

UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMIA



RESPUESTAS DEL CULTIVO DE CEBOLLA (*Allium cepa* L.) A TRES FRECUENCIAS DE RIEGO LOCALIZADO EN CONDICIONES DEL CENTRO AGRONÓMICO K'AYRA – SAN JERÓNIMO – CUSCO.

Tesis presentada por la Bachiller en Ciencias Agrarias:

SIVINCHA AGÜERO EUDIZ

Para optar al título profesional de INGENIERO AGRÓNOMO.

Asesor : Dr. CARLOS JESÚS BACA GARCÍA

KAYRA – CUSCO

PERU - 2022

INFORME DE ORIGINALIDAD

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

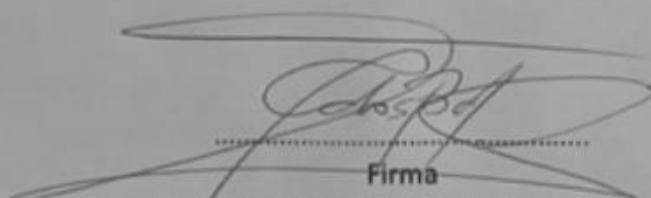
El que suscribe, asesor del trabajo de investigación/tesis titulada: RESPUESTAS DEL CULTIVO DE CEBOLLA (*Allium cepa* L.) A TRES FRECUENCIAS DE RIEGO LOCALIZADO EN CONDICIONES DEL CENTRO AGRONÓMICO KAYRA – SAN JERÓNIMO – CUSCO presentado por: BACHILLER EUDIZ SIVINCHA AGÜERO con Nro. de DNI: 73537194 para optar el título profesional/grado académico de INGENIERO AGRÓNOMO Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por 2 veces, mediante el Software Antiplagio, conforme al Art. 6° del *Reglamento para Uso de Sistema Antiplagio de la UNSAAC* y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de 9%

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

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

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

Cusco, 02 de SEPTIEMBRE de 2022


Firma
Post firma Dr. Carlos Jesús Baca García

Nro. de DNI 23952035

ORCID del Asesor <https://orcid.org/0000-0002-8284-0614>

Se adjunta:

1. Reporte generado por el Sistema Antiplagio.

NOMBRE DEL TRABAJO

24082022 RESPUESTAS DEL CULTIVO D
E CEBOLLA A TRES FRECUENCIAS DE RI
EGO LOCALIZADO EN CONDICIONES DE
L

AUTOR

EUDIZ SIVINCHA AGUERO

RECUENTO DE PALABRAS

27381 Words

RECUENTO DE CARACTERES

128693 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

166 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

15.1MB

FECHA DE ENTREGA

Aug 24, 2022 8:09 AM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Aug 24, 2022 8:17 AM GMT-5**● 9% de similitud general**

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

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

● Excluir del Reporte de Similitud

- Base de datos de Internet
- Coincidencia baja (menos de 11 palabras)
- Material bibliográfico
- Bloques de texto excluidos manualmente

DEDICATORIA

En primer lugar a nuestro Dios por guiarme por buen camino, protegerme y darme toda la fuerza necesaria para seguir adelante, para sonreír a la vida a pesar de los problemas que se presentan y ser cada vez mejor persona.

A mi madre Eulogia Agüero Oblitas, a mi padre Nicolás Sivincha Paucar por darme la vida, por su amor, por un hogar lleno de valores, por el apoyo moral y económico son mi mayor ejemplo y motivación para seguir adelante.

A mis hermanos por sus palabras de motivación durante el transcurso de mi tesis.

A mis amigas, compañeros por el apoyo que me brindaron durante la vida universitaria.

Para mi abuelita Agripina Oblitas Cáceres, sé que, aunque no está presente de cuerpo, siempre estás guiándome y siempre estás en mi corazón.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a la Tricentenaria Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, y a la Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela Profesional de Agronomía que me impartieron en sus aulas todos sus conocimientos, para formarme profesionalmente y por todas las oportunidades incomparables.

Así mismo agradezco a todos los docentes de la Escuela Profesional de Agronomía quienes me brindaron diferentes conocimientos y experiencias para ser un buen profesional.

Al Dr. Carlos Jesús Baca García, por el tiempo dedicado y paciencia durante el desarrollo de este trabajo de investigación.

Finalmente, al grupo de estudios en ingeniería del riego GEIR que contribuyeron en conocimientos y capacitaciones en el área de riego.

CONTENIDO

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO	iii
RESUMEN	x
INTRODUCCION	xii
I. PROBLEMA OBJETO DE INVESTIGACION	1
1.1. Identificación del problema objeto de investigación	1
1.2. Planteamiento del problema	1
II. OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN	2
2.1. Objetivo general.....	2
2.2. Objetivos específicos	2
2.3. Justificación	2
III. HIPOTESIS	3
3.1. Hipótesis general	3
3.2. Hipótesis específicas	3
IV. MARCO TEORICO	4
4.1. Aspectos generales sobre el cultivo de cebolla	4
4.2. Propiedades físicas del suelo relacionado con el riego.....	17
4.3. Riego localizado por goteo.....	23
4.4. Componentes del riego localizado	28

4.5. Necesidades hídricas del cultivo	32
4.6. El coeficiente de uniformidad de riego	43
4.7. Diseño agronómico	46
4.8. PARÁMETROS AGRONÓMICOS DEL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO	55
V. DISEÑO DE LA INVESTIGACION	56
5.1. Tipo de investigación	56
5.2. Antecedentes del campo experimental	58
5.3. Materiales de investigación.....	61
5.4. Metodología	63
5.5. Manejo de la investigación.....	73
VI. RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	102
6.1. Respuestas del cultivo de cebolla a tres frecuencias de riego.....	102
6.2. Demanda hídrica del cultivo de cebolla.....	106
6.3. Coeficiente de uniformidad (%).....	111
6.4. Rendimiento.....	112
VII. CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS	115
7.1. CONCLUSIONES	115
7.2. SUGERENCIAS.....	116
VIII. BIBLIOGRAFIA	117

ANEXOS	124
--------------	-----

Índice de tablas

	Pág.
Tabla 1 Perú: producción de cebolla, por departamento (toneladas).....	16
Tabla 2 Clasificación de la profundidad del suelo.	20
Tabla 3 Coeficientes Kp del Tanque Clase A (suelo con vegetación).....	39
Tabla 4 Coeficientes Kp del Tanque Clase A (suelo desnudo).	40
Tabla 5 Valores recomendados de coeficiente de uniformidad.....	44
Tabla 6 Resultados del análisis de fertilidad.	64
Tabla 7 Resultados del análisis de caracterización.....	65
Tabla 8 Resultados del análisis de humedad, densidad y porosidad del suelo.	65
Tabla 9 Coeficiente del tanque evaporímetro (Kp) para el tanque clase A para diversas localizaciones y ambientes de los tanques y varios valores de velocidad media de viento y de humedad relativa (serie FAO riego y drenaje No. 24)	74
Tabla 10 Planilla de manejo de riego	84
Tabla 11 labores de cultivo	91
Tabla 12 parámetros de riego	100
Tabla 13 Evaluación de altura de planta durante su ciclo fenológico.....	102
Tabla 14 Evaluación de numero de hojas durante su ciclo fenológico.....	103
Tabla 15 datos de CC, Da, PMP	106
Tabla 16 Profundidad de la raíz del cultivo de cebolla	107
Tabla 17 Cálculos de láminas de riegos	109

Tabla 18 Demanda hídrica del cultivo de cebolla para tres frecuencias de riego.....	110
Tabla 19 Coeficiente de uniformidad.....	111
Tabla 20 Peso del cultivo de cebolla en gramos.....	112
Tabla 21 Promedio peso del cultivo de cebolla.....	114
Tabla 22 peso promedio en verde del cultivo de cebolla, en Kg/planta, ton/ha.	114

Índice de gráficos

	Pág.
Gráfico N° 1 Rangos típicos esperados del valor de Kc para las cuatro etapas de crecimiento.....	36
Gráfico N° 2 Curva de KC del cultivo de Cebolla.....	37
Gráfico N° 3 Curva de Kc del cultivo de Cebolla.....	76
Gráfico N° 4 Promedio final de altura de planta de las tres frecuencias de riego. ...	102
Gráfico N° 5 Promedio final de números de hojas de las tres frecuencias de riego.	104
Gráfico N° 6 Promedio final de diámetro de bulbo de las tres frecuencias de riego.	105
Gráfico N° 7 Resultado de la demanda hídrica total del cultivo de cebolla.	110

Índice de fotografías

	Pág.
Fotografía 1:Fuentes de obtención de agua.	29
Fotografía 2:Red matriz y red porta lateral.....	32
Fotografía 3:Campo experimental, parcela C-2.	56
Fotografía 4:Bocatoma número 4.....	63
Fotografía 5:Trazado del campo experimental, parcela C-02.	66
Fotografía 6:Instalación del sistema de riego localizado por goteo.....	67
Fotografía 7:Cabezal de riego.....	68

Fotografía 8:Preparación de terreno.	86
Fotografía 9:Selección de plántulas de cebolla.	86
Fotografía 10:Transplante de plántulas de cebolla a campo definitivo.	87
Fotografía 11:Evaluación del prendimiento de las plántulas de cebolla.	88
Fotografía 12:Aporque del cultivo de cebolla.	88
Fotografía 13:Deshierbe del cultivo de cebolla.	89
Fotografía 14:Fertilización del cultivo de cebolla.	90
Fotografía 15:Hojas dañadas a causa de la granizada.	92
Fotografía 16:Cosecha del cultivo de cebolla peso/parcela.	92
Fotografía 17:Lectura de evaporación del agua.	93
Fotografía 18:Evaluación de la profundidad de raíz del cultivo de cebolla.	94
Fotografía 19:Evaluación de altura de planta del cultivo de cebolla.	95
Fotografía 20:evaluación de numero de hojas del cultivo de cebolla.	95
Fotografía 21:evaluación de diámetro de bulbo del cultivo de cebolla.	96
Fotografía 22:Evaluación de coeficiente de uniformidad.	97
Fotografía 23:Medición de caudal de los emisores seleccionados.	98
Fotografía 24:Cultivo de cebolla.	99
Fotografía 25:Muestreo de suelo.	149
Fotografía 26:Cabecal de riego.	149
Fotografía 27:Incorporación de estiércol vacuno.	150
Fotografía 28:Medición de las parcelas.	150
Fotografía 29:Medición de la presión del agua con el manómetro.	151
Fotografía 30:Lectura de humedad relativa.	151

Fotografía 31: Evaluación de profundidad de raíz después de 15 días de trasplante.	152
Fotografía 32: Evaluación final del cultivo de cebolla.	152
Fotografía 33: Altura de planta.	153
Fotografía 34: Cultivo de cebolla.	153
Fotografía 35: Peso de la planta de cebolla.	154
Fotografía 36: Cosecha de cebolla.	154

Índice de anexos

	Pág.
Anexo 1 Catálogo de riego.	125
Anexo 2 Análisis de suelo.	126
Anexo 3: Evaluación final de altura de planta de las tres frecuencias de riego.	127
Anexo 4: Evaluación final de número de hojas de las tres frecuencias de riego.	129
Anexo 5: Evaluación final de diámetro de bulbo de las tres frecuencias de riego.	131
Anexo 6: Presupuesto para instalación del sistema de riego localizado por goteo.	133
Anexo 7: Planilla de riego para frecuencia de riego diario.	134
Anexo 8 Planilla de riego para frecuencia de riego cada 3 días.	139
Anexo 9 Planilla de riego para frecuencia de riego cada 5 días.	144
Anexo 10: Panel fotográfico	149

RESUMEN

El presente trabajo de investigación denominado “RESPUESTAS DEL CULTIVO DE CEBOLLA (*Allium Cepa L.*) A TRES FRECUENCIAS DE RIEGO LOCALIZADO EN CONDICIONES DEL CENTRO AGRONÓMICO K’AYRA – SAN JERÓNIMO – CUSCO”.

El objetivo principal fue evaluar las respuestas del cultivo de cebolla (*Allium Cepa L. var. ROJA AREQUIPEÑA*) a tres frecuencias de riego localizado en el Centro Agronómico K’ayra – San Jerónimo - Cusco.

El tipo de investigación fue descriptivo, el trabajo de investigación se inició el 17 de septiembre del 2018 y finalizó el 17 de enero del 2019.

Para determinar la demanda hídrica mediante el tanque evaporímetro clase A. se tuvo que tomar en cuenta los valores de la velocidad del viento (m/s), la humedad relativa (%) y la precipitación, estos datos fueron obtenidos de la estación Meteorológica K’ayra, también se utilizó la tabla propuesta por la FAO Boletín 56 para obtener el valor de k_p y realizar los cálculos en la planilla de manejo de riego.

La demanda hídrica obtenidas para frecuencia de riego diaria fue 224.32 mm que equivale en $2243.2 \text{ m}^3/\text{ha}$, para la frecuencia de tres días fue 205.56 mm que equivale en $2055.6 \text{ m}^3/\text{ha}$ y para frecuencia de 5 días fue 172.50 mm que equivale en $1725 \text{ m}^3/\text{ha}$

Para calcular el coeficiente de uniformidad de descarga de los emisores a cada planta de cebolla, se tuvo que realizar la siguiente distribución de los envases el primero al inicio de la línea lateral, 1/3 de la lateral, 2/3 de la lateral y el último al final de la línea lateral, conformado por 16 emisores elegidos, lo cual resultó una uniformidad buena con 92.5%, significa una distribución uniforme.

El mayor rendimiento que se obtuvo fue en la evaluación I con frecuencia de riego diaria obteniendo 90.354 tn/ha, con un promedio del peso de 0.407 kg/planta se puede inferir

que a mayor frecuencia de riego se obtienen mejores resultados en el rendimiento del cultivo de cebolla y en la evaluación III con frecuencia de riego cada 5 días se obtuvo menor rendimiento obteniendo 32.8 tn/ha el promedio del peso de 0.148 Kg/planta.

INTRODUCCION

Los sistemas de riego localizado por goteo, han sido introducidos en el agro peruano con la finalidad de dar el buen uso del agua, debido a las prácticas extensivas de métodos de riego por gravedad que se usan mayores volúmenes de agua, por lo cual este sistema fue adoptado debido a que es muy eficiente, y con este sistema de riego se evita infiltraciones profundas. Así el agua utilizada va directo a la raíz de cada planta para su crecimiento y producción.

En muchos lugares de la región andina no dan el uso adecuado del agua para sus cultivos, lo cual es un problema para los agricultores ya que no hay suficiente agua para muchas hectáreas de terreno, las características del riego localizado por goteo nos brindan ventajas tanto agronómicas como económicas.

El presente trabajo de tesis in titulado “Respuestas del cultivo de cebolla a tres frecuencias de riego localizado en condiciones del centro agronómico K’ayra – San Jerónimo- Cusco”, se plantea con el propósito de dar el uso eficiente del agua para el cultivo de cebolla y obtener mayor rendimiento. El cultivo de la cebolla es una de las hortalizas más importantes, beneficiosas para el consumo humano por poseer propiedades curativas y nutritivas, su sistema radicular es sensible a los cambios de humedad en el suelo, por lo tanto, el rendimiento y la calidad de los bulbos se ven afectados por cambios en la frecuencia de riego.

La autora.

I. PROBLEMA OBJETO DE INVESTIGACION

1.1. Identificación del problema objeto de investigación

En la región del Cusco, como también en otras regiones aledañas del país, se encontró que la mayoría de los agricultores no dan el uso adecuado del agua para el cultivo de cebolla, por lo que un sistema de riego tecnificado ayuda de manera significativa a la producción, rendimiento desarrollo del cultivo.

Debido a la escasez del agua y la necesidad de incrementar el rendimiento del cultivo de cebolla, se considera el riego por goteo una alternativa importante para optimizar el uso de agua en la actividad agrícola en nuestra región.

1.2. Planteamiento del problema

1.2.1. Problema objeto de investigación general

¿Cuál será las respuestas del cultivo de cebolla (*Allium Cepa L.* var. ROJA AREQUIPEÑA) a tres frecuencias de riego localizado en el centro agronómico K'ayra?

1.2.2. Problema de investigación específicos

¿Cuánto será la demanda hídrica del cultivo de cebolla?

¿Cuál será el coeficiente de uniformidad de distribución (CUD) en los emisores a 1 bar de presión?

¿Cuánto será el rendimiento del cultivo de cebolla a tres frecuencias de riego localizado?

II. OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN

2.1. Objetivo general

Evaluar las respuestas del cultivo de cebolla (*Allium cepa* L. var. ROJA AREQUIPEÑA) a tres frecuencias de riego localizado.

2.2. Objetivos específicos

- Determinar la demanda hídrica del cultivo de cebolla (*Allium cepa* L. var. ROJA AREQUIPEÑA) en las tres frecuencias de riego.
- Evaluar el coeficiente de uniformidad de distribución (CUD) en el cultivo de cebolla.
- Determinar el rendimiento del cultivo de cebolla, bajo las 3 frecuencias de riego localizado.

2.3. Justificación

El cultivo de cebolla es una de las hortalizas de consumo humano más antigua, hoy en día se consume en mayor cantidad, para lo cual se necesita aplicar riego tecnificado para obtener mayor rendimiento.

El cálculo de demanda hídrica del cultivo de cebolla con las tres frecuencias de riego planteados, se podrá saber con exactitud el consumo de agua del cultivo de cebolla en su ciclo fenológico, utilizando el método tanque clase A.

La evaluación del coeficiente de uniformidad de distribución, es para saber si está aplicando de manera uniforme el caudal a cada planta.

La evaluación del rendimiento del cultivo de cebolla, nos dará a conocer cuál de los bloques obtendrá el mejor rendimiento en relación a tres frecuencias de riego localizado.

III. HIPOTESIS

3.1. Hipótesis general

Existen diferentes respuestas significativas del cultivo de cebolla (*Allium cepa* L. var. ROJA AREQUIPEÑA) a tres frecuencias de riego localizado en el Centro Agronómico K'ayra.

3.2. Hipótesis específicas

- Cuánto será la demanda hídrica para las tres frecuencias de riego.
- Cuál será el coeficiente de uniformidad de distribución (CUD) en el cultivo de cebolla.
- Cuánto será el rendimiento del cultivo de cebolla como consecuencia de tres frecuencias de riego.

IV. MARCO TEORICO

4.1. Aspectos generales sobre el cultivo de cebolla

4.1.1. Cultivo de cebolla

Moreira A., Y Hurtado G., (2003). Considerada originaria de las regiones áridas de Asia, especialmente Palestina e India, es una de las hortalizas más antiguas que se conocen, tanto que se consumía desde el año 430 antes de cristo.

4.1.2. Clasificación taxonómica.

Cronquist T, A. (1992). Clasifica la cebolla taxonómicamente de la siguiente manera:

Reino.....Vegetal

Sub reino.....Embryobionita

División.....Antophyta

Sub división.....Angiospermae

Clase.....Monocotiledónea

Orden.....Liliflora

Familia.....Alliaceae

Género.....Allium

Especie.....Cepa

Nombre científico.....Allium cepa L.

