓMICO DEL RENDIMIENTO DE BULBO DE CEBOLLA.....	80
CONCLUSIONES.....	83
RECOMENDACIONES.....	84
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	85
ANEXOS.....	88

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1. Tipos de filtros según contaminante.....	23
Tabla 2.1. Datos meteorológicos.....	30
Tabla 2.2. Análisis de agua.....	32
Tabla 2.3. Análisis de caracterización del suelo.....	33
Tabla 2.4. Datos generales de la variedad Roja Arequipeña.....	35
Tabla 2.5. Descripción morfológica de la variedad Roja Arequipeña.....	36
Tabla 2.6. Herramientas, equipos y software.....	37
Tabla 2.7. Fuentes de variabilidad y grados de libertad para el análisis estadístico.....	38
Tabla 2.8. Tratamientos en estudio.....	41
Tabla 2.9. Cantidades de nutrientes requeridas para un rendimiento de 40 tn/ha, según extracción del cultivo, análisis de suelo y contenido en la gallinaza.....	45
Tabla 2.10. Fraccionamiento de la fertilización durante la fenología del cultivo de la cebolla en porcentaje.....	46
Tabla 2.11. Cantidades de fertilizantes requeridas en cada etapa del cultivo de la cebolla.....	46
Tabla 2.12. Principales malezas registradas.....	47
Tabla 2.13. Programación mensual del sistema de riego por goteo para emisor espaciado a 20 cm.....	49
Tabla 2.14. Programación mensual del sistema de riego por goteo para emisor espaciado a 30 cm.....	49
Tabla 3.1. ANVA de la longitud de bulbo categoría primera.....	53
Tabla 3.2. Prueba de Tukey de la longitud de bulbo (cm) categoría primera...	54
Tabla 3.3. ANVA de la longitud de bulbo categoría segunda.....	55
Tabla 3.4. ANVA de la longitud de bulbo categoría tercera.....	57
Tabla 3.5. ANVA del diámetro ecuatorial de bulbo categoría primera.....	59
Tabla 3.6. ANVA del diámetro ecuatorial de bulbo categoría segunda.....	61
Tabla 3.7. ANVA del diámetro ecuatorial de bulbo categoría tercera.....	61
Tabla 3.8. ANVA del peso de bulbo categoría primera.....	63
Tabla 3.9. ANVA del peso de bulbo categoría segunda.....	65

Tabla 3.10. ANVA del peso de bulbo categoría tercera.....	67
Tabla 3.11. ANVA de rendimiento total de bulbo de cebolla.....	68
Tabla 3.12. ANVA de rendimiento de bulbo de cebolla categoría primera.....	71
Tabla 3.13. ANVA de rendimiento de bulbo de cebolla categoría segunda....	73
Tabla 3.14. ANVA de rendimiento de bulbo de cebolla categoría tercera.....	75
Tabla 3.15. Especificaciones técnicas de la cinta de goteo de 20 cm.....	76
Tabla 3.16. Especificaciones técnicas de la cinta de goteo de 30 cm.....	78
Tabla 3.17. Rentabilidad económica para el cultivo de cebolla en peso.....	81

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. El bulbo húmedo.....	17
Figura 1.2. Efecto de la textura en la forma del bulbo húmedo.....	18
Figura 1.3. Efecto del estrato arenoso en la forma del bulbo húmedo.....	18
Figura 1.4. Efecto del estrato arcilloso en la forma del bulbo húmedo.....	19
Figura 1.5. Efecto de la estratificación en la forma del bulbo húmeda.....	19
Figura 1.6. El bulbo húmedo en función del caudal del emisor y del tiempo de riego para dos tipos de suelos.....	20
Figura 2.1. Ubicación de la zona de estudio.....	29
Figura 2.2. Condiciones meteorológicas mensuales a lo largo de los meses de Agosto a Noviembre 2018.....	31
Figura 2.3. Croquis.....	42
Figura 2.4. Dos hileras de siembra.....	43
Figura 2.5. Arreglo espacial en las hileras.....	43
Figura 3.1. Prueba de Tukey de la longitud de bulbo (cm) categoría segunda	56
Figura 3.2. Prueba de Tukey de la longitud de bulbo (cm) categoría tercera	58
Figura 3.3. Prueba de Tukey del diámetro ecuatorial de bulbo (cm) categoría primera.....	59
Figura 3.4. Prueba de Tukey del diámetro ecuatorial de bulbo (cm) categoría tercera.....	62
Figura 3.5. Prueba de Tukey del peso de bulbo (gr) categoría primera.....	64
Figura 3.6. Prueba de Tukey del peso de bulbo (gr) categoría segunda, para dos distanciamientos de emisores.....	66
Figura 3.7. Prueba de Tukey del peso de bulbo (gr) categoría segunda, para tres densidades de plantas.....	66
Figura 3.8. Prueba de Tukey del rendimiento total de bulbo de cebolla (t.ha ⁻¹), para dos distanciamientos de emisores, Canaán 2750 msnm – Ayacucho.....	69
Figura 3.9. Prueba de Tukey del rendimiento total de bulbo de cebolla (t.ha ⁻¹), para tres densidades de plantas, Canaán 2750 msnm – Ayacucho.....	69
Figura 3.10. Prueba de Tukey del rendimiento de bulbo de cebolla categoría	72

primera ($t \cdot ha^{-1}$), para dos distanciamientos de emisores, Canaán 2750 msnm – Ayacucho.....	
Figura 3.11. Prueba de Tukey del rendimiento de bulbo de cebolla categoría segunda ($t \cdot ha^{-1}$), para tres densidades de plantas, Canaán 2750 msnm – Ayacucho.....	7
Figura 3.12. Dimensiones de los diámetros y profundidad del bulbo húmedo con un tiempo de aplicación de 15', 30' y 45' con cinta de riego SAB, con un de caudal $1.5 L \cdot hr^{-1}$, distanciados a 20 cm entre emisor, Canaán 2750 msnm – Ayacucho.....	77
Figura 3.13. Dimensiones de los diámetros y profundidad del bulbo húmedo con un tiempo de aplicación de 15', 30', 60' y 1 hr 15' con cinta de riego SAB, con un de caudal $1.2 L \cdot hr^{-1}$, distanciados a 30 cm entre emisor, Canaán 2750 msnm – Ayacucho.....	78
Figura 3.14. Dimensiones de los diámetros y profundidad del bulbo húmedo e_1 : 20 cm entre emisor (izquierda) con un tiempo de aplicación de 45' con un de caudal $1.5 L \cdot hr^{-1}$, y e_2 30 cm entre emisor (derecha) con un tiempo de aplicación de 1 hr 15' con un de caudal $1.2 L \cdot hr^{-1}$, Canaán 2750 msnm – Ayacucho.	79
Figura 3.15. Costo de producción unitario por cada kilogramo de bulbo de cebolla, para los tratamientos en estudio.....	80

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 01: Cronograma de actividades realizadas en la conducción del experimento bajo el sistema por goteo de ambos distanciamientos de emisores, en el cultivo de cebolla de la variedad Roja Arequipeña.....	89
Anexo 02: Datos meteorológicos para el cálculo del diseño agronómico.....	90
Anexo 03: Procedimiento general para calcular la evapotranspiración del cultivo (ETc), bajo la metodología Penman - Monteith (Modificado por la FAO, 2006), para dos distanciamiento de emisores y tres densidades de plantas en el rendimiento de cebolla, Canaán 2750 msnm – Ayacucho.....	91
Anexo 04: Procedimiento general para calcular la evapotranspiración de referencia (ETo), bajo la metodología Penman - Monteith (Modificado por la FAO, 2006), para dos distanciamiento de emisores y tres densidades de plantas en el rendimiento de cebolla, Canaán 2750 msnm – Ayacucho.....	92
Anexo 05: Cuadro ordenado de datos.....	95
Cuadro 1: Cuadro ordenado de longitud de bulbo (cm) categoría primera....	95
Cuadro 2: Cuadro ordenado de longitud de bulbo (cm) categoría segunda....	95
Cuadro 3: Cuadro ordenado de longitud de bulbo (cm) categoría tercera.....	95
Cuadro 4: Cuadro ordenado de diámetro ecuatorial de bulbo (cm) categoría primera.....	96
Cuadro 5: Cuadro ordenado de diámetro ecuatorial de bulbo (cm) categoría segunda.....	96
Cuadro 6: Cuadro ordenado de diámetro ecuatorial de bulbo (cm) categoría tercera.....	96
Cuadro 7: Cuadro ordenado de peso de bulbo (gr) categoría primera.....	97
Cuadro 8: Cuadro ordenado de peso de bulbo (gr) categoría segunda.....	97
Cuadro 9: Cuadro ordenado de peso de bulbo (gr) categoría tercera.....	97
Cuadro 10: Cuadro ordenado de rendimiento de bulbo total (t.ha ⁻¹).....	98

1).....	
Cuadro 11: Cuadro ordenado de rendimiento de bulbo (t.ha ⁻¹), categoría primera.....	98
Cuadro 12: Cuadro ordenado de rendimiento de bulbo (t.ha ⁻¹), categoría segunda.....	98
Anexo 06: Costos de producción.....	99
Cuadro 1: Costos de producción del cultivo de cebolla para el T ₁ y T ₄	99
Cuadro 2: Costos de producción del cultivo de cebolla para el T ₂ y T ₅	101
Cuadro 3: Costos de producción del cultivo de cebolla para el T ₃ y T ₆	103
Anexo 07: Análisis de caracterización del suelo (original).....	105
Anexo 08: Rentabilidad económica para el cultivo de cebolla en atados.....	106
Anexo 09: Panel fotográfico durante la conducción del cultivo.....	107
Anexo 10: Especificaciones técnicas de la cinta de goteo.....	112
Anexo 11: Datos de radio y profundidad en la evaluación del bulbo húmedo – riego por goteo para e ₁ 20 cm y 30 cm entre emisor.....	113

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo entre Junio y Noviembre de 2018, en el Centro Experimental Canaán – Ayacucho, ubicado a 13° 08' 05" Latitud Sur y 74° 32' 00" Longitud Oeste, y a una altitud de 2750 msnm (distrito de Andrés Avelino Cáceres Dorregaray y provincia de Huamanga). Los objetivos fueron evaluar la influencia del distanciamiento entre emisores (20 y 30 cm) y densidad de plantas (500 000, 400 000 y 333 333 plantas.ha⁻¹) en el rendimiento de cebolla, evaluar la forma del bulbo húmedo del suelo y los caracteres de productividad del cultivo de cebolla. El diseño estadístico empleado fue Bloque Completo Randomizado aleatorizado mediante el diseño de Parcelas divididas, adjudicándose parcelas a distanciamiento entre emisores y subparcelas a densidad de plantas, con tres bloques, efectuándose el análisis de varianza y prueba de Tukey con nivel $\alpha=0,05$. Para cada uno de los tratamientos se evaluó la longitud, diámetro y peso de bulbo de cebolla respectivamente, rendimiento de bulbo de cebolla, forma del bulbo húmedo del suelo, índice de rentabilidad. Se halló que en el factor distanciamiento entre emisores en laterales de riego por goteo (e_1 : 20 cm y e_2 : 30 cm), donde logró el mejor rendimiento el e_1 con 47.8 Tn.ha⁻¹. En cuanto al factor densidad de plantas (d_1 500 000, d_2 400 000 d_3 333 333 plantas.ha⁻¹ respectivamente), siendo la mejor densidad la d_1 con diferencia estadística significativa respecto a los primeros con un rendimiento de 47.8 Tn.ha⁻¹. Para la interacción de factores no se encontraron significancia estadística, en cuanto al bulbo húmedo se obtuvo la forma geométrica de un elipsoide para un suelo franco. El mejor índice de rentabilidad se obtuvo con el T₂ (20 cm entre emisor y 400,000 plantas.ha⁻¹) con 256.3 % y una utilidad neta de S/ 60,167.45soles, mientras que el T₆ (30 cm entre emisor con 333 333 plantas.ha⁻¹) reporta el valor más bajo (167%).

INTRODUCCIÓN

La cebolla (*Allium cepa L*), es una hortaliza de hoja y de bulbo muy importante en la alimentación humana, ampliamente consumida en diversas formas, es por ello que existe a nivel mundial una demanda muy importante. Se trata de un alimento de poco valor energético pero muy rico en vitaminas A, B₁, B₂, C, D, K, sales minerales fósforo, calcio, potasio, sodio, hierro y contiene propiedades medicinales que ayudan en la digestión y fortalecimiento pulmonar.

En el Perú en el año 2016 se cultivaron 18 800 has que en total produjeron 760 200 toneladas, siendo Arequipa Junín y Lima los departamentos de mayor producción aportando un 85% de la producción nacional. El primer productor del país es la región de Arequipa, pues aporta más del 70% de la producción nacional. Las variedades que se cultivan son: Perilla, Americana, Roja Arequipeña, Israel, Italiana, Regall y Cabeza Amarilla. La variedad Roja Arequipeña varía en su rendimiento de 35 a 50 t ha⁻¹ (MINAGRI, 2016).

Por otra parte, la cebolla es fuente de ingreso económico del horticultor, por los excelentes precios que alcanza, además de ser una de las pocas alternativas dentro del sistema de rotación de cultivos en nuestra región.

Uno de los factores que ocasiona el bajo rendimiento del cultivo de cebolla en la región de Ayacucho, es el número de plantas por hectárea y la inadecuada elección del distanciamiento entre emisores de la cinta de riego. Este problema se puede superar estableciendo una densidad óptima de plantas y buena elección del distanciamiento entre emisores.

Tomando en consideración que el sistema de riego por goteo es uno de los sistemas más eficientes que se ha diseñado para emplear el agua en los cultivos agrícolas; es el único que permite la aplicación diaria de agua sin provocar problemas, ya que se utilizan tuberías y mangueras para conducirla. Sin duda, este sistema ayudó a fortalecer la agricultura e incrementar la eficiencia en la producción de alimentos.

Por las consideraciones expuestas se planteó el siguiente experimento con la finalidad de alcanzar los siguientes objetivos:

1. Evaluar la influencia del distanciamiento entre emisores en laterales de riego por goteo y densidad de plantas en el rendimiento del cultivo de cebolla.
2. Evaluar los caracteres de productividad del cultivo de cebolla.
3. Evaluar la forma del bulbo húmedo de los dos distanciamientos de emisores en laterales de riego por goteo.
4. Determinar el mérito económico de los tratamientos.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DE LA CEBOLLA

El origen primario de la cebolla se encuentra en Asia central, y como secundario, el mediterráneo. Existen evidencias de su cultivo hace 3200 años antes de Cristo. En las pirámides de Egipto se encontró una inscripción, esto es prueba de que la veneraban como divinidad y, junto al ajo, ocupaba un lugar importante en la dieta de los esclavos ocupados en la construcción de las pirámides.

1.2. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DE LA CEBOLLA

Brewster (2008), clasifica de la siguiente manera:

REINO	: Plantae
DIVISIÓN	: Fanerógamas
SUBDIVISION	: Angiospermae
CLASE	: Monocotiledónea
ORDEN	: Asparagales
FAMILIA	: Alliaceae
GÉNERO	: Allium
ESPECIE	: <i>Allium cepa</i> L
VARIEDAD	: Roja Arequipeña
NOMBRE COMÚN	: Cebolla (número cromosómico = $2n = 16$)

1.3. MORFOLOGÍA Y FENOLOGÍA DE LA PLANTA

La cebolla es una planta bianual de polinización cruzada; que en temporada número uno se desarrolla a partir de la semilla hasta formar un bulbo maduro. En la temporada número dos se produce el brotamiento del bulbo formándose los tallos florales en cuyas umbelas se desarrollan las semillas (Maroto, 1986).

a. Raíz

El sistema radicular de la cebolla es relativamente superficial y fibroso. Durante la vida de la planta continúan formándose en él, tallos nuevos; ciclo de raíces adventicias que penetran en el suelo hasta una profundidad de 5 cm Y una expansión lateral de 7.5 cm a los 25 días después del trasplante. A la madurez, la mayor parte de las raíces están entre 15 a 20 cm. y la mayor penetración no sobrepasa los 30 cm de la superficie del suelo; de igual manera sostiene que las raíces se forman en dos etapas: Primero; de la germinación hasta la formación de bulbo; el segundo hasta la muerte de la planta. (Gordon, 1992).

b. Hojas

Las hojas de la cebolla están insertas sobre el disco constituido de dos partes fundamentales, una inferior o vaina envolvente y otro superior filodio erecta, hueca, redondeada, bordes unidos con un diámetro de 0.5 cm., aproximadamente. Una planta forma de 8 a 15 hojas de 40 cm. de longitud; las vainas pertenecientes a las hojas exteriores requieren una consistencia membranosa y actúan como únicas protectoras, mientras que las hojas interiores se engrosan al acumular sustancias de reserva, formando la parte comestible del bulbo (Gordon, 1992).

c. Tallo

El tallo está constituido por una masa caulinar aplastado **disco** de entrenudos muy cortos, situados en la base de bulbo y cuando concurren diversas condiciones del **medio físico** y de la planta emite, a través de su yema central un escapo floral hueco de sección cilíndrica o tronco cónico que atravesando el bulbo da origen a inflorescencias y que puede alcanzar más de 1cm de altura (Gordon, 1992).

d. La flor

Las flores de la cebolla se agrupan en una umbela simple en el extremo de los tallos florales, que son huecas, cilíndricas; y algo más gruesa en su parte media. Cada bulbo forma entre 1 a 20 tallos florales, el cual inicia su floración de arriba hacia abajo; el número de flores por umbela varía de 200 a 1300 flores con un promedio de 750 (Maroto, 1986).

El pistilo tiene un ovario con tres células y dos óvulos en cada célula, cuando la flor se abre el pistilo tiene 1 cm, de longitud; pero no está receptivo; esto explica que en esta planta ocurre la polinización cruzada (Alógama); que es realizada por las abejas, tal fenómeno recibe el nombre de protandria, los estambres se encuentran en números de seis; tres de ellos ubicados internamente aparecen primero y forman su saco de polen y tres de ellos ubicados externamente aparecen un poco retrasados y liberan su polen (Tamaro, 1960).

e. El fruto

El fruto es una capsula trilocular dehiscente. La semilla es de color negro aplastado y rugoso que mide más o menos 6 mm de largo y 4mm de diámetro. Además pueden perder en un año de 30 a 50% de su capacidad germinativa y en dos años del 100%, un gramo de semilla tiene 250 semillas (Ferrand, 1975).

f. Las semillas

Las semillas son producidas por una umbela de la planta, es decir por una inflorescencia o conjunto de flores. Es relativamente pequeña y angulosa y de color negro; son de forma arriñonada y mide unos 4 mm por 2 mm. La mayor parte de la semilla está constituida por el endospermo en cuyo interior se ubica el embrión que tiene forma cilíndrica y esta retorcida en un espiral (Tamaro, 1960).

1.4. FISIOLÓGÍA DE LA CEBOLLA

Maroto (1986), señala las siguientes fases del ciclo vegetativo de esta especie:

a. Fase de crecimiento herbáceo

Inicia con la germinación formando una planta provista de tallo muy corto o disco en el que se insertan las raíces y en el que existe un meristemo que va originando progresivamente hojas. En esta fase la planta desarrolla ampliamente un sistema radicular y foliar.

b. Fase de formación de bulbos

El desarrollo del sistema vegetativo aéreo se va paralizando de forma gradual y la planta inicia la movilización y acumulación de reservas en la base de las hojas interiores, que a su vez se engrosan formando el bulbo.

c. Fase de reposo vegetativo

En esta última fase el bulbo maduro está en latencia y la planta no se desarrolla.

1.5. LABORES CULTURALES

Almacigado

Existe dos modalidades de cultivo en función a la siembra: Siembra en almácigo y siembra directa. La siembra en almácigos es la más empleada en el litoral del mediterráneo, el almácigo incluye todo el proceso de la obtención de la plántula que se efectúan en un lugar especial y en condiciones cuidadosas. Esta labor se realiza en suelos con características físicas y químicas apropiadas, por lo tanto, es necesario conocer la textura, contenido de materia orgánica, pH, salinidad y fertilidad del suelo. Una vez que han sido preparadas cuidadosamente, se marcan con líneas haciendo un surco de 1cm de profundidad y separados a 10 cm. En esos surcos se siembran a mano a una densidad recomendable de 5 a 6gr./cm², la época de siembra varia con el ciclo del cultivo empleado y la variedad. (El campesino 1987).

Preparación del terreno

El cultivo de cebolla no requiere de labores muy profundas, pero debe procurarse de un suelo bien trabajado y fino en la parte superficial. Si los suelos son muy ligeros es muy recomendable completar las labores preparatorias normales con un rulado antes de la siembra o plantación. (Maroto, 1986).

Fertilización

La fertilización de los suelos pobres, es necesario para producir una cementera vigorosa resistente a plagas y enfermedades; de alto rendimiento. Se hará de acuerdo al resultado del análisis del suelo; teniendo en cuenta las necesidades de nutrimento de la cebolla. Una fórmula de fertilización corrientemente usada para obtener un buen rendimiento es 180 – 60 – 30 de N – P – K, que se aplica por tercios en tres momentos en la campaña. (Bullón, 1985).

En el período de crecimiento herbáceo de las cebollas, la planta posee una gran necesidad de nitrógeno y los restantes elementos nutritivos, en tanto que durante la bulbificación un excesivo gradiente de nitrógeno a disposición de la planta, puede perjudicar la acción del potasio y del fosforo; en la acumulación de reservas en el bulbo, pudiendo asimismo predisponer al bulbo a una mala conservación. A veces es conveniente añadir en algunos suelos alguna cantidad de azufre. (Maroto, 1986).

La revista El campesino (1987), indica que en experimentos realizados con más de 20 hortalizas se han demostrado que la cebolla necesita niveles de N-P-K, más altos que la mayoría de las especies para alcanzar rendimientos máximos. Además las aplicaciones tardías de nitrógeno disminuyen la capacidad de almacenaje y favorecen el ataque de los hongos. La cantidad de nutrientes absorbidos es de 133 – 22- 177 kg de N-P-K para un rendimiento de 37 t ha⁻¹.

Un abonamiento practico y completo para una hectárea seria el siguiente:

- 04 costales de Sulfato de amonio (21% de N)
- 12 costales de superfosfato de calcio simple (20% de P)
- 03 costales de sulfato de potasio (50% de K)

Trasplante

El terreno donde se efectuó el trasplante se prepara con araduras y rastraje, finalmente se trazan los surcos a profundidad homogénea, rectos y paralelos entre sí.

Riego

Las raíces de la cebolla son superficiales y poco extendidas, por lo que exploran un reducido volumen de suelo, lo que indica en el aprovechamiento del agua. Por eso ya para mantener una actividad intensa de planta se requiere un nivel satisfactorio de agua en forma permanente en la zona radicular. El consumo medio diario era de 2.0 mm de agua, durante el crecimiento de las raíces y el follaje pero se efectúan por los surcos entre los camellones. Es conveniente recordar que el exceso de agua hasta un punto de saturación del suelo, provoca la detención del crecimiento de la cebolla. En Chile se señala un uso consumo de 3.074 metros cúbicos de agua por hectárea. (El

campesino, 1987). Zevallos (1985), manifiesta que en climas secos hay que regar cada 10 días, eliminando las flores que puedan ir apareciendo y cuando en verano se reduzca el crecimiento, doblas las puntas pisándolas.

1.6. PLAGAS Y ENFERMEDADES

1.6.1. Plagas

Las más importantes plagas a tomar en cuenta por los agricultores para un buen rendimiento en cantidad y calidad son:

- a. Trips de la cebolla (*Thrips tabaci*).
- b. Polilla de la cebolla (*Acrolepia assectella*).
- c. Nematodo (*dytolenchus dipsaci*).

1.6.2. Enfermedades

Las principales enfermedades que atacan al cultivo de cebolla son:

- a. Mildiu (*Peronospora destructor*).
- b. Podredumbre blanca (*Sclerotium cepivorum*).
- c. La raíz rosada (*Pirenochaeta terrestris*).
- d. Carbón desnudo (*Urocystis cepulae*).

1.7. REQUERIMIENTOS EDAFOCLIMÁTICOS

La planta de cebolla se adapta muy bien a cualquier tipo de suelo, siendo el recomendable el franco limoso, franco y franco arcilloso; no obstante que debe indicarse como características importantes, un buen drenaje, ausencia de piedras y la salinidad no debe superar los 1-2 mmhos cm^{-2} , pues con 4.0 mmhos cm^{-2} se inicia un efecto negativo sobre el rendimiento que disminuye a un 50%, con 3.0 mmhos cm^{-2} en un 25%. El contenido de materia orgánica debe ser mayor al 3%, aunque se tiene en cuenta que la cebolla producida en suelos orgánicos, tiene menor aptitud para el almacenamiento.

Es demasiado sensible al exceso de humedad, debido a que los cambios bruscos podrían originar el agrietamiento de los bulbos. Inmediatamente después de que las

plantas han iniciado el crecimiento, la humedad del suelo debe mantenerse por encima del 60% del agua disponible en los primeros 40 cm. del suelo. El exceso de humedad al final del cultivo influye negativamente en su conservación. La recomendación es que el suelo tenga una buena retención de humedad en los 15-25 cm. superiores del suelo. La cebolla es medianamente sensible a la acidez, oscilando el pH óptimo entre 6-6.5.

1.8. DENSIDAD DE PLANTAS DE CEBOLLA

Yuste (1998), indica que, si se siembra el cultivo demasiado denso, la producción son menores a los esperados debido a la competencia intra específica (competencia entre plantas de la misma especie), por otro lado, si la densidad es baja, la productividad por planta es elevada, pero la productividad total por parcela no es compensada, debido a la falta de plantas.

La densidad de siembra varía de 200 000 a 400 000 plantas por hectárea, depende del tipo de suelo, luminosidad de la zona y tipo de riego (Casas, 2004).

Mata et al. (2011), mencionan que con la finalidad de obtener mayor producción del cultivo de cebolla se recomienda trasplantar en camas de cuatro hileras con una cintilla en suelos arcilloso, y para suelos francos se recomienda dos cintillas de riego con una distancia entre plantas de 12 – 15 cm.

- Distancia entre plantas de 12 cm, 222 223 plantas por hectárea.
- Distancia entre plantas de 10 cm, 266 667 plantas por hectárea.
- Distancia entre plantas de 8 cm, 333 333 plantas por hectárea.

Blanco y Lagos (2017) indican que, la cantidad de semillas que se aplican por cada metro cuadrado de almaciguera, es un factor de gran importancia, ya que influye sobre la cantidad y calidad de plantas que se obtengan. Es así como en una siembra muy densa las plantas resultaran débiles, cloróticas y de mala calidad, dándose también las condiciones más favorables para el desarrollo de enfermedades. el cual recomienda una densidad de plantas de 266 800 distancia entre plantas de 10 cm distancia entre hileras de 20 cm y distancia entre camellones de 75cm.

Se han realizado evaluaciones de densidades de plantación de hasta 526 30 plantas por hectárea establecida en camas de 1.52 m de ancho con ocho hileras de plantas por cama, aunque la densidad de plantación más alta reportó un rendimiento superior, fue notorio la disminución de la calidad del bulbo, por lo es recomendable establecer el cultivo en densidades de 333 000 plantas por hectárea en camas de seis hileras de siembra cuando se quiere obtener una buena calidad del producto (Reveles et al., 2012).

1.9. RIEGO LOCALIZADO DE ALTA FRECUENCIA

Pizarro (1996) indica que, la localización consiste en que solo se humedece un volumen de suelo y se pretende que más raíces obtengan de ese volumen el agua y los nutrientes que necesitan. Además, la localización del riego obliga a que este se aplique con alta frecuencia; el volumen de suelo mojado es reducido y por tanto la capacidad de almacenamiento es baja, por lo que se debe aplicar dosis reducidas de riego, y para satisfacer las necesidades de los cultivos con estas pequeñas dosis de deben aplicarse con alta frecuencia.

Santos et al. (2010) mencionan que el riego localizado consiste en la aplicación de agua sobre la superficie del suelo o bajo éste, utilizando para ello tuberías a presión y emisores de diversas formas, de manera que sólo se moja una parte del suelo, la más próxima a la planta.

1.10. RIEGO POR GOTEO

El riego por goteo se describe como un riego localizado ya que su diseño agronómico e hidráulico está diseñado para devolver al suelo en forma localizada el consumo diario de agua. Este consumo está profundamente relacionado con la demanda atmosférica por agua y el contenido de agua del suelo. En efecto, Domínguez (1993) afirma que, se denomina riego localizado, debido a que el agua se aplica en puntos concretos del suelo, de modo que solo se humedece una parte del mismo.

Opeman (2009) menciona que, es un método de riego localizado donde el agua es aplicada en forma de gotas a través de emisores, comúnmente denominados

“goteros”. La descarga de los emisores fluctúa en el rango de 2 a 4 litros por hora por gotero.

Ventajas del riego por goteo

Lecaros (2011) menciona las siguientes características:

- Mayor productividad agronómica.
- Muy alta eficiencia en el empleo del agua y de los fertilizantes. Riego por goteo: 90 a 95%, riego por gravedad: 55 a 60%.
- Muy adaptable a variadas condiciones de topografía, calidad del agua o limitaciones salinas del suelo.
- No interfiere con otras prácticas, se puede irrigar y a la vez emplear maquinaria agrícola, cosechar, fumigar, etc.
- Permite una economía en la mano de obra, en deshierbos, fertilización, etc.

Desventajas del riego por goteo

Lecaros (2011) menciona las siguientes limitaciones:

- Requiere una alta inversión inicial.
- Es de una mayor complejidad que los sistemas de riego tradicionales.
- Requerimiento de un suministro hídrico permanente.
- Dificultad de uso en cultivos densos (siembra al voleo).
- Taponamiento de los emisores, a causa de las partículas de arena, residuos orgánicos y precipitados químicos.
- Riesgos de salinización del suelo, debido a que la gran cantidad de sales provenientes de agua de riego son dejadas en el suelo, acumulándose entre bulbos y en la línea de la superficie humedecida.
- Desarrolla una zona o bulbo que limita el crecimiento y expansión de las raíces.

Distribución de sales y nutrientes

El patrón de penetración de agua tiene influencia adicional en la distribución de nutrientes y de sales en el volumen de suelo mojado. Los sistemas de riego por

inundación y por aspersión que mojan el volumen completo de suelo crean un perfil que aumenta sostenidamente en salinidad con la profundidad del suelo hacia el fondo de la zona de raíces (Hoffman et al., 1990).