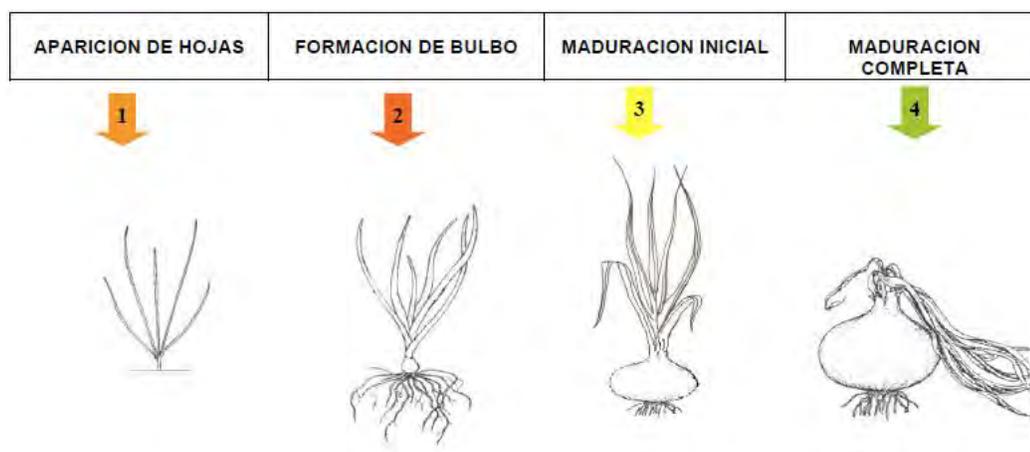
4.1.3. Ciclo vegetativo

Maroto J., 1989 Y Brewster J., (2001). Propone desde el trasplante hasta la cosecha tuvieron una duración de 160 días de diciembre a mayo, presentando los siguientes estados fenológicas: crecimiento de la cuarta hoja, formación de hojas nuevas, aparición

de las hojas sexta y séptima, inicio de formación de bulbo, engrosamiento de bulbo, bulbo formado y caída de cuello o cuellos flácidos.

En el ciclo vegetativo de la cebolla se distinguen cuatro fases:

Figura 1: Secuencia fenológica del cultivo de cebolla.



Fuente: www.senamhi.god.pe 2016

- **Aparición de hojas:** www.senamhi.god.pe, (2016). Declara cuando después del trasplante las plántulas comienzan a desarrollar nuevas hojas tubulares que pueden variar entre 12 a 16 hojas según la variedad.
- **Formación de bulbo:** Comienza cuando cesa la aparición de nuevas hojas y comienza el pico de la reserva en el bulbo, que es el comienzo mismo del engrosamiento de los catafilos.
- **Maduración inicial:** Las hojas comienzan a enrollarse y la planta en general comienza a ponerse amarilla.
- **Maduración completa:** Los bulbos están completamente sin hojas y listos para la venta.

4.1.4. Características botánicas

4.1.4.1 Las raíces

Moreira A., Y Hurtado G., (2003). Detallan que el sistema radicular es muy superficial, hasta 0.45 m de su profundidad, la mayor masa radicular son los primeros 0.30 m; la base del bulbo está formada por una placa de tallo donde se forman raíces adventicias y luego, durante el desarrollo, las raíces de la planta se forman raíces a los lados de la placa basal. Las cebollas tienen raíces fibrosas, el crecimiento de la planta depende del número raíces accesorias formadas.

4.1.4.2 El tallo

Cipriano R. E. G. (2019). Menciona que tiene forma de disco, con entre nudos muy cortos, forma la base del bulbo y esta debajo del suelo. El meristemo apical del que surgen las hojas se encuentra en el centro del disco caulinar.

4.1.4.3 Las hojas

Guenkok, (1974), Mencionado Por Moreira Y Hurtado, (2003). Investigan hojas o pseudotallos que eran tubulares, erectos, semicilíndricos, verdes y en algunos casos cerosos. Después de la aparición de la primera hoja, se desarrollan otras hojas en sucesión de 1 a 10 días; en condiciones favorables puede formar de 15 a 18 hojas, según el cultivo y la época de siembra. Estas hojas se entrelazan entre sí y forman lo que se conoce falso tallo.

4.1.4.4 Bulbos

Cipriano R. E. G. (2019). Indica que se forma a partir del engrosamiento de las hojas basales (catáfilos) que son los lugares de almacenamiento. Pueden tener diferentes

formas (cónica, esféricas, chata, deprimida) y colores (blanco, amarillo, marrón, cobrizo, rojo, violáceo, purpura) según la variedad.

4.1.4.5 Las flores

Cipriano R. E. G. (2019). Reporta en general suelen ser vistosos, de color blanca o lila, recogidos en una inflorescencia en forma de umbela. Son hermafroditas, pero no se autopolinizan porque exhiben propiedades profilácticas, es decir, la liberación de polen antes de que el estigma se vuelva fácilmente polinizable. Esto hace que la polinización cruzada se acerque a 100%. La floración es poco frecuente y puede durar más de dos semanas.

4.1.4.6 El fruto

Cipriano R. E. G. (2019). Considera en ello como una capsula de tres celdas con una o dos semillas por cámara. Semillas pequeñas, negras, lisas cuando maduran y rugosas cuando maduran, debido a la deshidratación. Luego de la cosecha puede presentar dormición por aproximadamente dos semanas.

4.1.5. Requerimientos ambientales

4.1.5.1 Suelo

Salunkhe D., (2004). Afirma Las cebollas prefieren suelos que van desde franco arenoso (textura ligera) hasta franco arcilloso (textura pesada), si el suelo es muy arcilloso y muy denso, pueden dificultar el crecimiento de la raíz inferioridad de esta planta. La materia orgánica abundante, así como un pH entre 6.5 y 6.8 resulto ser una condición necesaria para el crecimiento adecuado.

Las cebollas eran moderadamente sensibles a la salinidad en sus primeros estudios, una vez establecidas, podían tolerar una alta salinidad. Si la salinidad del suelo esta entre 4 a 5 dS m⁻¹ puede reducir a la mitad el rendimiento.

4.1.5.2 Temperatura

Salunkhe D., (2004). Manifiesta las cebollas crecen bien en una amplia gama de condiciones climáticas. El requerimiento de temperatura depende de la etapa de desarrollo, para el crecimiento vegetativo la temperatura debe estar entre 12.8 y 23.9°C, mientras que para la formación de bulbos la temperatura favorece es de 15.6 a 21.0°C. Esto demuestra que las plantas jóvenes toleran mejor el frío que los viejos.

4.1.5.3 Luminosidad

Salunkhe D., (2004) & Brewster J., (2001). Expresa la luminosidad definida como la densidad de flujo de fotones por unidad de área, a medida que aumentan esta densidad, también lo hace la relación de bulbificación. Esta característica permite que, en incluso en climas fríos, está por encima de un nivel crítico, las cebollas aún pueden crecer bien. De acuerdo con los estudios sobre la calidad espectral de la luz, una proporción más baja de infrarrojos hace el estímulo de bulbificación.

4.1.5.4 Pluviometría

Salunkhe D., (2004). Ratifica las precipitaciones abundantes (> 1000mm) son perjudiciales para el crecimiento y la formación de bulbos de cebollas. La mejor calidad y el mayor rendimiento se obtienen cuando Las condiciones ambientales son óptimas en el periodo previo a la formación del bulbo, por ejemplo, cuando las temperaturas son suaves, cuando hay suficiente luz solar, la humedad optima del suelo, lluvias ligeras y

una adecuada duración del día, seguidas de sequía y transparente durante la maduración.

4.1.6. Manejo Agronómico

4.1.6.1 Preparación del terreno

Moreira Y Hurtado, (2003). Propone que la profundidad varía según la naturaleza del suelo. En suelo compactado la profundidad es mayor que en suelo suelto, normalmente este trabajo se realiza a una profundidad de 30 – 35 cm, debido a raíces cortas.

4.1.6.2 Distanciamiento

Hernández J.D., (2014), Cita A Mantilla, (1994). Recomienda el espaciamiento para trasplante en camas es de 15 a 20 cm entre plántulas, 1.60 m el ancho de la cama, por 0.40 m entre camas y para trasplante entre surcos es de 50 a 70 cm. Las cebollas pequeñas y tempranas a menudo se pueden plantar más juntas que los de mayor tamaño y tardíos.

4.1.6.3 Trasplante

Moreira Y Hurtado, (2003). Considera en condiciones normales de desarrollo en el semillero, las plantas estarán lista para el trasplante de los 40 – 60 días; plantas de buena calidad miden de 18 – 20 cm de altura, con tres hojas verdaderas y falso tallo con diámetro de 0.07 mm. debe tenerse el cuidado de sembrarlas a una profundidad adecuada, de tal manera que se cubra la parte blanca de la misma, es importante organizar y adiestrar a la persona que hará el trabajo de trasplante antes de realizar la tarea, especialmente enfatizar en no tomar muchas plantas en las manos para facilitar su manejo, es aconsejable hacer una selección de plantas, desechando las débiles y las enfermas.

Antes del trasplante el suelo debe estar con la humedad apropiada para que las plantitas no sufran estrés hídrico.

4.1.6.4 Riego

Salumkhe, Y Kadam, (2003). Señalan que la producción de cebolla requiere un riego regular. Las cebollas son un cultivo único porque sus requerimientos de agua varían con las etapas de crecimiento. Las plantas jóvenes necesitan menos agua inmediatamente después del trasplante y esto dura un tiempo. El consumo relativo de agua aumenta con la edad de la planta, alcanzando un máximo antes de la madurez y luego disminuyendo nuevamente durante la madurez. Por lo tanto, la frecuencia de riego debe ajustarse de acuerdo con la etapa de crecimiento. La falta de agua durante la formación del bulbo es muy perjudicial para el crecimiento de los bulbos, donde tienden a abrirse si el suelo está seco y el riego generalmente se detiene de 1 a 2 semanas antes de la cosecha de los bulbos.

El número de riegos y el volumen de agua por riego requerirá: de la capacidad de conservación de agua del suelo, condiciones climáticas, estado vegetativo de las plantas y de las clases. Sin embargo, las cebollas son tolerantes a la sequía, por lo que el requisito de volumen mínimo suele estimarse en 4,500 – 5,000 m³/ha (riego por goteo), el riego debe realizarse inmediatamente después de la siembra (agroeconómica _cebolla).

4.1.6.5 Control de malezas

Moreira Y Hurtado, (2003). Informa, que las cebollas son un mal competidor de las malezas, debido a su estructura de planta débil y erguida, además, la baja altura de las

plantas no permitía la sombra del suelo, para evitar crecimiento de malezas; si estas no se controlan habrá reducción en los rendimientos, tamaño y calidad del bulbo.

El periodo más importante para el control de malezas es durante los primeros días de crecimiento (primer mes). La presencia de malezas induce la formación de bulbos en forma prematura, lo que influye negativamente en el rendimiento.

El control de malezas en el cultivo de cebolla se hace en forma manual o mecánico y químico.

4.1.6.6 Aporque

Moreira Y Hurtado, (2003). Evaluó el aporque se puede realizar 2 a 3 veces durante el crecimiento del cultivo. Cuando la planta tiene más de 100 días desde la siembra en el almaciguera, ya no se debe aporcar; solamente si se trata de variedades blancas, pues estos se vuelven verdes cuando se exponen a la luz solar (los bulbos deben permanecer tapados para que no pierdan su valor).

Debido a que los espaciamientos de siembra son estrechos, al realizar la práctica del aporco se debe tener especial cuidado de no volcar las plantas, ni causarles golpes o daños en el sistema radicular.

4.1.6.7 Fertilización

Donoso M., (2015). Argumenta la cantidad de fertilizante orgánico puede variar de 10 a 30 toneladas por hectárea. Para lograr un rendimiento de 30 tn/ha es necesario extraer: 64 kg de N; 24 kg de P y 118 de kg aproximadamente.

4.1.1. Macronutrientes.

Roberto, (2003). Inifap, (2011). Alude los macronutrientes nos referimos a aquellos nutrientes que son absorbidos en grandes cantidades por el medio de crecimiento (suelo o sustrato). Los macronutrientes son los más conocidos y reconocidos para el crecimiento de las plantas, nitrógeno (N), fosforo (P), potasio (K) y calcio (Ca).

4.1.1.1 Nitrógeno (N).

Santiago (2017). Verifica el nitrógeno (N) es un nutriente que tiene diferentes formas químicas en el suelo, generalmente nitrato y es altamente móvil en el suelo. Esta condición implica que se requiere la atención necesaria al momento de suministrar este elemento nutritivo para evitar pérdidas ocasionadas, y significa que la necesidad de fertilizantes es grande más, provoca un aumento en los costos de producción.

4.1.1.2 Fosforo (P).

Calderón Et. Al., (2010); Bould Et. Al., (1986); Benton, (1998). Investigan el fosforo es esencial para todos los procesos metabólicos de las plantas, durante el desarrollo aéreo radicular, la reproducción (floración y fructificación) y especialmente para la adaptación a condiciones ambientales no óptimas para su crecimiento. También forma parte de los procesos fisiológicos como la fotosíntesis, la respiración oxidativa, la asimilación de carbono y nitrógeno.

4.1.1.3 Potasio (K).

Santiago (2017). Declara el potasio es un nutriente importante durante la formación de bulbo y almacenamiento en post – cosecha, lo que ayuda a aumentar los niveles de conservación de los bulbos. La escasez de potasio inhibe la formación de los bulbos.

4.1.2. Plagas y enfermedades

Suca A., (2012). Describe entre las plagas más comunes que existen son las siguientes:

- **Mosca de la cebolla** (*Chortophilla antiqua* Meig.). - Díptero tiene larvas que cavan galerías y dañan los bulbos. Combate arrancando y quemando las plantas dañadas.
- **Gusano minador de cebolla** (*Acrolepia assectella* Zell).- Lepidóptero tiene larvas que cavan galerías en las hojas. Se combate con pulverizaciones de Diazinon.
- **Trips de la cebolla** (*Trips tabaci*).- Tisanóptero causa picaduras, decoloración y deformación en las hojas. Son insectos muy móviles y prolíficos. Se combate con pulverizaciones de Malatión.

Suca, 2012, reporta que los tipos de enfermedades que comúnmente atacan a las cebollas son:

- **Mildiu de la cebolla** (*Peronospora schleideni* Ung.).- Produce manchas amarillas alargadas en la mitad superior de la lámina de la hoja. Se previene mediante la rotación de cultivos y la quema de las plantas enfermas. Durante los ataques ligeros, lucha con Polyran, Antracol o Dithane.
- **Carbón de la cebolla** (*Urocystis cepulae* Frost.). - Primero se ven lesiones longitudinales de color blanco plateado, que luego se convierten en pústulas carbonizadas en las capas externas de la planta. Esta enfermedad se controla utilizando semillas sanas o desinfectando las semillas con Sarasan, a razón de 0.5 kg por 5 kilos de semillas.

- **Podredumbre blanca** (*Sclerotinia cerivorum Berk.*). - Crea áreas podridas en los bulbos, mientras que las hojas se marchitan y las plantas muertas se caen. Se controla usando semillas sanas porque una vez que el hongo esta adherido al suelo, no se puede erradicar.
- **Podredumbre gris del cuello** (*Botrytis allii Munn.*). -Suele presentarse en bulbos postcosecha, donde primero se humedecen los tejidos del bulbo apareciendo hundidos. Luego el tejido afectado se vuelve gris. Esta enfermedad se puede evitar utilizando variedades rojas, en cambio las variedades blancas son muy susceptibles a esta enfermedad.
- **Chupadera fungosa** (*Rhizoctonia solani Kuehn y Fusarium sp.*).- Ocurre en las plántulas, causando la muerte de las plántulas debido a la pudrición del tallo y la raíz. Estas enfermedades se combaten esterilizando las semillas con Pentacloronitrobenceno 75% a razón de un gramo por cada litro de solución, además evitar el exceso de humedad en el semillero.

4.1.3. Cosecha

Moreira A. Y Hurtado G., (2003). Revelan que la cosecha de los bulbos de cebolla comienza cuando se dobla el tallo al 50% a medida que han madurado. Debido a su madurez. En este caso, hay que esperar de dos a siete días antes de empezar el arranque, el cual se realiza a mano cuando el suelo este suelto. Si las camas están compactadas, se debe arar el suelo, pasando una cuchilla por debajo de los bulbos para aflojar las camas. Las plantas se dejan sobre la cama con las hojas hacía adelante, para proteger los bulbos del sol con los tallos de las cebollas de la siguiente fila. En el campo

dejar en esta posición de dos a tres días para su curado, luego se procede a cortar los bulbos y se los coloca en un saco de yute bien ventilado por un mínimo de ocho días para completar el secado.

4.1.4. Rendimiento

Dora T. L. (2016). Investiga la prueba de Duncan para rendimiento en verdeo, muestra la formación de dos grupos bien diferenciados, el primero formado por la variedad roja Arequipeña con 86,88 t/ha el segundo grupo por la variedad perilla con 77,59 t/ha, estas diferencias se atribuyen a las características propias de cada variedad.

Suca A., (2012). Plantea el rendimiento promedio para Puno se estima en 10 a 20 toneladas por hectárea, y para Arequipa de 40 a 50 toneladas por hectárea.

Agroaldia, (2014). Reporta que el rendimiento promedio del cultivo de cebolla en Puno, de 2003 a 2013, estuvo en el rango de 19 822.00 a 17 743.37 kg/ha.

Durante el año 2009 se obtuvo el menor rendimiento con 16 967.00 kg/ha.

Plan Nacional De Cultivos Campaña Agrícola 2019 – 2020. Ratifica según estadísticas oficiales del Ministerio de agricultura y Riego (**Minagri**) el cultivo de cebolla ocupa el puesto dieciséis en el orden de importancia a nivel nacional en el valor bruto de producción (VBP) de la actividad agrícola, representando para el año 2018 el 1.6% del VBP agrícola, a precios constantes de 2007. A su vez, durante el periodo comprendido entre 2007 y 2018, se puede observar que la producción de cebolla, como porcentaje del VBP agrícola, ha disminuido de 2,3% a 1,6%.

A nivel nacional, la producción de cebolla se encuentra en seis importantes establecimientos costeros, representando el 94% de la producción total. De estos,

Arequipa (62,4%) e Ica (19,1%); otros departamentos en menor medida son Lambayeque (3,8%), Lima (3,4%), La Libertad (3,0%) y Tacna (2,4%).

Por otro lado, la participación de los departamentos de la sierra es menor pero significativa para el abastecimiento de sus propias regiones como: Puno (1,3%), Cusco (0,9%), Junín (0,8%) y Ayacucho (0,5%).

Tabla 1
Perú: producción de cebolla, por departamento (toneladas)

Departamento	2007	2018	Crecimiento promedio anual 2007 - 2018	Estructura % 2007	Estructura % 2018
AREQUIPA	365 433	402 059	0,9	57,6	62,4
ICA	83 055	122 773	3,6	13,1	19,1
LAMBAYEQUE	15 245	24 495	4,4	2,4	3,8
LIMA	34 011	22 114	-3,8	5,4	3,4
LA LIBERTAD	32 150	19 310	-4,5	5,1	3,0
TACNA	21 590	15 672	-2,9	3,4	2,4
PUNO	6 464	8 281	2,3	1,0	1,3
ANCASH	11 034	6 051	-5,3	1,7	0,9
CUSCO	6 588	6 003	-0,8	1,0	0,9
JUNÍN	37 546	5 166	-16,5	5,9	0,8
AYACUCHO	2 514	3 519	3,1	0,4	0,5
PIURA	10 506	2 817	-11,3	1,7	0,4
CAJAMARCA	1 177	1 720	3,5	0,2	0,3
MOQUEGUA	1 624	1 458	-1,0	0,3	0,2
APURÍMAC	762	1 258	4,7	0,1	0,2
HUÁNUCO	3 606	1 090	-10,3	0,6	0,2
HUANCAVELICA	148	36	-12,1	0,0	0,0
AMAZONAS	111	14	-17,2	0,0	0,0
PASCO	0	0	-	0,0	0,0
TUMBES	348	0	-100,0	0,1	0,0
LORETO	482	0	-100,0	0,1	0,0
MADRE DE DIOS	0	0	-	0,0	0,0
UCAYALI	0	0	-	0,0	0,0
TOTAL NACIONAL	634 393	643 835	0,1	100,0	100,0

Fuente: Minagri-DGESEP-DEA. Elaboración Minagri-DGPA-DEEIA

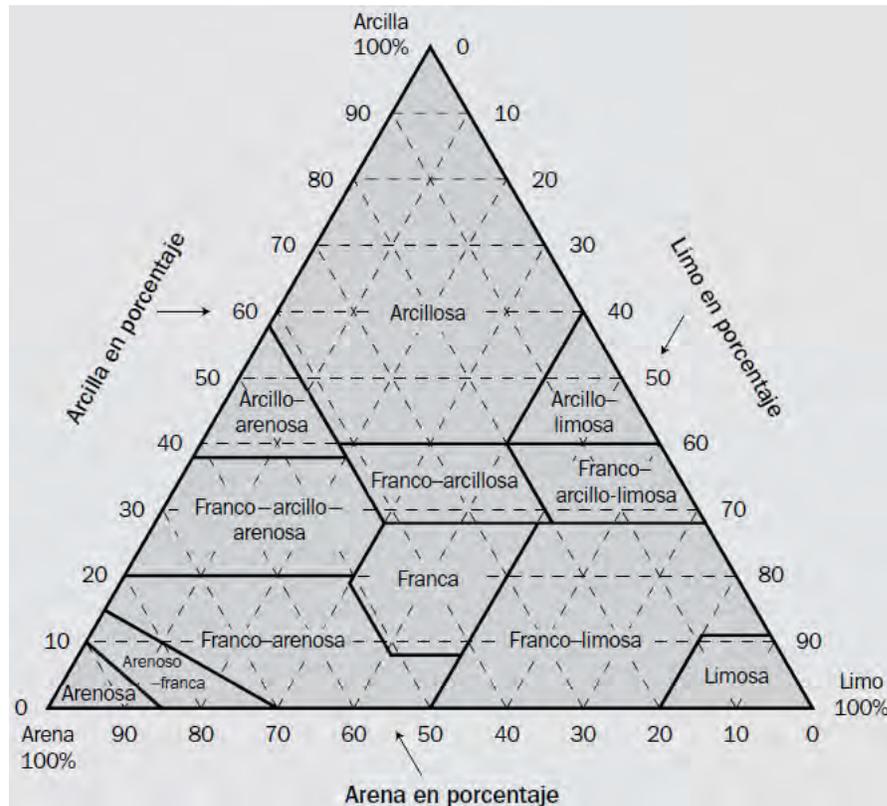
4.2. Propiedades físicas del suelo relacionado con el riego

Rucks Et. Al., (2004). Ratifica las propiedades físicas de los suelos, resuelven en gran medida, los usos potenciales que la gente los afirma. El estado físico del suelo determina, la rigidez y resistencia, penetración de raíces, la aireación, drenaje y capacidad de almacenamiento de agua, la plasticidad y capacidad de retención de nutrientes.

4.2.1. Textura del suelo

Rucks Et. Al., (2004). Define esta proporción de cada elemento del suelo esta determinada por lo que se denomina la textura, o dicho de otro modo, la textura representa el porcentaje de los elementos que componen el suelo; arena gruesa, arena media, arena fina, limo, arcilla. Se dice que un suelo tiene una buena textura cuando la proporción de sus elementos constituyentes es capaz de convertirse en un soporte beneficioso para la fijación del sistema radicular de las plantas y sus nutrientes.

Figura 2: Triangulo de texturas de suelo según clasificación.



Fuente: Usda.

4.2.2. Estructura del suelo

Jaramillo J., (2007). Considera la estructura del suelo como la forma en que las partículas del suelo se unen, la forma en que las partículas se organizan y distribuyen en agregados. Importante para el crecimiento de las raíces. Pueden definirse: “el grado de agregación de parcelas de tierra individuales o segregadas en unidades compuestas”. unidad relativamente estable formada por la unión de dos o más partículas del suelo. Sintético (terrón)

4.2.3. Densidad real

Plaster E., (2004). Sostiene que la mayoría de los suelos tienen un valor promedio de o alrededor de $2,65 \text{ g.cm}^{-3}$ porque este parámetro menos que la densidad aparente. Esta teoría concuerda con los autores de **Leenheer, 1967**. Y De **Boodt, (1965)**. Citados por **Rucks Et Al., 2004**. Quienes mencionan que la densidad real es aproximadamente del mismo valor en suelos donde los minerales pesados no se encuentran en cantidades inusuales.

Finalmente, la porosidad total del suelo se puede calcular a partir de la densidad aparente y neta utilizando la siguiente formula:

$$\% \text{ de poros} = 100 - \frac{Dap \text{ (gr/cm}^3\text{)}}{Dr \text{ (gr/cm}^3\text{)}} \times 100 \quad [2.2]$$

4.2.4. Densidad aparente

Rubio A., (2010). Verifica los cambios en la densidad aparente, que se traducen en cambios en la estructura de suelo debido a su relación con la porosidad total.

También menciono que es un indicador de permeabilidad y compactación, que influyen en la circulación de agua y aire en el suelo y el crecimiento de las plantas.

La densidad aparente generalmente se expresa en gr/cm^3 , y se calcula utilizando la siguiente formula.

$$Dap = \frac{W_{ss}}{V_t} \quad [2.1]$$

Donde:

Dap = La densidad aparente (gr/cm^3)

W_{ss} = El peso del suelo seco (gr)

V_t = El volumen total (cm^3)

4.2.5. Porosidad total del suelo

De La Rosa D., (2008). Investiga la porosidad del suelo medida por la relación entre el volumen habitado por poros y el volumen total, expresado como porcentaje, en general, los vacíos incluyen grietas inducidas por sequía, áreas entre escombros y agregados, espacios dejados por raíces de plantas y animales.

4.2.6. Profundidad de suelo

Parajón C. Y Marínez R., (2013). Destacan una profundidad de suelo muy favorable debe ser mayor a los 120 cm para que las plantas crezcan bien en su zona radicular, lo que permite una mayor absorción de agua y nutrientes, además de un excelente soporte para las plantas.

Tabla 2
Clasificación de la profundidad del suelo.

Rango	Profundidad
Muy favorable	>120 cm
Favorable	120-70 cm
Desfavorable	70- 30 cm
Muy desfavorable	<30 cm

Fuente: Parajón y Martínez, 2013.

4.2.7. Saturación

Fuentelsaz F. Y Peiteado C., (2009). Definen que una vez que se excediera la capacidad del campo, sin restricciones físicas el agua se drenaría en cuestión de horas. La prolongación del suelo saturado en el tiempo también es indeseable ya que impide el funcionamiento normal del sistema radicular.

4.2.8. Capacidad de campo

Mendoza M. E. A., (2013). Especifique cuando se llenan todos los vacíos, el suelo comienza a fluir, naturalmente, el agua se moverá desde la zona de la raíz hacia las capas más profundas. La capacidad de drenaje de los suelos depende de su textura, los suelos arenosos pueden drenar una cantidad de agua más que los suelos arcillosos. El tiempo de drenaje puede ser de un día para los suelos arenosos y de tres días para los suelos arcillosos. Cuando se ha drenado el agua, parte del agua que queda en los poros quedan no puede drenar, en este estado el suelo se encuentra en estado de capacidad de campo. Cuando el suelo está en este estado, hay un buen equilibrio de aire y agua para las plantas.

4.2.9. Punto de marchitez permanente

Mendoza M. E. A., (2013). Manifiesta cuando el suelo está dentro de su capacidad en el campo y el agua no se vuelve a regar o debido a la lluvia, las plantas usan el agua almacenada, además el agua se evapora de la superficie del suelo, causando que el suelo se degrade gradualmente, en la medida que los suelos se secan, se vuelve más difícil para la planta absorber agua, en algún momento en que las plantas ya no pueden absorber y se marchitan. Aunque el suelo todavía contiene algo de agua, la planta no pueden usarla, en este punto el suelo está en un nivel de humedad conocido como punto permanente de marchitez. Este punto depende básicamente de la planta, ya que algunas plantas son más resistentes a la escasez de agua que otras, incluso cuando se cultivan en el mismo suelo.

4.2.10. Estrés hídrico

Fuentelsaz F. Y Peiteado C., (2009). Declaran debido al estrés hídrico que la situación de abastecimiento de agua a partir de la cual el cultivo empieza a sufrir pérdidas de rendimiento final. Para la mayoría de las especies de plantas, esto sucede mucho antes de que los síntomas de deshidratación sean visibles a simple vista (pérdida de turgencia de las hojas, marchitamiento de partes viejas, etc.).

4.2.11. Relación agua – suelo planta

Pupo L., (2015). Describe, las plantas necesitan absorber agua fácilmente para crecer y producir a niveles óptimos. Extraen el agua que está retenida o depositada en el suelo. Si la planta se encuentra en un ambiente acuoso, se mantiene la apertura de las estomas permitiendo la entrada de CO₂ que se utilizará para la fotosíntesis, simultáneamente a la entrada de CO₂ se perderá vapor de agua a la atmósfera. Esta pérdida de agua a nivel de las hojas debe compensarse con la absorción a nivel de las raíces. Si la tasa de absorción no compensa la tasa de transpiración, el cultivo perderá turgencia y se producirá la corrección estomática. Para que esto no suceda, la humedad del suelo debe mantenerse por encima de un cierto nivel (umbral de riego).

4.2.12. Profundidad efectiva o zona radicular del cultivo (z)

Fuentelsaz F. Y Peiteado C., (2009). Argumentan que, en las plantas, la parte básica de la absorción de agua son las raíces. La ubicación física del agua depende de sus características morfológicas y de su distribución a lo largo del perfil del suelo. En agricultura es bien conocida la capacidad de enraizamiento profundo de cultivos como la

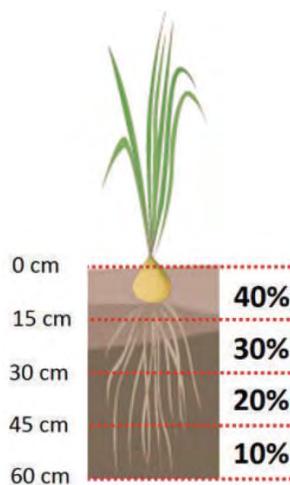
alfalfa, la remolacha, el olivo y la viña, capacidad que contrasta con la de otros cultivos de enraizamiento superficial, tales como la cebolla, la fresa y las hortalizas en general.

Las plantas no absorben agua y nutrientes del suelo por igual; por el contrario, concentran su función en las capas más superficiales para continuar con las capas más profundas cuando caducan las primeras.

En términos energéticos, la extracción de recursos de capa profunda es más costosa que la de la capa superficial, lo que debe tenerse en cuenta en la gestión del riego.

En la medida de lo posible, será más favorable para la planta mantener un alto nivel de humedad del horizonte superficial, con independencia de que en profundidad exista humedad superficial para actuar como reserva en caso de contingencias atenuación de los niveles superficiales.

Figura 3: Extracción selectiva de recursos.



Fuente: Yordi Norero. Erick Kelly

4.3. Riego localizado por goteo

Shock C.C., & Welch T., (2013). Declaran que el riego por goteo se distribuye lenta y uniformemente a baja presión a través de tuberías de plástico colocadas dentro o cerca

de la zona de raíces del cultivo. Es una opción para sistemas de riego por aspersión o surcos.

Un sistema de riego por goteo bien ubicado perderá muy poca agua porque hay muy poca agua corriente, evaporada o filtrada suelo limoso. Con riego por goteo, se une menos agua a las hojas, tallos y los frutos. Por lo tanto, las situaciones son menos propicias para el desarrollo de enfermedades de las plantas. Con un buen programa de riego que satisfaga las necesidades del cultivo, es posible aumentar el rendimiento y la calidad de la cosecha.

4.3.1. Ventajas y desventajas de riego localizado por goteo

Mario Liotta (2015). Preciso es un sistema presurizado donde el agua es dirigida y distribuida a través de ductos sellados, lo que requiere que la presión sea entregada en forma de goteo a través de goteros a las plantas.

4.3.1.1 Ventajas del Riego localizado por Goteo

- **Ahorro de agua:** la cantidad del agua aplicada se ajusta a la cantidad y el tiempo que tarda la planta en transpirar. La eficiencia del riego es muy alta (90 al 95% en goteo 85% en microaspersión).
- **Uniformidad de aplicación:** se realiza por emisores del mismo flujo y espaciadas, que pueden entregar de agua con muy buena uniformidad, incluso en terrenos irregulares.
- **Aumento de la superficie bajo riego:** es posible aumentar el área con la misma fuente de agua en un 30 – 35% esto se debe a una mayor eficiencia.

- **Menor presencia de malezas:** brinda un control favorable de las malezas al humedecer el suelo de forma localizada, ya que el agua se distribuye directamente a los bordes de la planta y a lo largo del cultivo.
- **Compatible con labores culturales:** en goteo puede realizar otras tareas durante el riego (tratamientos fitosanitarios, poda, raleo de frutos, etc.). La presencia de áreas secas permite el paso de personas y maquinas.
- **Ahorro en labores culturales:** debido a la menor proliferación de malas hierbas, se reducen las labores de deshierbe (arada, desbrosado, rastreada, etc.). también se reduce el laboreo para mejorar las condiciones de infiltración (como suele suceder en el riego superficial) y se elimina el trabajo de construcción de acequias y preparación para el riego.
- **Ahorro de mano de obra:** el sistema reduce el trabajo requerido. Un solo operador de riego puede administrar 80 – 100 ha.
- **Aprovechamiento de terrenos marginales:** ofrece la ventaja de poder utilizarse en suelos en los que técnica o económicamente no es factible utilizar el riego superficial tradicional (melgas, surcos) u otros métodos de riego.
- **Mejoras en la producción y calidad de frutos:** porque las necesidades de agua y nutrientes se satisfacen mejor en todo momento y durante la temporada de crecimiento.
- **Fertirriego:** la capacidad de poder fertilizar continuamente cuando se desee a través del sistema es una ventaja. Aumenta la eficiencia del fertilizante y ahorre fertilizante.

- **Empleo de aguas salinas:** el agua de calidad peligrosamente mala debido a su concentración de sal puede usarse con una alta frecuencia de riego. Al mantener el suelo en alta humedad, la tensión ejercida por las partículas del suelo (tensión de la matriz) es muy baja, por lo que se puede aumentar la tensión osmótica causada por la solución del suelo.
- **Automatización:** es posible automatizar parte o todo el equipo, facilitando la operación y permitiendo la aplicación de programas de riego con fertilizantes. El trabajo del operador es más eficiente, preciso y cómodo, pudiendo destinar parte del tiempo para otras tareas. Por ejemplo, gracias a la automatización, no es necesario abrir y cerrar manualmente la válvula cada vez que se cambia la operación de riego.

4.3.1.2 Desventajas del Riego por Goteo

- **Costo elevado de adquisición e instalación:** antes de realizar una inversión se deben analizar los costos y beneficios. Es posible un aumento en la producción, se debe tener en cuenta una mejor calidad del producto y su precio.
- **Consumo de energía:** el costo de la electricidad para el funcionamiento de la instalación y el combustible es otro factor a tener en cuenta.
- **Dependencia de la electricidad:** en el riego presurizado, el agua se almacena en un volumen menor de suelo y las plantas tienen poca tolerancia a largos periodos de tiempo sin riego. Por esta razón, en áreas con frecuentes cortes de energía, esto es un problema.
- **Necesidad de un sistema de filtrado:** el sistema requiere un cuidado especial cuidado en la depuración del agua. Los emisores son propensos a obstruirse

con materia orgánica, algas y sólidos en suspensión. Esta condición se vuelve más severa cuando el agua contiene una gran cantidad de sedimentos.

- **Necesidad de mantenimiento y limpieza del sistema:** es necesario limpiar periódicamente el sistema tanto del cabezal como de las tuberías, ambos lados. Dependiendo de la calidad del agua y de las impurezas esta operación varía de una a tres veces por temporada.
- **Acumulación de sales:** en áreas áridas con poca lluvia, el uso continuado de estos sistemas puede conducir a una peligrosa acumulación de sal, especialmente donde el agua de riego es de calidad moderada y la textura del suelo no favorece el lavado de sales en profundidad.
- **Necesidad de mano de obra especializada:** requiere de personal capacitado para operar y solucionar problemas del sistema. Es necesario revisar periódicamente el correcto funcionamiento del gotero, control de obstrucciones, rotura de tuberías, válvulas y el funcionamiento de los equipos en general.
- **Necesidad de un buen diseño:** la condición básica es que el equipo correctamente diseñado, tanto desde el punto de vista agronómico como hidráulico. Un diseño deficiente puede conducir a un bajo rendimiento y calidad de los cultivos, costos de energía innecesarios y problemas de manejo.
- **Otros:** es necesario levantar las siguientes raíces de riego o enrollarlas para cultivos intercalados o deshierbe en las hileras. Reparación de daños en laterales causados por trabajar con herramientas manuales.

4.4. Componentes del riego localizado

Cnr. Inía, (1999). Especifica los componentes locales de riego se dividen en:

Fuente de agua, cabezal de riego, factores de control y seguridad, red de distribución y emisores finales.

Figura 4: Esquema típico de un sistema de riego por goteo.



Fuente: www.toromicroirrigation.com

4.4.1. Fuente de agua

Cnr. Inía, (1999). Enfatiza que se usa para almacenar el agua. Agua que contiene arena, minerales o materia biológica. Suele ubicarse en la parte superior del terreno beneficiario.

En la figura se puede observar las diversas fuentes de agua.

Fotografía 1:Fuentes de obtención de agua.



Fuente: Psi

4.4.2. Cabezal de control

Cnr. Inía, (1999). Describe es la agrupación de componentes que acceden el bombeo, el control de la presión del agua de riego, tratamiento, y el filtrado. En algunos casos también permite la fertilización y la medición completa de la escorrentía enviada al cultivo. El cabezal de riego incluye

- **Sistema de bombeo:** Este sistema debe de proporcionar suficiente flujo y presión de agua para el sistema; la situación debe basarse en las necesidades de una instalación en particular.
- **El proceso de selección de bombas.** Inía. García, Claudio. (2003). Ratifican desde un punto de vista hidráulico, sigue estos pasos: definición de la instalación y parámetros de la bomba, determinación del tipo de bomba, preselección,

verificación del funcionamiento libre de cavitación, selección y especificación de la bomba seleccionada.

- **Filtrado:** disponemos de un filtro de arena que se utiliza para eliminar la materia orgánica (hojas, ramas, restos de corteza), y un filtro de malla para evitar que las impurezas puedan pasar por el filtro de arena.
- **Equipo de fertirrigación:** colocar filtros aguas abajo para evitar el crecimiento de algas, evitando también la absorción de fertilizantes por la arena, pueden ser tipo Venturi, bombas de inyección, etc.
- **Elementos de seguridad y control:** Estos son los componentes que permiten una mejor gestión del método en la distribución de agua a las plantas. Así, ya tenemos un contador de agua, un manómetro, una válvula de seguridad, una válvula unidireccional (para separar la columna de agua y reducir el golpe de ariete que se produce al abrir o cerrar la instalación), purgadores y ventosas (para aspirar el aire).

Figura 5: Los componentes del cabezal de riego.



Fuente: Cnr. Inía 1999

4.4.3. Red de distribución

Tubería primaria: Cnr. Inía, (1999). Indica el recorrido de la tubería desde el inicio hasta llegar a las unidades de riego del cultivo.

Tubería secundaria: Comience desde la tubería principal y mueva el flujo a las subunidades del sistema de riego.

Tubería terciaria: Comienza desde la tubería secundaria y alimenta directamente a las tuberías de riego laterales.

Laterales de riego: estas son las tuberías de último paso donde finalmente se encuentran los goteros de riego.

Fotografía 2: Red matriz y red porta lateral.



Fuente: Cnr. Inía 1999

4.5. Necesidades hídricas del cultivo

4.5.1. Transpiración

Fao, (2006). Expresa la transpiración rápida implica la evaporación del agua líquida contenida en los tejidos vegetales y su posterior liberación a la atmosfera. Las plantas pierden agua principalmente a través de las estomas. Estos son pequeñas agujeros en las hojas de una planta a través de los cuales el gas y el vapor de agua de la planta ingresan a la atmosfera. El agua, junto con algunos nutrientes, es absorbida por las raíces y transportada por toda la planta.

La transpiración es un fenómeno físico de la evaporación del agua de las plantas a la atmosfera. Se puede pensarse como la respuesta de estas plantas a las demandas

atmosféricas. Ocurre principalmente en las hojas, pero también a través de los tallos, las flores, etc. La mayor parte se realiza a través de las estomas.