En sistemas de riego por goteo, el mojado más superficial implica que áreas de mojado superficial están expuestas a la evaporación directa de agua y a una gradual acumulación de sales en la superficie del suelo. Los ciclos repetidos de riego y de evaporación crean un área de lavado justo debajo del gotero, y la sal se acumula en los bordes del volumen mojado en la superficie del suelo (Kafkafi y Bar-Yosef, 1980).

Así mismo, Pizarro (1990) afirma que, uno de los aspectos más espectaculares del desarrollo del riego por goteo en los últimos años, ha sido la transformación de terrenos marginales, que con los métodos tradicionales se consideraban no rentables.

Fertirrigación

Fertirrigación o fertigación, son los términos para describir el proceso por el cual los fertilizantes son aplicados junto con el agua de riego. Con esta técnica, se puede controlar fácilmente la parcialización, la dosis, la concentración y la relación de fertilizantes según Nathan (1997).

No obstante, Quezada et al. (2007) menciona que, en suelos con buen nivel de fertilidad natural la fertirrigación permanente no tiene un impacto relevante sobre el rendimiento, siendo más importante el método de riego y el control de la humedad del suelo.

1.11. NECESIDADES HÍDRICAS DE LOS CULTIVOS

Santibáñez (1994) afirma que, para poder cumplir con su ciclo fenológico, los cultivos dependen fuertemente del agua, cuyo consumo está controlado por la energía radiante proveniente del sol y la energía del viento que favorece los cambios de estado de líquido a vapor. Por otra parte (Evet, 1999) menciona que, la fuente de agua se encuentra en el suelo, a partir del cual las plantas extraen el agua según sus

requerimientos. Se establece así un flujo suelo-planta-atmósfera, el cual requiere de un balance de agua y energía para entender el estado hídrico y las necesidades de agua del vegetal.

1.12. EVAPOTRANSPIRACIÓN

La evapotranspiración incluye dos procesos distintos por el cual se pierde agua; uno de carácter físico y el otro de carácter fisiológico, que son la evaporación de agua del suelo y la transpiración de las plantas. La transpiración o pérdida de agua en estado de vapor por la planta, es un fenómeno común en todas las plantas. La evaporación y la transpiración ocurren simultáneamente y no hay una manera sencilla de distinguir entre estos dos procesos. FAO (2006).

1.13. NECESIDADES NETAS

Además de la ETc, la precipitación efectiva (Pe) debe tenerse en cuenta en el cálculo. La precipitación efectiva es aquella parte de la lluvia que se almacena en el volumen del suelo a profundidad radicular y es consumida por la planta en proceso de evapotranspiración. Las necesidades netas vienen dadas por la expresión:

$$N_n = ET_c - (P_e + W)$$

Siendo:

N_n : Necesidades netas mm/día.

ET_c : Evapotranspiración del cultivo en mm/día.

P_e : Precipitación efectiva en mm/día.

W : Variación de la humedad en el suelo en mm.

En las zonas de climatología árida y semiárida y riego por goteo, P_e y W se consideran nulos coincidiendo las necesidades netas con la evapotranspiración del cultivo.

1.14. NECESIDADES TOTALES

Además de las necesidades consuntivas, hay otras cantidades adicionales de agua que son necesarias para compensar las pérdidas por las condiciones en que se desarrolla el cultivo.

Estas pérdidas se producen por:

- Percolación en profundidad fuera de la rizosfera.
- Uniformidad del reparto del agua en la unidad de riego.
- Requerimiento de lavado de sales en caso de utilizar aguas salinas.

Todas estas pérdidas de agua se cuantifican en un término denominado eficiencia de aplicación (EfA). Las necesidades totales de riego vienen dadas por la relación:

$$N_t = N_n / E_fA$$

Siendo:

N_n : Necesidades netas de agua en mm/día.

N_t : Necesidades totales de agua en mm/día.

E_fA : Eficiencia de aplicación en tanto por uno.

1.15. EFICIENCIA DE APLICACIÓN

La eficacia de aplicación (EfA) se conceptualiza como la relación entre el volumen de agua almacenado a profundidad radicular (utilizable por el cultivo) y volumen total que llega a la parcela.

- **Frecuencia de riego**

La frecuencia o el intervalo entre riegos están en función de la capacidad de retención de agua del suelo, de la ETc del cultivo y de la calidad de agua de riego.

Siendo la frecuencia máxima de riego igual a:

$$\text{Frecuencia de riego} = \text{Lamina neta (mm/día)} / \text{ETc (mm/día)}$$

El valor obtenido es el número de días máximos para distanciar un riego del siguiente. No obstante, en los riegos localizados se utilizan frecuencias de uno a tres días según la disponibilidad del agua para riego.

- **Lamina neta**

Es la capacidad de retención de agua que tiene el suelo en función a su capacidad de retención, la profundidad de las raíces, el descenso tolerable y el porcentaje de área mojada. Se calcula de la siguiente manera.

$$\text{Lamina neta} = (\text{CC}\% - \text{PMP}\%) / 100 * \text{DAP} * \text{Prof. efec. de raíz} * \text{Pa.} * \% \text{ Área mojada (mm)}$$

Donde:

CC : Humedad del suelo a capacidad de campo (%).

PMP : Humedad del suelo a Punto de Marchitez (%).

DAP : Densidad aparente del suelo (gr/cm³).

Prof. efec. de raíz : Profundidad efectiva de las raíces según la edad de los cultivos (mm).

Pa : Máximo porcentaje de agua aprovechable.

% AM : % de área mojada dentro de la plantación (%).

- **Dosis neta de riego**

Se define como el volumen de agua a aportar en cada riego para restituir al suelo las necesidades netas de agua por el cultivo en el intervalo entre riegos.

Dónde:

$$\text{Dn} = \text{Nn} * \text{Fr}$$

Dn : Dosis neta de riego en mm/día

Fr : Frecuencia de riegos en días

Nn : Necesidades netas de agua en mm/día.

- **Tiempo de riego**

Es el tiempo necesario para aportar la dosis de riego .

$$\text{Tr} = \text{Lb} / \text{Phe}$$

$$\text{Lb} = \text{ETc} / \text{Er}$$

$$\text{Phe} = \text{qa} / \text{d1} * \text{d2}$$

Donde:

Tr : Tiempo de riego en horas.

Lb : Lamina bruta

- P_{he} : Precipitación horaria del emisor
 d_1 : Distancia entre emisores m.
 d_2 : Distancia entre laterales de riego m.
 q_a : Caudal nominal de descarga del emisor en l/h.

1.16. EL BULBO HÚMEDO DEL SUELO EN EL RIEGO LOCALIZADO

Es una metáfora muy divulgada, se denomina bulbo húmedo a la parte de suelo humedecido por un emisor de riego localizado. La explicación se hace para el caso de un emisor puntual; cuando el emisor es del tipo de una larga cinta porosa, el suelo humedecido es un cilindro cuya sección toma la forma del bulbo húmedo.

Formación del bulbo húmedo

A pesar “de que los emisores de riego localizado arrojan pequeños caudales, cuando el agua empieza a fluir incide sobre una superficie muy reducida del suelo, provocando un pequeño charco (Fig. 1.1.), cuyo radio se va expandiendo a medida que el riego continúa. Cuando más húmeda va estando el suelo, la velocidad de infiltración del agua disminuye. A partir del disco de suelo saturado que es el charco, el agua se distribuye por los poros vecinos, cuya humedad es menor. La acción combinatoria de las fuerzas mátricas y gravimétricas origina la forma característica del bulbo húmedo (Pizarro, 1990).

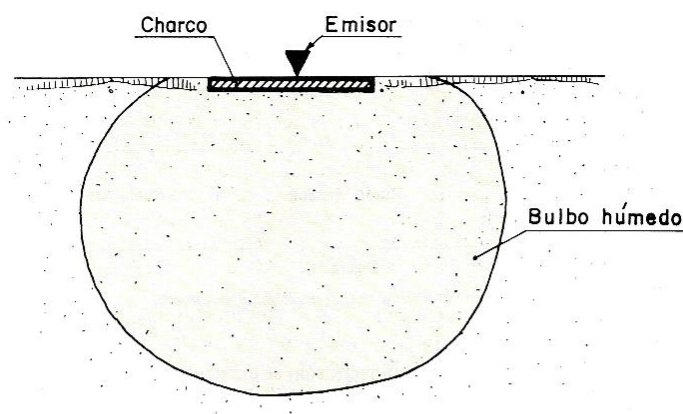


Figura 1.1. El bulbo húmedo.

Factores que afectan a la forma del bulbo húmedo

a. Tipo de suelo: En los suelos pesados la velocidad de infiltración es menor que en los ligeros, lo que hace que el charco de radio sea mayor. Esta es una primera razón para que el bulbo se extienda más horizontalmente.

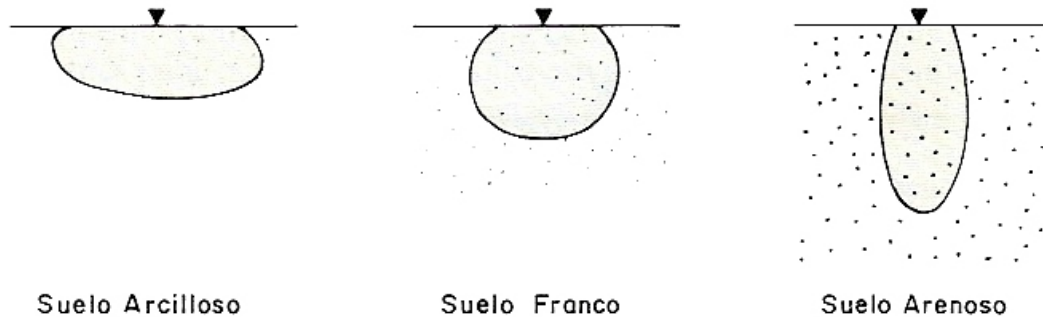


Figura 1.2. Efecto de la textura en la forma del bulbo húmedo.

b. Estratificación: Los suelos uniformes solo se encuentran en los ejemplos de los libros. En la naturaleza lo normal es que se presenten estratos de distinta porosidad, lo que afecta al flujo y a la retención del agua, y en consecuencia al bulbo húmedo. Cuando el frente húmedo alcanza un estrato diferente, este se encuentra inicialmente como una barrera al avance del agua, aunque el estrato sea más permeable que el suelo situado encima de él.

b.1. Estrato arenoso

Cuando el frente húmedo alcanza el estrato arenoso, el agua que venía circulando por unos poros pequeños se encuentra con unos espacios aéreos muchos mayores que retienen al agua con menos fuerza. Al momento en que el agua penetra en el estrato arenoso, a causa de su mayor permeabilidad el frente húmedo necesita menos sección para avanzar, por lo cual el bulbo se estrecha. Cuando el frente alcanza el suelo situado bajo el estrato arenoso, el bulbo adquiere la forma que tendría con un emisor cuyo charco fuese la zona húmeda de la arena (Pizarro, 1990).

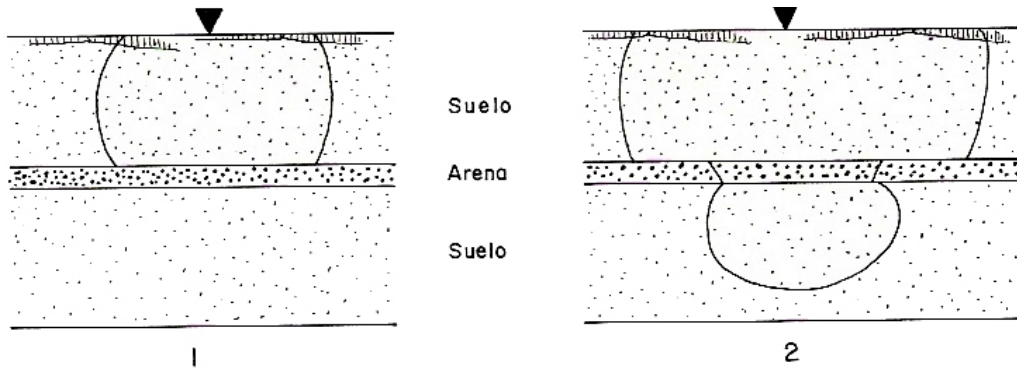


Figura 1.3. Efecto del estrato arenoso en la forma del bulbo húmedo.

b.2. Estrato arcilloso

Cuando el frente húmedo alcanza la arcilla, el agua penetra inmediatamente en ella, pero a causa de la menor permeabilidad del estrato intermedio, el agua pasa con menor velocidad acumulándose en el estrato superior, que de esta forma se extiende más.

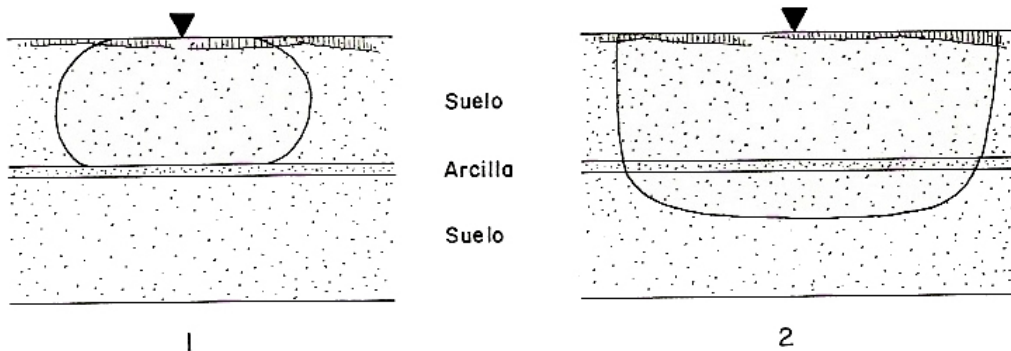


Figura 1.4. Efecto del estrato arcilloso en la forma del bulbo húmedo.

b.3. Obstáculos impermeables

La presencia de piedras o lentejones del material muy poco permeable hace que el bulbo se extienda lateralmente hasta que el agua rebosa por los bordes.

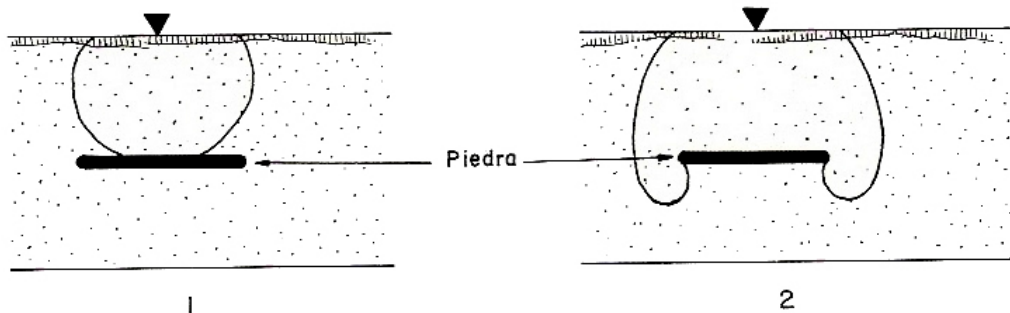


Figura 1.5. Efecto de la estratificación en la forma del bulbo húmeda.

c. **Caudal del emisor y tiempo de riego:** En la figura 2.6 se muestra la forma del bulbo húmedo en dos suelos distintos, arenoso y franco, con distintos caudales por emisor (4 lt/h. y 20 lt/h.) y con distintos volúmenes de agua aplicados (4, 8 y 16 Litros).

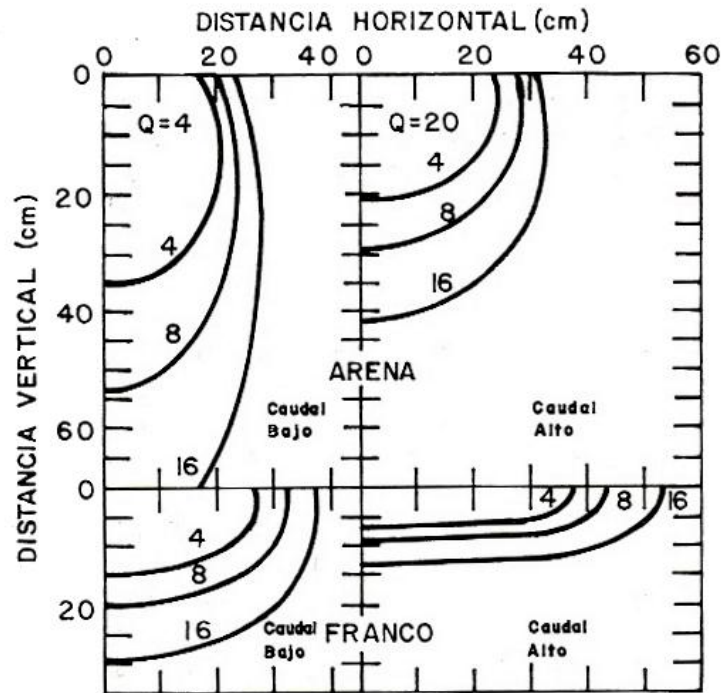


Figura 1.6. El bulbo húmedo en función del caudal del emisor y del tiempo de riego para dos tipos de suelos.

El análisis de esta figura conduce a estas conclusiones:

- El bulbo se extiende más horizontalmente en los suelos más pesados
- Para el mismo se cumple:
 - a) Si el caudal se mantiene constante, la extensión superficial del bulbo no varía mucho con el tiempo (o lo que es lo mismo, con el volumen de agua aplicado) y algo similar ocurre con la máxima extensión horizontal subterránea del bulbo. en cambio, a medida que pasa el tiempo, el bulbo se va desarrollando en profundidad. un tiempo excesivo de riego hace que el agua se pierda por percolación.
 - b) Para un mismo tiempo de riego (o para un mismo volumen de agua), cuanto mayor es el caudal del emisor, mayor es la extensión horizontal del bulbo.

Vemos por tanto que, para un suelo dado, la extensión horizontal del bulbo no se puede alterar indefinidamente modificando el caudal del emisor ni el tiempo de riego. Para conseguir una determinada superficie mojada de suelo a cierta profundidad, la variable más importante sobre la que se puede actuar es el número de emisores.

1.17. COMPONENTES DEL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO

Opeman (2009) indica que un equipo de riego presurizado básicamente consiste de los siguientes componentes:

- A. La Fuente de Abastecimiento de Agua.
- B. Cabezal de Riego o Centro de Control
- C. Tuberías de Conducción Principales y Distribución
- D. Cabezales de Campo (Arco de Riego)
- E. Laterales de Riego con Emisores

A. Fuente de abastecimiento de agua

El abastecimiento para el equipo puede provenir de la red de canales de riego en aquellas zonas con derecho o de extracción de agua subterránea a través de perforaciones. Estas últimas también pueden encontrarse dentro de la zona con derecho cuando el recurso es insuficiente para regar la superficie cultivada.

En las zonas con riego, el turno se almacena en reservorios, cuyas dimensiones dependen de la superficie a regar. Su función es la de abastecer de agua en forma permanente al sistema. A continuación, se describen las obras civiles necesarias para el buen funcionamiento del sistema de riego.

a.1. Tomas de captación

La toma es una estructura hidráulica que sirve para captar y derivar el agua de un canal hacia un desarenador y posteriormente hacia un reservorio o directamente a una cámara de bombeo del sistema de riego.

a.2. Canal de aducción

Los canales de aducción permiten conducir de manera segura y permanente el caudal requerido, desde la toma de captación hasta el desarenador.

a.3. Desarenador

Los desarenadores son estructuras hidráulicas que tienen como función remover las arenas y partículas en suspensión gruesa, con el fin de evitar se produzcan depósitos en las obras de conducción, y proteger el reservorio, así como las bombas de la abrasión y evitar sobrecargas en los procesos posteriores de tratamiento. El desarenado se refiere normalmente a la remoción de las partículas superiores a 0,5 mm.

a.4. Reservorio

Existen varios tipos de reservorios siendo los más comunes aquellos recubiertos con una membrana impermeable; se utiliza geomembrana de polietileno resistente a la acción de los rayos ultravioleta, deben ser protegidos con un cierre perimetral para evitar su deterioro, principalmente por el ingreso de animales.

B. Cabezal de riego o centro de control

Se entiende por cabezal de riego o centro de control, al conjunto de equipos y elementos de riego utilizados para darle energía al sistema, filtrar el agua, fertilizar y controlar presiones y caudales.

b.1. Equipo de bombeo

Está constituido por uno o más bombas, cuya función es la de impulsar el agua hacia el sistema de riego a través de las tuberías, desde la fuente de agua (pozo o reservorio) por todo el sistema hasta los emisores, permitiéndole a éstos un correcto funcionamiento. El equipo de bombeo requerido más utilizado cuando la fuente de agua es de origen superficial es la de acción centrífuga, y para fuentes de agua de pozos se requiere unas bombas sumergibles o de turbina vertical.

b.2. Equipo de filtrado

Uno de los problemas más frecuentes y graves en las instalaciones de riego localizado, son las obturaciones en los emisores que pueden ser goteros o cintas de riego. Los filtros son elementos esenciales, debido a que, tienen la función de impedir el paso de una gran cantidad de impurezas en el agua de riego (algas, semillas, insectos, restos de hojas, pequeñas basuras arena, etc.) Cuando los emisores se tapan, aquellas plantas ubicadas cerca de donde ocurre el problema reciben muy poca agua y fertilizantes, por lo tanto, presentan problemas de crecimiento y producción.

Por ello es muy importante estar seguro de que el equipo tenga los filtros adecuados en cuanto al tipo y tamaño. El tipo o tipos de filtros necesarios en una instalación de riego localizado, dependerá de la naturaleza y tamaño de las partículas contaminantes, según lo que se presenta en la tabla 1.1.

Tabla 1.1. Tipos de filtros según contaminante.

Contaminantes	Hidrociclón separador	Filtro de grava	Filtro de Grava y Anillas
Arena	x		x
Limo y arcilla		x	x
Orgánico		x	x

Equipos mencionados anteriormente:

- Hidrociclón
- Filtro de grava
- Filtro de anillas
- Filtro de malla

b.3. Unidad de fertilización

Así como los abonos principales como los microelementos que el cultivo necesita, cuando se utilizan estos sistemas, podrían ser incorporados en el agua de riego, siempre y cuando estos abonos sean solubles en agua. También pueden aplicarse

ácidos (ácido sulfúrico, clorhídrico, fosfórico, nítrico), fungicidas, y desinfectantes, como hipoclorito de sodio.

- Venturi
- Bomba centrífuga

b.4. Aparatos de control y medición

Entre los elementos de regulación y control de flujo más conocidos y utilizados hay distintos tipos de válvulas: de paso, reguladoras de presión, retención (check), hidráulicas, eléctricas, volumétricas, etc. Su operación directa o indirecta (mediante programadores) regula el comportamiento del flujo y la presión en la red.

- Válvulas hidráulicas
- Válvulas de seguridad
- Válvulas de Pie
- Válvula Check
- Manómetros
- Caudalímetros

C. Tuberías de conducción principales y secundarias

Las tuberías son las encargadas de distribuir el agua por todo el sistema de riego. Las tuberías pueden ser de PVC, polietileno o fierro. Si la tubería ha sido calculada e instalada de manera correcta no debería presentar fallas. Las tuberías más empleadas en sistemas de riego presurizados son de PVC. Cuando hay roturas o deficiencias en la instalación (tuberías mal pegadas, uniones tipo campana con la goma mordida), el agua sale humedeciendo toda el área afectada (falla pequeña) o en forma de chorro si la rotura es grande. Las roturas y filtraciones, hay que repararlas inmediatamente.

D. Cabezales de campo (arco de riego)

Son las válvulas que se instalan en el campo para suministrar el agua a las diferentes unidades de riego. Pueden ser simples (tipo esféricas) para operación manual o hidráulicas. En éstas últimas la presión hidráulica acciona un diafragma que corta la

presión y el flujo del caudal. Se pueden accionar manualmente, en el lugar de instalación o a distancia con mandos hidráulicos o eléctricos.

d.1. Purga de Portalaterales y Red Matriz

Las tuberías portalaterales llevan al final un elemento terminal que se denomina *purgador* cuya función es purgar y limpiar el tramo correspondiente. Los purgadores se utilizan para limpiar el sistema (restos de materiales plásticos, tierra, etc.), una vez acabada la instalación. También al finalizar la temporada de riego, para los que no fueron filtrados y algunos tipos de algas que proliferan en las tuberías sin necesidad de luz. El purgado se realiza con una presión adicional y por sectores, abriendo una válvula por vez.

d.2. Tuberías de conducción

Son las tuberías que transportan el agua hacia los laterales. El material empleado es el P.V.C, cuyo diámetro depende del tamaño de la parcela a la que se aplicará este tipo de riego y permite conducir las aguas desde los pozos existentes o desde la bomba hacia los cabezales.

d.3. Portalaterales

Son las tuberías de menor diámetro, que permite conducir el agua hacia cada uno de los laterales donde se instalarán las cintas o mangueras de goteo.

E. Laterales de riego con emisores

Son las tuberías donde se insertan los goteros, o las tuberías perforadas o de exudación. Las cintas de riego permiten emitir caudales que varía de 1 a 4 L por hora espaciados en promedio cada 0.30 m, dichos laterales trabajan con presiones nominales de 9 metros de columna de agua, variando y dependiendo del modelo de emisor a utilizar.

Las laterales de riego son todas de polietileno negro. Los diámetros más utilizados son 16 y 20 mm. Los laterales son los elementos que causan más problemas, aunque estos son fáciles de solucionar. Los problemas más comunes son pequeñas roturas

del material, desajustes en el punto donde se inserta el gotero o desacoples de las uniones de reparación. Debido a la presión de trabajo, sale un chorro de agua en el lugar donde se produce la falla. Las roturas deben ser reparadas tan pronto sean detectadas. Es conveniente revisar el estado de las laterales todos los días. El agricultor debe disponer de elementos como uniones de repuesto, un alicate para efectuar la reparación. La forma de trabajar es cortar el lugar que provoca problemas e instalar una unión de reparación.

1.18. EMISORES

Pizarro (1996) menciona que, los emisores son tal vez los elementos más importantes de las instalaciones de RLAF y, desde luego, los más delicados. Toda la dificultad de su diseño constructivo reside en el siguiente problema: los emisores deben proporcionar una cauda bajo, con el objetivo de que los diámetros de las tuberías, sobre todo laterales y terciarias, sean reducidos; las grandes longitudes que de estas tuberías se emplean en los RLAF hacen que un ligero incremento en su diámetro encarezca de forma importante la instalación. Por otro lado, la presión de servicio de los emisores no debe ser muy baja para minimizar el efecto que sobre la uniformidad del riego tienen los desniveles del terreno y las pérdidas de carga lo largo de terciarias y laterales. La mayoría de los emisores trabajan a una presión próxima a los 10 m.c.a., aunque los de alto caudal pueden hacerlo a 20 m.c.a.. Los caudales varían entre 2 y 16 L/h., con las mismas excepciones que para la presión: los de alto caudal pueden llegar a 150 L/h.

Santos et. al (2010) indica que, se denominan emisores a los dispositivos usados en el riego localizado con la finalidad de disipar la carga hidráulica y liberar pequeño caudal de modo constante. Cuando los emisores están alejados entre sí, dando origen a bulbos mojados individuales, aislados o continuos, la aplicación es por puntos concretos o más simplemente por punto.

Aplicaciones y características:

Catalogo NAN DAN CINTAS (2008) menciona:

- Recomendado para cultivos de estación en hileras de corto espaciamento tales como: tomate, algodón, pimiento, papa, maní, cebolla, hortalizas, semillas oleaginosas, maíz, frutilla, floricultura, etc.
- Adecuado para aplicaciones superficiales y subterráneas.
- Cinta de goteo sin costura con goteros fijados en forma permanente en su interior. La construcción sin costura mejora la capacidad para soportar fluctuaciones de presión.
- Marcado con dos franjas amarillas paralelas *Twin-Line*. Símbolo de calidad. Ayuda además a asegurar el posicionamiento vertical del gotero.
- Fabricado con un polímero virgen de grado especial asegura una buena tolerancia dimensional y una mayor fortaleza aún con espesores de pared menores.
- Fabricado con el equipamiento más moderno, de última generación. Su control de calidad continuo, en línea y computarizado asegura una calidad confiable y una performance consistente.
- Gotero de pasaje de flujo turbulento diseñado hidráulicamente con una amplia superficie de sección cruzada y un filtro de entrada de precisión que lo convierte en una cinta de goteo con una gran resistencia al taponamiento.
- Orificios de salida perforados con precisión láser.
- Extremadamente bajo coeficiente de variación de fabricación, CVm, que asegura una alta uniformidad de emisión en campo.
- Diámetros nominales 17 (DI 16.1) y 22 (DI 22.2) mm
- Disponible en cinco caudales de 0.8, 1.3, 1.6, 2.4, 4.0 l/h
- Disponible con espesores de pared entre 6 mil a 25 mil
- (0,15 mm a 0,63 mm).
- Disponible con espaciamentos de gotero estándar de 20,
- 30, 40, 50, 60, 75, 90 y 100 cm.
- Filtración mínima recomendada 100 micrones

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

2.1. UBICACIÓN DE LA ZONA EXPERIMENTAL

El trabajo de investigación se realizó en el Centro Experimental Canaán - Ayacucho, propiedad de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, ubicado a 2 km al Este de la ciudad de Ayacucho, distrito de Andrés Avelino Cáceres Dorregaray, provincia de Huamanga y departamento de Ayacucho a una altitud de 2750 msnm. Geográficamente se encuentra ubicada a los 13° 08' 05" Latitud Sur y 74° 32' 00" Longitud Oeste. Observándose en la figura 2.1.

2.2. CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS DE LA ZONA

El clima de la ciudad de Ayacucho se caracteriza por los cambios bruscos de temperatura entre el día y la noche, la temperatura media fluctúa entre los 14° y 18°C, los meses de mayor calor coinciden con los meses de mayor precipitación (enero, febrero, marzo), en dichos meses la temperatura supera a los 24°C y las mínimas entre los 9°C y 10°C; los meses de bajas temperaturas coinciden con la época de estiaje del año, en dichos meses las temperaturas oscilan entre 2°C y 5°C, presentando algunas heladas en horas de madrugada que corresponden a los meses (mayo, junio, julio). Observándose en la tabla 2.1.

La Humedad relativa varía entre los 50 a 60%, con una precipitación de 400 mm a 700 mm, con un promedio de 550 mm concentrándose la mayor parte en el primer trimestre año (fluctúa entre los 60% a 80% de la precipitación del año). Observándose en la figura 2.2.

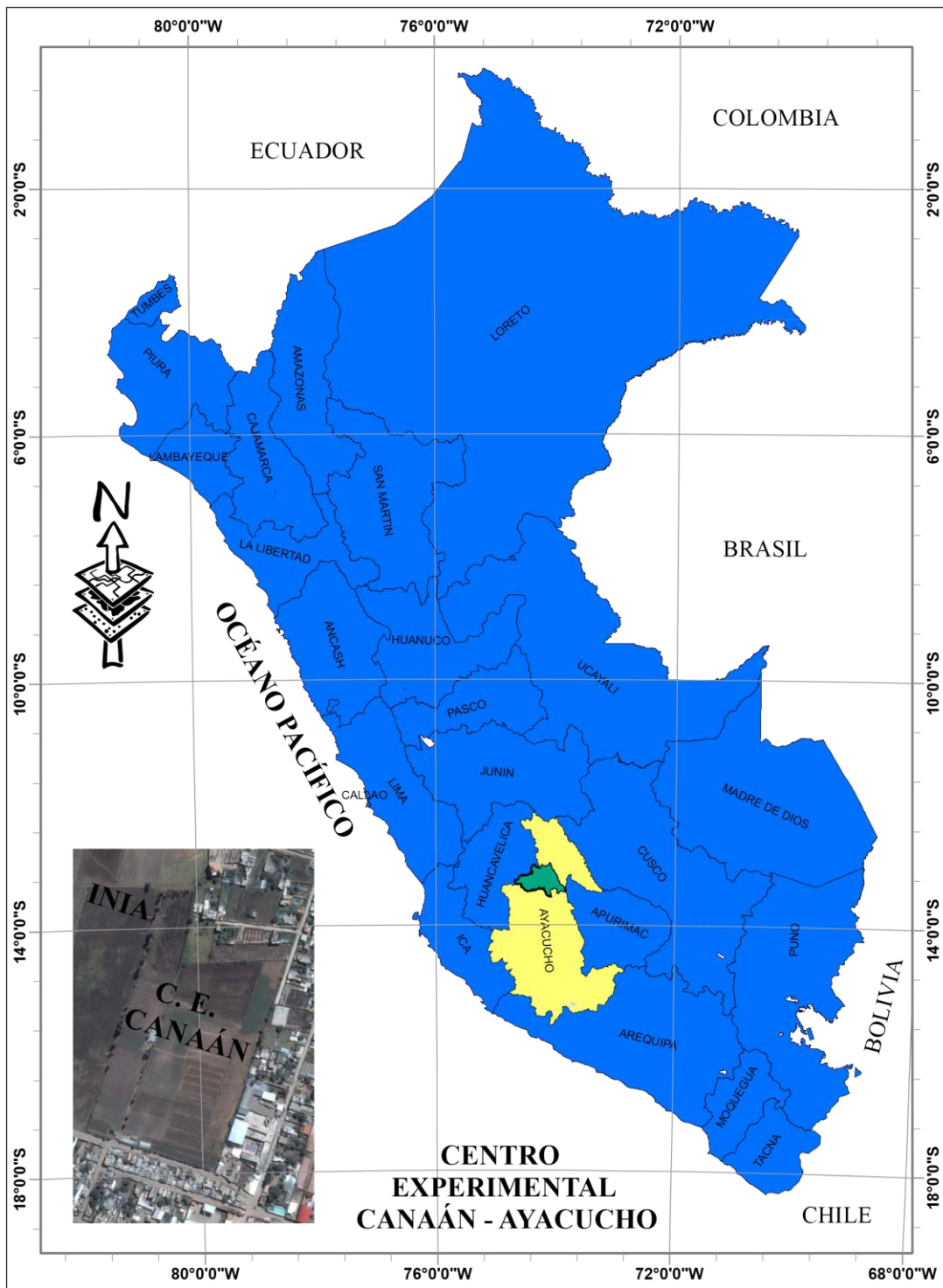


Figura 2.1. Ubicación de la zona de estudio

Tabla 2.1. Datos meteorológicos, para dos distanciamientos de emisores y tres densidades de plantas, Canaán 2750 msnm – Ayacucho.

Estación: INIA

Latitud : 13° 10' 00.06" S Longitud : 74° 12' 22.92" W
 Altitud : 2756 msnm Departamento : AYACUCHO Provincia : HUAMANGA Distrito : AYACUCHO

AÑO	2018												TOTAL	MEDIA
MESES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC		
T° Máxima media mensual (°C)	23.30	23.50	22.80	24.10	23.90	24.50	23.90	25.90	26.40	26.30	28.00	26.00		24.88
T° Mínima media mensual (°C)	11.10	10.50	11.50	10.10	9.50	8.30	6.50	8.30	9.70	10.20	9.70	10.70		9.68
T° Media mensual (°C)	17.20	17.00	17.15	17.10	16.70	16.40	15.20	17.10	18.05	18.25	18.85	18.35		17.28
Precipitación (mm)	109.40	125.50	103.70	44.20	15.80	0.00	11.80	9.80	8.40	34.70	26.60	51.40	541.30	

Fuente: INIA – CANAAN AYACUCHO.

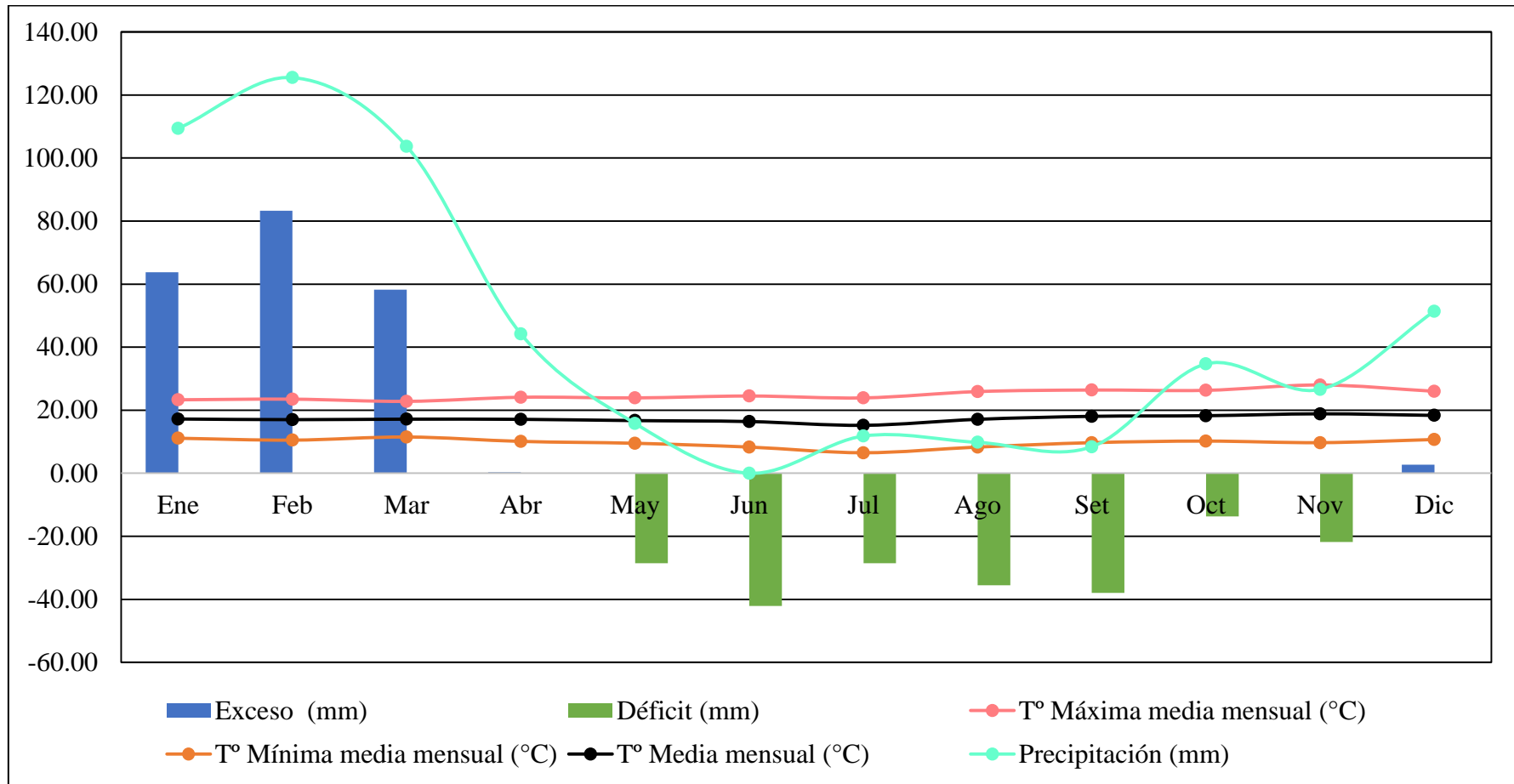


Figura 2.2. Condiciones meteorológicas mensuales a lo largo de los meses de agosto a noviembre 2018. Elaborado con información de la estación Meteorológica INIA – Ayacucho.

2.3. FUENTE DE AGUA

Para el riego por goteo se contó con aguas del río Huatatas conducido por un canal existente, que es captada aguas arriba del río, que llega hasta el reservorio del Centro Experimental Canaán - Ayacucho. De acuerdo a los datos tomados con el conductímetro el agua presenta una conductividad eléctrica de 144 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y su equivalente a 0.144 dS/m o 0.144 mmhos/cm , según la clasificación de Ayers Westcot de la FAO, tiene un riesgo de salinidad baja, el pH o grado de acidez del agua fue medido con un peachímetro y es 7.70 que es óptimo para agua de riego donde el pH normal para uso en riego es de 6.5 y 8.4. En conclusión las aguas del río Huatatas es apto para cualquier tipo de suelo y cultivo. Los resultados se presentan en la Tabla 2.2.

Tabla 2.2. Análisis de agua

Determinación	Unidad	Valor
pH		7.70
CE	dS/m	0.144

Fuente: Elaboración propia.

2.4. SUELO

Para la caracterización físico-química del área en estudio, se realizó un muestreo del suelo y se llevó al Laboratorio de Suelos y Análisis Foliar del Programa de Investigación en Pastos y Ganadería, de la Facultad de Ciencia Agrarias, de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. De acuerdo al resultado el suelo presenta 46.9% de arena, 29.3% de limo y 23.8% de arcilla que corresponde a una clase textural Franco. Presenta un pH de 8.23 que es una reacción moderadamente alcalina. La conductividad eléctrica es de 2.178 dS/m que es ligeramente salino. Carbonatos es de 0.5% que es bajo. El porcentaje de materia orgánica es de 1.51% que es bajo, por lo tanto el porcentaje de nitrógeno en el suelo también es limitado con 0.07%. En Cuanto al fósforo disponible reporta 16.5 ppm que es un valor medio. El potasio con 212.4ppm que es muy alto. Una CIC de 16.8 $\text{Cmol}^{(+)}/\text{kg}$ que es un valor medio. En conclusión es un suelo apropiado para producción hortícola, siendo apto para el cultivo de cebolla.

Tabla 2.3. Análisis de caracterización del suelo

Muestra	Análisis mecánico (%)			Clase Textural	pH (H ₂ O) 1:2.5	C. E. (dS/m) 1:1	CaCO ₃ (%)	MO (%)	Nt (%)	Elementos Disp. (ppm)		Cationes cambiabes (Cm+/Kg)						C. I. C. (Cmol(+)/kg)
	Arena	Limo	Arcilla							P	K	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ⁺³	H ⁺	
1	46.9	29.3	23.8	Fr	8.23	2.178	0.5	1.51	0.07	16.5	212.4	6.64	2.56	1.07	0.93	0	0	16.8
				Franco	Moderadamente alcalino	Suelo normal	Bajo	Pobre	Pobre	Medio	Alto	Medio	Medio	Alto	Alto			Medio

Fuente: Laboratorio de Suelos y Análisis Foliar del Programa de Investigación en Pastos y Ganadería, de la Facultad de Ciencia Agrarias, de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga

2.5. COMPONENTES DEL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO CENTRO EXPERIMENTAL CANAÁN - AYACUCHO

El reservorio del Centro Experimental Canaán tiene una tubería de ingreso de 4" y otra de salida del agua excedente. Por un filtro de anillas de 120 mesh (0.13 mm) que realiza un tamizado superficial reteniendo aquellas partículas de tamaño superior al de los orificios de la malla (0.16 mm), seguidamente este se empalma a la tubería de salida el cual llega al cabezal principal de riego.

a.1. Reservorio

El reservorio está recubierto por una membrana impermeable de PVC de polietileno resistente a la acción de los rayos ultravioleta, el perímetro se encuentra protegido para evitar su deterioro, principalmente el ingreso de animales.

a.2. Cabezal de riego

Para el funcionamiento del sistema es por medio de un motor eléctrico de 2 HP a través de una tubería de HDPE de 2", durante el paso sigue dos tanques de fertirrigación A y B respectivamente que introduce fertilizante al sistema por medio de dos venturis, luego pasa por un filtro de anillas de 120 mesh (0.13 mm) que realiza un tamizado superficial reteniendo aquellas partículas de tamaño superior al de los orificios (0.16 mm), seguidamente este empalma con un caudalímetro, por último se empalma a un purgador para sacar el aire del sistema, luego se empalma a la tubería de HDPE de 2" de salida el cual llega al cabezal principal de riego.

a.3. Tuberías de conducción principal y secundaria

La tubería principal que lleva el agua es de HDPE de 2" que distribuye el agua por todo el sistema. La tubería secundaria, es la tubería que conduce agua desde la tubería de conducción hasta el cabezal del sector de riego es la tubería que alimenta las laterales de riego. El material utilizado es el polietileno de alta densidad y el diámetro empleado es de 2" y de 1" para las unidades de riego finales. Esta tubería se encuentra enterrada.

a.4. Lateral de Riego

Las laterales de riego se extienden a lo largo de la hilera del cultivo y transporta el agua desde la tubería secundaria hasta los emisores y de estos al suelo. La cinta de riego es de 16 mm de diámetro con goteros separados cada 20 cm con un caudal nominal 1.5 L/hr con una presión de 10 m.c.a., La otra cinta de riego usada es de 16 mm de diámetro con goteros separados cada 30 cm con un caudal nominal 1.2 L/hr con una presión de 10 m.c.a.

a.5. Otros

Los accesorios de conexión que se utilizó para los sistemas de riego goteo, conexiones de PVC y HDPE, niples, tees, cinta teflón, pegamento. Además se utilizó manómetros en el cabezal de riego para poder medir la presión.

2.6. MATERIAL GENÉTICO

Se utilizó semilla de cebolla de la variedad Roja Arequipeña. La semilla determina en gran medida el rendimiento en campo y la calidad del producto, es una semilla de alta calidad.

Tabla 2.4. Datos generales de la variedad Roja Arequipeña

Nombre de la variedad:	Roja Arequipeña
Adaptación	: Temperaturas frías, en suelos de textura franca con un pH de 6.5 a 7.5.
Origen y lote	: Región Arequipa, 000341-16
Fecha de análisis	: 06/03/2018
Pureza	: 100%
Humedad	: 0%
Germinación	: 79%
Tratamiento	: VITAVAX
Productor	: SEMILLERIA MANRIQUE S.R.L.
Principales usos	: Consumo en la cocina: sopas, guisos y ensaladas.

Tabla 2.5. Descripción morfológica de la variedad Roja Arequipeña

Descripción general	Detalle
Ciclo vegetativo	: 120 días (para la sierra) : 90 días (para la costa)
Altura de planta	: 1.0 m
Fotoperiodo	: Corto, crece en condiciones relativamente adversas (7 a 12°C).
Característica del bulbo	Detalle
Color de bulbo	: Rojizo a rosado
Forma de bulbo	: Perilla
Tamaño de bulbo	: Pequeño a grande
Característica de la semilla	Detalle
Color de semilla	: Negro
Forma de semilla	: Anguloso
Peso de 1000 semillas	: 3.6 r

2.7. AGROQUÍMICOS

a. Fertilizantes

- Urea (46 % N)
- Fosfato diamónico (46 % P₂O₅; 18 % N)
- Sulfato de potasio (52 % K₂O; 18 % S)
- Complex microelementos (2.7 % MgO; 8 % S; 0.015 % B; 0.2 % Fe; 0.02 % Mn; 0.02 % Zn)

b. Insecticida y Fungicida

- Methomyl (METHOMEX 90 PS)
- Metalaxil + Oxiclورو de cobre (VACOMIL - PLUS 50 WP)

c. Fertilizante foliar líquido y Surfactante

- NITROGEL PLUS (30 % N; 10 % K; 10 % P; 3 % Mg; 0.8 % Zn; 3 % Acido fúlvico; 4 % Aminoácidos; 1.2 % Proteínas hidrolizadas; 4 % Gel y adherente natural; 34 % Extractos vegetales)
- Polyether - polymethylsiloxane (BREAK THRU)

2.8. HERRAMIENTAS, EQUIPOS Y SOFTWARE

Tabla 2.6. Herramientas, equipos y software

Objetivo	Herramientas
i. Realizar la prueba de bulbo húmedo	Lampa, regla, flexómetro y etiquetas
ii. Determinar diámetro, longitud y peso del bulbo de cebolla	Navaja, cuadernillo de apuntes, lapicero costal y etiquetas.
iii. Determinar la categoría de cebolla primera, segunda y tercera.	Manta, rafia.
iv. Determinación del rendimiento	Cuchillo, costal, balanza electrónica.
v. Medición de las áreas de cada parcela	Estacas, cordel, wincha de 5 m
Equipos	
i. Realizar la prueba de bulbo húmedo	Cámara digital y cronometro
ii. Determinar diámetro, longitud y peso del bulbo de cebolla	Vernier, balanza de precisión,
iii. Actividades fitosanitarias	Equipo para protección (bosal, lentes, gorra, mandil, casaca, guantes, pantalón y botas), mochila fumigadora.
iv. Redacción de la tesis	Laptop
Software	
i. Ubicación de la zona de estudio	ArcGIS 10.3
ii. Determinar ETo mm/día	CropWat 8.0
iii. Para el análisis estadístico	Minitab 16
iv. Cálculos y tablas	Microsoft Excel 2018

2.9. SERVICIOS

- Análisis de suelo: Laboratorio de Suelos y Análisis Foliar del Programa de Investigación en Pastos y Ganadería, de la Facultad de Ciencia Agrarias, de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.
- Datos meteorológicos: OPEMAN, Estación automatizada INIA Canaán - Ayacucho.

2.10. DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño estadístico empleado en el experimento, fue el Diseño Bloque Completo Randomizado aleatorizado, mediante el Diseño de Parcelas Divididas, con 2 parcelas (distanciamiento de emisores: e_1, e_2) y 3 subparcelas (densidad de plantas: d_1, d_2, d_3), con 3 bloques o repeticiones. Haciendo 6 combinaciones (tratamientos) y 18 unidades experimentales. Se utilizó un análisis de la varianza para valorar el nivel de significación de los tratamientos.

Tabla 2.7. Fuentes de variabilidad y grados de libertad para el diseño experimental.

Fuentes de variabilidad	G.L.		
Primera parte Parcela			
Bloque	(r-1)	(3-1)	2
Distanciamiento de emisores (e)	(p-1)	(2-1)	1
Error (a)	(p-1)(r-1)	(2-1)(3-1)	2
Total parcela	(pr-1)	(2*3-1)	5
Segunda parte Subparcela			
Densidad de Plantas (d)	(q-1)	(3-1)	2
Interacción e * d	(p-1)(q-1)	(2-1)(3-1)	2
Error (b)	p(r-1)(q-1)	2*(3-1)(3-1)	8
Total Subparcela	(rpq-1)	(3*2*3-1)	17

2.11. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El modelo aditivo lineal es la siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_k + \beta_i + (\alpha\beta)_{ik} + \delta_j + (\beta\delta)_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

Dónde:

- Y_{ijk} : Es una observación cualquiera o variable de respuesta del i-ésimo nivel de a, j-ésimo nivel de b, en el k-ésimo bloque.
- μ : Promedio de las unidades experimentales o media general
- α_k : Efecto del k-ésimo bloque
- β_i : Efecto del factor "a"

- $(\alpha\beta)_{ik}$: Error de parcelas
- δ_j : Efecto del factor "b"
- $(\beta\delta)_{ij}$: Efecto de la interacción de los factores a y b.
- ϵ_{ijk} : Error de sub parcelas

Sub índice:

- i : 1, 2, ... 6 tratamientos
- j : 1,2,3 bloques

Para comparar la diferencia entre los valores medios de los tratamientos se realizó también la Prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$) para comparar medias. Donde los promedios de la misma letra son iguales o no guardan diferencia estadística y los promedios de diferente letra son estadísticamente diferentes.

2.12. DISEÑO DEL ÁREA EXPERIMENTAL

De los bloques o repeticiones

- ✓ Número de bloques o repeticiones del experimento: 03
- ✓ Largo de los tres bloques : 27.0 m
- ✓ Ancho de los tres bloques : 2.4 m
- ✓ Área de los tres bloques : 64.8 m²

De las calles

- ✓ Largo de la calle : 27.0 m
- ✓ Ancho de la calle : 0.8 m
- ✓ Número de calles : 02 unidades

De las parcelas

- ✓ Número de parcelas por bloque : 02 unidades
- ✓ Largo de parcelas : 9.0 m
- ✓ Ancho de la parcela : 1.2 m

✓ Área de las parcelas	:	10.8 m ²
Parcela 1 e ₁	:	20 cm
Parcela 2 e ₂	:	30 cm

De las sub parcelas

✓ Largo de las sub parcelas	:	3.0 m
✓ Ancho de las sub parcelas	:	1.2 m
✓ Número de sub parcelas por bloque	:	03 unidades
✓ Número de surcos por sub parcelas	:	03 unidades
✓ Área total de las sub parcelas	:	3.6 m ²
✓ Número de plantas por surco	:	
Subparcela 1 d ₁	:	60
Subparcela 2 d ₂	:	48
Subparcela 3 d ₃	:	40

Área total del experimento:

✓ Área total de las calles	:	43.2 m ²
✓ Área total de bloques	:	64.8 m ²
✓ Área total del experimento	:	64.8 m ²

2.13. FACTORES EN ESTUDIO

A: Distanciamiento de emisores (E)

e₁: 20 cm entre emisores

e₂: 30 cm entre emisores

B: Densidad de plantas (D)

d_1 : 500 000 plantas ha^{-1} (10 cm entre plantas)

d_2 : 400 000 plantas ha^{-1} (12.5 cm entre plantas)

d_3 : 333 333 plantas ha^{-1} (15 cm entre plantas)

Tabla 2.8. Tratamientos en estudio

Tratamiento	Código	Distancia entre surcos	Descripción
T ₁	$e_1 \times d_1$	0.40 m	0.20 m entre emisores y 500 000 plantas. ha^{-1}
T ₂	$e_1 \times d_2$	0.40 m	0.20 m entre emisores y 400 000 plantas. ha^{-1}
T ₃	$e_1 \times d_3$	0.40 m	0.20 m entre emisores y 333 333 plantas. ha^{-1}
T ₄	$e_2 \times d_1$	0.40 m	0.30 m entre emisores y 500 000 plantas. ha^{-1}
T ₅	$e_2 \times d_2$	0.40 m	0.30 m entre emisores y 400 000 plantas. ha^{-1}
T ₆	$e_2 \times d_3$	0.40 m	0.30 m entre emisores y 333 333 plantas. ha^{-1}

2.14. CROQUIS

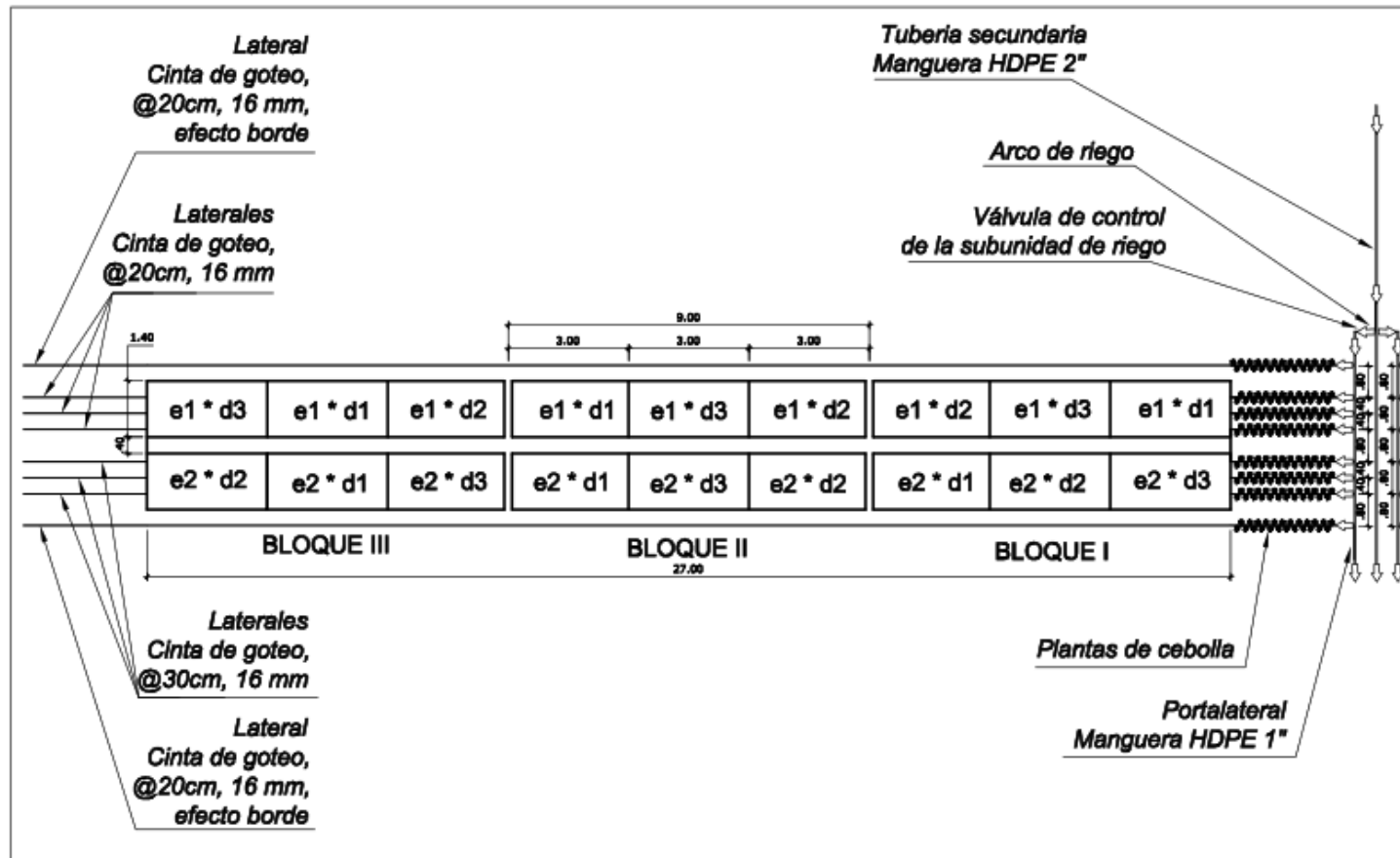


Figura 2.3. Croquis de instalación: dos distanciamientos de emisores y tres densidades de plantas en el rendimiento de cebolla (*Allium cepa* L.), Canaán 2750 msnm-Ayacucho 2019.

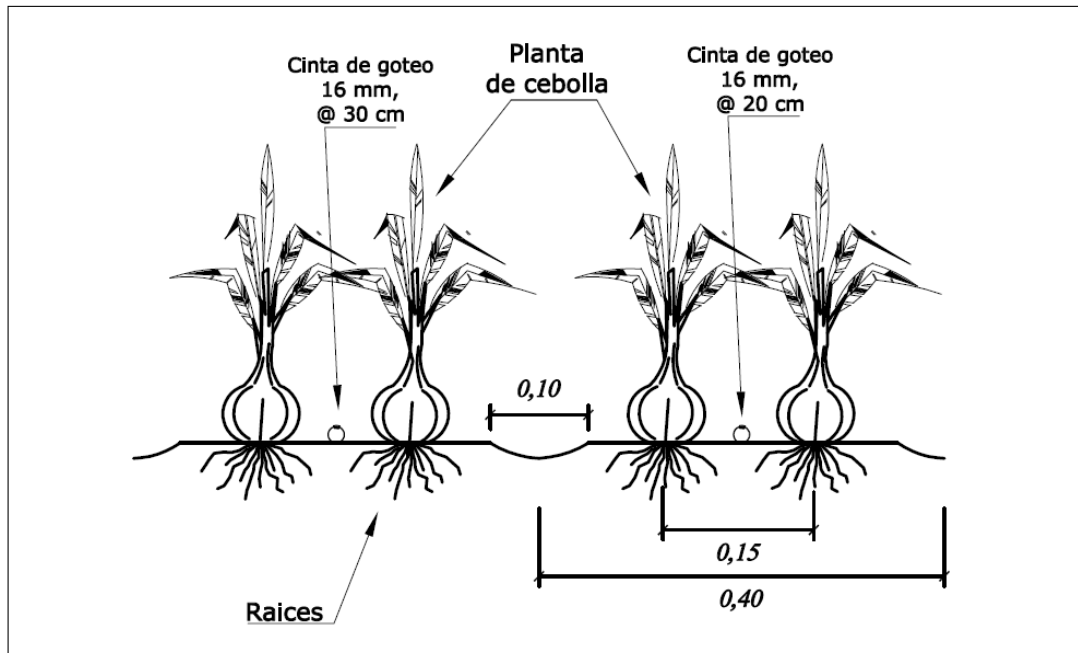


Figura 2.4. Dos hileras de siembra, para dos distanciamientos de emisores y tres densidades de plantas en el rendimiento de cebolla (*Allium cepa L.*), Canaán 2750 msnm-Ayacucho 2019.