4.5.2. Evaporación

Fao, (2006). Menciona que la evaporación es el proceso mediante el cual el agua líquida se convierte en vapor de agua (vaporización) y se elimina de la superficie de evaporación (eliminación por evaporación). El agua se evapora de varias superficies, como lagos, ríos, caminos, suelo y vegetación húmeda.

Cambiar el estado de las moléculas de agua de líquido a vapor se requiere energía. Por lo tanto, la radiación, la temperatura del aire, la humedad atmosférica y la velocidad del viento son parámetros climáticos a considerar al calcular la evaporación.

4.5.3. La evapotranspiración

Fao, (2006). Manifiesta que la evaporación y la transpiración ocurren simultáneamente y que no hay una manera fácil de distinguir entre los dos. Además de la disponibilidad de agua en las capas superficiales, la evaporación de la tierra cultivable está determinada principalmente por la fracción de radiación solar que llega a la superficie del suelo. Este porcentaje disminuye a lo largo del ciclo de cultivo a medida que el dosel del cultivo cubre más y más sombra.

En el momento de la siembra, casi el 100% de la ET ocurre en forma de evaporación, mientras que cuando la cobertura del suelo esta completa, más del 90% de la ET ocurre como transpiración.

4.5.4. Evapotranspiración del cultivo (ET_c)

Calvache, (2012). Agrega que cuando la evapotranspiración ocurre sin ninguna restricción de agua en el suelo, se le conoce como transpiración del cultivo (ET_c), que es la cantidad de agua que se debe traer al suelo estacionalmente, lluvia y/o riego.

Fao, (2006). Propone la evapotranspiración de los cultivos se cuantificará multiplicando ET_o por K_c, que es el coeficiente que representa la diferencia entre la evapotranspiración del área cultivada y el área de pastizal de referencia. Esta diferencia se puede consolidar en un solo factor o conjunto de cultivos, o se puede segregar en dos factores que describen por separado la diferencia en la evaporación y la transpiración entre las dos superficies. El método a elegir dependerá del propósito del cálculo, la presión requerida, la disponibilidad de datos climáticos y la escala de tiempo de los cálculos.

$$ETC = ET_o * KC$$

Donde:

ETC = evapotranspiración del cultivo [mm d-1],

ET_o = evapotranspiración del cultivo de referencia [mm d-1].

KC = coeficiente del cultivo [adimensional],

4.5.5. Evapotranspiración de referencia (ET_o)

Fao, (2006). Destaca que los únicos factores que afectan la ET_o son los parámetros meteorológicos. Por lo tanto, ET_o también es un parámetro climático que se puede calcular a partir de datos meteorológicos. Desde este punto de vista, se recomienda el método FAO penman – monteith como único método para la determinación de ET_o con parámetros climáticos.

4.5.6. Coeficiente de cultivo (Kc)

Fao, (2006). Manifiesta el valor del factor del cultivo según las características de la planta, y representa el cambio en la capacidad de absorción de agua del suelo durante su periodo vegetativo. Esta variación es más evidente en las anuales, que cubren todo su ciclo en un poco tiempo.

El k_c tendrá una variación estacional dependiendo de las etapas de crecimiento del cultivo, así:

Fase I. también conocida como etapa temprana, corresponde a la germinación y crecimiento inicial cuando existe alrededor del 10% de cobertura vegetal.

Fase II. Esto se llama la etapa de crecimiento del cultivo, al final del periodo inicial cuando hay alrededor de 70% a 80% de cobertura vegetal.

Fase III. Se llama la mitad de la temporada (etapa de maduración), durante la cual la corteza esta completa y se caracteriza por la decoloración y el desprendimiento de las hojas de la planta, que es el comienzo del proceso de maduración.

Fase IV. Esta es la etapa final del cultivo, correspondiente a la cosecha del cultivo y este se encuentra en plena madurez.

El coeficiente del cultivo de cebolla en verde (k_c) se utilizó del boletín **Fao, (2006)**. Lo cual el k_c inicial es 0.7.0, k_c medio es 1.00 y k_c final 1.00 con una altura 0.30m.

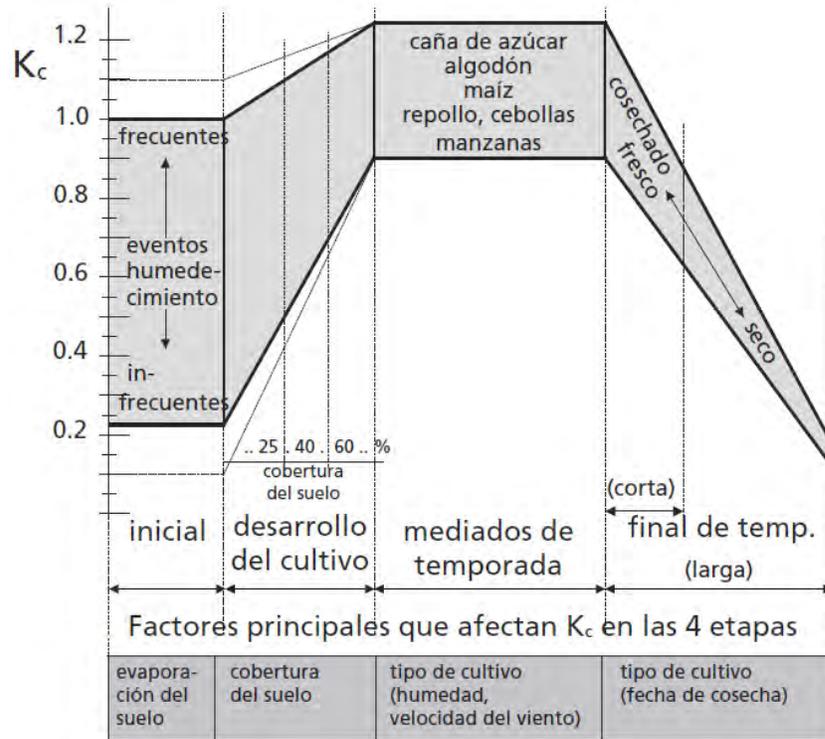
Fase inicial, los valores de k_c son bajos debido a la mayor evapotranspiración.

Fase de desarrollo, el k_c alcanza un nivel óptimo de la transpiración progresivamente se convertirá en el proceso más importante

Fase final, el k_c va disminuyendo hasta llegar a la cosecha.

Gráfico N° 1

Rangos típicos esperados del valor de K_c para las cuatro etapas de crecimiento.



Fuente: Boletín fao 56, riego y drenaje (2006)

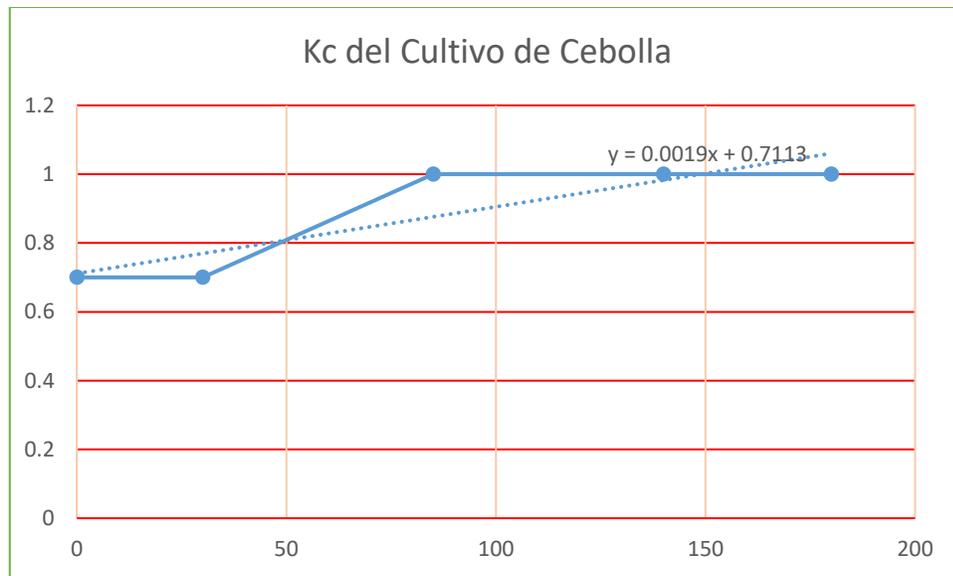
4.5.6.1 El procedimiento es:

Fao, (2006). Expresa fase inicial de crecimiento 80 días y el k_c es de 0.70

Fase del desarrollo del cultivo 60 días y el k_c es de 1.00

Fase de estación mediados de 40 días y el k_c es de 1.00

Gráfico N° 2
Curva de KC del cultivo de Cebolla.



Fuente: Elaboración propia

4.5.7. El tanque clase A

Fao. (2006). Recomienda que se puede lograr una tasa de evaporación de tanques de evaporación llenos de agua. En el caso de precipitaciones escasas, la cantidad de agua evaporada en un periodo (mm día⁻¹) corresponde a la disminución de la altura del agua en el tanque en ese periodo.

Los tanques proporcionan una medida de los efectos ensamblado de la radiación, el viento, la temperatura y la humedad en el crecimiento evaporativo de una superficie de agua abierta. Aunque el tanque evaporímetro responde de una manera similar a los mismos factores climáticos que simulan la transpiración de los cultivos, las grandes diferencias en la pérdida de agua producen varios diferentes factores de una superficie libre evaporante y de una superficie cultivada.

El tamaño del tanque tipo A es redondo y el diámetro es de 120.7 cm y de profundidad es de 25 cm. este hecho de hierro galvanizado o también de láminas de metal. Se ubica sobre una tarima hecho de madera, tiene la forma de una reja, situada a 15 cm por encima de nivel de suelo. El tanque debe colocarse plano. Una vez colocado, se llena con agua hasta 5 cm por debajo del borde. Se debe cambiar semanalmente para evitar que se enturbie. Se recomienda si es galvanizada, pintada anualmente con pintura de aluminio. No debe existir mallas sobre los tanques, se debe respaldar con malla para evitar el ingreso de animales.

La mejor ubicación para el tanque debe tener césped, un área de 20x20 m, con entradas desde todos los lados para la circulación de aire. Es recomendable colocar el tanque en el centro o en grandes campos de cultivo.

Figura 6: Tanque Clase A.



Fuente: Boletín FAO 56, Riego y Drenaje 2006

La ETo se calcula por la fórmula:

$$E_{to} = E_v * K_p$$

Donde:

ETo = Evapotranspiración de referencia (mm/día)

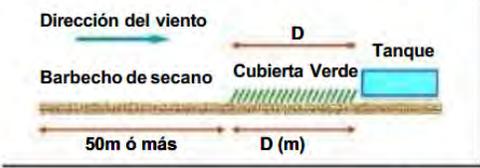
Ev = Evaporación del agua en el tanque (mm/día)

Kp = Coeficiente del tanque.

Tabla 3

Coeficientes Kp del Tanque Clase A (suelo con vegetación).

EL COEFICIENTE DEL TANQUE K_{tan} (Caso 1)



Distancia a Barlovento D (m)	Velocidad del viento		Humedad Relativa Media		
	(Km/día)	(m/s)	<40	40 – 70	> 70
0	< 175	< 2	0.55	0.65	0.75
	175 – 425	2 – 5	0.50	0.60	0.65
a	425 – 700	5 – 8	0.45	0.50	0.60
	>700	>8	0.40	0.45	0.50
10	< 175	< 2	0.65	0.75	0.85
	175 – 425	2 – 5	0.60	0.70	0.75
a	425 – 700	5 – 8	0.55	0.60	0.65
	>700	>8	0.45	0.55	0.60

Fuente: Boletín FAO 56, Riego y Drenaje (2006)

Tabla 4
 Coeficientes K_p del Tanque Clase A (suelo desnudo).

EL COEFICIENTE DEL TANQUE K_{tan} (Caso 2)

Distancia a Barlovento D (m)	Velocidad del viento		Humedad Relativa Media		
	(Km/día)	(m/s)	<40 %	40 – 70 %	> 70 %
0	< 175	< 2	0.70	0.80	0.85
	175 – 425	2 – 5	0.65	0.75	0.80
9	425 – 700	5 – 8	0.60	0.65	0.70
	>700	>8	0.50	0.60	0.65
10	< 175	< 2	0.60	0.70	0.80
	175 – 425	2 – 5	0.55	0.65	0.70
99	425 – 700	5 – 8	0.50	0.55	0.65
	>700	>8	0.45	0.50	0.55

Fuente: Boletín FAO 56, Riego y Drenaje (2006), citado por (BACA, G. - 2013).

4.5.8. Humedad atmosférica

Ladrón De Guevara Rodríguez, O., (2005). Señala que se entiende por humedad, la dosis variable de vapor de agua, actual en el aire, el vapor de agua en la atmosfera es uno de los componentes más importantes por sus cualidades que ocupa una posición muy especial ya que proporciona las condiciones características del estado de tiempo, esto es una parte esencial del clima porque sin vapor de agua no existiría nubes ni se producirían precipitaciones

4.5.8.1 Humedad relativa

Es el porcentaje entre la dosis actual de vapor de agua en el aire, a una temperatura determinada y la cantidad máxima de vapor de agua que el aire puede contener a la

misma temperatura. Es la cantidad máxima de vapor de agua que permite 1m³ de aire a una temperatura determinada.

4.5.8.2 Viento

Biónica, (2014). Revela que vientos de varias horas de duración, con velocidad superior a 30 km/h, aceleran la pérdida de agua de las plantas, al disminuir la humedad relativa del aire; aumentar el requerimiento de agua de la planta, reducir la fertilización debido a la menor humedad de los patrones florales. En definitiva, detiene el crecimiento, reduce los rendimientos y acelera la senescencia de las plantas, al dañar el follaje, especialmente tallos y hojas. Debe plantarse en lugares resguardados, o con cortavientos.

4.5.8.3 Relación del viento con la altura.

Fao, (2006). Analiza la velocidad del viento a diferentes alturas sobre el suelo tiene valores diferentes. La fricción superficial tiende a reducir la velocidad del viento que pasa a través de la superficie. La velocidad del viento es más baja cerca de la superficie y aumenta con la altitud.

Por ello, los anemómetros se colocan a una altura estándar seleccionada, 10 m en meteorología y 2 o 3 m en agro meteorológica. Para el cálculo de evapotranspiración, se midió la velocidad del viento medida a 2 m sobre la superficie. Para ajustar los datos de velocidad del viento obtenidos de dispositivos ubicados a una altitud diferente a la altura estándar de 2 m, se puede usar una relación logarítmica.

$$u_2 = u_z \frac{4.87}{\ln(67.8z - 5.42)}$$

Donde:

u_2 = velocidad del viento a 2m sobre la superficie [m s-1].

u_z = velocidad del viento medida a $z = 10$ m sobre la superficie [m s-1].

z = altura de medición sobre la superficie [m].

4.5.8.4 Precipitación

Ibalpe, (2002). Ratifica es la parte del ciclo hidrológico que describe el movimiento del agua desde la atmosfera hasta la superficie de la tierra, ya sea en forma de lluvia, nieve, granizo, etc. Sin embargo, no toda el agua cae directamente al suelo, porque parte del agua queda atrapada y retenida en el follaje, las ramitas y ramas de la vegetación en forma de pequeñas gotas, lo que ayuda a evitar el impacto directo sobre en el suelo desnudo, este fenómeno se denomina intercepción.

4.5.8.5 Precipitación efectiva

HUELLA HÍDRICA EN MÉXICO (2017)., Palacios, (1971). Utilizando un método desarrollado por **Zierold en 1969** para estimular el exceso de lluvia por infiltración, y con base en observaciones de la intensidad de la lluvia en tres regiones diferentes de México dedujeron las siguientes ecuaciones para estimar P_e :

$$P_e \text{ (cm/mes)} = p - 0.05 p^2 \text{ si } p < 2.5 \text{ cm}$$

$$P_e \text{ (cm/mes)} = 1.27 p^{0.75} - 0.0806 p^{1.5}, \text{ si } p > 2.5 \text{ cm}$$

$$P_e \text{ (cm/año)} = P_e * 100$$

4.6. El coeficiente de uniformidad de riego

Ascencios D., (2012). Afirma la equivalencia de adaptación, lo que significa que el agua se distribuye a todos los puntos del campo regado por igual. Una buena uniformidad garantiza que todas las plantas se rieguen y otras no se rieguen, mejorando así el crecimiento y el rendimiento del cultivo en su máxima capacidad.

Proaño J., (2011). La medida más utilizada para cuantificar la homogeneidad en riesgo es el coeficiente de Uniformidad de Christiansen, propuesto en 1942, pero que, para el caso del RLAF, se considera la siguiente formula.

$$CU = \frac{q_{25\%}}{q_a}$$

Donde:

$q_{25\%}$ = Representa al caudal promedio del 25% de los emisores cuyos caudales sean los más bajos.

q_a = Representa al caudal promedio de todos los emisores utilizados en el riego.

Pizarro C., F., (1996). El coeficiente de uniformidad (CU) es útil para evaluar las instalaciones existentes o para diseñar nuevas instalaciones de riego.

Proaño, (2011). Sin embargo, en el diseño, el riego uniforme es una condición obligatoria.

Pizarro C.F., (1996). Cuanto mayor sea el valor de CU, más costosa será la instalación, ya que se requiere un régimen de presión más uniforme para reducir la dispersión en los caudales de los emisores, y para ello, se requieren requisitos requerimientos como el aumento del diámetro interior de la tubería, reducir la longitud de los cantos, invertir más en los reguladores de presión, etc. Los factores que intervienen en el valor del CU, son:

Factores constructivos: el material de trabajo y la fabricación del emisor provocan diferencias entre los emisores de un mismo modelo, incluso trabajando a la misma presión.

Factores hidráulicos: se refiere al cambio de presión del emisor, debido a la pérdida de presión e irregularidades.

Envejecimiento y rellenos.

Diferencias de temperatura.

Se muestran los valores recomendados de CU. En la siguiente tabla.

Tabla 5
Valores recomendados de coeficiente de uniformidad.

Emisores	Pendiente (i)	Coeficiente de Uniformidad	
		Clima Árido	Clima Húmedo
Emisores espaciados más de 4 m. en cultivos permanentes.	Uniforme (1 < 2%)	0.90 – 0.95	0.80 – 0.85
	Uniforme (1 < 2%) u ondulada	0.85 – 0.90	0.75 – 0.80
Emisores espaciados menos de 2.5 m. en cultivos permanentes o semipermanentes.	Uniforme (1 < 2%)	0.85 – 0.90	0.75 – 0.80
	Uniforme (1 < 2%) u ondulada	0.80 – 0.90	0.70 – 0.80
Mangueras o cintas de exudación en cultivos anuales	Uniforme (1 < 2%)	0.80 – 0.90	0.70 – 0.80
	Uniforme (1 < 2%) u ondulada	0.70 – 0.85	0.65 – 0.75

Fuente: Proaño 2011

4.6.1. Tipos de coeficiente de uniformidad

Karmeli, D. Y J. Keller., (1975). Ratifican en sus comienzos la fórmula propuesta por Christiansen, del coeficiente de uniformidad para aspersión, en el riego por goteo. Sin embargo, pronto se vio que esta fórmula presentaba algunos inconvenientes.

En primer lugar, esta fórmula, esta media las desviaciones con respecto a la media, por lo que daba idéntica importancia a las variaciones por encima de la media que a las por debajo. Esto en el caso del goteo es grave, porque las variaciones por encima indican un derroche de agua que en general no afectara el cultivo, pero si a la eficiencia de riego, las variaciones a continuación muestran que la planta recibe menos agua de la que necesita, por lo que su producción disminuirá y posiblemente incluso se perderá por completo.

Se comprende que esto no tiene gran importancia en aspersión, donde en ocasiones no pueden conseguirse eficiencias superiores al 65-70 % pero el sistema de goteo, que es más preciso y por lo tanto más caro, el sistema debe lograr una homogeneidad superior al 90 %.