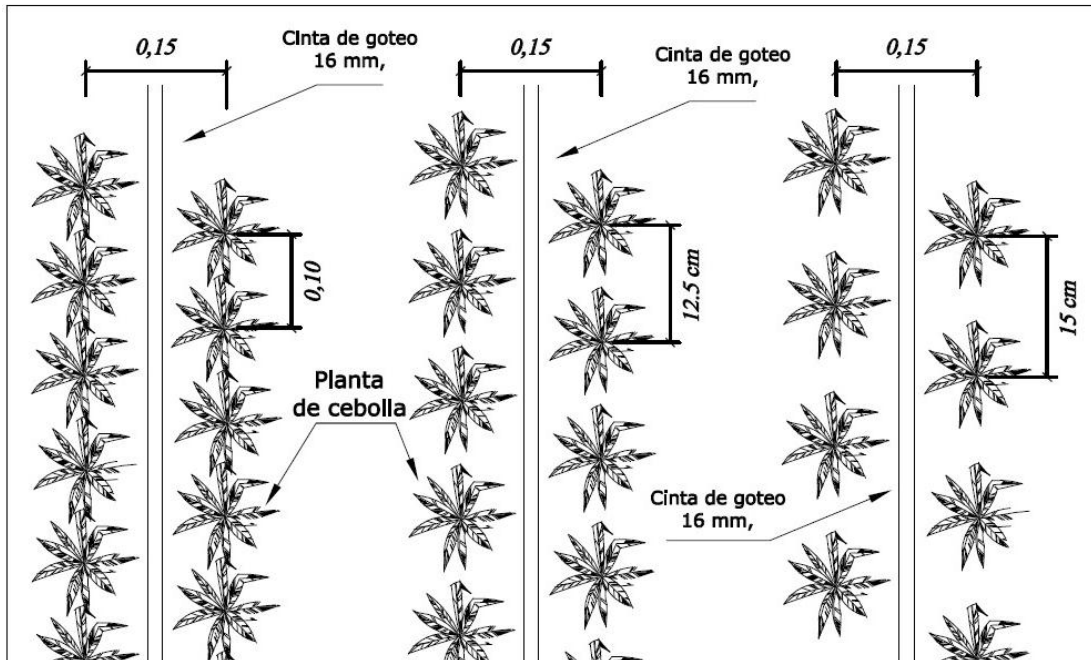


Figura 2.5. Arreglo espacial en las hileras, para dos distanciamientos de y tres densidades de plantas en el rendimiento de cebolla (*Allium cepa L.*), Canaán 2750 msnm-Ayacucho 2019.

2.15. CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO

A. Almacigado

Las camas de almacigado se realizaron el 28 de junio del 2018 en el Centro Experimental Canaán – Ayacucho. Las semillas fueron sembradas el mismo día en surcos de 10 cm entre hileras a chorro continuo, luego fueron tapadas y regadas. Los riegos se realizaron con frecuencia diaria y a capacidad de campo durante dos meses aproximadamente, tiempo durante el cual permanecieron las plántulas en el almacigo durante 55 días.

B. Preparación del terreno

Esta actividad se ejecutó de acuerdo a la preparación convencional en los terrenos de la sierra, primero se realizó una aradura que fue el 5 de agosto del 2018, luego dos pasadas de rastra que fue el 7 de agosto del 2018, en seguida se trabajó el terreno con rastrillo tratando de nivelar el terreno que fue el 13 de agosto del 2018, posteriormente se hizo el surcado del terreno a una distancia de 40 cm entre surco y surco que fue el 15 de agosto del 2018.

C. Trasplante

Esta labor se realizó el 23 de agosto del 2018. Previo al arranque de las plántulas se procedió con el chapado con la finalidad de homogeneizar y un riego al almacigo con el objetivo de facilitar la extracción; se seleccionaron plántulas del grosor de un lápiz, desechando en lo posible las no aptas. Se empleó marcadores que dejó hoyos con profundidad de 3 cm y un diámetro de 2 cm en las cuales se instalaron las plántulas. Antes del proceso del trasplante es recomendable regar el terreno a máxima capacidad de campo, para realizar y garantizar un buen trasplantado y luego tomar las plántulas de cebolla y asegurar un buen prendimiento.

D. Abonamiento

Esta labor se realizó en 3 fechas de acuerdo a la etapa fenológica de la cebolla. Para esta labor se utilizó una dosis de fertilización de 100 N – 20 P₂O₅ – 50 K₂O – 72 SO₄, además se tomó en cuenta el contenido de P y K según el análisis de suelo. Las fuentes usadas fueron urea, fosfato di amónico, sulfato de potasio y complex

microelementos. Antes de trasplante se hizo un abonamiento de fondo de 10 Tm/Ha de gallinaza en el surcado del terreno.

Tabla 2.9. Cantidades de nutrientes requeridas para un rendimiento de 40 tn/ha, según extracción del cultivo, análisis de suelo y contenido en la gallinaza.

Nutriente	kg/tn	kg/40tn/ha
N	2.5	100
P ₂ O ₅	0.5	20
K ₂ O	1.3	50
SO ₄	1.8	72
ME	-	10

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2.10. Fraccionamiento de la fertilización durante la fenología del cultivo de la cebolla en porcentaje.

Etapa Fenológica	Demanda de Nutrientes (%)					
	DDT	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	SO ₄	ME
1° Establecimiento	15	40	60	20	40	40
2° Desarrollo foliar	45	30	30	20	40	40
3° Inicio de llenado de bulbo	60	20	10	30	20	20
4° Llenado de bulbo	75	10	-	30	-	-

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2.11. Cantidades de fertilizantes requeridas en cada etapa del cultivo de la cebolla

Etapa	DDT	Demanda de Nutrientes (kg/ha)					Fertilizantes recomendados (kg/ha)			
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	SO ₄	ME	Urea	FDA	Sulfato de Potasio (KSO ₄)	Complex microelementos (Mg, Ca, S, B, Fe, Mn, Zn)
Establecimiento	15	40	12	10	28.8	4	86.8	26.4	20	4
Desarrollo foliar	45	30	6	10	28.8	4	65.1	13.2	20	4
Inicio de llenado	60	20	2	15	14.4	2	43.4	4.4	30	2
Llenado	70	10	-	15	-	-	21.7	-	30	-
Total	90	100	20	50	72	10	217	44	100	10

Fuente: Elaboración propia

|

F. Control de malezas

Esta labor se realizó en 2 fechas durante el manejo del cultivo manualmente, el primero fue el 9 de setiembre del 2018 a los 15 DDT, el segundo fue el 9 de octubre del 2018 a los 55 DDT.

Las principales malezas registradas se detallan en el Tabla 2.12.

Tabla 2.12. Principales malezas registradas, para dos distanciamiento de emisores y tres densidades de plantas en el rendimiento de cebolla (*Allium cepa* L.), Canaán 2750 msnm-Ayacucho 2018.

Nombre científico	Nombre común
<i>Amaranthus spinosus</i>	Yuyo macho
<i>Amaranthus hybridus</i>	Yuyo hembra
<i>Cyperus sp.</i>	Coquito
<i>Pennisetum clandestinum</i>	Kikuyo
<i>Portulaca oleracea</i>	Verdolaga

G. Control fitosanitario

El cultivo en sierra es susceptible a los siguientes problemas fitosanitarios:

- Mildiu (*Peronospora destructor*), es una enfermedad producida por los hongos Oomycetes los cuales se producen por la humedad elevada y temperaturas entre 10 y 20°C. Fue el que causó mayores problemas en el cultivo y fue controlada con cinco aplicaciones del fungicida VACOMIL PLUS 50 (Ingredientes activos: Metalaxil + Oxiclورو de cobre), la dosis de aplicación fue de (0.5kg/200lt), los cuales fueron aplicados en las fechas de 7 y 22 de setiembre del 2018, 7 y 22 de octubre del 2018 y el último fue el 6 de noviembre del 2018.
- En la etapa de desarrollo foliar que fue el 22 de setiembre del 2018 a los 30 DDT se tuvo la presencia de Trips (*Thrips tabaci*) y se controló con una aplicación de METHOMEX 90 PS (Ingrediente activo: Methomyl). La dosis de aplicación fue de (50 gr/cilindro).

Ambos se aplicaron con adherente agrícola a una dosis de 50 ml/200 Lt y con el equipo apropiado de protección para la aplicación de agroquímicos.

H. Riegos

h.1. Demanda de agua del cultivo

Procedimiento general para el cálculo la evapotranspiración del cultivo, bajo la metodología de la FAO para el cálculo del tiempo de riego y frecuencia de riego con los datos del cultivo de cebolla, condiciones edafoclimáticas de la zona de Canaán y disposición del agua para el riego.

Procedimiento general para calcular la evapotranspiración del cultivo, bajo la metodología Penman - Monteith FAO (2006).

1. Calcular ETo

2. Seleccionar duración de etapas

3. Seleccionar valores Kc ini, Kc med, Kc fin

4. $ETc = ETo * Kc$

5. Diseño agronómico

$L_n = (CC-PM)/100 * DAP * Prof. \text{efec. de raíz} * Pa. * \% \text{Área mojada}$

$L_b = ETc/Ef$

$Phe = qa/d1*d2$

$Ir = L_n/ETc \quad Tr = L_b/Phe$

Tabla 2.13. Programación mensual del sistema de riego por goteo para emisor espaciado a 20 cm

Mes		ET _o	K _c	ET _c	E _f	Par	Lamina Neta	Intervalo de riego Ir	Lamina Bruta	pp Sistema	Tiempo de Riego
		mm/día	mm/día	mm/día		%	mm	días	mm/día	mm/hr	minutos
Agosto	23-31	4.44	0.70	3.10	0.9	62.5	11.18	4	3.44	18.75	24
Setiembre	01-07	4.96	0.70	3.50	0.9	62.5	11.18	3	3.89	18.75	25
	08-30	4.96	1.05	5.21	0.9	62.5	11.18	2	5.79	18.75	37
Octubre	01-22	5.23	1.05	5.49	0.9	62.5	11.18	2	6.10	18.75	40
	23-31	5.23	1.05	5.49	0.9	62.5	11.18	2	6.10	18.75	40
Noviembre	01-22	5.32	1.05	5.59	0.9	62.5	11.18	2	6.21	18.75	40

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2.14. Programación mensual del sistema de riego por goteo para emisor espaciado a 30 cm

Mes		ET _o	K _c	ET _c	E _f	Par	Lamina Neta	Intervalo de riego Ir	Lamina Bruta	pp Sistema	Tiempo de Riego
		mm/día	mm/día	mm/día		%	mm	días	mm/día	mm/hr	minutos
Agosto	23-31	4.44	0.70	3.10	0.9	75.0	13.42	4	3.44	10	40
Setiembre	01-07	4.96	0.70	3.50	0.9	75.0	13.42	4	3.89	10	46
	08-30	4.96	1.05	5.21	0.9	75.0	13.42	3	5.79	10	70
Octubre	01-22	5.23	1.05	5.49	0.9	75.0	13.42	2	6.10	10	74
	23-31	5.23	1.05	5.49	0.9	75.0	13.42	2	6.10	10	74
Noviembre	01-22	5.32	1.05	5.59	0.9	75.0	13.42	2	6.21	10	74

Fuente: Elaboración propia

Esta labor se hizo de acuerdo a la etapa fenológica del cultivo, considerando el clima y el tipo de suelo. El primer riego fue ligero (antes del transplante). Se regó por medio de cintas de riego de clase 8 mil de los dos distanciamientos de emisor, para el distanciamiento de 20 cm de clase 8 mil con una descarga por emisor nominal de 1.5 L/hr, y para el distanciamiento de 30 cm de clase 8 mil con una descarga por emisor nominal de 1.2 L/hr. El riego se programó de acuerdo a la evapotranspiración del cultivo ETc el cual para el máximo consumo por el cultivo fue de 5.59 mm/día en la etapa de llenado de bulbo de cebolla. Bajo el riego por goteo de 20 cm entre emisor se tuvo 44 riegos con una frecuencia de 2 días y un tiempo de riego de 40 minutos en la etapa máxima de llenado de bulbo, para el de 30 cm entre emisor se tuvo 44 riegos con una frecuencia de 2 días y un tiempo de riego de 1 hora y 14 minutos en la etapa máxima de llenado de bulbo.

La cinta de goteo con emisores a cada 20 cm con una descarga de agua de 1.5 litro por hora.

El consumo de agua aproximado fue:

- Parcela 1, tuvo un consumo de agua de 5,125.00 m³/ha.

La cinta de goteo con emisores a cada 30 cm con una descarga de agua de 1.2 litro por hora.

El consumo de agua aproximado fue:

- Parcela 2, tuvo un consumo de agua de 5,019.50 m³/ha.

I. Cosecha

Esta labor se hizo en forma manual, para llegar a esta fase transcurrieron 90 días. Esta labor fue realizada el día 21 de Noviembre del 2018. La actividad consta de las siguientes fases:

- ✓ Arrancado
- ✓ Limpieza del bulbo
- ✓ Amontonado

J. Post-cosecha

Calificación y selección: Se clasificó los bulbos que conforman la categoría primera, luego la categoría segunda y los bulbos que sobran se quedan como categoría tercera. Categoría tercera está conformado por bulbos pequeños y a la vez por bulbos fisiológicamente mal formados y bulbos con daños físicos pronunciados.

Esta labor se efectuó en forma manual, hay personas que tiene mucha experiencia en este trabajo y los clasifican al cálculo. Donde al medir el diámetro ecuatorial de los bulbos clasificados se encontró las siguientes medias:

- Primera: bulbos mayores a 6,8 cm de diámetro ecuatorial.
- Segunda: bulbos de 5,5 a 6,8 cm de diámetro ecuatorial.
- Tercera: bulbos menores a 5,5 cm de diámetro ecuatorial y los bulbos con desordenes fisiológicos y daños físicos.

2.16. EVALUACIONES REALIZADAS

A. Caracteres agronómicos del cultivo de cebolla

Las evaluaciones se llevaron a cabo en el momento de la cosecha 90 DDT. Por cada parcela se midió en los surcos centrales. Las variables evaluadas fueron:

a.1. Variables biométricas

- Longitud de bulbo

En la cosecha se tomó una muestra de 10 bulbos de primera, segunda y tercera y se midió con un Vernier se expresó en cm la parte más ancha de la longitud del bulbo desde la base hasta el caulinar “cuello”, de cada tratamiento y luego se procedió a hallar el promedio.

- Diámetro de bulbo

De la misma forma se tomó una muestra de 10 bulbos de primera, segunda y tercera, se midió con un Vernier se expresó en cm la parte más ancha del diámetro del bulbo, en cada tratamiento y luego se procedió a calcular el promedio.

- Peso de bulbo

En la cosecha se tomó una muestra de 10 bulbos de primera, segunda y tercera y se pesó con una balanza analítica, se expresó en gr el bulbo de cada tratamiento y luego se procedió a hallar el promedio

B. Rendimiento

Se evaluó en el momento de la cosecha en las parcelas de los surcos centrales, pesando solo bulbos sin follaje y sin raíces, luego se extrapolo para una hectárea y se llevó a tn.ha^{-1} . Además se tuvo en cuenta el número de atados de cebolla primera, segunda y tercera por hectárea

C. Evaluación del bulbo húmedo – riego por goteo

Para el sistema de riego por goteo se determinará las características hidráulicas del suelo utilizando el método de Shani et al. (1987), para lo cual, se midió los radios de humedecimiento de los emisores para cada uno de los siguientes tiempos de aplicación: 15', 30', 45' 60' y 75', con sus respectivas repeticiones. Los bordes del área humedecida se determinaran visualmente. Un promedio del diámetro será estimado midiendo el diámetro observado en diferentes direcciones. Finalizado el tiempo de aplicación se abrió una zanja, según la línea recta que pasa por el punto donde está situado el emisor.

D. Determinación del Mérito Económico

Una vez concluida la investigación, se procedió a determinar el Costo/Beneficio de cada tratamiento evaluado; tomando en cuenta costos de producción: sistema de riego, fertilizantes y control fitosanitario, establecimiento del cultivo (almacigo, trasplante, cosecha y Postcosecha). De acuerdo a la siguiente relación:

$$\text{IR} = (\text{Utilidad neta} / \text{Costo total})$$

CAPÍTULO III
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. CARACTERES AGRONÓMICOS DEL CULTIVO DE CEBOLLA

3.1.1. VARIABLES BIOMÉTRICAS

a. LONGITUD DE BULBO

a.1. Longitud de bulbo categoría primera

Tabla 3.1. ANVA de la longitud de bulbo categoría primera, para dos distanciamientos de emisores y tres densidades de plantas en el rendimiento de cebolla, Canaán 2750 msnm – Ayacucho.

F.V	G.L	S.C	C.M	F.C	F.T		Signif.
					0.05	0.01	
Bloques	2	1.30878	0.6544	3966.00	19	99	**
Distanciamiento (e)	1	0.00171	0.0017	10.36	18.5	98.5	NS
Error (a)	2	0.00033	0.0002				
Densidad (d)	2	0.37851	0.1893	2.80	4.46	8.65	NS
e*d	2	0.77941	0.3897	5.76	4.46	8.65	*
Error (b)	8	0.54088	0.0676				
Total	17	3.0096	0.1770			CV	3.28%

En la tabla 3.1, se muestra el Análisis de Variancia de la longitud de bulbo categoría primera, donde se observa que existe diferencia estadística significativa en la fuente de variación de la interacción distanciamiento de emisor x densidad de plantas, el coeficiente de variabilidad es 3.28% que nos indica precisión del experimento y refleja que el cultivo ha sido conducido adecuadamente y se le ha brindado condiciones relativamente uniformes en cuanto al suelo y manejo agronómico, traduciéndose en el éxito del experimento.

Tabla 3.2. Prueba de Tukey de la longitud de bulbo (cm) categoría primera, para dos distanciamientos de emisores y tres densidades de plantas, Canaán 2750 msnm – Ayacucho.

	Código	Distanciamiento de emisores (e)	Densidad de plantas (d)	cm		
T ₁	e ₁ d ₁	20 cm	500 000 plantas.ha ⁻¹	8.4	a	
T ₅	e ₂ d ₂	30 cm	400 000 plantas.ha ⁻¹	8.0	a	b
T ₆	e ₂ d ₃	30 cm	333 333 plantas.ha ⁻¹	8.0	a	b
T ₄	e ₂ d ₁	30 cm	500 000 plantas.ha ⁻¹	7.9	a	b
T ₂	e ₁ d ₂	20 cm	400 000 plantas.ha ⁻¹	7.7	a	b
T ₃	e ₁ d ₃	20 cm	333 333 plantas.ha ⁻¹	7.6		b

*Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes, según la prueba de Tukey al 0,05 de probabilidad.

En la tabla 3.2, se muestra la prueba de Tukey de la longitud de bulbo (cm) categoría primera donde se observa que el T₁ (20 cm y 500 000 plantas.ha⁻¹) reporta la mayor longitud de bulbo con 8.4 cm, seguido por el T₅ (30 cm y 400 000 plantas.ha⁻¹), T₆ (30 cm y 333 333 plantas.ha⁻¹), T₄ (30 cm y 500 000 plantas.ha⁻¹) y T₂ (20 cm y 400 000 plantas.ha⁻¹) con 8.0, 8.0 y 7.9 cm respectivamente, entre los cuales no existe diferencia estadística significativa, la menor longitud de bulbo se obtuvo con el T₃ (20 cm y 333 333 plantas.ha⁻¹) diferenciándose estadísticamente del resto.

Gutiérrez (2017) en su trabajo de investigación aplicando estiércol de cuy tratado con microorganismos y guano de islas en el cultivo de cebolla en Lagunilla, se obtuvo la mayor longitud de bulbo aplicando la mezcla de 2.0 t.ha⁻¹ de guano de isla y 8.0 t.ha⁻¹ de estiércol de cuy con 11.058 cm, cuyo valor supera a lo logrado en el presente experimento.

Ccasecsa (2018) en su trabajo de investigación aplicando densidad plantas y niveles de guano de isla en el cultivo de cebolla en el C.E. Canaán, se obtuvo la mayor longitud de bulbo aplicando la densidad de 266 667 plantas.ha⁻¹ con 7.5 cm cuyo valor es superado por el presente trabajo experimento.

De los resultados podemos mencionar que existe una tendencia de alcanzar mayor longitud de bulbo de cebolla categoría primera utilizando mayor densidad de plantas y con un distanciamiento de emisor de 30 cm.

a.2. Longitud de bulbo categoría segunda

Tabla 3.3. ANVA de la longitud de bulbo categoría segunda, para dos distanciamientos de emisores y tres densidades de plantas en el rendimiento de cebolla, Canaán 2750 msnm – Ayacucho.

F.V	G.L	S.C	C.M	F.C	F.T		Signif.
					0.05	0.01	
Bloques	2	0.2252	0.1126	14.72	19	99	*
Distanciamiento (e)	1	0.0571	0.0571	7.46	18.5	98.5	*
Error (a)	2	0.0153	0.0077				
Densidad (d)	2	0.5436	0.2718	3.81	4.46	8.65	NS
e*d	2	0.048	0.0240	0.34	4.46	8.65	NS
Error (b)	8	0.5702	0.0713				
Total	17	1.4594	0.0858			CV	3.79%

En la tabla 3.3, se muestra el Análisis de Variancia de la longitud de bulbo categoría segunda, donde se observa que existe diferencia estadística significativa en la fuente de variación de distanciamiento entre emisores y no significativa en las demás fuentes de variación, el coeficiente de variabilidad es 3.79% que nos indica precisión del experimento y refleja que el cultivo ha sido conducido adecuadamente y se le ha brindado condiciones relativamente uniformes en cuanto al suelo y manejo agronómico, traduciéndose en el éxito.

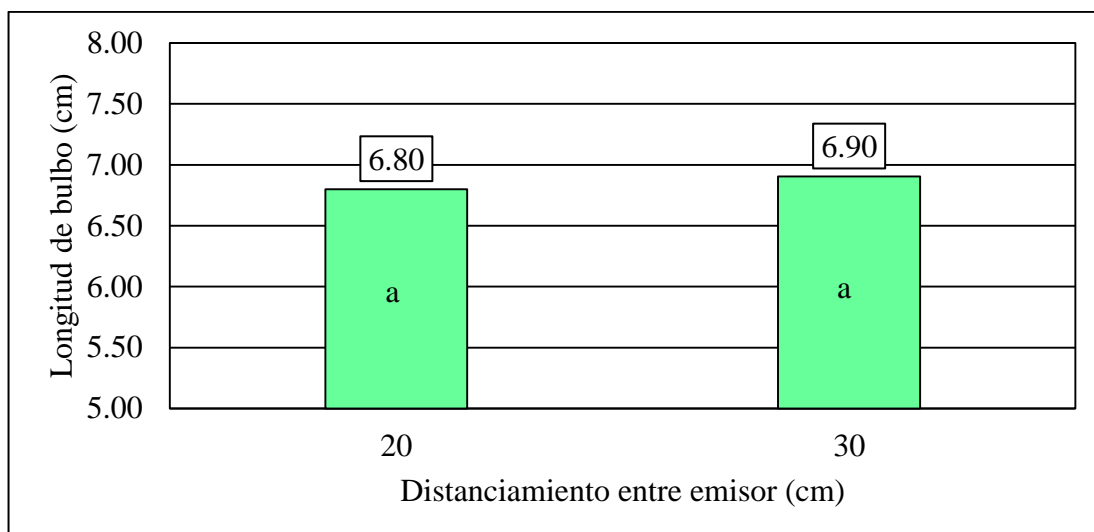


Figura 3.1. Prueba de Tukey de la longitud de bulbo (cm) categoría segunda, para dos distanciamientos de emisores, Canaán 2750 msnm – Ayacucho.

En la figura 3.1, se muestra la prueba de Tukey de la longitud de bulbo (cm) categoría segunda, donde se observa que con el distanciamiento entre emisores de 30 cm se obtiene la mayor longitud de bulbo de cebolla categoría segunda con 6.90 cm, seguido por el distanciamiento entre emisores a 20 cm con 6.80 cm, sin embargo estos son estadísticamente semejantes.

Gutiérrez (2017) en su trabajo de investigación aplicando estiércol de cuy tratado con microorganismos y guano de islas en el cultivo de cebolla en Lagunilla, se obtuvo la mayor longitud de bulbo aplicando la mezcla de 2.0 t.ha⁻¹ de guano de isla y 8.0 t.ha⁻¹ de estiércol de cuy y el testigo con 11.058 cm y 9.988 cm cuyos valores superan a lo logrado en el presente experimento.

Ccasecsa (2018) en su trabajo de investigación aplicando la densidad plantas y niveles de guano de isla en el cultivo de cebolla en el C.E. Canaán, se obtuvo la menor longitud de bulbo aplicando la densidad de 400 000 plantas.ha⁻¹ con 6.6 cm cuyo valor es superado por el presente experimento.

De los resultados se puede mencionar que al aumentar el distanciamiento entre emisores aumenta la longitud de bulbo categoría segunda, este resultado se debe a

que con emisor distanciado a 20 cm el tiempo de riego es menor (40 minutos) con un caudal de 1.5 L.hr⁻¹ por el cual hay pérdida de agua por infiltración y evaporación y menor aprovechamiento del agua; en cambio al emisor distanciado a 30 cm con un tiempo de riego de (75 minutos) con un caudal de 1.2 L.hr⁻¹ tiene menor pérdida de agua ya que tiene un bajo caudal y mayor tiempo de riego el aprovechamiento del agua es mayor, por lo tanto mayor longitud de bulbo de cebolla categoría segunda.

a.3. Longitud de bulbo categoría tercera

Tabla 3.4. ANVA de la longitud de bulbo categoría tercera, para dos distanciamientos de emisores y tres densidades de plantas en el rendimiento de cebolla, Canaán 2750 msnm – Ayacucho.

F.V	G.L	S.C	C.M	F.C	F.T		Signif.
					0.05	0.01	
Bloques	2	0.20124	0.1006	1.00	19	99	NS
Distanciamiento (e)	1	0.06956	0.0696	0.69	18.5	98.5	NS
Error (a)	2	0.20123	0.1006				
Densidad (d)	2	0.83906	0.4195	7.67	4.46	8.65	*
e*d	2	0.07208	0.0360	0.66	4.46	8.65	NS
Error (b)	8	0.43769	0.0547				
Total	17	1.8209	0.1071			CV	3.94%

En la tabla 3.4, se muestra el Análisis de Variancia de la longitud de bulbo categoría tercera, donde se observa que existe diferencia estadística significativa en la fuente de variación de densidad de planta y no significativa en las demás fuentes de variación, el coeficiente de variabilidad es 3.94% que nos indica precisión del experimento y a la vez refleja que el cultivo ha sido conducido adecuadamente y se le ha brindado condiciones relativamente uniforme en cuanto al suelo y manejo agronómico, traduciéndose en el éxito del experimento.

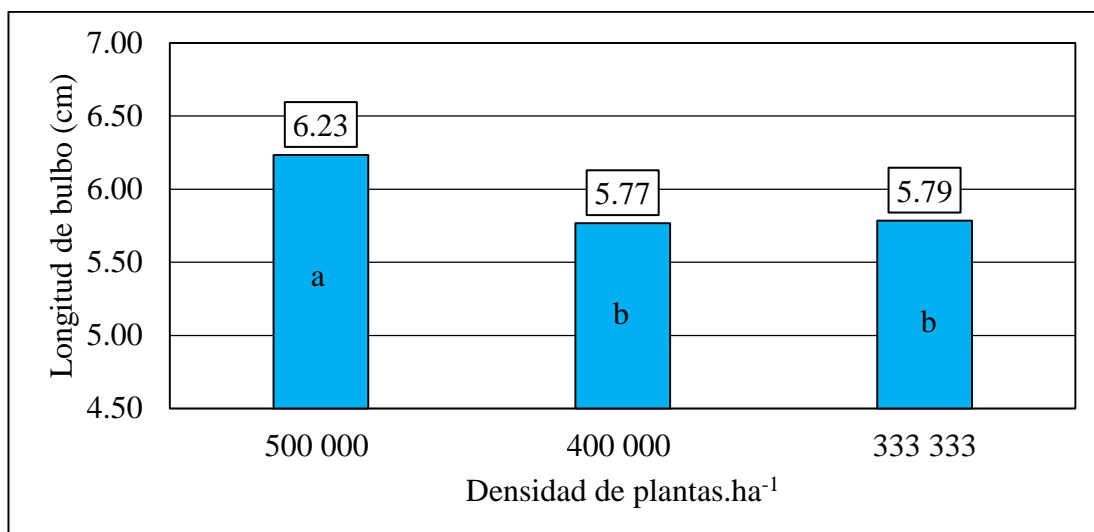


Figura 3.2. Prueba de Tukey de la longitud de bulbo (cm) categoría tercera, para tres densidades de plantas, Canaán 2750 msnm – Ayacucho.

En el figura 3.2, se muestra la prueba de Tukey de la longitud de bulbo (cm) categoría tercera, donde se observa que con la densidad de 500 000 plantas.ha⁻¹ se obtiene la mayor longitud de bulbo categoría tercera con 6.23 cm, superando estadísticamente a las densidades 400 000 plantas.ha⁻¹ con 5.77 cm y 333 333 plantas.ha⁻¹ con 5.79 cm, sin que entre ellos exista diferencia estadística significativa.

Gutiérrez (2017) en su trabajo de investigación aplicando estiércol de cuy tratado con microorganismos y guano de islas en el cultivo de cebolla en Lagunilla, se obtuvo la mayor longitud de bulbo aplicando la mezcla de 2.0 t.ha⁻¹ de guano de isla y 8.0 t.ha⁻¹ de estiércol de cuy con 11.058 cm y la menor longitud de bulbo lo obtuvo el testigo con 9.988 cm cuyos valores superan a lo logrado en el presente experimento.

De los resultados, podemos mencionar que existe una tendencia de alcanzar mayor longitud de bulbo de cebolla categoría tercera utilizando mayor densidad de plantas.

b. DIÁMETRO ECUATORIAL DE BULBO

b.1. Diámetro ecuatorial de bulbo categoría primera

Tabla 3.5. ANVA del diámetro ecuatorial de bulbo categoría primera, para dos distanciamientos de emisores y tres densidades de plantas en el rendimiento de cebolla, Canaán 2750 msnm – Ayacucho.

F.V	G.L	S.C	C.M	F.C	F.T		Signif.
					0.05	0.01	
Bloques	2	0.141	0.070	2.33	19	99	NS
Distanciamiento (e)	1	0.016	0.016	0.54	18.5	98.5	NS
Error (a)	2	0.060	0.030				
Densidad (d)	2	0.300	0.150	10.14	4.46	8.65	**
e*d	2	0.102	0.051	3.44	4.46	8.65	NS
Error (b)	8	0.118	0.015				
Total	17	0.737	0.043			CV	1.64%

En la tabla 3.5, se muestra en Análisis de Variancia del diámetro ecuatorial de bulbo categoría primera, donde se observa que existe diferencia estadística altamente significativa en la fuente de variación de densidad de plantas y no significativa en las demás fuentes de variación, el coeficiente de variabilidad es 1.64% que nos indica precisión del experimento.