Por esto **Karmeli Y Keller**, propusieron una fórmula para la uniformidad en riego por goteo.

$$CU = \left(1 - \frac{1.27CV}{\sqrt{e}}\right) \frac{q_{ns}}{q_p}$$

Donde:

CU = coeficiente de uniformidad.

CV = coeficiente de variabilidad de fabricación (información proporcionada por el fabricante o prueba de campo).

q_{ns} = caudal mínimo o más bajo de su sector (formando por la red de terciarias y laterales) en l/hr.

q_p = caudal promedio de subsector en l/hr.

e = número de emisores por planta.

4.7. Diseño agronómico

Mendoza M. E. A., (2013). Define es la parte más fundamental en la implementación de un proyecto de riego, porque cualquier confusión lleva a un riego inadecuado lo que se dé, por ejemplo, si se evalúan unas necesidades de riegos menores a las reales, se afectara la producción, la calidad y pueden presentar problemas de salinidad por no ser lavado.

4.7.1. Dosis de riego

Olarte H. W., (1987). Plantea la dosis de riego es el volumen de agua que se puede aplicar en un solo riego, por lo que es el volumen máximo que puede contener el suelo. Depende de la densidad aparente, la profundidad de las raíces, la tolerancia máxima a la humedad, capacidad de campo, el punto de marchitez y la eficiencia del riego.

Se presentan en dos tipos: Dosificación neta cuando no se tiene en cuenta la eficiencia del riego en su cálculo y dosis bruta teniendo en cuenta cuando la eficiencia. Se puede expresar de dos formas: En m³/ha. Y en forma de lámina de riego en mm.

La dosis neta y bruta se calcula con las siguientes expresiones respectivamente:

$$D_{rn} = 10 \times L_n \quad D_{rb} = \frac{D_{rn}}{E_r}$$

Donde:

D_{rn} = Dosis neta de riego en m³/ha.

D_{rb} = Dosis bruta de riego en m³/ha.

E_r = Eficiencia de riego.

L_n = Lamina neta en mm.

La lamina neta y bruta a su vez se calcula con las siguientes expresiones:

4.7.2. Consumo diario

Olarte H. W., (1987). Propone la dosis de agua que usa o demanda un cultivo en forma diaria, puede expresarse en forma m³/ha o en mm/ha, se calcula según la expresión:

$$Cd = \frac{Db}{DM}$$

Donde:

Cd = Consumo diario en m³/ha o mm/ha.

Db = Demanda unitaria bruta en m³/ha.

DM = Número de días del mes.

4.7.3. La lámina neta

Mendoza M. E. A., (2013). Ratifica que generalmente, se permite reducir el agua a un nivel igual al 50% (para la mayoría de los cultivos) o un 30% (en el caso de hortalizas) o 10% (en riego por goteo), del agua que se localiza entre el punto de marchitez permanente y la capacidad de campo.

Se calcula con las siguientes expresiones:

Olarte H. W., (1987). Plantea la siguiente fórmula para hallar la lámina neta:

$$Ln = \left(\frac{CC - PMP}{10} \right) * Da * Z$$
$$Ln = \left(\frac{CC - PMP}{10} \right) * Da * Z * f$$

Ln = Lamina neta, en mm.

CC = Capacidad de campo en %.

PMP = Punto de marchites permanente en %

Da = densidad aparente en gr/cm^3 .

Z = Profundidad de la raíz, en cm.

f = Factor de secamiento, adimensional.

4.7.4. Lamina bruta aplicada en riego por goteo

Mendoza M. E. A., (2013). Investiga además las necesidades netas de riego, hay agua adicional útil para reemplazar el agua perdida debido a las condiciones en las que crecen los cultivos. Estas pérdidas son causadas por:

- ✓ Percolación profunda, por debajo de la zona de raíces.
- ✓ En la parcela de riego se uniformidad de distribución del agua.
- ✓ Requerimientos de lavado de sales del suelo.

Toda la pérdida de agua se cuantifica en un término denominado eficiencia de riego (Er).

El requerimiento total de riego viene dado por la relación.

$$Lb = Nn/Er$$

Donde:

Lb = Lamina bruta de riego $mm \text{ dia}^{-1}$

Nn = Necesidades netas de riego en $mm \text{ dia}^{-1}$

E_r = Eficiencia de riego en tanto por uno.

4.7.5. Tiempo de riego

Baca G.C.J., (2010). Expresa la siguiente fórmula para calcular el tiempo de riego

Precipitación horaria (PH)

$$PH = \frac{q(1/h)}{E_e * E_l}$$

PH= Precipitación horaria (mm/h)

E_e= Espaciamiento entre emisores (m)

E_l= Espaciamiento entre laterales (m)

$$TR = \frac{L(\text{agua a reponer})}{PH} = \frac{\text{mm/día}}{\text{mm/hora}} = \frac{\frac{m^3}{ha}}{\frac{m^3}{ha} - \text{hora}} = \text{horas/día}$$

TR= tiempo de riego (min., h)

N_t= necesidades totales (mm)

PH= precipitación horaria (mm/h)

4.7.6. Volumen de riego

Olarte W., (1987). Muestra que el volumen de riego es la cantidad total de agua suministrada para riego durante un periodo de tiempo. Se calcula con la expresión:

$$V_r = D_{br} * N_r$$

Donde:

V_r= Volumen de riego en m³/ha.

D_{br}= Dosis bruta de riego.

Nr= Numero de riegos que se realiza durante el periodo considerado.

4.7.7. Jornada de riego

Campos R. A. & Cruz B. D., (2018). Argumenta que es la cantidad de horas diarias durante las cuales se aplica riego y puede variar desde 6 hasta 24h., dependiendo de factores laborales, tecnológicos, culturales y ambientales. Por ejemplo, el fenómeno del niño en 2016 provoco que la autoridad ambiental del valle del cauca restringiera a 12 horas diarias el tiempo de bombeo de pozos y la captación de aguas superficiales.

4.7.8. Numero de emisores por planta

Manejo Y Conservación Del Suelo Fundamentos Y Practicas Pronamachcs, (2007).

Expresa previamente, el tipo de gotero utilizada debe seleccionarse en función de la relación flujo – presión, y sensibilidad del material y la construcción, la geometría de inserción a la tubería lateral, etc. La cantidad de emisores por planta depende básicamente del suelo que se moja (PMS), que no debe ser inferior al 30% o 40%, por lo que la cantidad de goteros (ng) se puede definir como:

$$ng \geq \frac{SP \times PSM}{100 \times Amg}$$

Ng: número de emisores por planta.

SP: Superficie que ocupara cada planta (m²).

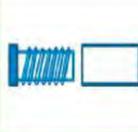
PSM: Porcentaje de suelo a mojar.

Amg: Área mojada por emisor (m²)

4.7.9. Selección de emisores

Zapata Sierra A. J., (2020). Considera que existen diferentes criterios de clasificación de emisores como son: el régimen hidráulico de la corriente de agua en el interior del gotero (laminar y turbulento), el tipo de conexión con la tubería porta goteros (alineado, integrado y derivado), modo de distribuir el agua, características de autolimpieza y autocompensación, etc.

Figura 7: Clasificación de los emisores.

Emisores para riego localizado						
De bajo caudal (< 16 l/h)					Alto caudal (> 16 l/h)	
Goteros			Cintas de exudación		Micro aspersores	Difusores
Conducto largo		Conducto corto				
Microtubo	Helicoidal	Laberinto	Vortex	Autocompensante		
						

Fuente: Manual práctico de sistemas de riego localizado

4.7.10. Frecuencia de riego

Torres G., (2012). Sostiene la gestión del agua de riego es un factor clave para optimizar la producción agrícola, conocer las características del suelo también es un factor decisivo en el un buen uso del agua de riego. El cultivo de cebollas, debido a que las raíces son poca profundas a las fluctuaciones de la humedad del suelo, por lo que el rendimiento y la calidad de los bulbos se ven afectados por los cambios en la frecuencia de riego.

Martínez, B. L., (1998). Plantea la frecuencia o intervalo de riego es la cantidad de tiempo que será necesario esperar para proceder un nuevo riego, se calcula dividiendo la lámina neta entre el consumo diario, la expresión utilizada es:

$$Fr = \frac{Lng}{Cd}$$

Donde:

Fr = Frecuencia de riegos en días.

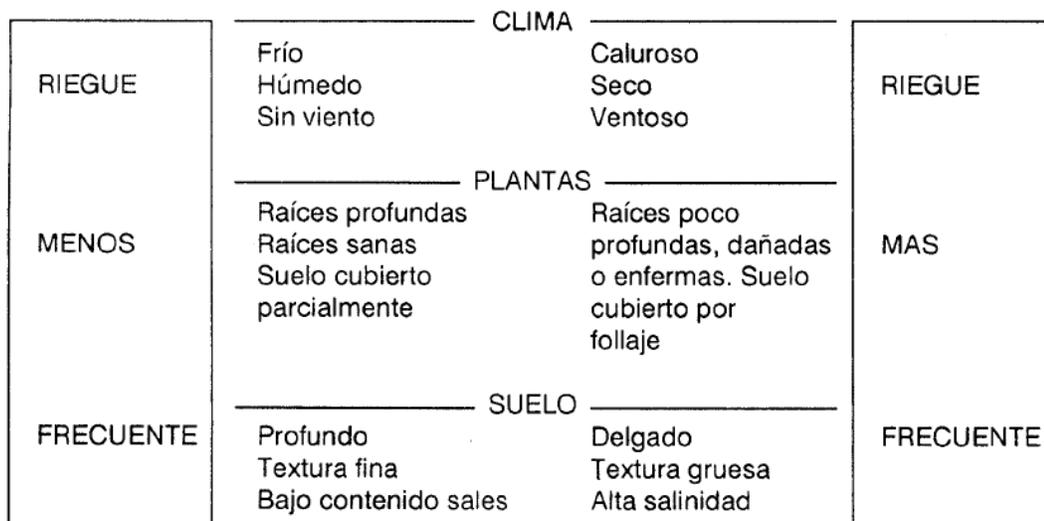
Lng = Lamina neta en riego por goteo en mm.

Cd =Consumos diario en mm/hr.

Ferreyra E., Raúl Y Peralta A., José María (1992). Menciona que programar el riego, tanto en tiempo como en frecuencia, depende principalmente de factores climáticos, del cultivo y del suelo, como se puede observar en el siguiente esquema:

Esquema 1:

Influencia del clima, planta y características del suelo en la frecuencia del riego.



Existen diversas formas de estimar la frecuencia del riego, las cuales pueden agruparse en tres grandes criterios. La primera es tomar plantas como indicador, es decir, determinar la frecuencia según sus características. En segundo lugar, tome el suelo como indicador, determine con precisión la frecuencia, según el contenido de humedad del suelo. La tercera es la forma mixta, que considera tanto el clima como el cultivo como indicadores para estimar la frecuencia óptima de riego.

El primer gran grupo considera, tanto características de color, como de crecimiento o el uso de plantas indicadoras, para determinar la frecuencia. Sin embargo, la debilidad del método radica, en primer lugar, en la dificultad de aislar la fisiología foliar debido a la necesidad de riego, de otros síntomas, como por ejemplo, enfermedades causadas, además, a la espera de indicadores visuales, las plantas a menudo ya están en condiciones de escasez de agua.

El segundo gran grupo se basa en la medición o estimación del nivel de la humedad del suelo. Mediante la experiencia y el conocimiento del suelo, es posible distinguir la cantidad de agua presente en el suelo para las plantas a la hora de regar.

El tercer grupo, es decir el que, considera tanto características climáticas, del cultivo y del suelo para definir la frecuencia del riego, se diferencia de los anteriores porque utiliza elementos integradores como es la evaporación de bandeja. En general, este método requiere el conocimiento de lo siguiente.

- Evapotranspiración del cultivo en cortos periodos de tiempo en las diferentes etapas del crecimiento vegetativo.

- Propiedades físicas del agua del suelo (Capacidad de Campo, Punto de Marchitez Permanente, Densidad Aparente, contenido de Humedad Aprovechable).
- La cantidad de agua que se permite aprovechar corresponde a la demanda de evaporación sin limitar el rendimiento.
- Profundidad efectiva de raíces del cultivo.

4.7.11. Demanda hídrica

Santiago (2017). Considera básicamente, la cantidad de agua que necesita un cultivo de cebolla, influye de la capacidad del suelo para almacenar, la cantidad de precipitación y de la tasa de evapotranspiración del huerto.

En cuanto a la capacidad de almacenamiento del suelo, para evaluar la cantidad de agua utilizada por los cultivos, es interesante conocer la distribución del agua entre capacidad de campo (CC) y punto de marchitez permanente (PMP). Capacidad de campo, es el contenido de agua que queda detenida en el suelo luego de que este se ha regado y dejado drenar libremente por un lapso de 24 a 48 horas, y se mide en laboratorio, sometiendo la muestra de suelo saturada a una succión de 1/3 de atmósfera. El punto de marchitez permanente, representa el límite inferior de la capacidad de retención de agua del suelo para las plantas, y se mide en el laboratorio sometiendo una muestra de suelo saturada a una succión de 15 atmosferas.

Ferreyra E., Raúl Y Peralta A., José María (1992). Expresa la demanda de agua se puede dividir según dos aspectos principales: el primero es la necesidad neta del cultivo

o uso-consumo. El segundo corresponde a la demanda global de riego, que tiene en cuenta la eficiencia del sistema riego.

En relación a la necesidad neto, este corresponde a la evapotranspiración y se refiere al agua utilizada por los cultivos durante la transpiración y se refiere evaporada directamente desde el suelo adyacente, incluye el agua que queda al evaporarse el rocío y la lluvia, que no es utilizada por el sistema de la planta. Se considera normalmente en mm/día o mm/meses.

Los requerimientos netos de agua de este cultivo fluctúan entre los 1.925 m³/ha hasta los 3.300 m³/ha, dependiendo de la localidad considerada.

4.8. PARÁMETROS AGRONÓMICOS DEL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO

Pizarro C., F., (1996). Analiza los parámetros agrónomos consisten básicamente en establecer las necesidades hídricas del cultivo, calcular la dosis de agua que requiere el cultivo para su normal crecimiento sin causar estrés hídrico, dependiendo de los factores edafológicos, climatológicos y los factores del cultivo.

El diseño agronómico es la fracción donde se establecen elementos claves del sistema de riego por goteo, como son: la evapotranspiración, número de goteros por planta y disposición de goteros, demanda de agua, porcentaje de superficie mojada, precipitación del emisor, intervalos de riego y tiempo riego obligatorio para reponer diariamente la evapotranspiración del cultivo.

V. DISEÑO DE LA INVESTIGACION

5.1. Tipo de investigación

Es una investigación de tipo **descriptivo**.

5.1.1. Lugar del campo experimental

El presente trabajo se realizó en el Centro Agronómico K'ayra, área de riego en la Facultad de Ciencias Agrarias, ubicado en el terreno potrero C-2.

Los trabajos de campo se realizaron desde el mes de agosto del 2018 y la evaluación del presente estudio de investigación se realizó entre los meses de septiembre 2018 a enero del 2019.

Fotografía 3: Campo experimental, parcela C-2.



5.1.2. Ubicación política

Región : Cusco

Provincia : Cusco

Distrito : San Jerónimo

5.1.3. Ubicación geográfica

Altitud : 3,219 m.s.m

Latitud : 13°33'31" SUR

Longitud : 71°52'29" OESTE

5.1.4. Ubicación hidrográfica

Cuenca : Vilcanota

Sub cuenca : Huatanay

Micro cuenca : Huanacaure

5.1.5. Ubicación ecológica

Según Holdridge, L. R. (2000), menciona considerando los datos meteorológicos de una serie histórica de diez años de información, que el centro Agronómico de K'ayra se encuentra dentro de la zona de vida: Bosque seco Montano sub Tropical (bs -MBS) a una altitud de 3370m, cuyo clima es templado frío con una temperatura promedio de 13.46 °C, con una precipitación total anual de 702.14mm.

5.2. Antecedentes del campo experimental

El experimento tuvo el siguiente antecedente:

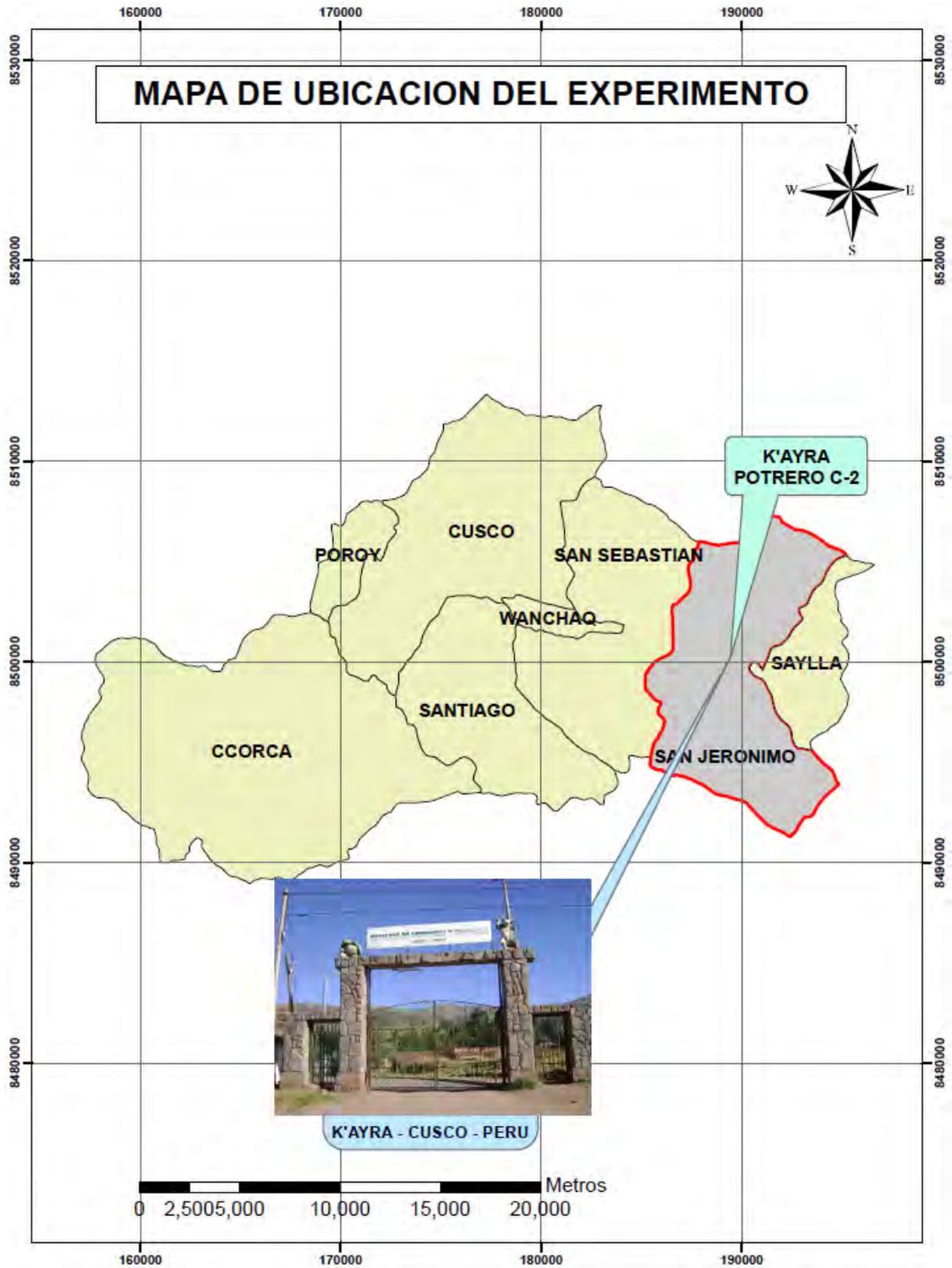
Campaña 2016 – 2017 cultivo de papa

Campaña 2017 – 2018 cultivo de zapallito italiano

Campaña 2018 – 2019 cultivo de cebolla (presente trabajo de estudio)

Mapa 1

Mapa de ubicación del experimento en el contexto distrital.



Croquis 1
Ubicación del área experimental.



5.3. Materiales de investigación

5.3.1. Materiales

- Manguera p.e 25 mm
- Cintas de goteo con emisores equi – distanciados de 20cm de espacio.
- Acometida p.e 6 mm
- Enlace mixto 25 mm x 3/4
- Codo p.e 25 mm x ¾
- Tee esc. 25mm
- Cinta teflón
- Envases para determinar el coeficiente de uniformidad del sistema de riego localizado.
- Válvulas pvc 3/4
- Unión pvc c/r 3/4
- Tapón pvc c/r ¾
- Probeta 250 ml

5.3.2. Herramientas

- Pico
- Pala
- Cordel
- Cinta métrica
- Plano topográfico

- Mochila asperjadora
- Vernier

5.3.3. Equipos y maquinaria

- Manómetro con glicerina, de 6 bares para medir la presión
- Cámara fotográfica
- Laptop
- Tanque clase A
- Balanza digital

5.3.4. Programas de Computación

- Programas Microsoft office, Excel, Word, power point, google earth, AutoCAD, ArcGis.

5.3.5. Insumos

- El material biológico (almacigo) que se utilizó para este trabajo de investigación fue 3960 plántulas de cebolla variedad roja arequipeña.
- Macronutrientes, nitrógeno (N), fosforo (P) y potasio (K).

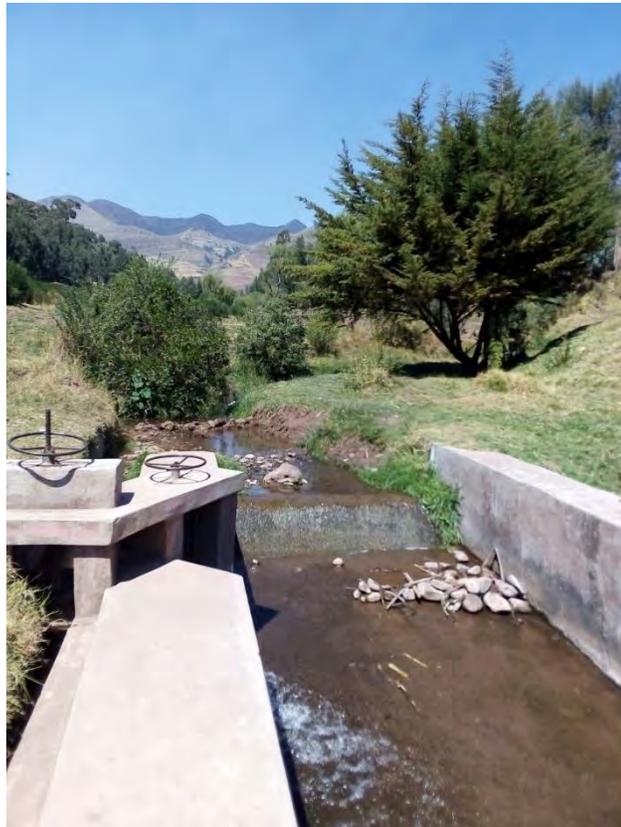
5.4. Metodología

5.4.1. Información básica del campo experimental

5.4.1.1 Recurso hídrico

Se contó con una fuente de agua principal de la bocatoma número 4, el cual se ubica en el sector denominado chanchería, del cual es captado y conducido hacia la cabecera de parcela del potrero C- 2.

Fotografía 4: Bocatoma número 4.



5.4.1.2 Topografía

La extensión total de la parcela del potrero C-2 es de 13515.142 m² con un perímetro de 462.387 con una pendiente de 1.33 %. Para obtener estos datos se hizo levantamiento topográfico.

5.4.1.3 Forma del predio

La parcela C-2 presenta una forma irregular en su extensión total y para la realizar el presente trabajo, se seleccionó un área de 301.6 m².

5.4.1.4 Suelo

Para determinar las características físicas del suelo de la parcela C-2, se procedió a tomar muestra de suelo de lugares representativos a profundidades de 0 a 30 cm, para lo cual tiene que ser homogenizadas y etiquetadas para ser llevados al laboratorio de análisis de suelos de la Facultad de Ciencias Agrarias.

Tabla 6
Resultados del análisis de fertilidad.

N°	CLAVE	Mmhos/cm	pH	% CaCo3	% M. ORG.	% N TOTAL	Ppm P2O5	Ppm K2O
01	PARCELA C-2	0.48	7.8		3.21	0.16	92.7	206

Fuente: laboratorio de análisis de suelos y fertilizantes FCA-UNSAAC (2018).

Tabla 7
Resultados del análisis de caracterización.

N°	CLAVE	Meq/100 Al***	Meq/100 C.I.C.	% ARENA	% LIMO	% ARCILLA	CLASE TEXTURAL
01	PARCELA C-2	-, -	21.47	42	24	34	FRANCO - ARCILLOSO

Fuente: laboratorio de análisis de suelos y fertilizantes FCA-UNSAAC (2018).

Tabla 8
Resultados del análisis de humedad, densidad y porosidad del suelo.

N°	CLAVE	%HE	%CC	g/cc Da	g/cc Dr	% PMP	% POROSIDAD
01	PARCELA C-2	32.48	30.71	1.47	2.54	13.31	42.12

Fuente: laboratorio de análisis de suelos y fertilizantes FCA-UNSAAC (2018).

5.4.2. Trazado del campo experimental

Se dividió en tres evaluaciones utilizando yeso, cordel y cinta métrica, longitud es de 18.85 m, el ancho es de 16 m y en cada evaluación está conformado de tres parcelas, las dimensiones de la parcela la longitud es 4.95 m, el ancho 4 m y el área de cada una de las parcelas es de 19.8 m².

Fotografía 5: Trazado del campo experimental, parcela C-02.



5.4.3. Instalación del sistema de riego localizado

Se procedió a instalar la red de distribución lo cual está la tubería principal, secundaria y terciaria con sus respectivas válvulas para cada parcela.

Las cintas de goteo son colocadas a cada parcela con un distanciamiento de 0.20 m entre emisores y 0.45 m entre surco (doble hilera).

Fotografía 6: Instalación del sistema de riego localizado por goteo.



5.4.4. Cabezal de riego

El cabezal de riego es un componente del sistema de riego por goteo, que distribuye el agua a diferentes sectores, a presión suficiente que requiere los sectores y un sistema de filtrado elimina impurezas del agua que pueden obstruir los emisores de las cintas de goteo.

Fotografía 7: Cabezal de riego.



5.4.5. Factores estudiados

EVALUACIONES	FRECUENCIA DE RIEGO
Evaluación uno	Diaria
Evaluación dos	Cada 3 días
Evaluación tres	Cada 5 días

5.4.6. Características del campo

5.4.6.1 Dimensiones del campo

- Numero de evaluaciones : 3
- Longitud incluido calles : 18.85 m
- Ancho incluido calles : 16 m

Separación entre evaluaciones : 1 m

- Área total con calles : 301.6 m²
- Superficie neta : 178.2 m²

5.4.6.2 Características de las parcelas

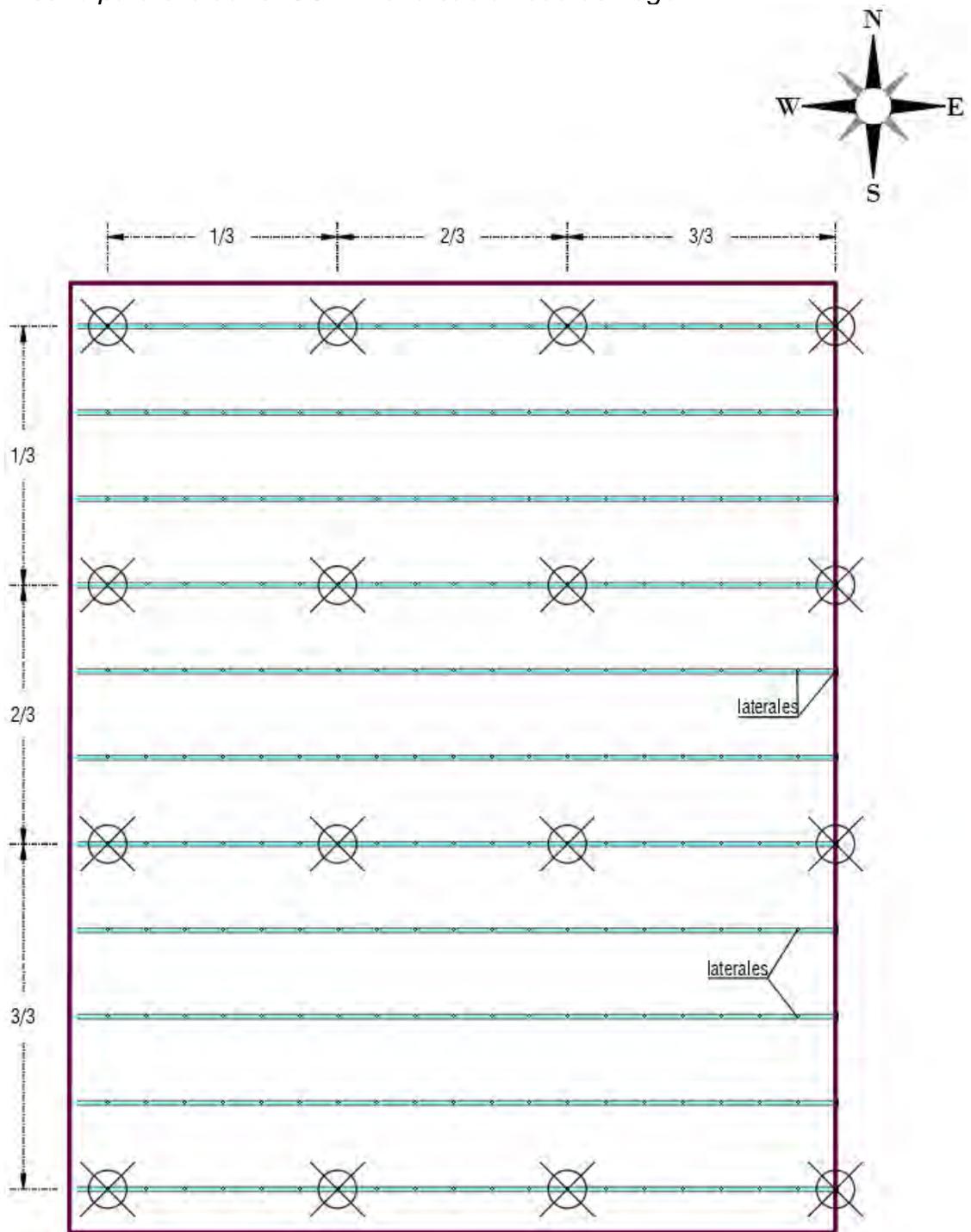
- Numero de parcelas por evaluación : 3
- Longitud de parcela : 4.95 m
- Ancho de parcela : 4 m
- Área de parcela : 19.8 m²
- Número total de parcelas : 9
- Numero de surcos por parcela : 11
- Distancia entre surcos : 0.45 m
- Distancia entre plantas : 0.20 m
- Separación entre hileras : 0.15 m
- Número de plantas por surco (doble hilera): 40
- Número de plantas por parcela : 440
- Total de plantas : 3960

5.4.6.3 Especificaciones del sistema de riego por goteo

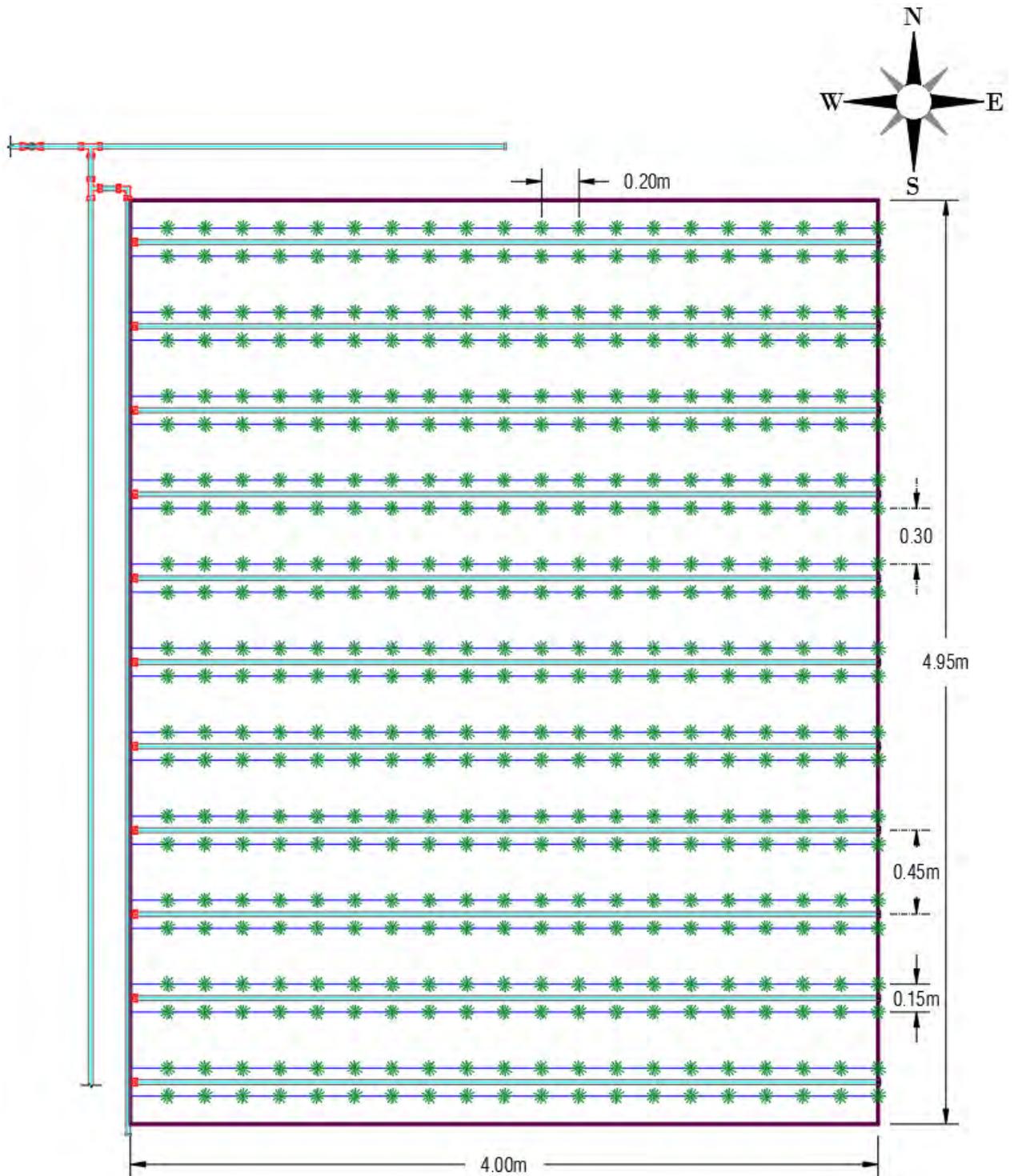
- Distanciamiento entre emisores : 0.20 m
- Distanciamiento entre cintas de goteo : 0.45 m

Croquis 2

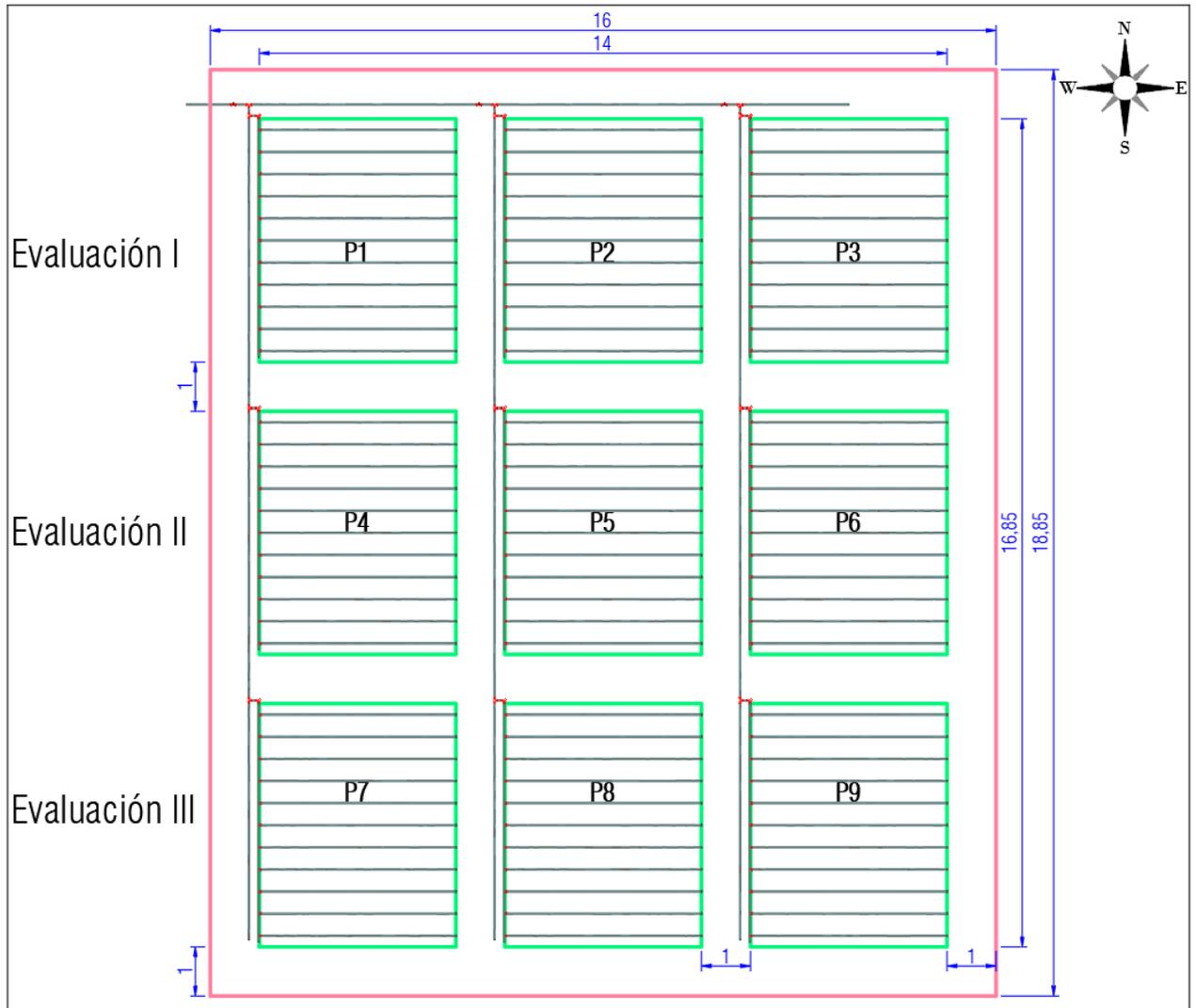
Diseño para evaluar el CU. En una sub unidad de riego.



Croquis 3
Dimensionamiento de las parcelas.



Croquis 4
Campo Experimental.



5.5. Manejo de la investigación

5.5.1. Presión del sistema

Se pudo constatar que toda el área de investigación, tenía una presión 1 bar, el cual fue medido con un manómetro con glicerina.

5.5.2. El uso de evaporación del tanque clase A

El agua debe estar hasta 5 cm por debajo de su borde, evitar que baje más allá de 7.5 cm. Para determinar la evaporación la lectura fue diaria 9 am del tanque evaporímetro clase A.

5.5.3. Velocidad del viento

Las lecturas en la estación meteorológica se realizaron tres veces al día a las 7:00 am, 13:00 y 7:00 pm horas, el recorrido del viento fue en 24 horas y se trabajó con el promedio.