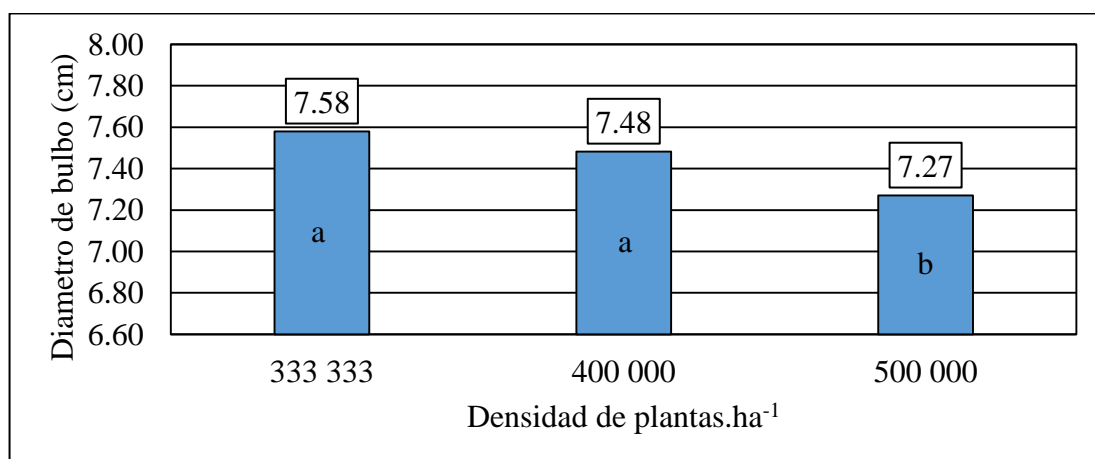


Figura 3.3. Prueba de Tukey del diámetro ecuatorial de bulbo (cm) categoría primera, para tres densidades de plantas, Canaán 2750 msnm – Ayacucho.

En la figura 3.3, se muestra la prueba de Tukey del diámetro ecuatorial de bulbo (cm) categoría primera, donde se observa que la d_3 (333 333 plantas.ha⁻¹) reporta el mayor diámetro ecuatorial de bulbo categoría primera con 7.58 cm, seguida por la d_2 (400 000 plantas.ha⁻¹) y d_1 (500 000 plantas.ha⁻¹) con 7.48 y 7.27 cm respectivamente, diferenciándose estadísticamente la última de las dos anteriores.

Quisuruco (2014) en su trabajo de investigación aplicando la técnica del elemento faltante y presente en la cuantificación de la dosis óptima de N, P, K, en el cultivo de cebolla en condiciones del C.E. Canaán, aplicando la mezcla de 180 Kg N.ha⁻¹, 100 kg P₂O₅.ha⁻¹, 120 kg K₂O.ha⁻¹, alcanzó un diámetro ecuatorial mayor de 6.03 cm que es inferior al obtenido en el presente trabajo de investigación.

Gutiérrez (2017) en su trabajo de investigación utilizando estiércol de cuy tratado con microorganismos y guano de islas en el rendimiento de cebolla en Lagunilla, aplicando 2.0 t.ha⁻¹ de guano de isla y 8.0 t.ha⁻¹ de estiércol de cuy, obtuvo un diámetro de bulbo de 81.8 mm, estos resultados son superiores a los obtenidos en el presente trabajo de investigación.

Ccasecsa (2018) en su trabajo de investigación de densidad plantas y niveles de guano de isla en el cultivo de cebolla en el C.E. Canaán, se obtuvo el mayor diámetro de bulbo aplicando 266 667 plantas.ha⁻¹ con 7.5 cm que es un valor inferior al alcanzado en el presente experimento.

De los resultados podemos mencionar que, si se siembra el cultivo demasiado denso, la producción es menor a lo esperado debido a la competencia intra específica, por otro lado, si la densidad es baja, la productividad por planta es elevada (Yuste, 1998); este mismo comportamiento encuentra Blanco y Lagos (2017) quienes mencionan que hay un incremento de la producción cuando se incrementa la densidad de plantas atribuible a la eficiencia en el uso de la luz interceptada convertida en materia seca, sin embargo cuando la densidad es demasiado alta la relación es inversa con la calidad del producto ya que reporta menor tamaño de bulbos a medida que se incrementa la densidad de plantas por hectárea (Lardizábal 2007).

b.2. Diámetro ecuatorial de bulbo categoría segunda

Tabla 3.6. ANVA del diámetro ecuatorial de bulbo categoría segunda, para dos distanciamientos de emisores y tres densidades de plantas en el rendimiento de cebolla, Canaán 2750 msnm – Ayacucho.

F.V	G.L	S.C	C.M	F.C	F.T		Signif.
					0.05	0.01	
Bloques	2	0.070	0.035	5.00	19.00	99.00	NS
Distanciamiento (e)	1	0.034	0.034	4.89	18.50	98.50	NS
Error (a)	2	0.014	0.007				
Densidad (d)	2	0.048	0.024	1.17	4.46	8.65	NS
e*d	2	0.042	0.021	1.00	4.46	8.65	NS
Error (b)	8	0.166	0.021				
Total	17	0.373	0.022			CV	2.68%

En la tabla 3.6, se muestra el Análisis de Variancia del diámetro ecuatorial de bulbo categoría segunda, donde se observa que no existe diferencia estadística en todas las fuentes de variación y el coeficiente de variabilidad es 2.68% que nos indica precisión del experimento y refleja que el cultivo ha sido conducido adecuadamente y se le ha brindado condiciones relativamente uniformes.

b.3. Diámetro ecuatorial de bulbo categoría tercera

Tabla 3.7. ANVA del diámetro ecuatorial de bulbo categoría tercera, para dos distanciamientos de emisores y tres densidades de plantas en el rendimiento de cebolla, Canaán 2750 msnm – Ayacucho.

F.V	G.L	S.C	C.M	F.C	F.T		Signif.
					0.05	0.01	
Bloques	2	0.090	0.045	50.22	19.00	99.00	*
Distanciamiento (e)	1	0.065	0.065	71.67	18.50	98.50	*
Error (a)	2	0.002	0.001				
Densidad (d)	2	0.234	0.117	23.48	4.46	8.65	**
e*d	2	0.092	0.046	9.20	4.46	8.65	**
Error (b)	8	0.040	0.005				
Total	17	0.522	0.031			CV	1.76%

En la tabla 3.7, se muestra el Análisis de Variancia de diámetro ecuatorial de bulbo categoría tercera, donde se observa que existe diferencia estadística significativa para la fuente de variación de distanciamiento entre emisores y diferencia estadística altamente significativa para las fuentes de variación densidad de plantas y la interacción de distanciamiento entre emisor x densidad de planta, el coeficiente de variabilidad es 1.76% que nos indica precisión del experimento y refleja que el cultivo ha sido conducido adecuadamente y se le ha brindado condiciones relativamente uniformes en cuanto al suelo y manejo agronómico, traduciéndose en el éxito del experimento.

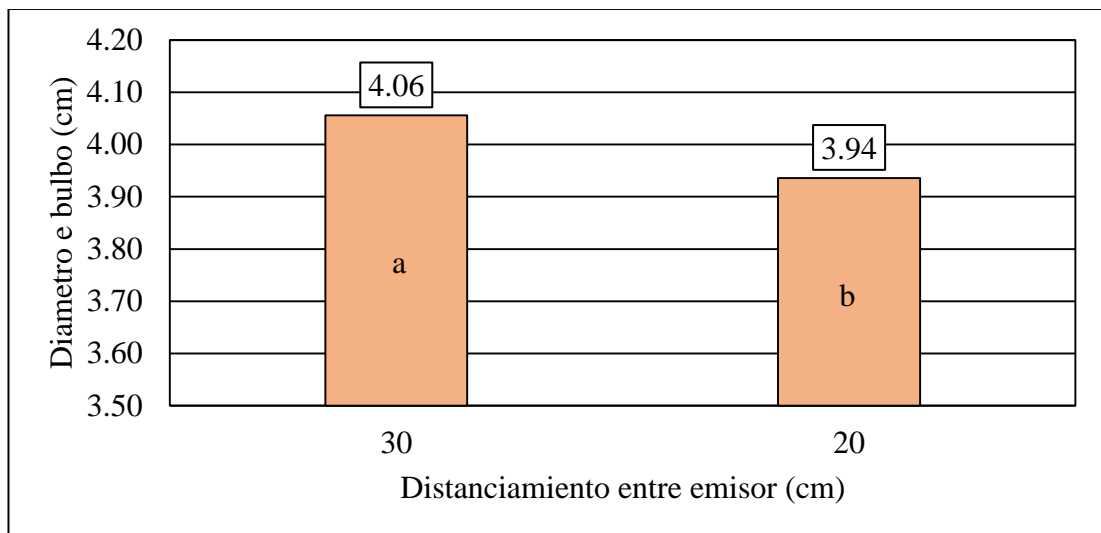


Figura 3.4. Prueba de Tukey del diámetro ecuatorial de bulbo (cm) categoría tercera, para dos distanciamientos de emisores, Canaán 2750 msnm – Ayacucho.

En la figura 3.4, se muestra la prueba de Tukey del diámetro ecuatorial bulbo (cm) categoría tercera, donde se observa que con el distanciamiento entre emisor a 30 cm se obtiene el mayor diámetro ecuatorial de bulbo categoría tercera con 4.06 cm, seguido por el distanciamiento entre emisor de 20 cm con 3.94 cm, existiendo diferencia significativa entre ambos.

Quisuruco (2014) en su trabajo de investigación aplicando la técnica del elemento faltante y presente en la cuantificación de la dosis óptima de N, P, K, en el cultivo de

cebolla en condiciones del C.E. Canaán, aplicando la mezcla de 0 Kg N.ha⁻¹, 100 kg P₂O₅.ha⁻¹, 0 kg K₂O.ha⁻¹, obtuvo un diámetro ecuatorial mínimo de 2.88 cm que es inferior al obtenido en el presente trabajo de investigación.

Gutiérrez (2017) en su trabajo de investigación utilizando estiércol de cuy tratado con microorganismos y guano de islas en el cultivo de cebolla en Lagunilla, aplicando la mezcla de guano de isla y estiércol de cuy, obtuvo un diámetro de bulbo entre 8.181 – 7.413 cm y un testigo con un diámetro de bulbo de 7.062 cm estos resultados son superiores a los obtenidos en el presenta trabajo de investigación.

c. PESO DE BULBO

c.1. Peso de bulbo categoría primera

Tabla 3.8. ANVA del peso de bulbo categoría primera, para dos distanciamientos de emisores y tres densidades de plantas en el rendimiento de cebolla, Canaán 2750 msnm – Ayacucho.

F.V	G.L	S.C	C.M	F.C	F.T		Signif.
					0.05	0.01	
Bloques	2	552.30	276.15	251.05	19	99	**
Distanciamiento (e)	1	420.50	420.50	382.27	18.5	98.5	**
Error (a)	2	2.20	1.10				
Densidad (d)	2	52.30	26.15	0.16	4.46	8.65	NS
e*d	2	607.00	303.50	1.85	4.46	8.65	NS
Error (b)	8	1310.70	163.84				
Total	17	2945.00	173.24			CV	7.24%

En la tabla 3.8, se muestra el Análisis de Variancia de peso de bulbo categoría primera, donde se observa que existe diferencia estadística altamente significativa en la fuente de variación de distanciamiento de emisores y no significativo en la demás fuentes de variación, el coeficiente de variabilidad es 7.24% que nos indica precisión del experimento y refleja que el cultivo ha sido conducido adecuadamente y se le ha brindado condiciones relativamente uniformes.

La significancia encontrada refiere que peso de bulbo categoría primera de la cebolla están determinada por el uso de distintos distanciamientos de emisores en la producción agrícola.

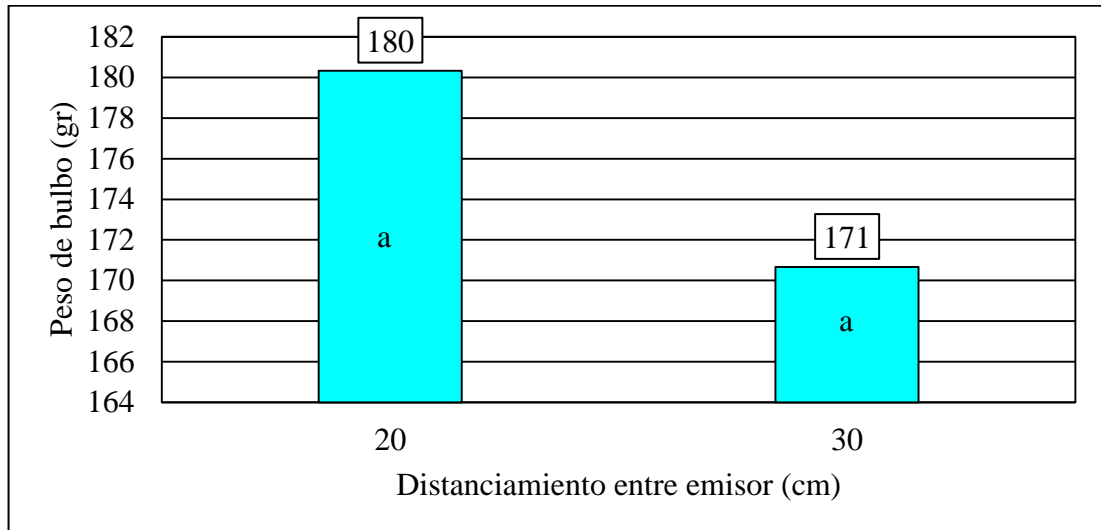


Figura 3.5. Prueba de Tukey del peso de bulbo (gr) categoría primera, para dos distanciamientos de emisores, Canaán 2750 msnm – Ayacucho.

En la figura 3.5, se muestra la prueba de Tukey del peso de bulbo (gr) categoría primera, donde se observa que con el distanciamiento entre emisores a 20 cm reporta el mayor peso de bulbo de cebolla categoría primera con 180 gr, seguido por el distanciamiento entre emisores a 30 cm con 171 gr, sin embargo son estadísticamente semejantes.

Quisuruco (2014) en su trabajo de investigación aplicando la técnica del elemento faltante y presente en la cuantificación de la dosis óptima de N, P, K, en cebolla en condiciones del C.E. Canaán, aplicando la mezcla de 180 - 100 - 120 Kg.ha⁻¹ de N, P₂O₅ y K₂O respectivamente, alcanzó el mayor peso de bulbo de cebolla de 199.08 gr que es un peso superior alcanzado al presente trabajo.

Gutiérrez (2017) en su trabajo de investigación utilizando estiércol de cuy tratado con microorganismos y guano de islas en el rendimiento de cebolla en Lagunilla, aplicando 2.0 t.ha⁻¹ de guano de isla y 8.0 t.ha⁻¹ de estiércol de cuy, obtuvo el mayor

peso de bulbo de cebolla de 372.48 gr, estos resultados son superiores a los obtenidos en el presenta trabajo de investigación.

De los resultados se observa que al aumentar el distanciamiento de emisor disminuye el peso de bulbo categoría primera como se muestra en el figura 3.11, dicho comportamiento pueda deberse a que con un mayor distanciamiento de emisor no moja la totalidad del bulbo húmedo y no se forma la franja húmeda, haciendo que no haya uso eficiente del agua, importante en la etapa fenológica llenado del bulbo, y también no hay absorción de nutrientes para trasladar los azúcares desde las hojas hacia los órganos de reserva (Maroto, 1986).

c.2. Peso de bulbo categoría segunda

Tabla 3.9. ANVA del peso de bulbo categoría segunda, para dos distanciamientos de emisores y tres densidades de plantas en el rendimiento de cebolla, Canaán 2750 msnm – Ayacucho.

F.V	G.L	S.C	C.M	F.C	F.T		Signif.
					0.05	0.01	
Bloques	2	1.19	0.60	6.15	19	99	NS
Distanciamiento (e)	1	100.35	100.35	1034.54	18.5	98.5	**
Error (a)	2	0.19	0.10				
Densidad (d)	2	237.44	118.72	20.75	4.46	8.65	**
e*d	2	28.78	14.39	2.51	4.46	8.65	NS
Error (b)	8	45.78	5.72				
Total	17	413.74	24.34			CV	2.40%

En la tabla 3.9, se muestra el Análisis de Variancia del peso de bulbo categoría segunda, donde se observa que existe diferencia estadística altamente significativa en las fuentes de variación de distanciamiento entre emisor y densidad de plantas y no significativo en la fuente de variación de la interacción entre distanciamiento de emisor x densidad de planta, el coeficiente de variabilidad es 2.4% que nos indica precisión del experimento.

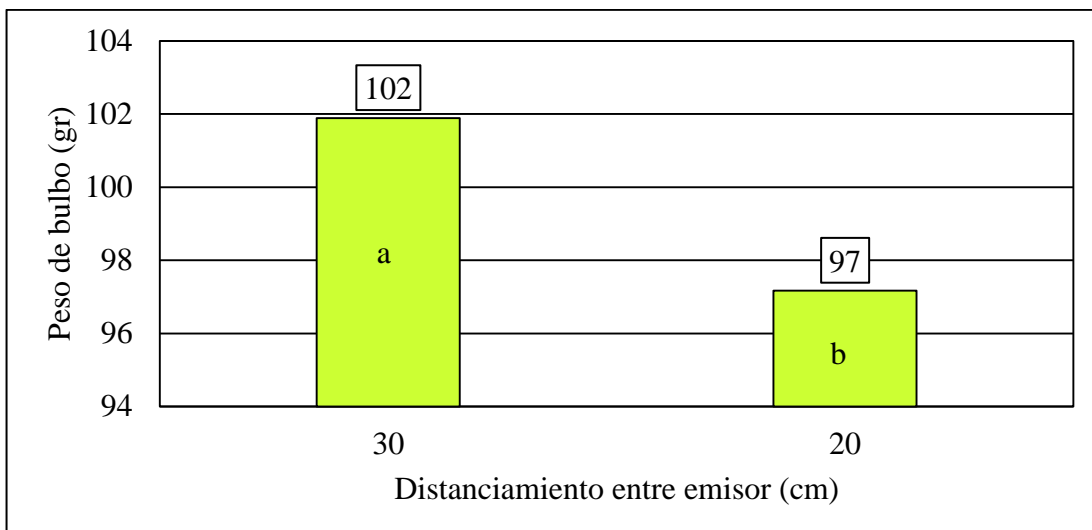


Figura 3.6. Prueba de Tukey del peso de bulbo (gr) categoría segunda, para dos distanciamientos de emisores, Canaán 2750 msnm – Ayacucho.

En el gráfico 3.6, se muestra peso de bulbo (gr) categoría segunda, donde se observa que con el distanciamiento entre emisor a 30 cm se obtiene el mayor peso de bulbo de cebolla categoría segunda con 102 gr, seguida por el distanciamiento entre emisores a 20 cm con 97gr, existiendo diferencia estadística significativa entre ambas.

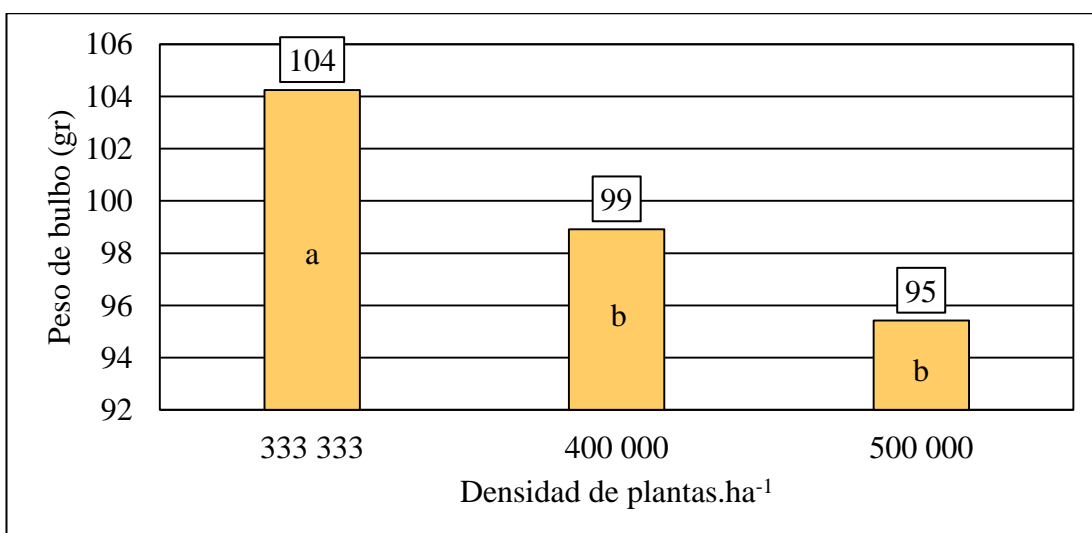


Figura 3.7. Prueba de Tukey del peso de bulbo (gr) categoría segunda, para tres densidades de plantas, Canaán 2750 msnm – Ayacucho.

En la figura 3.7, se muestra peso de bulbo (gr) categoría segunda, donde se observa que con densidad de 333 333 plantas.ha⁻¹ (15 cm entre plantas) se obtiene el mayor peso de bulbo categoría segunda con 104 gr, seguida de la densidad de 400 000 plantas.ha⁻¹ (12.5 cm entre plantas) se obtiene el peso de bulbo categoría segunda con 99 gr, por ultimo con densidad de 500 000 plantas.ha⁻¹ (10 cm entre plantas) se obtiene el menor peso de bulbo categoría segunda con 95 gr, existiendo diferencia estadística significativa entre las tres.

Quisuruco (2014) en su trabajo de investigación aplicando la técnica del elemento faltante y presente en la cuantificación de la dosis óptima de N, P, K, en cebolla en condiciones del C.E. Canaán, aplicando la mezcla de 180 - 100 - 120 Kg.ha⁻¹ de N, P₂O₅ y K₂O respectivamente, donde reporto un peso de bulbo de cebolla entre 199.08 – 55.823 gr que es un peso superior alcanzado al presente trabajo.

Gutiérrez (2017) en su trabajo de investigación utilizando estiércol de cuy tratado con microorganismos y guano de islas en el rendimiento de cebolla en Lagunilla, aplicando 2.0 t.ha⁻¹ de guano de isla y 8.0 t.ha⁻¹ de estiércol de cuy, obtuvo un peso de bulbo de cebolla entre 372.48 – 283.40 gr, estos resultados son superiores a los obtenidos en el presenta trabajo de investigación.

c.3. Peso de bulbo categoría tercera

Tabla 3.10. ANVA del peso de bulbo categoría tercera, para dos distanciamientos de emisores y tres densidades de plantas en el rendimiento de cebolla, Canaán 2750 msnm – Ayacucho.

F.V	G.L	S.C	C.M	F.C	F.T		Signif.
					0.05	0.01	
Bloques	2	18.78	9.3900	0.58	19	99	NS
Distanciamiento (e)	1	1.39	1.3900	0.09	18.5	98.5	NS
Error (a)	2	32.11	16.0550				
Densidad (d)	2	23.86	11.9300	0.36	4.46	8.65	NS
e*d	2	54.19	27.0950	0.82	4.46	8.65	NS
Error (b)	8	262.78	32.8475				
Total	17	393.11	23.1241			CV	11.70%

En la tabla 3.10, se muestra el Análisis de Variancia del peso de bulbo categoría tercera, para dos distanciamientos de emisores y tres densidades de plantas en el rendimiento de cebolla, donde se observa que no existe diferencia estadística en todas las fuentes de variación. El coeficiente de variabilidad es 11.70% lo que nos indica que el experimento ha sido conducido adecuadamente y se le ha brindado condiciones relativamente uniformes en cuanto al suelo y manejo agronómico, traduciéndose en el éxito del experimento.

3.2. EVALUACIÓN DE PRODUCTIVIDAD DEL CULTIVO DE CEBOLLA

3.2.1. Rendimiento total de bulbo de cebolla

En la tabla 3.11, se muestra en Análisis de Variancia del rendimiento total de bulbo de cebolla, donde se observa que existe diferencia estadística significativa en la fuente de variación de distanciamiento entre emisores, diferencia estadística altamente significativa en la fuente de variación de densidad de plantas y no significativa en las demás fuentes de variación y el coeficiente de variabilidad es 3.87% lo que indica que el experimento ha sido conducido adecuadamente, puesto que el cultivo contó con condiciones uniformes en cuanto al suelo y manejo agronómico, traduciéndose en un buen resultado.

Tabla 3.11. ANVA de rendimiento total de bulbo de cebolla, para dos distanciamientos de emisores y tres densidades de plantas en el rendimiento de cebolla, Canaán 2750 msnm – Ayacucho.

F.V	G.L	S.C	C.M	F.C	F.T		Signif.
					0.05	0.01	
Bloques	2	11.67	5.83	1.27	19	99	NS
Distanciamiento (e)	1	67.09	67.09	14.60	18.5	98.5	*
Error (a)	2	9.19	4.59				
Densidad (d)	2	342.51	171.26	63.79	4.46	8.65	**
e*d	2	21.05	10.52	3.92	4.46	8.65	NS
Error (b)	8	21.48	2.68				
Total	17	472.98	27.82			CV	3.87%

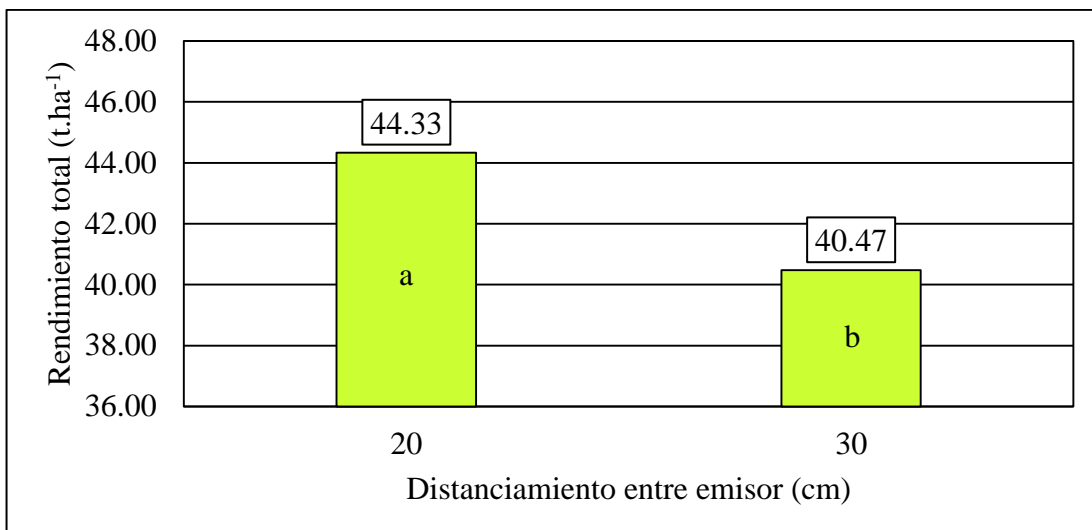


Figura 3.8. Prueba de Tukey del rendimiento total de bulbo de cebolla (t.ha⁻¹), para dos distanciamientos de emisores, Canaán 2750 msnm – Ayacucho.

En la figura 3.8, se muestra la prueba de Tukey del rendimiento total de bulbo de cebolla (t.ha⁻¹), donde se observa que a un distanciamiento de 20 cm entre emisores (e_1) reporta el mayor rendimiento total de bulbo con 44.33 t.ha⁻¹ seguido por el distanciamiento de 30 cm entre emisor (e_2) con 40.47 t.ha⁻¹, diferenciándose estadísticamente entre ambos.

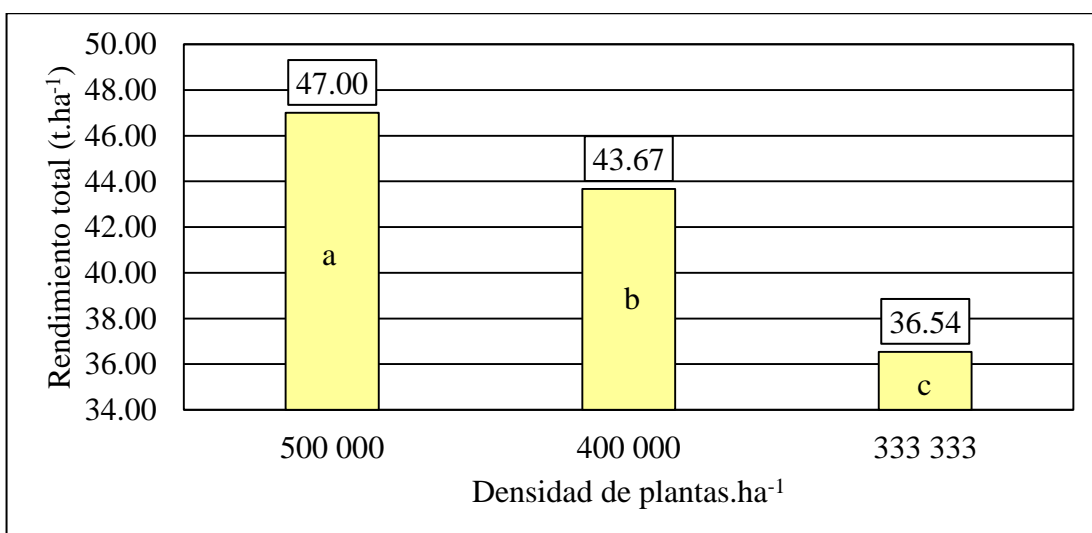


Figura 3.9. Prueba de Tukey del rendimiento total de bulbo de cebolla (t.ha⁻¹), para tres densidades de plantas, Canaán 2750 msnm – Ayacucho.

En la figura 3.9, se muestra el rendimiento total de bulbo de cebolla ($t\cdot ha^{-1}$), donde se observa que utilizando una densidad de 500 000 plantas. ha^{-1} (d_1) se obtiene el mayor rendimiento total de bulbo de cebolla con $47.00 t\cdot ha^{-1}$, seguido de la densidad de 400 000 plantas. ha^{-1} (d_2) y 333 333 plantas. ha^{-1} (d_3) con un rendimiento total de bulbo de 43.67 y $36.54 t\cdot ha^{-1}$ respectivamente, entre los cuales existe diferencia estadística significativa.