5.5.4. Humedad relativa (%)

Las lecturas se realizaron dos veces al día a las 9:00.am, 1.00 pm horas en la estación meteorológica, lo cual se obtuvieron humedad relativa máxima y humedad relativa mínima, para determinar la humedad relativa media se realizó lo siguiente.

$$HR_{media} = \frac{HR_{max} + HR_{min}}{2}$$

5.5.5. Coeficiente Kp del tanque clase A

Para la determinación de coeficiente del tanque (Kp), se utilizó los datos climáticos de humedad relativa (%) y velocidad de viento (m/s). El valor kp es multiplicado por la evaporación del tanque clase A, medida diariamente para determinar la ETo que multiplicado por el Kc del cultivo de cebolla se determina la Etc. (mm) diaria del cultivo.

Tabla 9

Coefficiente del tanque evaporímetro (Kp) para el tanque clase A para diversas localizaciones y ambientes de los tanques y varios valores de velocidad media de viento y de humedad relativa (serie FAO riego y drenaje No. 24)

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

Fuente: Boletín FAO 56, Riego y Drenaje (2006)

5.5.5.1 Cálculo de la evapotranspiración de referencia (ET_o mm/día)

Se halló primero el coeficiente del tanque (kp) que se encuentra en la tabla 9, según los datos de estación meteorológica SENAMHI – KAYRA, humedad relativa (%), velocidad de viento (m/s) y tanque situado en una superficie cultivada. Después se multiplica el valor de kp por la evaporación de tanque clase A, para determinar la ET_o.

$$ET_o = Evap \times Kp$$

Donde:

E_{To} : Evapotranspiración de referencia

K_p : Coeficiente del tanque evaporímetro clase A

Evap: Evaporación de tanque clase A

Caso A: Para determinar el coeficiente del tanque (k_p) en la tabla 9 se obtendrá con los siguientes datos de planilla de riego:

$$V (m/s) = 1.33$$

$$HR (\%) = 48$$

$$D (m) = 100$$

$$K_p = 0.80$$

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

$$Evap = 1.70 \text{ mm}$$

$$K_p = 0.80$$

$$E_{To} = Evap \times K_p$$

$$E_{To} = 1.70 \text{ mm} \times 0.80$$

$$E_{To} = 1.36 \text{ mm/día}$$

5.5.6. Coeficiente de cultivo (k_c)

El coeficiente del cultivo de cebolla en verde (k_c) se utilizó del boletín **FAO (2006)**, lo cual el k_c inicial es 0.70, k_c medio es 1.00 y k_c final 1.00 con una altura 0.30m.

Fase inicial, los valores de k_c son bajos debido a la mayor evapotranspiración.

Fase de desarrollo, te el k_c alcanza un nivel óptimo.

Fase final, el kc va disminuyendo hasta llegar a la cosecha.

5.5.7. El procedimiento es:

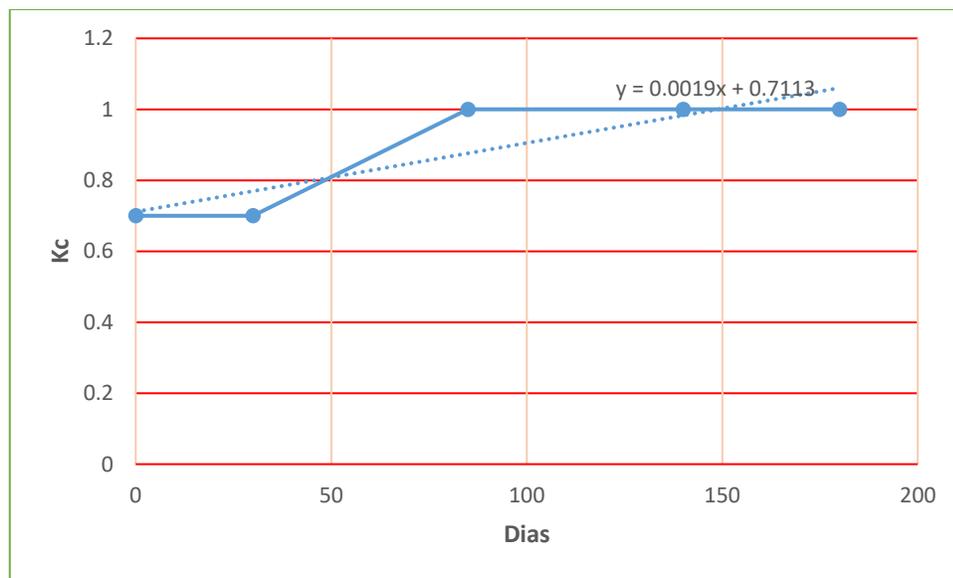
Fase inicial de crecimiento 80 días y el kc es de 0.70

Fase del desarrollo del cultivo 60 días y el kc es de 1.00

Fase de estación mediados de 40 días y el kc es de 1.00

Gráfico N° 3

Curva de Kc del cultivo de Cebolla.



Fuente: Elaboración propia

5.5.8. Determinación de la evapotranspiración de cultivo (ETc)

Para determinar la ETc, se hace uso de la ecuación.

$$ETc = ETo * Kc$$

Donde:

ETc = Evapotranspiración de cultivo (mm/día)

ETo = Evapotranspiración de referencia (mm/día)

Kc = Coeficiente de cultivo

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

ETo = 1.36

Kc = 0.83

ETc = 1.36 * 0.83 = 1.12 mm

5.5.9. Cálculo de láminas de riego

5.5.9.1 Lámina neta para la preparación del terreno

Para realizar la preparación de terreno, primero se tuvo que realizar riego antes de la siembra (riego por machaco), consiste en suministrar la lámina de toda el área a sembrar para facilitar la preparación de terreno y este a capacidad de campo. Las plántulas del cultivo de cebolla necesitan humedad para su desarrollo, lo cual fueron trasplantados a los 61 días. El cálculo de la lámina será el siguiente:

$$Ln = \left(\frac{CC - PMP}{10} \right) * Da * z$$

$$Ln = \left(\frac{30.71\% - 13.31\%}{10} \right) * 1.47 \frac{g}{cm^3} * 45cm$$

Ln = 115.4 mm

- Se calculó de acuerdo a la evaluación de la profundidad de raíz del cultivo, que se realizó cada 15 días, lo cual es necesario para iniciar el primer riego con una raíz de 5 cm.

$$Ln = \left(\frac{CC - PMP}{10} \right) * Da * z$$

$$Ln = \left(\frac{30.71\% - 13.31\%}{10} \right) * 1.47 \frac{g}{cm^3} * 5cm$$

$$Ln = 12.79 \text{ mm}$$

5.5.9.2 Lámina neta para el riego de mantenimiento

Para calcular lamina neta para el riego de mantenimiento, se considera el factor de secamiento del cultivo.

$$Ln = \left(\frac{CC - PMP}{10} \right) * Da * z * f$$

Donde:

Ln = Lamina neta (mm/cm)

CC = Capacidad de campo (%)

PMP = Punto de marchitez permanente (%)

Z = Profundidad de raíz (cm)

F = factor de secamiento

5.5.9.3 Lamina neta final

$$Ln = \left(\frac{30.71\% - 13.31\%}{10} \right) * 1.47 \frac{g}{cm^3} * 45cm * 0.30$$

$$Ln = 34.53 \text{ mm}$$

$$Ln_{final} = 115.4 - 34.53 = 80.87 \text{ mm}$$

- Lamina neta para el riego de mantenimiento o lamina neta final para iniciar el primer riego con una raíz de 5 cm.

$$Ln = \left(\frac{30.71\% - 13.31\%}{10} \right) * 1.47 \frac{g}{cm^3} * 5cm * 0.30$$

$$Ln = 3.84 \text{ mm}$$

$$L_{\text{final}} = 12.79 - 3.84 = 8.95 \text{ mm}$$

5.5.9.4 Lamina bruta

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

$$L_b = N_n / E_r$$

Donde:

L_b = Lamina bruta de riego mm dia^{-1}

N_n = Necesidades netas de riego en mm dia^{-1}

E_r = Eficiencia de riego en tanto por uno.

$$L_{bg} = 115.4 \text{ mm} / 0.95 = 121.47 \text{ mm}$$

- Volumen de agua para cada parcela se calcula:

$$121.47 \text{ mm} \times 10 = 1214.7 \text{ m}^3/\text{ha}$$

- Lamina bruta para iniciar el primer riego

$$L_b = N_n / E_r$$

$$L_{bg} = 12.79 \text{ mm} / 0.95 = 13.46 \text{ mm}$$

- Volumen de agua para cada parcela se calcula:

$$13.46 \text{ mm} \times 10 = 134.6 \text{ m}^3/\text{ha}$$

5.5.10. Tiempo de riego

5.5.10.1 Precipitación horaria (PH)

Es la siguiente formula lo cual será la lámina en mm por cada hora de operación.

$$PH = \frac{q\left(\frac{l}{h}\right)}{Ee * El}$$

$$PH = \frac{1\left(\frac{l}{h}\right)}{0.20 * 0.45}$$

$$PH = 11.11 \text{ mm/h}$$

PH= Precipitación horaria (mm/h)

q = caudal del emisor o goteo (l/h)

Ee = espaciamiento entre emisores (m)

El = espaciamiento entre líneas laterales (m)

Con esta fórmula se halla para saber cuánto tiempo se tendrá que regar para el respectivo día, teniendo los datos de evapotranspiración del cultivo diaria y la precipitación horaria:

$$TR = \frac{\frac{mm}{día} (a \text{ reponer})}{PH \text{ mm/hr}}$$

$$TR = \frac{1.18 \text{ mm}}{11.11 \text{ mm/hr}}$$

$$TR = 0.11 \text{ hr}$$

Haciendo regla de tres simples para calcular el tiempo de riego

60 minutos..... 1 hr

X 0.11

X = 6 minutos

Para el primer día haciendo los respectivos cálculos se debe regar durante 6 minutos.

5.5.10.2 Tiempo de riego para cada frecuencia

T1 (Frecuencia de riego diario)

$$TR = \frac{1.18mm}{11.11 \frac{mm}{hr}}$$

$$TR = 0.11 \text{ horas} = 6 \text{ minutos}$$

T2 (Frecuencia cada 3 días)

$$TR = \frac{8.57 \text{ mm}}{11.11 \frac{mm}{hr}}$$

$$TR = 0.77 \text{ horas} = 46.2 \text{ minutos}$$

T3 (Frecuencia cada 5 días)

$$TR = \frac{14.34mm}{11.11 \frac{mm}{hr}}$$

$$TR = 1.29 \text{ horas} = 1.17 \text{ hr}$$

5.5.10.3 Dosis de riego

Es cantidad de agua que se aplica en cada operación de riego, se calcula con la siguiente formula:

$$D_{rn} = 10 \times L_n$$

$$D_{br} = D_{rn}/E_r$$

D_{rn} = dosis neta de riego en m³/ha.

D_{br} = dosis bruta de riego en m³/ha

E_r = eficiencia de riego

L_n = lamina neta en mm.

La lamina neta para la frecuencia de riego diaria se obtuvo 28.57 mm, esto fue aplicado a los 15 días del trasplante. El promedio de la lámina fue 2.38 mm y el número de riegos que se aplicaron fue 11.

$$D_{rn} = 10 * 28.57 \text{ mm.}$$

$$D_{rn} = 285.7 \text{ m}^3/\text{ha}$$

La dosis bruta se calcula con la siguiente formula:

$$D_{br} = 272.8/ 0.95$$

$$D_{br} = 300.73 \text{ m}^3/\text{ha}$$

La lamina neta para la frecuencia de riego cada 3 días se obtuvo 21.09 mm, esto fue aplicado a los 15 días del trasplante. El promedio de la lámina fue 5.27 mm y el número de riegos que se aplico fue 4.

$$D_{rn} = 10 * 21.09 \text{ mm}$$

$$D_{rn} = 210.9 \text{ m}^3/\text{ha}$$

La dosis bruta es la siguiente:

$$D_{br} = 210.9/0.95$$

$$D_{br} = 222 \text{ m}^3/\text{ha}$$

La lamina neta para la frecuencia de riego cada 5 días se obtuvo 19.87 mm, esto fue aplicado a los 15 días del trasplante. El promedio de la lámina fue 6.6 mm y el número de riegos que se aplico fue 3.

$$D_{rn} = 10 * 19.87 \text{ mm}$$

$$D_{rn} = 198.7 \text{ m}^3/\text{ha}$$

La dosis bruta es la siguiente:

$$D_{br} = 198.7/0.95$$

$$D_{br} = 209.16 \text{ m}^3/\text{ha}$$

5.5.10.4 Frecuencia de riego

Intervalo de riego es el lapso de tiempo que será necesario esperar para realizar un nuevo riego, número de días que transcurre entre dos riegos sucesivos. En este trabajo de investigación los datos meteorológicos están influenciados por el clima que cambia cada día, por lo cual es un método directo, también de la capacidad de retención de agua del suelo por un lado y de la demanda de agua de la planta.

La lamina de riego que se obtuvo a los 15 días después de trasplante se obtuvo el promedio de 2.38 mm.

La evapotranspiración del cultivo, a los 15 días después de trasplante se obtuvo el promedio de evapotranspiración diaria lo cual fue de 2.19 mm/día

Con la siguiente formula se obtiene la frecuencia de riego:

$$Fr = \frac{Lng}{Cd}$$

$$Fr = \frac{2.38 \text{ mm}}{2.19 \text{ mm/día}}$$

$$Fr = 1.1 \text{ días}$$

5.5.10.5 Numero de riegos

El número de riegos durante el ciclo vegetativo del cultivo se podrá estimar entonces a partir de las necesidades del cultivo y de la lámina de riego, detallada en la planilla de manejo de riego.

Tabla 10
Planilla de manejo de riego

PLANILLA DE RIEGO																
DEPTO.:		CUSCO		CULTIVO:		CEBOLLA		C.C %		30.71		AREA DEL TERREN.		19.8 m2		
PROVINCIA:		CUSCO		EFICIENCIA:		0.95		P.M.P %		13.31		FECHA DE SIEMBRA		17/09/2018		
DISTRITO:		SAN JERONIMO		Dist. Entre Emisor		0.2		Ln (Inicio) mm/dia		12.79		RESPONSABLE		EUDIZ SIVINCHA AGUERO		
LUGAR:		KAYRA		Dist. Entre Surco		0.45		Ln (Fin) mm/dia		8.95		FRECUENCIA DE RIEGO		1 DIA		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
FECHA	N°	V (m/s)	HR %	Kp	Evap (mm)	Eto	Kc	ETC (mm)	REPOSICION DE AGUA DE RIEGO			CONSUMO DE AGUA		Tr = t/PH (hr/dia)	Tr=Nt/PH* 60 (min/dia)	
									Pp	Nn	Nt	C.C %	D.T			
16 - sep.	60	TRASPLANTE DEL CULTIVO DE CEBOLLA									12.79	13.46	Raíz: 5cm	8.95		
17 - sep.	61	1.33	48.00	0.80	1.70	1.36	0.83	1.12		1.12	1.18	12.79	11.66	0.11	6	
18 - sep.	62	1.33	40.70	0.80	3.12	2.50	0.83	2.07		2.07	2.18	12.79	10.72	0.20	12	
19 - sep.	63	3.2	42.33	0.75	5.04	3.78	0.83	3.14		3.14	3.31	12.79	9.65	0.30	18	
20 - sep.	64	3.33	39.30	0.65	5.41	3.52	0.83	2.93		2.93	3.08	12.79	9.86	0.28	17	
21 - sep.	65	2	44.80	0.75	3.12	2.34	0.83	1.95		1.95	2.06	12.79	10.84	0.19	11	
22 - sep.	66	2	45.00	0.75	5.63	4.22	0.84	3.53		3.53	3.72	12.79	9.26	0.33	20	
23 - sep.	67	1.2	42.00	0.80	3.80	3.04	0.84	2.55		2.55	2.68	12.79	10.24	0.23	14	
24 - sep.	68	1.2	42.50	0.80	4.72	3.78	0.84	3.17	1.80	1.37	1.45	12.79	11.42	0.13	8	
25 - sep.	69	2	47.00	0.75	2.66	2.00	0.84	1.68	4.05	1.68		16.84	15.16		0	
26 - sep.	70	2	43.00	0.75	1.11	0.83	0.84	0.70		0.70		15.16	14.46		0	
27 - sep.	71	7	42.00	0.65	3.42	2.22	0.85	1.88		1.88	0.23	14.46	12.57	0.02	1	
28 - sep.	72	2.48	44.00	0.75	2.52	1.89	0.85	1.60	1.89	1.60		14.68	13.08		0	
29 - sep.	73	3.33	42.60	0.75	2.26	1.70	0.85	1.44		1.44	1.21	13.08	11.64	0.11	7	
30 - sep.	74	3.42	41.00	0.75	6.12	4.59	0.85	3.91		3.91	4.12	12.79	8.88	0.37	22	
01 - oct.	75	3.33	42.00	0.75	4.98	3.74	0.85	3.19		3.19	3.36	12.79	9.60	0.30	18	
										0.00	Ln(fin):6.14	Raíz:7.6cm	13.61	0.00	0	

Fuente. (Baca. C. 2010)

- En la planilla de manejo de riego del cuadro, se encuentra el valor de lámina neta inicio de 12.79 mm y lamina neta final de 8.95 mm
- Con eficiencia de riego de 95%
- Para determinar el valor de k_p , se utilizó la tabla 10 y con los datos climáticos de humedad relativa y velocidad de viento, con el valor obtenido de k_p multiplicado por la evaporación se calcula la evapotranspiración de referencia (E_{to}).
- La evapotranspiración de cultivo (E_{Tc}) se obtuvo, el valor de evapotranspiración de referencia multiplicado por k_c diario del cultivo de cebolla.

5.5.10.6 Numero de emisores por planta

Se proporciona a cada planta del cultivo el número de emisores requeridos en el diseño agronómico

5.5.11. Conducción del cultivo

5.5.11.1 Preparación del terreno

La preparación del terreno se hizo mecánicamente, mediante un tractor agrícola el arado de discos para la aradura y rastra de discos para el mullido, con la finalidad de uniformizar el área y remover rastrojos de cosechas anteriores.

Fotografía 8: Preparación de terreno.



5.5.11.2 Selección de las plántulas de cebolla

Esta actividad se realizó el 17 de setiembre del año 2018. Se seleccionó a las plántulas del mismo tamaño de diámetro de bulbo para su respectivo trasplante a campo definitivo.

Fotografía 9: Selección de plántulas de cebolla.



5.5.11.3 Trasplante del cultivo de cebolla

El trasplante de plántulas del cultivo de cebolla fue el 17 de septiembre del año 2018, se hizo manualmente cortando las hojas (5cm), raíz (5 cm) para estimular el enraizamiento de las plántulas, se realiza en horas de menor insolación (mañana). Para lo cual se clasificaron las plántulas de las mismas características con buen estado, las distancias entre surco 0.45m, entre plántulas a 0.20m y entre hileras a 0.15m.

Fotografía 10: Transplante de plántulas de cebolla a campo definitivo.



5.5.11.4 Prendimiento

A los 15 días del trasplante se observó las plántulas con un prendimiento de 100%.

Fotografía 11: Evaluación del prendimiento de las plántulas de cebolla.



5.5.11.5 Aporque

El aporque se realizó para oxigenar el suelo, para favorecer el desarrollo de los bulbos impide quema de los bulbos del cultivo de cebolla por el sol, esta labor se realizó a los 30,60 y 90 días después del trasplante.

Fotografía 12: Aporque del cultivo de cebolla.



5.5.11.6 Deshierbe

Esta labor se realizó en 4 oportunidades de forma manual, con la finalidad de permitir su fácil desarrollo de los bulbos, los días 14 de octubre, 14 de noviembre, 15 de diciembre y al final 10 de enero del 2019, utilizando herramientas de labranza durante el ciclo vegetativo del cultivo. Esta labor es fundamental ya que la presencia de malezas reduce el rendimiento del cultivo y calidad del bulbo. Las malezas que se encontraron fueron nabo (*Brassica campestris*) y trébol (*Trifolium*).

Fotografía 13: Deshierbe del cultivo de cebolla.