Quisuruco (2014) en un trabajo de investigación aplicando la técnica del elemento faltante y presente en la cuantificación de la dosis óptima de N, P, K, en cebolla en condiciones del C.E Canaán, aplicando $160 - 20 - 50 Kg\cdot ha^{-1}$ N, P_2O_5 y K_2O , respectivamente, alcanzó un rendimiento de $37.92 t\cdot ha^{-1}$, siendo inferior a lo reportado en el presente experimento.

Gutiérrez (2017) en un trabajo de investigación utilizando estiércol de cuy tratado con microorganismos y guano de islas en el rendimiento de cebolla, en Lagunilla, aplicando $2.0 t\cdot ha^{-1}$ de guano de isla y $8.0 t\cdot ha^{-1}$ de estiércol de cuy, reporto el mayor rendimiento de $60.21 tn\cdot ha^{-1}$. Este resultado es superior a lo obtenido en el presente trabajo de investigación.

Ccasecsa (2018) en su trabajo de investigación de densidad de plantas y niveles de guano de isla en el cultivo de cebolla en el C. E. Canaán, aplicando la densidad de 400 000 plantas. ha^{-1} se obtuvo un rendimiento de $66.96 t\cdot ha^{-1}$. Este resultado es superior a lo obtenido en el presenta trabajo de investigación.

Los resultados demuestran que el mayor rendimiento de bulbo de cebolla se obtiene con el distanciamiento de 20 cm entre emisores, donde se utilizó un caudal de $1.5 L\cdot hr^{-1}$, con un intervalo de riego de 2 días y tiempo de riego de 44 min en la etapa fenológica de llenado de bulbo; donde la planta requiere un mayor consumo de agua. El suelo presenta una textura franca en la que se forma una franja húmeda continua y se humedece solo la zona explorada por las raíces, siendo optimo el crecimiento de raíces, ya que el agua y los nutrientes se encuentran fácilmente disponibles para la planta como resultados de pequeños volúmenes de agua y riegos frecuentes en

concordancia con lo mencionado por Santos et al. (2010) y menciona Pizarro (1990). Al formarse la franja húmeda continua se humedece solo la zona de raíces donde se encuentra el agua y los nutrientes fácilmente disponibles, existiendo absorción de nutrientes por las raíces para trasladar los azúcares desde las hojas hacia los órganos de reserva en la etapa fenológica de llenado de bulbo (Maroto, 1986).

De los resultados se observa que a medida que la densidad de plantas va aumentando en número, aumenta el rendimiento total de bulbo de cebolla, lo que podría estar correlacionado con el porcentaje de luz interceptada por las hojas, pues a mayor densidad existe mayor índice de área foliar y por lo tanto se incrementa la síntesis de carbohidratos por unidad de área (ha) mas no por planta. La diferencia en el rendimiento entre la d_1 (500 000 plantas.ha⁻¹) y la d_2 (400 000 plantas.ha⁻¹) es de 3.33 t.ha⁻¹ de bulbo de cebolla y la diferencia entre la d_2 (400 000 plantas.ha⁻¹) y d_3 (333 333 plantas.ha⁻¹) es de 7.13 t.ha⁻¹, por lo que se puede mencionar que a medida que aumenta la densidad de plantas el incremento del rendimiento es cada vez menor, tal como se observa en la figura 3.9; este resultado concuerda con lo encontrado por Yuste (1998) y Blanco y Lagos (2017).

3.2.2. Rendimiento de bulbo de cebolla categoría primera

Tabla 3.12. ANVA de rendimiento de bulbo de cebolla categoría primera, para dos distanciamientos de emisores y tres densidades de plantas en el rendimiento de cebolla, Canaán 2750 msnm – Ayacucho.

F.V	G.L	S.C	C.M	F.C	F.T		Signif.
					0.05	0.01	
Bloques	2	12.00	6.000	23.03	19	99	*
Distanciamiento (e)	1	218.75	218.750	839.73	18.5	98.5	**
Error (a)	2	0.52	0.261				
Densidad (d)	2	31.80	15.900	1.94	4.46	8.65	NS
e*d	2	37.92	18.962	2.32	4.46	8.65	NS
Error (b)	8	65.47	8.184				
Total	17	366.47	21.557			CV	11.93%

En la tabla 3.12, se muestra el Análisis de Variancia de rendimiento de bulbo de cebolla categoría primera, donde se observa que existe diferencia estadística altamente significativa en la fuente de variación de distanciamiento entre emisores y no significativo en las demás fuentes de variación. El coeficiente de variabilidad es 11.93% lo que indica que hay una variación en el rendimiento de bulbos de la categoría primera e impide la detección de diferencias estadísticas.

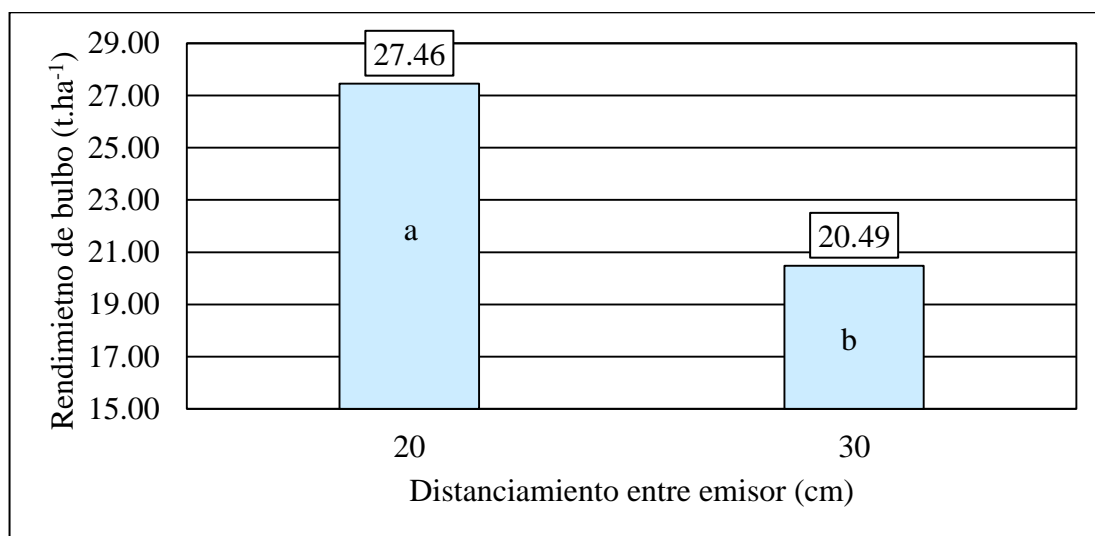


Figura 3.10. Prueba de Tukey del rendimiento de bulbo de cebolla categoría primera (t.ha⁻¹), para dos distanciamientos de emisores, Canaán 2750 msnm – Ayacucho.

En la figura 3.10, se muestra el rendimiento de bulbo de cebolla categoría primera (t.ha⁻¹), donde se observa que con el distanciamiento de 20 cm entre emisores (e₁) se obtiene el mayor rendimiento de bulbo de cebolla categoría primera con 27.46 t.ha⁻¹, seguido por el distanciamiento de 30 cm entre emisores (e₂) con 20.49 t.ha⁻¹, siendo estadísticamente diferente entre ambas.

Gutiérrez (2017) en su trabajo de investigación utilizando estiércol de cuy tratado con microorganismos y guano de islas en el rendimiento de cebolla en Lagunilla, aplicando 1.0 t.ha⁻¹ de guano de isla y 2.0 t.ha⁻¹ de estiércol de cuy, obtuvo un rendimiento de 9.57 t.ha⁻¹ de bulbo de cebolla de la categoría primera, que es inferior al logrado en el presente trabajo de investigación.

Ccasecsa (2018) en su trabajo de investigación aplicando densidad plantas y niveles de guano de isla en el cultivo de cebolla en el C.E. Canaán, aplicando la densidad de 400 000 plantas.ha⁻¹ obtuvo un rendimiento de 27.22 t.ha⁻¹ de bulbo de cebolla de la categoría primera, que es inferior al logrado en el presente trabajo de investigación.

Los resultados obtenidos por los mencionados autores, son superados por los rendimientos obtenidos en el presente trabajo para la categoría primera; sin embargo los rendimientos totales son los que reflejan la efectividad de la variable empleada en su verdadera dimensión, dado que además la producción obtenida en esta categoría representa el 55% del total además que la preferencia del mercado es la cebolla de categoría primera mas no de categoría extra.

3.2.3. Rendimiento de bulbo de cebolla categoría segunda

Tabla 3.13. ANVA de rendimiento de bulbo de cebolla categoría segunda, para dos distanciamientos de emisores y tres densidades de plantas en el rendimiento de cebolla, Canaán 2750 msnm – Ayacucho.

F.V	G.L	S.C	C.M	F.C	F.T		Signif.
					0.05	0.01	
Bloques	2	0.26	0.128	0.03	19	99	NS
Distanciamiento (e)	1	0.63	0.630	0.13	18.5	98.5	NS
Error (a)	2	9.93	4.966				
Densidad (d)	2	181.03	90.517	10.68	4.46	8.65	**
e*d	2	42.52	21.258	2.51	4.46	8.65	NS
Error (b)	8	67.82	8.478				
Total	17	302.19	17.776			CV	21.43%

En la tabla 3.13, se muestra el Análisis de Variancia de rendimiento de bulbo de cebolla categoría segunda, donde se observa que existe diferencia estadística altamente significativa en la fuente de variación de densidad de plantas y no significativo en las demás fuentes de variación. Adicionalmente, se observa un alto coeficiente de variabilidad 21.43% que refleja una alta variación de promedios, lo que podría deberse a la influencia de factores ambientales.

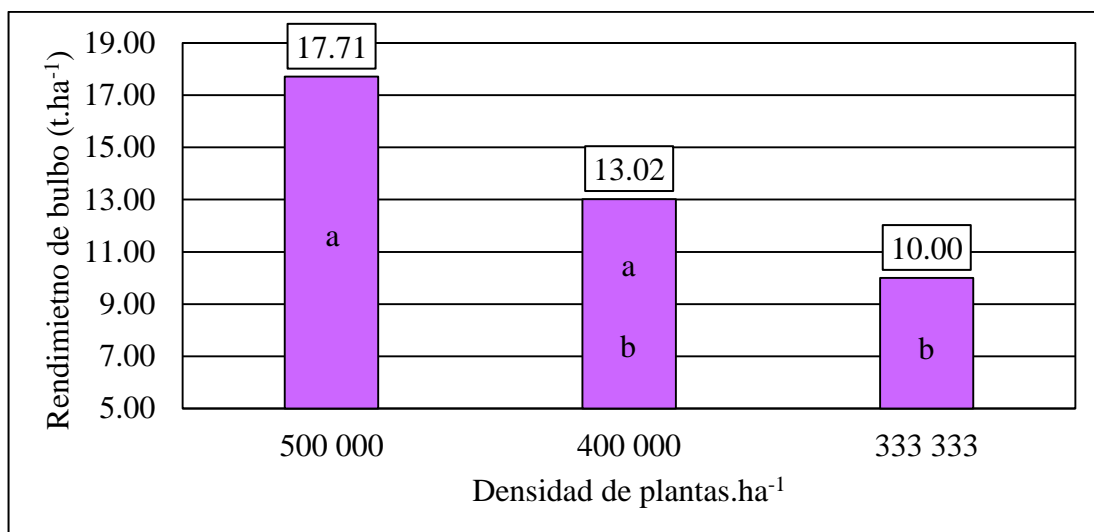


Figura 3.11. Prueba de Tukey del rendimiento de bulbo de cebolla categoría segunda ($t.ha^{-1}$), para tres densidades de plantas, Canaán 2750 msnm – Ayacucho.

En la figura 3.11, se muestra el rendimiento de bulbo de cebolla categoría segunda ($t.ha^{-1}$), donde se observa que con la densidad de 500 000 plantas.ha⁻¹ (d_1) reporta el mayor rendimiento de bulbo de cebolla categoría segunda con 17.71 $t.ha^{-1}$, seguido por la densidad de 400 000 plantas.ha⁻¹ (d_2) con rendimiento de 13.02 $t.ha^{-1}$ y por último la densidad de 333 333 plantas.ha⁻¹ (d_3) con rendimiento de 10.00 $t.ha^{-1}$, diferenciándose estadísticamente la primera de las dos últimas.

Gutiérrez (2017) en su trabajo de investigación utilizando estiércol de cuy tratado con microorganismos y guano de islas en el rendimiento de cebolla en Lagunilla, aplicando 2.0 $t.ha^{-1}$ de guano de isla y 8.0 $t.ha^{-1}$ de estiércol de cuy, obtuvo un rendimiento de 2.31 $t.ha^{-1}$ de bulbo de cebolla de la categoría segunda, que es inferior al logrado en el presente trabajo de investigación.

Ccasecsa (2018), en su trabajo de investigación aplicando densidad plantas y niveles de guano de isla en el cultivo de cebolla en el C.E. Canaán, aplicando la densidad de 400 000 plantas.ha⁻¹, obtuvo un rendimiento de 20.11 $t.ha^{-1}$ de bulbo de cebolla de la categoría primera, que es inferior al logrado en el presente trabajo de investigación.

De los resultados se observa, a medida que las densidades tengan mayor número de plantas tiene más rendimiento de bulbo de cebolla categoría segunda (figura 3.11), la explicación para este comportamiento es lógica, en densidades crecientes la competencia entre plantas por la radiación solar es mayor, sin embargo la competencia no es tan marcada Blanco y Lagos (2017).

3.2.4. Rendimiento de bulbo de cebolla categoría tercera

Tabla 3.14. ANVA de rendimiento de bulbo de cebolla categoría tercera, para dos distanciamientos de emisores y tres densidades de plantas en el rendimiento de cebolla, Canaán 2750 msnm – Ayacucho.

F.V	G.L	S.C	C.M	F.C	F.T		Signif.
					0.05	0.01	
Bloques	2	3.89	1.946	0.18	19	99	NS
Distanciamiento (e)	1	7.35	7.350	0.69	18.5	98.5	NS
Error (a)	2	21.33	10.665				
Densidad (d)	2	27.40	13.699	3.71	4.46	8.65	NS
e*d	2	2.05	1.027	0.28	4.46	8.65	NS
Error (b)	8	29.56	3.695				
Total	17	91.58	5.387			CV	34.82%

En la tabla 3.14, se muestra el Análisis de Variancia de rendimiento de bulbo de cebolla categoría tercera, para dos distanciamientos de emisores y tres densidades de plantas en cebolla, donde se observa diferencia estadística no significativa en todas las fuentes de variación. El coeficiente de variabilidad es 34.82% que refleja una alta variación de promedios, lo que podría deberse a la influencia de factores ambientales.

3.3. EVALUACIÓN DEL BULBO HÚMEDO – RIEGO POR GOTEO

3.3.1. Evaluación del bulbo húmedo – riego por goteo del emisor de 20 cm (e₁)

Para el estudio se dispuso del terreno preparado donde se instalaron cintas con caudal de 1.5 L.hr⁻¹. Las especificaciones de la cinta se detallan en la tabla 3.15.

Tabla 3.15. Especificaciones técnicas de la cinta de goteo de 20 cm

Cinta de riego goteo: SAB				
Diámetro nominal	Espesor de pared	Presión mínima	Separación entre goteros	Caudal por gotero
16 mm (5/8")	8 mil 0.20 mm	0,3bar	20 cm	1.5 L.hr ⁻¹

Fuente: SAB catalogo

De acuerdo a los datos registrados en las pruebas de campo, la forma geométrica que más se aproxima y describe el bulbo húmedo en el perfil del suelo es el de un elipsoide truncado, donde el plano de corte es la superficie del suelo. Pizarro (1990) menciona que un suelo franco las fuerzas mátricas y gravimétricas están en equilibrio, trayendo como consecuencia una mayor redistribución horizontal (potencial mátrico).

Esta forma es predominante en todos los tratamientos de aplicación de riego en este suelo. Los datos tomados del bulbo húmedo fueron radio y profundidad, teniendo como nivel de referencia la base inicial del bulbo.

En la figura 3.12, se observa el resultado de la forma del bulbo húmedo del riego por goteo donde se observa que con un tiempo de riego de 15 minutos de riego y con un caudal de 1.5 L.hr⁻¹, se obtuvo un radio de 9 cm y una profundidad de 9 cm, y con un tiempo de riego de 30 minutos se obtuvo un radio de 11 cm y una profundidad de 14 cm, y con un tiempo de riego de 45 minutos muestra un desarrollo horizontal máximo de 15 cm de radio y una profundidad de 26 cm, para un suelo franco.

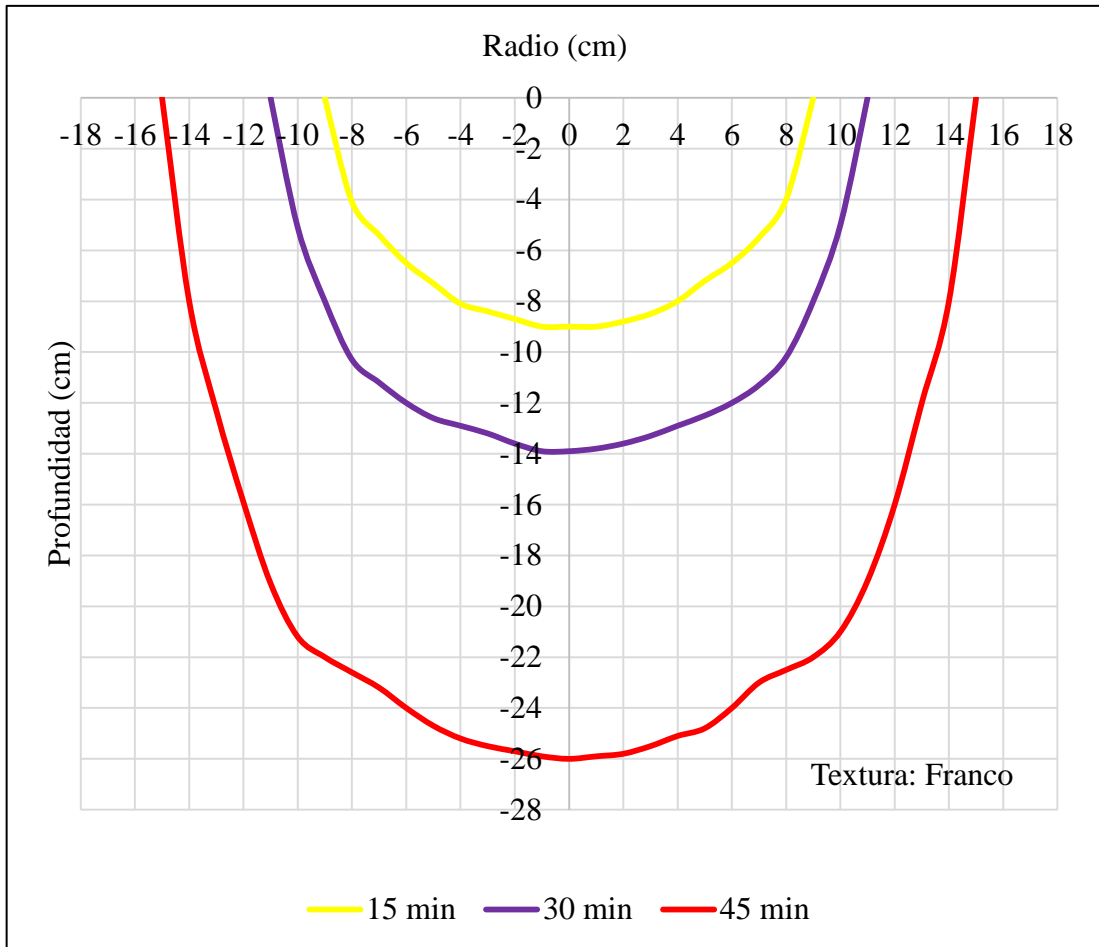


Figura 3.12. Dimensiones de los diámetros y profundidad del bulbo húmedo con un tiempo de aplicación de 15', 30' y 45' con cinta de riego SAB, con un caudal de 1.5 L.hr^{-1} , distanciados a 20 cm entre emisor, Canaán 2750 msnm – Ayacucho.

El radio obtenido de 15 cm que es el resultado del potencial mátrico que es el generado por los mecanismos de retención de agua por el suelo (adhesión y cohesión), y la profundidad de 26 cm es debido al potencial gravitacional que actúa continuamente en una dirección descendente y el responsable de la infiltración del agua en el suelo.

3.3.2. Evaluación del bulbo húmedo – riego por goteo del emisor de 30 cm (e_2)

Para el estudio se dispuso del terreno preparado donde se instalaron cintas con caudal de 1.2 L.hr^{-1} . Las especificaciones de la cinta se detallan en la tabla 3.16.

Tabla 3.16. Especificaciones técnicas de la cinta de goteo de 30 cm

Cinta de riego goteo: SAB				
Diámetro nominal	Espesor de pared	Presión mínima	Separación entre goteros	Caudal por gotero
16 mm (5/8")	8 mil 0.20 mm	0,3 bar	30 cm	1.2 L.hr ⁻¹

Fuente: SAB catalogo

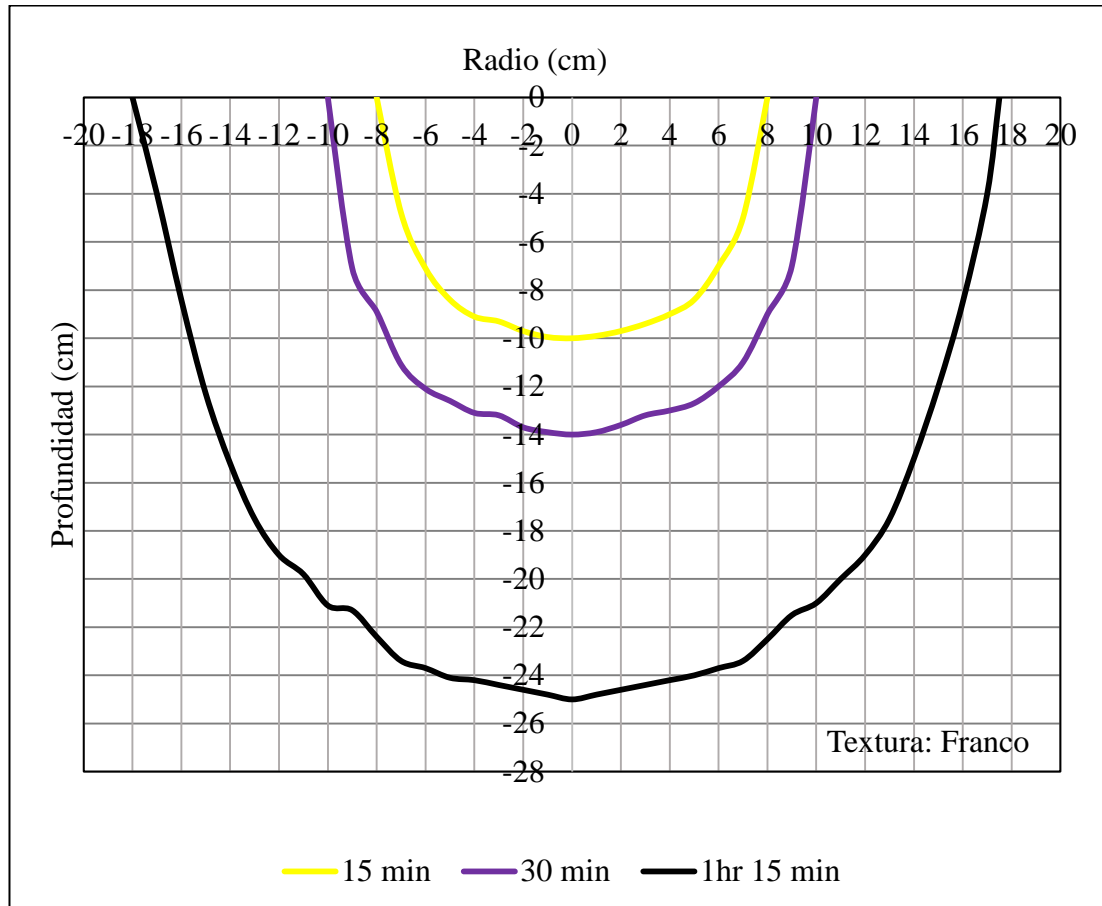


Figura 3.13. Dimensiones de los diámetros y profundidad del bulbo húmedo con un tiempo de aplicación de 15', 30' y 1 hr 15' con cinta de riego SAB, con un caudal de 1.2 L.hr⁻¹, distanciados a 30 cm entre emisor, Canaán 2750 msnm – Ayacucho.

En la figura 3.13. se observa el resultado de la forma del bulbo húmedo del riego por goteo donde se observa que con un tiempo de riego de 15 minutos de riego y con un caudal de 1.2 L.hr⁻¹, se obtuvo un radio de 8 cm y una profundidad de 10 cm, y con un tiempo de riego de 30 minutos se obtuvo un radio de 10 cm y una

profundidad de 14 cm, y con un tiempo de riego de 1 hora 15 minutos muestra un desarrollo horizontal máximo de 17.5 cm de radio y una profundidad de 25 cm, para un suelo franco.

Igualmente, en la figura 3.13, el radio obtenido de 17.5 cm es el resultado del potencial mátrico que es el generado por los mecanismos de retención de agua por el suelo (adhesión y cohesión), y la profundidad de 25 cm es debido al potencial gravitacional que actúa continuamente en una dirección descendente y el responsable de la infiltración del agua en el suelo.

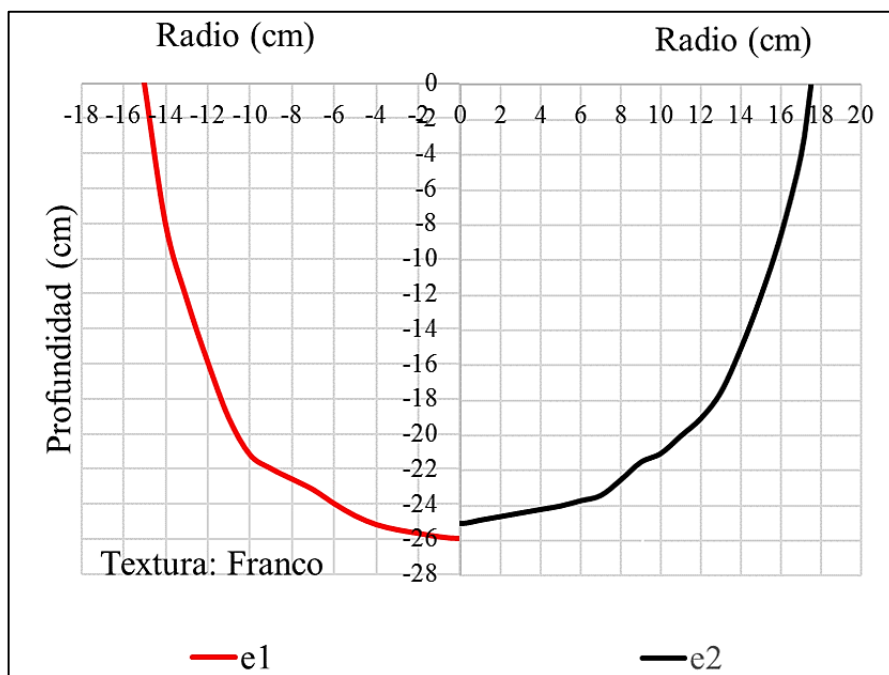


Figura 3.14. Dimensiones de los diámetros y profundidad del bulbo húmedo e_1 : 20 cm entre emisor (izquierda) con un tiempo de aplicación de 45' con un caudal 1.5 L.hr^{-1} , y e_2 30 cm entre emisor (derecha) con un tiempo de aplicación de 1 hr 15' con un caudal 1.2 L.hr^{-1} , Canaán 2750 msnm – Ayacucho.

En la figura 3.14, se observa el mayor radio es para el e_2 (30 cm entre emisor) con 17.5 cm respecto al e_1 (20 cm entre emisor) con 15 cm; estos resultados indican que a mayor tiempo de riego hay mayor mecanismo de retención de agua por el suelo (adhesión y cohesión) trayendo como consecuencia una mayor redistribución horizontal.

Con respecto a la profundidad de bulbo húmedo del suelo en la figura 3.14, se observa que el mayor es para e_1 (20 cm entre emisor) con 26 cm con respecto al e_2 (30 cm entre emisor) con 25; estos resultados muestran que a mayor caudal de riego e_1 ($1.5 \text{ L}\cdot\text{hr}^{-1}$), hay mayor potencial gravitacional que actúa continuamente en una dirección descendente y el responsable de la infiltración del agua en el suelo

3.4. DETERMINACIÓN DEL MÉRITO ECONÓMICO

3.4.1. Análisis económico del rendimiento de bulbo de cebolla

Para el análisis económico se utilizó la relación Beneficio – Costo (B/C) en base a los costos de producción para cada tratamiento en estudio. El índice de rentabilidad de los tratamientos se calculó con la siguiente fórmula:

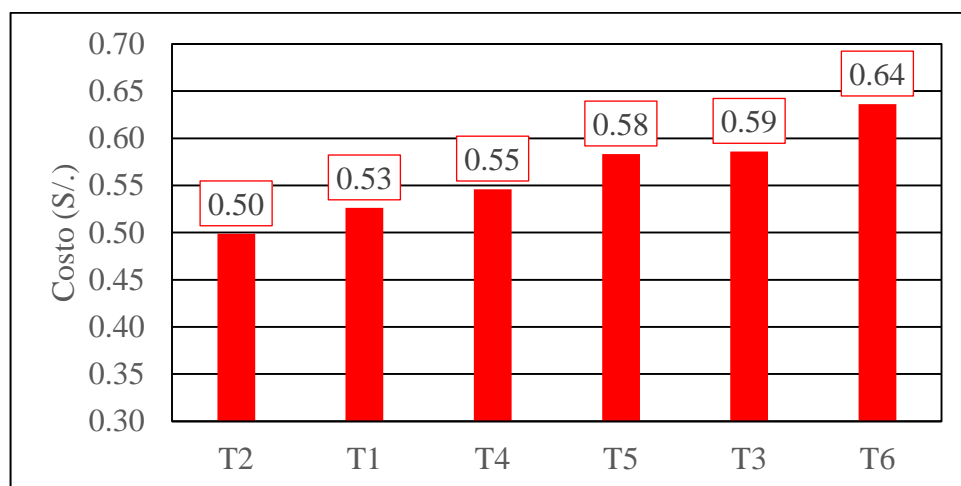


Figura 3.15. Costo de producción unitario por cada kilogramo de bulbo de cebolla, para los tratamientos en estudio.

En la figura 3.15, se muestra el costo de producción unitario, donde se observa que el T_2 tiene menor costo de producción con S/ 0.50 soles por kg de bulbo de cebolla; seguida por los tratamientos T_1 , T_4 , T_5 , T_3 con S/ 0.53, S/ 0.55, S/ 0.58, S/ 0.59 soles respectivamente, por último el T_6 con S/ 0.64 soles esta tiene el mayor costo de producción. Lo que significa que el menor costo de producción mayor será el margen de utilidad.

Tabla 3.17. Rentabilidad económica para el cultivo de cebolla.

Tratamiento	Descripción	Rdto total kg.ha ⁻¹	Rendimiento por categoría kg.ha ⁻¹			Costo S/. Kg.			Valor bruto de la producción S/.	Costo de producción S/.	Utilidad bruta de la producción S/.	Índice de rentabilidad
			Primera	Segunda	Tercera	Primera	Segunda	Tercera				
T ₂	20 cm entre emisor con 400 000 plantas.ha ⁻¹	47,083.33	30,958	11,208	4,917	2	1.5	1	83,645.00	23,477.55	60,167.45	2.56
T ₁	20 cm entre emisor con 500 000 plantas.ha ⁻¹	47,875.00	23,664	18,663	5,548	2	1.5	1	80,870.50	25,187.96	55,682.54	2.21
T ₃	20 cm entre emisor con 333 333 plantas.ha ⁻¹	38,041.67	25,417	9,375	3,250	2	1.5	1	68,146.50	22,295.79	45,850.71	2.06
T ₄	30 cm entre emisor con 500 000 plantas.ha ⁻¹	46,125.00	22,297	15,883	7,945	2	1.5	1	76,363.50	25,187.96	51,175.54	2.03
T ₅	30 cm entre emisor con 400 000 plantas.ha ⁻¹	40,250.00	20,125	14,833	5,292	2	1.5	1	67,791.50	23,477.55	44,313.95	1.89
T ₆	30 cm entre emisor con 333 333 plantas.ha ⁻¹	35,041.67	19,167	10,625	5,250	2	1.5	1	59,521.50	22,295.79	37,225.71	1.67

En la tabla 3.17, se presenta los resultados concernientes a la rentabilidad económica en el cultivo de cebolla producida en el C.E. Canaán. Los cálculos se determinaron en base a los rendimientos obtenidos en cada uno de los tratamientos.

Quisuruco (2014) en su trabajo de aplicación de la técnica del elemento faltante y presente en la cuantificación de la dosis óptima de N, P, K, en cebolla en condiciones del C.E. Canaán, aplicando 180 Kg N.ha⁻¹, 0 kg P₂O₅.ha⁻¹, 120 kg K₂O.ha⁻¹, presenta una rentabilidad máxima de 152.31%, que es un valor inferior al obtenido en el presente experimento.

Gutiérrez (2017) en su trabajo de investigación utilizando estiércol de cuy tratado con microorganismos y guano de islas en el rendimiento de cebolla en Lagunilla, aplicando 0.0 tn.ha⁻¹ de Guano de Isla y 0.0 tn.ha⁻¹ de Estiércol de Cuy, obtuvo una rentabilidad máxima de 167.16%. Este valor es superado de manera significativa por los resultados obtenidos en el presente experimento.

Ccasecsa (2018) en su trabajo de investigación aplicando densidad plantas y niveles de guano de isla en el cultivo de cebolla en el C.E. Canaán, aplicando 400 000 plantas.ha⁻¹ con 1.0 t.ha⁻¹ de guano de isla, obtuvo una rentabilidad de 5.27 y una utilidad de S/. 85,673.00 soles.

Se nota también que hay una gran homogeneidad en el rendimiento de varios tratamientos, debido a que contaron con la misma cantidad de fertilización, y también esto es posiblemente a la interacción de diversos factores que contribuyen en el rendimiento del cultivo.

CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación y bajo las condiciones en que se condujeron, se llegó a las siguientes conclusiones:

1. El rendimiento total de bulbos de cebolla por influencia del distanciamiento entre emisores y densidad de plantas obedece a una relación inversamente proporcional para el primer factor y directamente proporcional para el segundo factor, alcanzando el mayor rendimiento con el menor distanciamiento entre emisores (20 cm) y la mayor densidad de plantas (500 000 plantas.ha⁻¹).
2. El mayor rendimiento de bulbo de cebolla categoría primera se reportó con el T₂ que es la combinación de e₁d₂ (20 cm entre emisor; caudal de 1.5 L.hr⁻¹ y consumo de agua de 5,125.00 m³.ha⁻¹ con 40 cm entre surcos; dos hileras de plantas; 15 cm entre hileras y 12.5 cm entre plantas, haciendo un total de 400,000 plantas.ha⁻¹), con valor de 30.96 tn.ha⁻¹.
3. En cuanto a la forma del bulbo húmedo del suelo para el e₁ (20 cm entre emisor; caudal de 1.5 L.hr⁻¹) se obtuvo 15 cm de radio y una profundidad de 26 cm para un tiempo de 45 minutos de riego, y para el e₂ (30 cm entre emisor; caudal de 1.2 L.hr⁻¹) donde se obtuvo 18 cm de radio y una profundidad de 25 cm para 1 hora 15 minutos de riego, trayendo en consecuencia la forma geométrica de un elipsoide para un suelo franco.
4. El mejor índice de rentabilidad en el cultivo de cebolla se obtuvo con el T₂ (20 cm entre emisor y 400,000 plantas.ha⁻¹) con 2.56 y una utilidad neta de S/ 60,167.45 soles.

RECOMENDACIONES

De acuerdo a las condiciones en que se realizó el experimento se recomienda:

1. Utilizar cinta de riego por goteo de la marca SAB distanciados a 20 cm entre emisor; con caudal de 1.5 L.hr^{-1} por haber reportado el mayor índice de rentabilidad en el rendimiento de bulbos en el cultivo de cebolla.
2. Sembrar cebolla de la variedad Roja Arequipeña a una densidad de 40 cm entre surcos; dos hileras de plantas; 15 cm entre hileras y 12.5 cm entre plantas, haciendo un total de $400,000 \text{ plantas.ha}^{-1}$, por haber reportado el mayor índice de rentabilidad en el rendimiento de bulbos en el cultivo de cebolla.
3. Repetir el experimento en distintas zonas agroecológicas, en otras épocas de siembra, otras marcas de cinta de riego, de modo que se pueda complementar la información obtenida.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- AVIDAN, A. 1994. Determinación del Régimen de Riego de los Cultivos. Ministerio de Agricultura. Estado de Israel.
- BLANCO, M. Carlos y LAGOS, O. José. 2017. Manual de producción de Cebolla. Boletín INIA N° 15. Ministerio de Agricultura. Santiago Chile.
- BULLON, F. O. 1985. Algunas Malas Hiervas en la Sierra Sur del Perú y su Combate. Dirección General de Agricultura.
- CALDERON, Q. Arnulfo. 2010. Efecto de la Fertilización Nitrogenada y Guano de Isla en el Cultivo de Cebolla (*Allium cepa L.*). Canaán 2750 msnm. Ayacucho. Tesis Ing. Agrónomo. Ayacucho, Perú.
- CASAS, D. Andrés. 2004. El cultivo de Cebolla. Dpto. Horticultura. UNALM.
- CASSERES, M. 1984. Producción de Hortalizas. Reimpresión 2da Edic. Edit. IICA. San José – Costa Rica.
- CATALOGO DE CINTAS DE GOTEIO. 2008. NaanDanJain Irrigation (C.S.) Ltd. Israel.
- CCASECSA, Orlando. 2018. Densidad de plantas y Niveles de Guano de Isla en el rendimiento de cebolla (*Allium cepa L.*), bajo labranza de conservación. Canaán 2750 msnm. Ayacucho. Tesis Ing. Agrónomo. Ayacucho, Perú. (No publicado).
- DOMÍNGUEZ, T. 1999. Situación actual y perspectivas del riego. México.
- EL CAMPESINO. 1987. Revista de agricultura. Chile.
- EVANS, R. G.; Wu, I.P. and SMAJSTRALA, A. G. 2007. Microirrigation systems. En: Design and operation of farm irrigation systems. 2nd Edition. ASABE. pp 632-683.
- EVETT, S. 1999. Energy and water balances at soil-plant-atmosphere interfaces. pp: A129-A182. In: Sumner, M. (Ed.). Handbook of Soil Science. CRC Press. Boca Raton, USA.
- GUTIERREZ, S. WITMAN, I. 2017. Estiércol de Cuy Tratado con Microorganismos y Guano de Islas en el Rendimiento de cebolla (*Allium cepa L.*) en Lagunilla, 2445msnm. Ayacucho. Tesis Ing. Agrónomo. Ayacucho, Perú.
- FAO. 2006. Evapotranspiración del cultivo. Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos. FAO: Riego y drenaje N. ° 56. Roma, FAO.
- FERRAND, L. J. 1975. Horticultura. Editorial Salvat S.A. Barcelona – España.
- GORDON, R. 1992. Horticultura A.G.T. Editor S.A. México.
- HAYASHI, Raquel. 2014. Riego Localizado. Facultad de Agronomía – Universidad de la Republica. Uruguay.
- HOFMAN, G.; RHOADES, J. & LETEY, J. 1990. Salinity Management. En Management of farm irrigation systems. Ed.: G. J. Hofman, T.A. Howell y K. H. Solomon. The American Society of Agricultural Engineers, Michigan (EE. UU.).

- HUANCA, M, L. 2008. Abonamiento Inorgánico y Orgánico en el Rendimiento de cebolla (*Allium cepa*. L.) Variedad Roja Arequipeña a 2750 msnm. Canaán. Tesis Ing. Agrónomo. Ayacucho, Perú.
- LECAROS, B. José M. 2011. Seminario Internacional de Riego y Fertirrigación. Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo (USAT). Chiclayo – Perú. 23 y 24 de Junio.
- KAFKAFI, U. & BAR-YOSEF. B. 1980. Trickle irrigation and fertilization of tomatoes in high calcareous soils. *Agron. J.*, 72:893-897.
- LARDIZABAL, R.2007. Manual de producción del cultivo de la cebolla [En línea]. Entrenamiento y Desarrollo de Agricultores – EDA. Honduras.
http://www.fhia.org.hn/downloads/hortalizas_pdfs/cebolla.pdf
- MACHAHUAY, B. 2002. Abonamiento inorgánico y orgánico en el Rendimiento de cebolla (*Allium cepa* L) variedad roja arequipeña en Canaán Ayacucho a 2750 msnm. Tesis Ing. Agrónomo, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Ayacucho – Peru.
- MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO (OPEMAN). Riego por Goteo. 2009. Publicación de ADRA Perú. Editorial Imprenta Unión. Lima – Perú.
- MAROTO, J. V. 1986. Horticultura herbácea especial. 2da Edición. Editorial Mundi - Prensa, Madrid España.
- MATA, V. Horacio; PATISHTAN, P. Juan; VÁZQUEZ, G. Enrique y RAMÍREZ, M. Moisés. 2011. Fertirrigación del cultivo de Cebolla con Riego por Goteo en el Sur de Tamaulipas. Libro Técnico N° 5. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Primera Edición. México D.F.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO. 2016. Sistema integrado de estadística agraria. Boletín Estadístico de Producción Agrícola, Pecuaria y Avícola. Dirección General de Seguimiento y Evaluación de Políticas.
- NATHAN, R. 1997. La fertilización combinada con el riego. Estado de Israel. Ministerio de Agricultura. 59 p.
- PIZARRO, C.; Fernando. 1996. Riegos localizados de alta frecuencia (RLAF) goteo, micro aspersion y exudación. 3ra Edición. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid – España.
- QUEZADA, C.; VIDAL, I.; LEMUS, L.; SÁNCHEZ, H. 2007. Efecto de la fertilización nitrogenada sobre rendimiento y calidad de fruta en frambueso (*Rubus Idaeus* L.) bajo dos programas de fertirrigación. *Revista de la ciencia del suelo y nutrición vegetal* v.8 n.1 Temuco.
- QUISURUCO, G. EDER, G. 2014. Aplicación de la Técnica del Elemento Faltante y Presente en la Cuantificación de la Dosis Optima de N, P, K, en Cebolla (*Allium cepa* L. var. Roja Arequipeña) Canaán 2750msnm, Tesis Ing. Agrónomo. Ayacucho, Perú.
- REVELES, H. Manuel; VELÁSQUEZ, V. Rodolfo; REVELES, T. Luis y CID, R. José. 2012. Guía para la Producción de cebolla en Zacatecas. Folleto

Técnico n° 62. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Zacatecas México.

SANTIBÁÑEZ, F. 1994. Balance hídrico y demandas de riego. Pp: V1-V22. En: II Curso Interamericano Diseño de Proyectos de Riego y Drenaje. Universidad de Chile. Santiago, Chile.

SANTOS, P. Luis; JUAN, V. José A.; TARJUELO, M. José; PICORNELL, B. María R. 2010. El Riego y sus Tecnologías. 1ra Edición. Editorial Europa Americana. Universidad de Castilla – La Mancha. España.

TAMARO, D. 1960. Horticultura. 5ta Edición. Editorial Gustavo Gil. S.A. Barcelona -España.

YUSTE, P. 1998. Biblioteca de la Agricultura. 2da Edic. Edit. IDEA BOOKS S.A. Barcelona – España.

ANEXOS

Anexo 01: Cronograma de actividades realizadas en la conducción del experimento bajo el sistema por goteo de ambos distanciamientos de emisores, en el cultivo de cebolla de la variedad Roja Arequipeña.

Fecha	Labor Realizada
27/06/18	Muestreo y análisis de Suelo
28/06/18	Preparación de almaciguera 1*10 metros, surcado, siembra y tapado de almacigo con rastrojos de kikuyo, riego pesado
06/07/18	Emergencia de los plantines de cebolla
05/08/18	Aradura de capa arable
07/08/18	Rastra de disco, gradeo
13/08/18	Nivelación y demarcación del terreno y tratamientos
15/08/18	Apertura de surcos y aplicación de gallinaza en los surcos.
21/08/18	Chapodo de los cebollines para el trasplante, instalación de la cinta de goteo marca: SAB, @0.20 cm, Ø 16mm, clase 8mil, Q= 1.5 l/h y la cinta de goteo marca: SAB, @0.30 cm, Ø 16mm, clase 8mil, Q= 1.2 l/h, purga de las cintas y riego pesado.
23/08/18	Trasplante de cebollines y primer riego
25/08/18	Segundo riego
07/09/18	Primer abonamiento NPK + Microelementos; Primera aplicación de fungicida VACOMIL PLUS 50 (Metalaxil + Oxicloruro de cobre) para prevenir el Mildiu (<i>Peronospora destructor</i>), en la etapa de desarrollo foliar, Primer deshierbo manual
22/09/18	Segunda aplicación de fungicida VACOMIL PLUS 50 (Metalaxil + Oxicloruro de cobre), Aplicación de METHOMEX 90 PS (Methomyl) para bajar la población de Trips (<i>Thrips tabaci</i>), Segundo deshierbo manual, Riego
24-26/09/18	Riego
07/10/18	Segundo abonamiento NPK + Microelementos, Tercera aplicación de fungicida VACOMIL PLUS 50 (Metalaxil + Oxicloruro de cobre)
08/10/18	Riego
09/10/18	Tercer deshierbo manual
10/10/18	Riego
12/10/18	Primera aplicación de abono foliar NITROGEL PLUS (Abono líquido) regulador nutricional de la planta, promueve la fotosíntesis, Riego
14-16/10/18	Riego
22/10/18	Tercer abonamiento NPK + Microelementos, Cuarta aplicación de fungicida VACOMIL PLUS 50 (Metalaxil + Oxicloruro de cobre)
24-26/10/18	Riego
27/10/18	Segunda aplicación de abono foliar NITROGEL PLUS
01/11/18	Cuarto abonamiento NK, Riego
03-05/11/18	Riego
06/11/18	Quinta aplicación de fungicida VACOMIL PLUS 50 (Metalaxil + Oxicloruro de cobre)
11/11/18	Tercera aplicación de abono foliar NITROGEL PLUS, Riego
13-15/11/18	Riego
17-19/11/18	Últimos riegos
21/11/18	Cosecha y postcosecha

Anexo 02: Datos meteorológicos para el cálculo del diseño agronómico, para dos distanciamientos de emisores y tres densidades de plantas, Canaán 2750 msnm – Ayacucho.

Estación: INIA	Latitud : 13° 10' 00.06" S	Departamento : AYACUCHO
	Longitud : 74° 12' 22.92" W	Provincia : HUAMANGA
	Altitud : 2756 msnm	Distrito : AYACUCHO

AÑO	2018												TOTAL	MEDIA
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC		
T° Máxima media mensual (°C)	23.30	23.50	22.80	24.10	23.90	24.50	23.90	25.90	26.40	26.30	28.00	26.00		24.88
T° Mínima media mensual (°C)	11.10	10.50	11.50	10.10	9.50	8.30	6.50	8.30	9.70	10.20	9.70	10.70		9.68
T° Media mensual (°C)	17.20	17.00	17.15	17.10	16.70	16.40	15.20	17.10	18.05	18.25	18.85	18.35		17.28
Precipitación (mm)	109.40	125.50	103.70	44.20	15.80	0.00	11.80	9.80	8.40	34.70	26.60	51.40	541.30	

Anexo 03: Procedimiento general para calcular la evapotranspiración del cultivo (ETc), bajo la metodología Penman - Monteich (Modificado por la FAO, 2006), para dos distanciamiento de emisores y tres densidades de plantas en el rendimiento de cebolla, Canaán 2750 msnm – Ayacucho.

DATOS GENERALES :			
Cultivo	=	CEBOLLA	Lugar = C.E. Canaán
Periodo	=	90	Altitud = 2750
Fecha Trasplante	=	23 Agosto.	Latitud = 13°10'0.06"S

DURACIÓN DE LAS FASES			Fecha
Inicial	=	15 días DDT	23/08 - 07/09
Desarrollo del cultivo	=	45 días DDT	07/09 - 22/10
Mediados del cultivo	=	60 días DDT	22/10 - 01/11
Finales del cultivo	=	75 días DDT	01/11 - 23/11
Total	=	90 días	

Kc - fase inicial		
Kc inicial	=	0.70 (Fuente: Kc (FAO-2006))

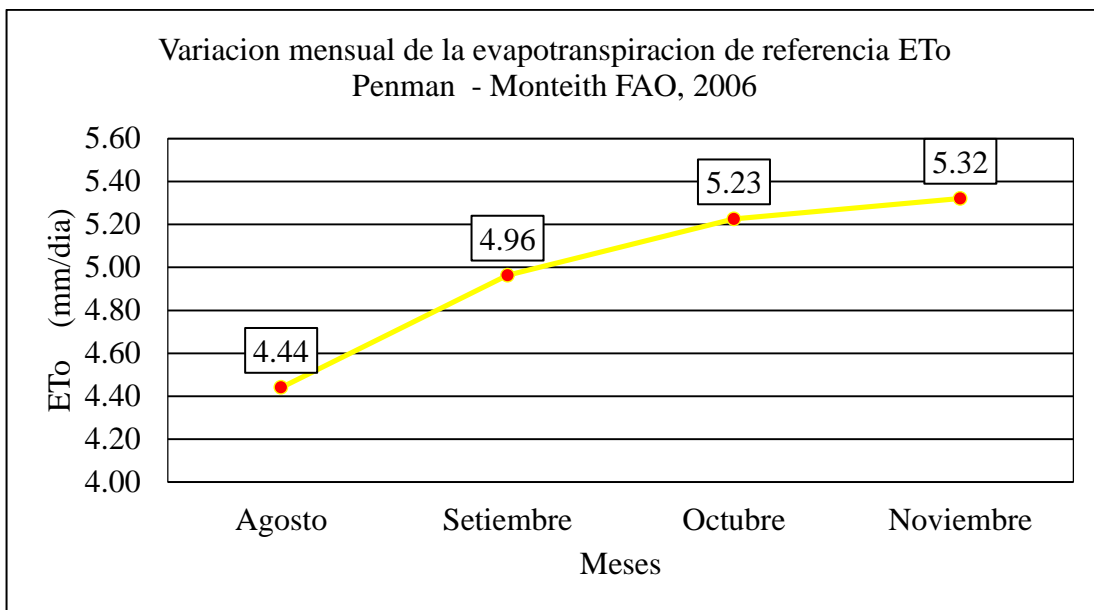
K/c - mediad.		
Kc mediados	=	1.05 (Fuente: Kc (FAO-2006))

Kc - final periodo		
Kc final	=	0.75 (Fuente: Kc (FAO-2006))

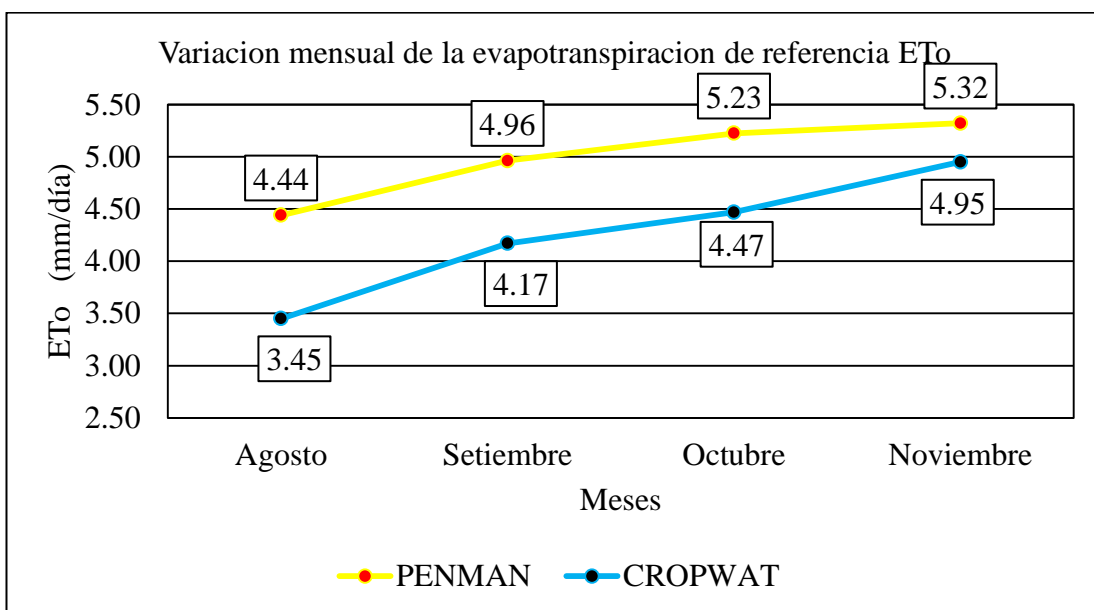
MES	N° Días	T° media	HR media	Vm	Vm	Nubosidad
		(°C)	(%)	(m/s)	(km/día)	
AGO	31	17.10	64.50	1.80	155.52	2.00
SET	30	18.05	68.10	2.10	181.44	3.00
OCT	31	18.25	71.00	2.30	198.72	4.00
NOV	30	18.85	75.30	2.40	207.36	4.00

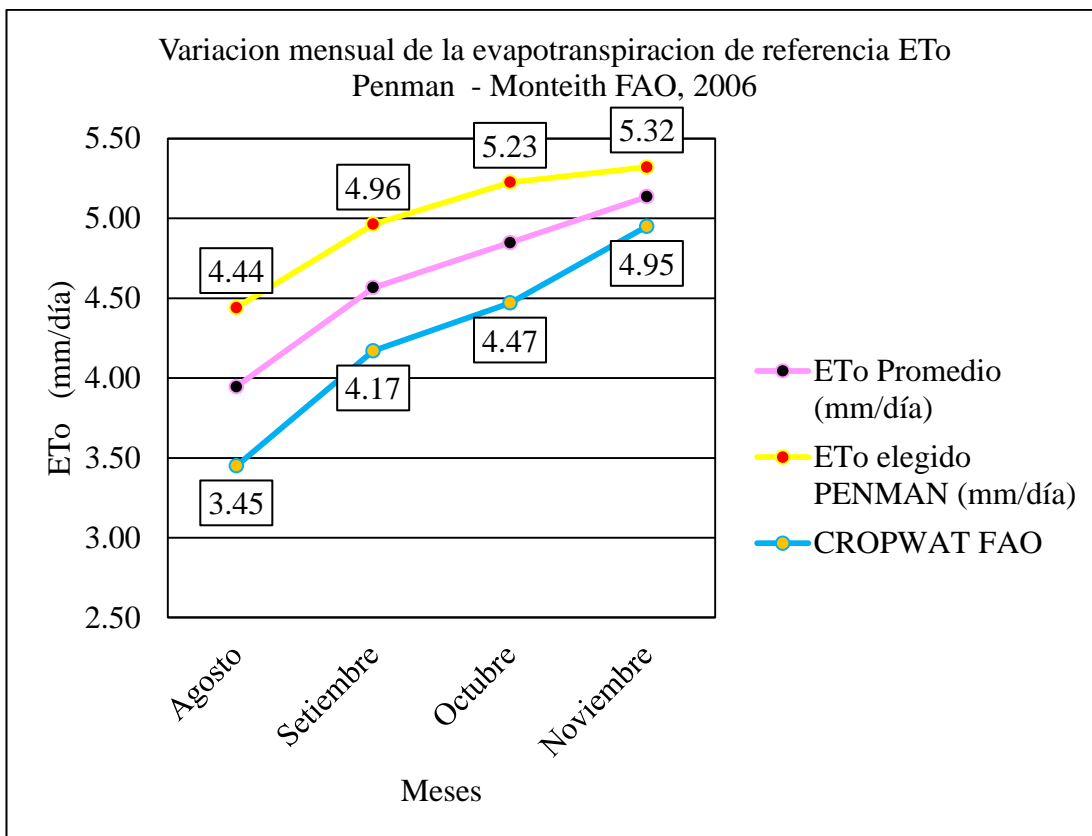
Anexo 04: Procedimiento general para calcular la evapotranspiración de referencia (ET_o), bajo la metodología Penman - Monteith (Modificado por la FAO, 2006), para dos distanciamientos de emisores y tres densidades de plantas en el rendimiento de cebolla, Canaán 2750 msnm – Ayacucho.

MES	D (Días)	Tm (°C)	W	ed (mbar)	ea (mbar)	f (z)	U (km/día)	U2 (km/día)	f (u)	Ra (mm/día)	n/N	Rs (mm/día)	Rns (mm/día)	f (T)	f (ed)	f (n/N)	Rnl (mm/día)	Rn (mm/día)	c	ET _o (mm/día)
Agosto	31	17.10	0.69	10.97	17.00	1.00	155.5 2	155.5 2	0.69	13.05	0.75	8.16	6.12	13.70	0.20	0.78	2.14	3.98	1.10	4.44
Setiembre	30	18.05	0.71	12.94	19.00	1.00	181.4 4	181.4 4	0.76	14.60	0.65	8.40	6.30	13.90	0.19	0.69	1.82	4.47	1.10	4.96
Octubre	31	18.25	0.72	14.91	21.00	1.00	198.7 2	198.7 2	0.81	15.80	0.55	8.30	6.22	14.20	0.18	0.60	1.53	4.69	1.10	5.23
NOVIEMBRE	30	18.85	0.72	15.96	21.20	1.00	207.3 6	207.3 6	0.83	16.45	0.55	8.64	6.48	14.20	0.17	0.60	1.45	5.03	1.10	5.32



Mes	Días	PENMAN FAO	CROPWAT FAO	Min	Max	PROM AJUST (mm/día)	PROM (mm/mes)	PROM (mm/día)
Agosto	31	4.44	3.45	3.45	4.44	3.9	122.30	3.95
Setiembre	30	4.96	4.17	4.17	4.96	4.6	137.00	4.57
Octubre	31	5.23	4.47	4.47	5.23	4.8	150.28	4.85
Noviembre	30	5.32	4.95	4.95	5.32	5.1	154.07	5.14





Monthly ETo Penman-Monteith - D:\SEMESTRES\300 par 2015-II\INGENIERIA DE RIEGOS\CROP...

Country: Peru Station: Huamanga
 Altitude: 2761 m. Latitude: 13.09 °S Longitude: 74.13 °W

Month	Min Temp °C	Max Temp °C	Humidity %	Wind km/day	Sun hours	Rad MJ/m ² /day	ETo mm/day
January	9.6	23.5	67	173	6.0	19.6	4.17
February	9.7	23.0	72	173	6.0	19.5	3.97
March	9.4	22.7	73	130	5.4	17.7	3.54
April	8.5	23.6	65	130	6.8	18.2	3.64
May	5.9	23.9	69	130	7.7	17.5	3.35
June	3.8	23.1	63	130	8.0	16.8	3.15
July	4.1	22.8	62	130	7.3	16.3	3.11
August	5.4	23.8	71	173	6.8	17.3	3.45
September	7.6	24.4	62	173	7.4	20.0	4.17
October	8.6	25.1	60	173	6.9	20.5	4.47
November	8.7	26.0	56	173	7.8	22.3	4.95
December	9.3	24.5	64	173	6.4	20.2	4.40
Average	7.5	23.9	65	155	6.9	18.8	3.86

Anexo 05:

Cuadro 1: Cuadro ordenado del longitud de bulbo (cm) categoría primera, para dos distanciamiento de emisores y tres densidades de plantas en el rendimiento de cebolla, Canaán 2750 msnm – Ayacucho.

	T1	T2	T3	T4	T5	T6
e	e ₁			e ₂		
d	d ₁	d ₂	d ₃	d ₁	d ₂	d ₃
I	9.08	7.58	8.10	8.16	8.28	8.35
II	7.75	7.69	7.31	7.54	7.71	7.59
III	8.42	7.64	7.71	7.85	8.00	7.97
Σ	25.25	22.91	23.12	23.55	23.99	23.91
\bar{X}	8.42	7.64	7.71	7.85	8.00	7.97

Cuadro 2: Cuadro ordenado del longitud de bulbo (cm) categoría segunda, para dos distanciamiento de emisores y tres densidades de plantas en el rendimiento de cebolla, Canaán 2750 msnm – Ayacucho.

	T1	T2	T3	T4	T5	T6
e	e ₁			e ₂		
d	d ₁	d ₂	d ₃	d ₁	d ₂	d ₃
I	6.81	7.26	6.61	6.98	7.00	7.25
II	7.09	6.64	6.34	6.94	7.04	6.21
III	6.95	6.95	6.48	6.96	7.02	6.73
Σ	20.85	20.85	19.43	20.89	21.06	20.19
\bar{X}	6.95	6.95	6.48	6.96	7.02	6.73

Cuadro 3: Cuadro ordenado del longitud de bulbo (cm) categoría tercera, para dos distanciamiento de emisores y tres densidades de plantas en el rendimiento de cebolla, Canaán 2750 msnm – Ayacucho.

	T1	T2	T3	T4	T5	T6
e	e ₁			e ₂		
d	d ₁	d ₂	d ₃	d ₁	d ₂	d ₃
I	6.17	5.76	5.67	6.75	6.31	5.69
II	6.00	5.70	5.90	6.02	5.30	5.88
III	6.09	5.73	5.79	6.38	5.81	5.79
Σ	18.26	17.19	17.36	19.15	17.42	17.36
\bar{X}	6.09	5.73	5.79	6.38	5.81	5.79

Cuadro 4: Cuadro ordenado de diámetro ecuatorial de bulbo (cm) categoría primera, para dos distanciamiento de emisores y tres densidades de plantas en el rendimiento de cebolla, Canaán 2750 msnm – Ayacucho.

	T1	T2	T3	T4	T5	T6
e	e ₁			e ₂		
d	d ₁	d ₂	d ₃	d ₁	d ₂	d ₃
I	7.42	7.53	7.54	7.27	7.67	7.61
II	7.38	7.36	7.55	6.87	7.14	7.62
III	7.42	7.53	7.54	7.27	7.67	7.61
Σ	22.22	22.42	22.63	21.41	22.48	22.85
X̄	7.41	7.47	7.54	7.14	7.49	7.62

Cuadro 5: Cuadro ordenado de diámetro ecuatorial de bulbo (cm) categoría segunda, para dos distanciamiento de emisores y tres densidades de plantas en el rendimiento de cebolla, Canaán 2750 msnm – Ayacucho.

	T1	T2	T3	T4	T5	T6
e	e ₁			e ₂		
d	d ₁	d ₂	d ₃	d ₁	d ₂	d ₃
I	5.25	5.23	5.35	5.20	5.46	5.27
II	5.20	5.47	5.26	5.52	5.30	5.61
III	5.20	5.47	5.56	5.52	5.30	5.61
Σ	15.66	16.17	16.17	16.24	16.05	16.49
X̄	5.22	5.39	5.39	5.41	5.35	5.50

Cuadro 6: Cuadro ordenado de diámetro ecuatorial de bulbo (cm) categoría tercera, para dos distanciamiento de emisores y tres densidades de plantas en el rendimiento de cebolla, Canaán 2750 msnm – Ayacucho.

	T1	T2	T3	T4	T5	T6
e	e ₁			e ₂		
d	d ₁	d ₂	d ₃	d ₁	d ₂	d ₃
I	3.64	3.86	3.96	3.97	3.93	4.01
II	3.80	4.02	4.16	4.08	3.90	4.32
III	3.80	4.02	4.16	4.08	3.90	4.32
Σ	11.24	11.90	12.28	12.12	11.73	12.65
X̄	3.75	3.97	4.09	4.04	3.91	4.22

Cuadro 7: Cuadro ordenado de peso de bulbo (gr) categoría primera, para dos distanciamiento de emisores y tres densidades de plantas en el rendimiento de cebolla, Canaán 2750 msnm – Ayacucho.

	T1	T2	T3	T4	T5	T6
e	e ₁			e ₂		
d	d ₁	d ₂	d ₃	d ₁	d ₂	d ₃
I	179	176	199	164	189	171
II	192	165	160	165	158	168
III	179	176	199	164	189	171
Σ	550	516	558	492	536	509
X̄	183	172	186	164	179	170

Cuadro 8: Cuadro ordenado de peso de bulbo (gr) categoría segunda, para dos distanciamiento de emisores y tres densidades de plantas en el rendimiento de cebolla, Canaán 2750 msnm – Ayacucho.

	T1	T2	T3	T4	T5	T6
e	e ₁			e ₂		
d	d ₁	d ₂	d ₃	d ₁	d ₂	d ₃
I	98	92	101	96	104	105
II	94	98	102	96	102	109
III	94	98	101	96	102	109
Σ	285	287	304	288	307	322
X̄	95	96	101	96	102	107

Cuadro 9: Cuadro ordenado de peso de bulbo (gr) categoría tercera, para dos distanciamiento de emisores y tres densidades de plantas en el rendimiento de cebolla, Canaán 2750 msnm – Ayacucho.

	T1	T2	T3	T4	T5	T6
e	e ₁			e ₂		
d	d ₁	d ₂	d ₃	d ₁	d ₂	d ₃
I	46	52	46	62	50	46
II	52	48	47	45	43	55
III	52	48	47	45	43	55
Σ	149	147	140	151	136	155
X̄	50	49	47	50	45	52

Cuadro 10: Cuadro ordenado de rendimiento total de bulbo de cebolla ($t\cdot ha^{-1}$), para dos distanciamiento de emisores y tres densidades de plantas, Canaán 2750 msnm – Ayacucho.

	T1	T2	T3	T4	T5	T6
e	e ₁			e ₂		
d	d ₁	d ₂	d ₃	d ₁	d ₂	d ₃
I	49.58	46.17	37.58	48.58	43.58	34.83
II	46.17	48.00	38.50	43.67	36.92	35.25
III	47.88	47.08	38.04	46.13	40.25	35.04
Σ	143.63	141.25	114.13	138.38	120.75	105.13
X̄	47.88	47.08	38.04	46.13	40.25	35.04

Cuadro 11: Cuadro ordenado de rendimiento de bulbo de cebolla categoría primera ($t\cdot ha^{-1}$), para dos distanciamiento de emisores y tres densidades de plantas, Canaán 2750 msnm – Ayacucho.

	T1	T2	T3	T4	T5	T6
e	e ₁			e ₂		
d	d ₁	d ₂	d ₃	d ₁	d ₂	d ₃
I	31.08	32.08	22.83	21.50	21.92	20.42
II	20.92	29.83	28.00	22.83	18.33	17.92
III	26.00	30.96	25.42	22.17	20.13	19.17
Σ	78.00	92.88	76.25	66.50	60.38	57.50
X̄	26.00	30.96	25.42	22.17	20.13	19.17

Cuadro 12: Cuadro ordenado de rendimiento de bulbo de cebolla categoría segunda ($t\cdot ha^{-1}$), para dos distanciamiento de emisores y tres densidades de plantas, Canaán 2750 msnm – Ayacucho.

	T1	T2	T3	T4	T5	T6
e	e ₁			e ₂		
d	d ₁	d ₂	d ₃	d ₁	d ₂	d ₃
I	23.08	7.75	12.50	15.25	15.25	8.50
II	16.08	14.67	6.25	16.42	14.42	12.75
III	19.58	11.21	9.38	15.83	14.83	10.63
Σ	58.75	33.63	28.13	47.50	44.50	31.88
X̄	19.58	11.21	9.38	15.83	14.83	10.63

Anexo 06:

Cuadro 1: Costos de producción del cultivo de cebolla para el T₁ (e₁: 20 cm entre emisor – d₁: 500,000 plantas.ha⁻¹) y T₄ (e₁: 30 cm entre emisor – d₁: 500,000 plantas.ha⁻¹) para dos distanciamiento de emisores y tres densidades de plantas en el rendimiento de cebolla, Canaán 2750 msnm – Ayacucho.

Actividad	Unidad de medida	Nº e unidad	Valor unitario (S/.)	Costo total (S/.)
I.- COSTOS DIRECTOS				
A. GASTOS DE CULTIVO				
1. Mano de Obra:				
1.1 Alcámigo				
- Preparación de camas	Jor.	6	40.00	240.00
- Siembra y manejo	Jor.	6	40.00	240.00
1.2 Transplante				
- Eliminación y quema de rastrojos	Jor.	4	40.00	160.00
- Arreglo de camas	Jor.	3	40.00	120.00
- Marcado de camas	Jor.	3	40.00	120.00
- Marquera	Jor.	20	40.00	800.00
- Sacado de plántulas	Jor.	5	40.00	200.00
- Transplante	Jor.	60	40.00	2,400.00
1.3 Abonamiento				
- Incorporación de materia orgánica	Jor.	6	40.00	240.00
- 1er., 2do., 3ro., y 4to. Abonamiento	Jor.	10	40.00	400.00
1.4 Labores Culturales				
- Recalce	Jor.	2	40.00	80.00
- 1er, 2do., y 3ro deshierbo	Jor.	25	40.00	1,000.00
- Estirado de cintas de riego	Jor.	4	40.00	160.00
- Regador	Jor.	42	5.00	210.00
1.5 Control Fitosanitario				
- Aplicación pesticidas	Jor.	14	40.00	560.00
1.6 Cosecha				
- Arranque y recolección	Jor.	20	40.00	800.00
- Clasificación y encostado	Jor.	15	40.00	600.00
- Carguío y guardianía	Jor.	5	40.00	200.00
SUB-TOTAL DE MANO DE OBRA				8,530.00
2. Maquinaria Agrícola:				
2.1 Aradura	H/M	4	76.00	304.00
2.2 Rastra	H/M	2	76.00	152.00
SUB-TOTAL DE MAQUINARIA AGRÍCOLA				456.00

3. Insumos:				
3.1 Semilla	Kg.	2.16	160.00	345.60
3.2 Fertilizantes (100-20-50)				
- Urea	Kg.	217	1.80	390.60
- Fosfato Di Amónico	Kg.	44	2.04	89.76
- Sulfato de potasio	Kg.	100	2.50	250.00
- Complex microelementos	Kg.	5	3.00	15.00
3.3 Gallinaza	Kg.	10,000	0.50	5,000.00
3.4 Pesticidas				
- Metalaxil + Oxicloruro de cobre	Kg.	5	90.00	450.00
- Methomyl	Kg.	1	100.00	100.00
- Nitroge plus	Lt.	6	30.00	180.00
- Polyether - polymethylsiloxane	Lt.	0.5	85.00	42.50
3.4 Otros				
- Cinta de riego (*)	Rollos	9	161.25	1,451.25
- Pago de agua (**)	Mes	3	50.00	150.00
SUB-TOTAL DE INSUMOS				8,464.71
B. GASTOS GENERALES				
1. Imprevistos (10% gastos de cultivo)				1,745.07
SUB-TOTAL DE GASTOS GENERALES				1,745.07
TOTAL DE COSTOS DIRECTOS				19,195.78
II.- COSTOS INDIRECTOS				
A. Costos Financieros (1.92% C.D./mes)				2,579.91
B. Gastos administrativos (8% C.D.)				1,535.66
C. Leyes sociales (22% M.O.)				1,876.60
TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS				5,992.18
III.- COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN				25,187.96
(*) Vida útil de cinta de riego 4 campañas (precio de rollo/4)				
(**) Pago mensual ha-1 periodo vegetativo en meses				

Cuadro 2: Costos de producción del cultivo de cebolla para el T₂ (e₁: 20 cm entre emisor – d₂: 400,000 plantas.ha⁻¹) y T₅ (e₁: 30 cm entre emisor – d₁: 400,000 plantas.ha⁻¹) para dos distanciamiento de emisores y tres densidades de plantas en el rendimiento de cebolla, Canaán 2750 msnm – Ayacucho.

Actividad	Unidad de medida	Nº de unidad	Valor unitario (S/.)	Costo total (S/.)
I.- COSTOS DIRECTOS				
A. GASTOS DE CULTIVO				
1. Mano de Obra:				
1.1 Almacigo				
- Preparación de camas	Jor.	5	40.00	200.00
- Siembra y manejo	Jor.	4	40.00	160.00
1.2 Transplante				
- Eliminación y quema de rastrojos	Jor.	4	40.00	160.00
- Arreglo de camas	Jor.	3	40.00	120.00
- Marcado de camas	Jor.	3	40.00	120.00
- Marquera	Jor.	16	40.00	640.00
- Sacado de plántulas	Jor.	4	40.00	160.00
- Transplante	Jor.	48	40.00	1,920.00
1.3 Abonamiento				
- Incorporación de materia orgánica	Jor.	6	40.00	240.00
- 1er., 2do., 3ro., y 4to. Abonamiento	Jor.	10	40.00	400.00
1.4 Labores Culturales				
- Recalce	Jor.	2	40.00	80.00
- 1er, 2do., y 3ro deshierbo	Jor.	25	40.00	1,000.00
- Estirado de cintas de riego	Jor.	4	40.00	160.00
- Regador	Jor.	42	5.00	210.00
1.5 Control Fitosanitario				
- Aplicación pesticidas	Jor.	14	40.00	560.00
1.6 Cosecha				
- Arranque y recolección	Jor.	17	40.00	680.00
- Clasificación y amarrado	Jor.	12	40.00	480.00
- Carguío	Jor.	5	40.00	200.00
SUB-TOTAL DE MANO DE OBRA				7,490.00
2. Maquinaria Agrícola:				
2.1 Aradura	H/M	4	76.00	304.00
2.2 Rastra	H/M	2	76.00	152.00


SUB-TOTAL DE MAQUINARIA AGRÍCOLA				456.00
3. Insumos:				
3.1 Semilla	Kg.	1.73	160.00	276.48
3.2 Fertilizantes (100-20-50)				
- Urea	Kg.	217	1.80	390.60
- Fosfato Di Amónico	Kg.	44	2.04	89.76
- Sulfato de potasio	Kg.	100	2.50	250.00
- Complex microelementos	Kg.	5	3.00	15.00
3.3 Gallinaza	Kg.	10,000	0.50	5,000.00
3.4 Pesticidas				
- Metalaxil + Oxicloruro de cobre	Kg.	5	90.00	450.00
- Methomyl	Kg.	1	100.00	100.00
- Nitrogel plus	Lt.	6	30.00	180.00
- Polyether - polymethylsiloxane	Lt.	0.5	85.00	42.50
3.4 Otros				
- Cinta de riego (*)	Rollos	9	161.25	1,451.25
- Pago de agua (**)	Mes	3	50.00	150.00
SUB-TOTAL DE INSUMOS				8,395.59
B. GASTOS GENERALES				
1. Imprevistos (10% gastos de cultivo)				1,610.96
SUB-TOTAL DE GASTOS GENERALES				1,610.96
TOTAL DE COSTOS DIRECTOS				17,975.75
II.- COSTOS INDIRECTOS				
A. Costos Financieros (1.92% C.D./mes)				2,415.94
B. Gastos administrativos (8% C.D.)				1,438.06
C. Leyes sociales (22% M.O.)				1,647.80
TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS				5,501.80
III.- COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN				23,477.55
(*) Vida útil de cinta de riego 4 campañas (precio de rollo/4)				
(**) Pago mensual ha-1 periodo vegetativo en meses				

Cuadro 3: Costos de producción del cultivo de cebolla para el T₃ (e₁: 20 cm entre emisor – d₃: 333,333 plantas.ha⁻¹) y T₆ (e₁: 30 cm entre emisor – d₁: 333,333 plantas.ha⁻¹) para dos distanciamiento de emisores y tres densidades de plantas en el rendimiento de cebolla, Canaán 2750 msnm – Ayacucho.

Actividad	Unidad de medida	Nº de unidad	Valor unitario (S/.)	Costo total (S/.)
I.- COSTOS DIRECTOS				
A. GASTOS DE CULTIVO				
1. Mano de Obra:				
1.1 Almacigo				
- Preparación de camas	Jor.	4	40.00	160.00
- Siembra y manejo	Jor.	4	40.00	160.00
1.2 Transplante				
- Eliminación y quema de rastrojos	Jor.	4	40.00	160.00
- Arreglo de camas	Jor.	3	40.00	120.00
- Marcado de camas	Jor.	3	40.00	120.00
- Marquera	Jor.	12	40.00	480.00
- Sacado de plántulas	Jor.	3	40.00	120.00
- Transplante	Jor.	40	40.00	1,600.00
1.3 Abonamiento				
- Incorporación de materia orgánica	Jor.	6	40.00	240.00
- 1er., 2do., 3ro., y 4to. Abonamiento	Jor.	10	40.00	400.00
1.4 Labores Culturales				
- Recalce	Jor.	2	40.00	80.00
- 1er, 2do., y 3ro deshierbo	Jor.	25	40.00	1,000.00
- Estirado de cintas de riego	Jor.	4	40.00	160.00
- Regador	Jor.	42	5.00	210.00
1.5 Control Fitosanitario				
- Aplicación pesticidas	Jor.	14	40.00	560.00
1.6 Cosecha				
- Arranque y recolección	Jor.	15	40.00	600.00
- Clasificación y amarrado	Jor.	10	40.00	400.00
- Carguío	Jor.	5	40.00	200.00
SUB-TOTAL DE MANO DE OBRA				6,770.00
2. Maquinaria Agrícola:				
2.1 Aradura	H/M	4	76.00	304.00
2.2 Rastra	H/M	2	76.00	152.00

SUB-TOTAL DE MAQUINARIA AGRÍCOLA				456.00
3. Insumos:				
3.1 Semilla	Kg.	1.44	160.00	230.40
3.2 Fertilizantes (100-20-50)				
- Urea	Kg.	217	1.80	390.60
- Fosfato Di Amónico	Kg.	44	2.04	89.76
- Sulfato de potasio	Kg.	100	2.50	250.00
- Complex microelementos	Kg.	5	3.00	15.00
3.3 Gallinaza	Kg.	10,000	0.50	5,000.00
3.4 Pesticidas				
- Metalaxil + Oxicloruro de cobre	Kg.	5	90.00	450.00
- Methomyl	Kg.	1	100.00	100.00
- Nitrogel plus	Lt.	6	30.00	180.00
- Polyether - polymethylsiloxane	Lt.	0.5	85.00	42.50
3.4 Otros				
- Cinta de riego (*)	Rollos	9	161.25	1,451.25
- Pago de agua (**)	Mes	3	50.00	150.00
SUB-TOTAL DE INSUMOS				8,349.51
B. GASTOS GENERALES				
1. Imprevistos (10% gastos de cultivo)				1,557.55
SUB-TOTAL DE GASTOS GENERALES				1,557.55
TOTAL DE COSTOS DIRECTOS				17133.06
II.- COSTOS INDIRECTOS				
A. Costos Financieros (1.92% C.D./mes)				2,302.68
B. Gastos administrativos (8% C.D.)				1,370.64
C. Leyes sociales (22% M.O.)				1,489.40
TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS				5,173.10
III.- COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN				22,295.79
(*) Vida útil de cinta de riego 4 campañas (precio de rollo/4)				
(**) Pago mensual ha-1 periodo vegetativo en meses				

Anexo 07: Análisis de caracterización del suelo (original).




UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA
 FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
 PROGRAMA DE INVESTIGACION EN PASTOS Y GANADERIA
LABORATORIO DE SUELOS Y ANALISIS FOLIAR
 Jr. Abraham Valdelomar N° 249 – Telf. 315936 RPM # 966942996
 Ayacucho – Perú
 “Año del Dialogo y la Reconciliación Nacional”

Región : Ayacucho HR. 00124
 Provincia : Huamanga
 Distrito : Andrés A. Cáceres D.
 Localidad : C. E. Canaán Bajo
 Proyecto : Tesis
 Solicitante : Sr. Bañico Huamán, Jhonatan Francisco

ANALISIS DE CARACTERIZACION

Muestra	Análisis mecánico (%)			Clase Textural	pH (H ₂ O) 1:2.5	C. E. (dS/m.) 1:1	CaCO ₃ (%)	M.O (%)	Nt (%)	Elementos Disp. (ppm)		Cationes cambiables (Cmol(+) / Kg)						C. I. C. (Cmol(+) / Kg)
	Arena	Limo	Arcilla							P	K	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ³⁺	H ⁺	
01	46.9	29.3	23.8	Fr	8.23	2.178	0.5	1.51	0.07	16.5	212.4	6.64	2.56	1.07	0.93	0.0	0.0	16.8

Ayacucho, 27 de Junio del 2018.

LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS
 PLANTA, AGUAS Y FERTILIZANTES
 RESPONSABLE

 Juan B. Girón Molina
 C.I.P. 77120

Ao: Arenoso; AoFr: Arena franca; FrAo: Franco arenosos; Fr: Franco; FrL: Franco limoso; L: Limoso; FrArAo: Franco arcillo arenoso; FrAr: Franco arcilloso; FrAr: Franco arcillosos; FrArL: Franco arcillo limoso; ArAo: Arcillo arenoso; ArL: Arcillo limoso; Ar: Arcilloso

Anexo 08: Tabla 3.22. Rentabilidad económica para el cultivo de cebolla en atados

Tratamiento	Descripción	Rdto total	Rdto Primera	Rdto Segunda	Rdto Tercera	Costo primera	Costo segunda	Costo tercera	Valor bruto de la producción	Costo total de la producción	Utilidad bruta de la producción	Utilidad neta estimada	Índice de rentabilidad
		atados.ha ⁻¹	atados.ha ⁻¹	atados.ha ⁻¹	atados.ha ⁻¹	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.	%
T ₁	20 cm entre emisor con 500 000 plantas.ha ⁻¹	54,166	20,833	20,833	12,500	2.20	1.50	1.00	89,583.33	22,996.85	66,586.49	62,107.32	270.07
T ₄	30 cm entre emisor con 500 000 plantas.ha ⁻¹	52,084	18,750	16,667	16,667	2.00	1.50	1.00	79,166.67	22,904.94	56,261.72	52,303.39	228.35
T ₂	20 cm entre emisor con 400 000 plantas.ha ⁻¹	43,750	25,000	12,500	6,250	2.00	1.50	1.00	75,000.00	22,904.51	52,095.49	48,345.49	211.07
T ₅	30 cm entre emisor con 400 000 plantas.ha ⁻¹	41,667	16,667	16,667	8,333	2.00	1.50	1.00	66,666.67	22,842.96	43,823.71	40,490.37	177.26
T ₆	30 cm entre emisor con 333 333 plantas.ha ⁻¹	41,667	16,667	16,667	8,333	2.00	1.50	1.00	66,666.67	22,842.96	43,823.71	40,490.37	177.26
T ₃	20 cm entre emisor con 333 333 plantas.ha ⁻¹	39,583	20,833	12,500	6,250	2.00	1.50	1.00	66,666.67	22,996.85	43,669.82	40,336.49	175.40

Anexo 09: Panel fotográfico durante la conducción del cultivo.

1. Siembra de cama de almacigo de cebolla Roja Arequipeña en el C.E. Canaán – Ayacucho.



2. Cama de almacigo listo para trasplante.



3. Aradura y rastra de la parcela experimental.



4. Cebollines cortados y lista para su trasplante



5. Transplante de cebollines



6. Evaluación junto al Ing. Rolando Bautista Gómez.



7. Vista del cultivo de Cebolla Roja Arequipeña, en la etapa de establecimiento.



8. Vista del cultivo de Cebolla Roja Arequipeña, en la etapa de desarrollo foliar.



9. Vista del cultivo de Cebolla Roja Arequipeña, en la etapa de inicio de llenado de bulbo.



10. Vista del cultivo de Cebolla Roja Arequipeña, en la etapa de llenado de bulbo.



11. Vista del cultivo de Cebolla Roja Arequipeña, en la etapa de llenado de bulbo.



12. Deshierbo manual del cultivo de cebolla.



13. *Mildiu (Peronospora destructor)* en cultivo de cebolla.



14. *Trips (Frankliniella trips)* en cultivo de cebolla.



15. *Enfermedad bacteriana encontrada en cultivo de cebolla.*



16. *Aplicación de pesticidas con equipo para protección de usos de agroquímicos.*



17. *Cosecha y evaluación biométrica junto al asesor Ing. Rolando Bautista Gómez.*



18. Cosecha y evaluación biométricas.



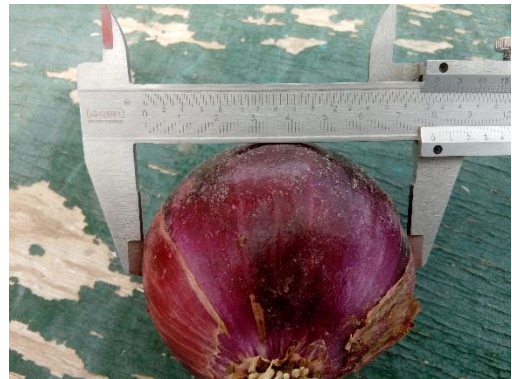
19. Cosecha y evaluación biométricas.



20. Evaluación de la longitud de bulbo de cebolla



22. Evaluación del diámetro ecuatorial de bulbo de cebolla



23. Evaluación del peso de bulbo.



24. Evaluación del peso de bulbo de categoría primera.



25. Categoría de cebolla primera, segunda y tercera.



26. Evaluación de la longitud de raíz.



27. Evaluación del bulbo húmedo del goteo (profundidad y radio).



28. Evaluación del bulbo húmedo continuo del goteo para los distanciamientos de emisores.



29. Medición de pH y CE del agua del C.E. Canaán - Ayacucho



30. Vista del reservorio del C.E. Canaán - Ayacucho.



Anexo 10:

Especificaciones técnicas de la cinta de goteo espaciado a 20 cm.



ASAB	
<u>MA.GO. Ø16mm</u>	
Spessore / Thickness	8 MIL 0,200µm
Spaziatura / Spacing	20cm
Portata / Flow Rate	1,5l/h
Codice - Code: 33160820100S	
Lunghezza / Length	100m
	Filtrazione richiesta - Filtration required 150 mesh - 100µ

Especificaciones técnicas de la cinta de goteo espaciado a 30 cm.



ASAB	
<u>MA.GO. Ø16mm</u>	
Spessore / Thickness	8 MIL 0,200µm
Spaziatura / Spacing	30cm
Portata / Flow Rate	1,2l/h
Codice - Code: 33160820100S	
Lunghezza / Length	100m
	Filtrazione richiesta - Filtration required 150 mesh - 100µ

Anexo 11:

Datos de radio y profundidad en la evaluación del bulbo húmedo – riego por goteo para e₁ 20 cm entre emisor.

RADIO	PROFUNDIDAD		
cm	cm		
	15 min	30 min	45 min
0	9.00	13.90	26.00
1	9.00	13.80	25.90
2	8.80	13.60	25.80
3	8.50	13.30	25.50
4	8.00	12.90	25.10
5	7.20	12.50	24.80
6	6.50	12.00	24.00
7	5.50	11.30	23.00
8	4.00	10.20	22.50
9	0.00	8.00	22.00
10		5.00	21.00
11		0.00	19.00
12			16.00
13			12.00
14			8.00
15			0.00

Datos de radio y profundidad en la evaluación del bulbo húmedo – riego por goteo para e_2 30 cm entre emisor.

RADIO	PROFUNDIDAD		
cm	cm		
	15 min	30 min	1 hr 15 min
0	10	14	25
1	9.9	13.9	24.8
2	9.7	13.6	24.6
3	9.4	13.2	24.4
4	9	13	24.2
5	8.4	12.7	24
6	7	12	23.7
7	5	11	23.4
8	0	9	22.5
9		7	21.5
10		0	21
11			20
12			19
13			17.5
14			15
15			12
16			8.5
17			4
17.5			0

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE TESIS

El presidente de la comisión de docentes instructores responsables de operativizar, verificar, garantizar y controlar la originalidad de los trabajos de tesis de la Facultad de Ciencias Agrarias, deja constancia que el trabajo de tesis titulado;

“Distanciamiento de emisores en laterales de riego por goteo y densidad de plantas en el rendimiento de cebolla (*Allium cepa* L.), Canaán 2750 msnm-Ayacucho”

Autor : Jhonatan Fransisco Bañico Huamán

Asesor : Rolando Bautista Gómez

Ha sido sometido al análisis del sistema antiplagio TURNITIN concluyendo que presenta un porcentaje de 17 % de similitud.

Por lo que, de acuerdo al porcentaje establecido en el Artículo 13 del Reglamento de originalidad de trabajos de investigación de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, es procedente otorgar la Constancia de Originalidad.

Ayacucho, 05 de agosto de 2021



Ing. WALTER AUGUSTO MATEU MATEO
Presidente de comisión

Distanciamiento de emisores en laterales de riego por goteo y densidad de plantas en el rendimiento de cebolla (*Allium cepa* L.), Canaán 2750 msnm- Ayacucho

por Jhonatan Fransisco Bañico Huaman

Fecha de entrega: 05-ago-2021 11:49p.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 1628306249

Nombre del archivo: 25-06-2021_TESIS_SUSTENTADO_CORREGIDO_1.pdf (1.23M)

Total de palabras: 28596

Total de caracteres: 130633

Distanciamiento de emisores en laterales de riego por goteo y densidad de plantas en el rendimiento de cebolla (*Allium cepa* L.), Canaán 2750 msnm-Ayacucho

INFORME DE ORIGINALIDAD

17%

INDICE DE SIMILITUD

16%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

4%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	docplayer.es Fuente de Internet	3%
2	repositorio.unsch.edu.pe Fuente de Internet	2%
3	1library.co Fuente de Internet	2%
4	repositorio.lamolina.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	repositorio.unsa.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	Submitted to Universidad Catolica Los Angeles de Chimbote Trabajo del estudiante	1%
7	seminsa.es Fuente de Internet	1%
8	qdoc.tips Fuente de Internet	1%

9	repositorio.unheval.edu.pe Fuente de Internet	1 %
10	repositorio.unsaac.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
11	purl.utwente.nl Fuente de Internet	<1 %
12	idoc.pub Fuente de Internet	<1 %
13	www.unsch.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
14	repositorio.utea.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
15	sistemaderiegoporgoteoplasmasderabano.blogspot.com Fuente de Internet	<1 %
16	www.observatorioagro.gob.bo Fuente de Internet	<1 %
17	documents.mx Fuente de Internet	<1 %
18	www.monografias.com Fuente de Internet	<1 %
19	www.coursehero.com Fuente de Internet	<1 %
20	repositorio.unasam.edu.pe Fuente de Internet	<1 %

21 doku.pub <1 %
Fuente de Internet

22 es.scribd.com <1 %
Fuente de Internet

23 repositorio.unjbg.edu.pe <1 %
Fuente de Internet

24 alicia.concytec.gob.pe <1 %
Fuente de Internet

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 30 words

Excluir bibliografía

Apagado