5.5.11.7 Fertilización

Se aplicó nutriente foliar nutrex, con mochila asperjadora de 15 litros, nutriente líquido con alto contenido en nitrógeno 35-10-10 a los 15 y 60 días después del trasplante, nutriente potasio a los 90 días para la mejor fijación y absorción de nutrientes a las plantas, a una dosis 4l/ha.

1L/200L

1L200L

X15L

X = 0.075 L = 75 mm/ 15 litros de agua

Fotografía 14:Fertilización del cultivo de cebolla.



Tabla 11
labores de cultivo

ACTIVIDADES	FECHA
Trasplante	17/09/18
Prendimiento	01/10/18
Aporque	15/10/18, 15/11/18 y 14/12/18
Deshierbe	14/10/18, 14/11/18, 13/12/18 y 10/01/19
Fertilización	01/10/18, 16/10/18 y 15/12/18
Cosecha	19/01/19

Fuente: Elaboración propia

5.5.11.8 Control fitosanitario

No se realizó el control de plagas y enfermedades porque no fue un daño significativo que afecte la importancia económica.

5.5.11.9 Fenómeno natural

Ocurrió el 26 de diciembre del año 2018 granizada que afecto a las hojas del cultivo de cebolla, no fue un daño significativo que afecte el rendimiento del cultivo.

Fotografía 15: Hojas dañadas a causa de la granizada.



5.5.11.10 Cosecha y evaluación

Se realizó el 19 de enero del 2019, para lo cual el riego fue suspendido 15 días antes de la cosecha, para el buen cierre del cuello y lograr una mejor calidad de bulbo.

Fotografía 16: Cosecha del cultivo de cebolla peso/parcela.



5.5.12. Variables Evaluadas

5.5.12.1 Evaporación del agua.

Las lecturas diarias de evaporación del agua se hicieron a la 9am, del tanque evaporímetro de clase A. Para luego ser corregida en la planilla de riego.

Fotografía 17: Lectura de evaporación del agua.



5.5.12.2 Profundidad de raíz

Se realizaron las mediciones de las raíces del cultivo de cebolla durante todo el periodo vegetativo, lo cual se realizó al azar tres plantas por parcela cada 15 días, para determinar la lámina de riego.

Fotografía 18: Evaluación de la profundidad de raíz del cultivo de cebolla.



Altura de planta

La altura de planta se midió con cinta métrica desde la base hasta el ápice de la hoja más larga, durante su periodo vegetativo cada 15 días después del trasplante. Los resultados se expresaron en centímetros.

Fotografía 19: Evaluación de altura de planta del cultivo de cebolla.



Numero de hojas

El número de hojas se procedió a contar la cantidad de hojas existentes, durante su periodo vegetativo cada 15 días después del trasplante.

Fotografía 20: evaluación de numero de hojas del cultivo de cebolla.



Diámetro de bulbo

Se evaluó al momento de la cosecha, con un vernier el diámetro correspondiente a la parte del bulbo,

Fotografía: evaluación de diámetro de bulbo del cultivo de cebolla

Fotografía 21: evaluación de diámetro de bulbo del cultivo de cebolla.



5.5.13. Determinación del coeficiente de uniformidad (CU)

Primero se midió la presión a la salida del cabezal principal y en la red principal con un manómetro a 1 bar, se prosiguió a instalar envases en los emisores a los laterales seleccionados en este orden el primer es cercano, 1/3 de la lateral, 2/3 de la lateral y el ultimo el más alejado, conformado por 16 emisores elegidos.

Después se tuvo que medir el volumen de agua obtenida por los emisores con una probeta lo cual fue en un tiempo de 5 minutos, ese tiempo fue para todos los emisores

elegidos con tres repeticiones. Con las medidas obtenidas se utilizó las siguientes formulas.

$$CUD = \frac{P_{25}}{P_{total}} * 100$$

Donde:

P25: Caudal medio de 4 recipientes de menor caudal.

Ptotal: Caudal medio de 16 recipientes medidos.

Croquis

Fotografía 22: Evaluación de coeficiente de uniformidad.



Fotografía 23: Medición de caudal de los emisores seleccionados.



5.5.14. Pasos del procedimiento:

5.5.14.1 Paso 1:

Primero se tiene que seleccionar los cuatro emisores obtenidos de menor caudal y se tiene calcular la media:

$(q_{25\%}) = \text{cuatro emisores de menor caudal (l/h)}/4$

5.5.14.2 Paso 2:

Se tiene que calcular la media de los caudales que fueron medidos de todos los emisores escogidos.

Caudal medio (q_{total}) = caudal de todos los emisores (l/h)/16

5.5.14.3 Paso 3:

Después de haber hecho los cálculos se conoce la media de los caudales de los emisores que representan la cuarta parte de menor caudal y la media de todos los caudales de los emisores escogidos, se halla el coeficiente de uniformidad para lo cual se realiza con la siguiente formula:

$$\text{CUD} = q_{25\%}(\text{l/h}) / q_{\text{total}}(\text{l/h}) * 100$$

5.5.15. Rendimiento por hectárea

Se determinó el peso de cada parcela evaluada (kg/ha), lo cual se pesó 40 plantas de cada parcela, por bloque 120 plantas el peso se realizó en una balanza electrónica para luego estos valores fueron convertidos a kg/ha.

5.5.16. Diseño experimental

Fotografía 24: Cultivo de cebolla



5.5.17. Evaluación de la demanda hídrica

La demanda hídrica de cultivo de cebolla se determinó a través de los parámetros de riego, se realizó a sumar todas las láminas de riego que se aplicó, desde el primer hasta el último riego.

Tabla 12
parámetros de riego

PARAMETROS AGRONOMICOS	UNIDAD DE MEDIDA	DATOS
Capacidad de campo	% CC	30.71
Densidad aparente	g/cc Da	1.47
Punto de marchitez permanente	% PMP	13.31
Profundidad de raíz	cm	5
Evapotranspiración de referencia	mm/día	1.36
Evapotranspiración del cultivo	Mm/día	1.12
Eficiencia de riego	%	95

5.5.18. Precipitación efectiva

Este parámetro se define como la fracción de la precipitación total utilizada para satisfacer las necesidades de agua del cultivo.

La precipitación efectiva diaria se estima con la ecuación de Zierold y Palacios:

Para lluvias menores de 25 mm

$$Pe = Pt - 0.05Pt \times 2$$

Para lluvias mayores de 25 mm

Pe = Precipitación efectiva

Pt = Precipitación observada

Para calcular precipitación efectiva diaria se realizó con los datos de estación meteorológica SENAMHI – KAYRA, lo cual la precipitación para el día 24 de septiembre fue de 2 mm, utilizando la ecuación:

$$Pe = 2 - 0.05 \times 2 \times 2$$

$$Pe = 2 - 0.2 = 1.8 \text{ mm}$$

5.5.19. Frecuencia de riego

En este trabajo de investigación se planteó tres frecuencias diferentes de riego.

- Frecuencia de riego diaria, se repone diario lo que el cultivo de cebolla pierde agua, más evaporación del suelo.
- Frecuencia cada tres días, se repone la acumulación de agua que pierde el cultivo de cebolla, más evaporación del suelo de los tres días.
- Frecuencia cada cinco días, se repone la acumulación de agua de los 5 días que pierde el cultivo de cebolla, más evaporación del suelo.

VI. RESULTADOS Y DISCUSIONES

6.1. Respuestas del cultivo de cebolla a tres frecuencias de riego

- Resultado de altura de planta del cultivo de cebolla

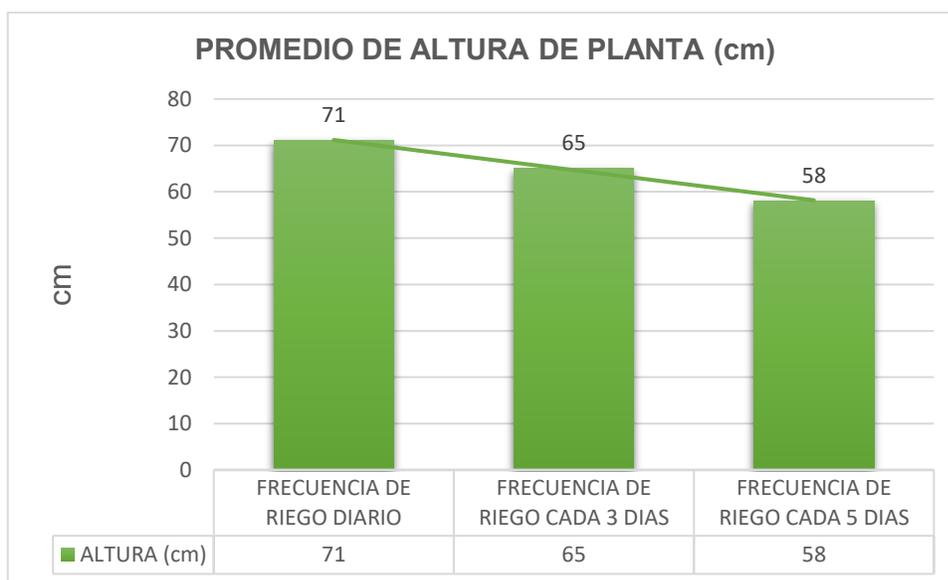
Tabla 13

Evaluación de altura de planta durante su ciclo fenológico.

Fecha	Evaluación I (cm)	Evaluación II (cm)	Evaluación III (cm)
02/10/2018	17	14	12
17/10/2018	28	25	18
01/11/2018	38	32	27
16/11/2018	47	43	36
01/12/2018	55	51	44
16/12/2018	63	58	52
31/12/2018	70	64	57
04/12/2018	70	64	57
19/01/2019	71	65	58

Gráfico N° 4

Promedio final de altura de planta de las tres frecuencias de riego.



En el grafico 4 se observa la evaluación final, la altura de planta fue de 71 cm para la frecuencia diaria, para la frecuencia de riego cada 3 días se obtuvo 65 cm y finalmente para la frecuencia de riego cada 5 días es de 58 cm. Significa que a mayor frecuencia de riego se obtiene mayor altura de planta. Aspecto que no coincide con el resultado de **Tambo L. D., (2016)**. En su tesis “Efecto de niveles de biol bovino en dos variedades de cebolla (*Allium cepa* L.) con riego complementario, en la estación experimental choquenaira, Viacha – La Paz, 2016”, detalla para el tratamiento con la aplicación de 60% de biol con un promedio de 76,36 cm, le sigue la altura alcanzada con el tratamiento de 30% de biol con 74,78 cm y finalmente 69,13 cm.

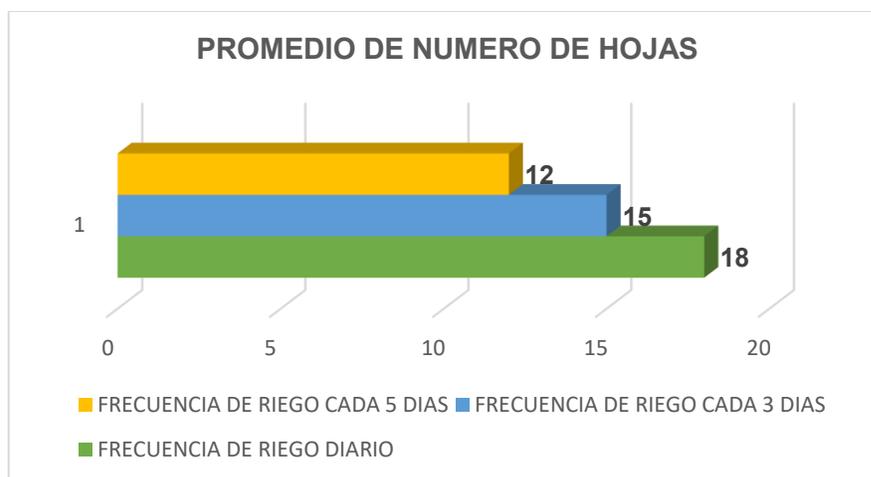
- Resultado de numero de hojas de planta

Tabla 14
Evaluación de numero de hojas durante su ciclo fenológico.

Fecha	Evaluación I	Evaluación II	Evaluación III
02/10/2018	2	1	1
17/10/2018	5	3	2
01/11/2018	8	6	4
16/11/2018	11	9	7
01/12/2018	13	11	9
16/12/2018	15	13	10
31/12/2018	17	14	11
04/01/2019	17	14	11
19/01/2019	18	15	12

Gráfico N° 5

Promedio final de números de hojas de las tres frecuencias de riego.

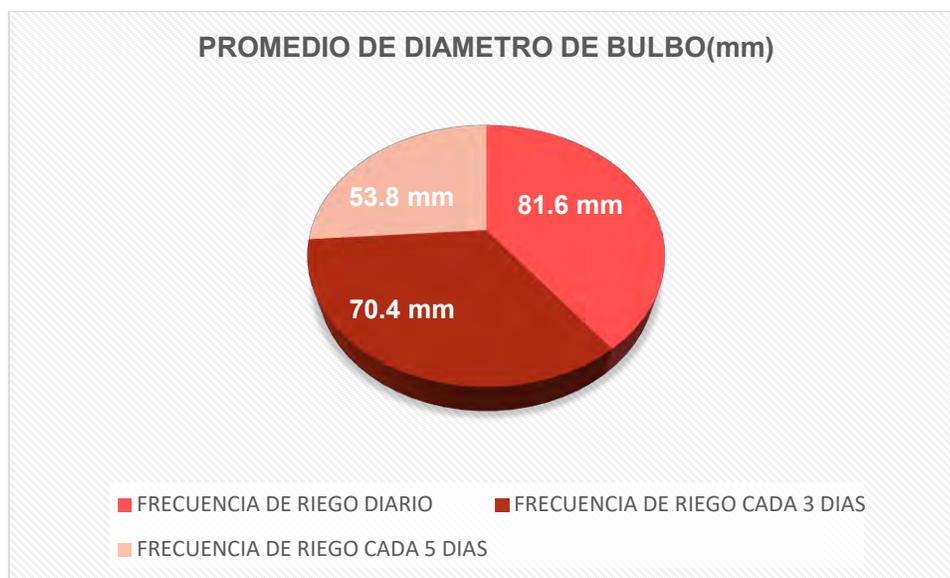


En el gráfico 5 se observa la evaluación final, en la frecuencia de riego diario se obtuvo 18 hojas, en la frecuencia de riego cada 3 días es 15 hojas y finalmente para frecuencia de riego cada 5 días se obtuvo 12 hojas. Significa que a mayor frecuencia de riego se obtienen mayor número de hojas. Estos resultados por una parte coinciden con **Guenkok, (1974), Mencionado Por Moreira Y Hurtado, (2003)**, la cual señala que después que aparece la primera hoja, las demás se desarrollan sucesivamente durante 1 a 10 días, bajo condiciones favorables pueden llegar a formar de 15 a 18 hojas, según el cultivo y la época de siembra.

- Resultado de diámetro de bulbo

Gráfico N° 6

Promedio final de diámetro de bulbo de las tres frecuencias de riego.



Para el diámetro de bulbo se observa, que en el bloque I con frecuencia de riego diario es mayor con 81.6 mm, a diferencia del bloque II con frecuencia de riego cada 3 días con 70 .4 mm, finalmente del bloque III con frecuencia de riego cada 5 días con 53.8 mm. Aspecto que no coincide con lo obtenido por **Tambo L. D., (2016)**. En su tesis "Efecto de niveles de biol bovino en dos variedades de cebolla (*Allium cepa* L.) con riego complementario, en la estación experimental choquenaira, Viacha – La Paz, 2016", se tiene al nivel de concentración 60% de biol con un resultado de 83,4 mm, al nivel 30% de biol con un promedio de 70,62 mm y el testigo con promedio menor de 64,05 mm.

6.2. Demanda hídrica del cultivo de cebolla

6.2.1. Parámetros de riego

a. CC, Da, PMP

Tabla 15
datos de CC, Da, PMP

CC %	Da g/cm^3	PMP %
30.71	1.47	13.31

Fuente: laboratorio de análisis de suelos y fertilizantes FCA-UNSAAC.

Estos datos se obtuvieron del resultado del análisis del suelo, capacidad de campo con 30.71 %, densidad aparente con $1.47 g/cm^3$ y punto de marchitez permanente con 13.31 %, lo cual estos datos influyen para poder determinar la demanda hídrica del cultivo de cebolla. Según **Mendoza M.E.A (2013)**, cuando se ha drenado el agua, en los poros quedan una cantidad de agua que no puede drenarse, en esta condición los suelos se encuentran en capacidad de campo. Estos resultados concuerdan con RUBIO A.; (2010), indica la densidad aparente se expresa comúnmente en g/cm^3 , mientras punto de marchitez permanente según **Mendoza M.E.A (2013)**, cuando el suelo está en capacidad de campo y no se le vuelve aplicar el agua mediante riego o la lluvia.

b. Profundidad de raíz

Se evaluó cada 15 días después de trasplante realizado a las plántulas de cebolla seleccionadas hasta realizar la cosecha.

Se obtuvo menor profundidad de raíz en la frecuencia de riego diaria a diferencia de la frecuencia de riego cada 5 días mayor profundidad de raíz, algo que no coincide con los

trabajos de **Moreira Y Hurtado, (2003)**, en los cuales determinaron el sistema radicular es muy superficial, alcanza una profundidad de 0.45m.

Tabla 16
Profundidad de la raíz del cultivo de cebolla

Fecha	Evaluación I (cm)	Evaluación II (cm)	Evaluación III (cm)
17/09/2018	5	5	5
02/10/2018	7.6	10	11.5
17/10/2018	13	14.2	15.3
01/11/2018	15.4	17.5	19
16/11/2018	19.3	22.3	25.5
01/12/2018	23	25.8	29.7
16/12/2018	26	27.5	31.7
31/12/2018	27.8	30.6	34.6

c. Evapotranspiración del cultivo Etc.

La evapotranspiración se calcula diario para su respectivo riego que se muestra en la planilla los cálculos realizados.

d. Lamina neta

Se realizó el cálculo de la lámina neta a partir del trasplante del cultivo de cebolla cada 15 días hasta la cosecha. Para lo cual se determina lamina neta inicial, lamina neta final y el descenso tolerable de humedad.

Lamina neta inicial.

$$Ln = \left(\frac{CC - PMP}{10} \right) * Da * Z$$

$$Ln = \left(\frac{30.71\% - 13.31\%}{10} \right) * 1.47g/cm^3 * 5cm$$

$$Ln = 12.79 mm$$

Lamina neta final.

$$Ln = \left(\frac{CC - PMP}{10} \right) * Da * Z * f$$

$$Ln = \left(\frac{30.71\% - 13.31\%}{10} \right) * \frac{1.47g}{cm^3} * 5cm * 0.30$$

$$Ln = 3.84 mm$$

$$Ln final = 12.79 mm - 3.84 mm$$

$$Ln final = 8.95 mm$$

Lamina bruta.

$$Lbg = \frac{Lng}{Er}$$

$$Lbg = \frac{12.79 mm}{0.95} = 13.46$$

Volumen de agua.

Cada parcela es de $19.8 m^2$

$$Vn = \frac{134.6m^3}{1000m^2} * 19.8$$

$$Vn = 2.67m^3 = 2670 Lt$$

La lamina neta inicial de riego fue de 12.79 mm, para una profundidad de raíz de 5cm.

Lamina neta final de riego fue de 3.84 mm, lo cual nos indica la cantidad de agua que es almacenada en el suelo y ser absorbida por la raíz de las plántulas de cebolla.

La lamina neta final es de 8.95 mm, significa que hasta esta lamina puede disminuir para luego ser regado el cultivo de cebolla.

Es de 13.46 mm la lámina aplicada mediante el riego por goteo para 5cm de raíz.

El volumen de agua que se obtuvo para cada parcela que tiene un área de $19.8m^2$, fue de 2670 Lt. Mientras **Mendoza M.E.A., (2013)**, quien comenta en términos generales se deja que el agua disminuya hasta un punto igual al 50% (para la mayoría de los cultivos) o un 30% en caso de hortalizas o 10% en riego por goteo.

Tabla 17
Cálculos de láminas de riegos

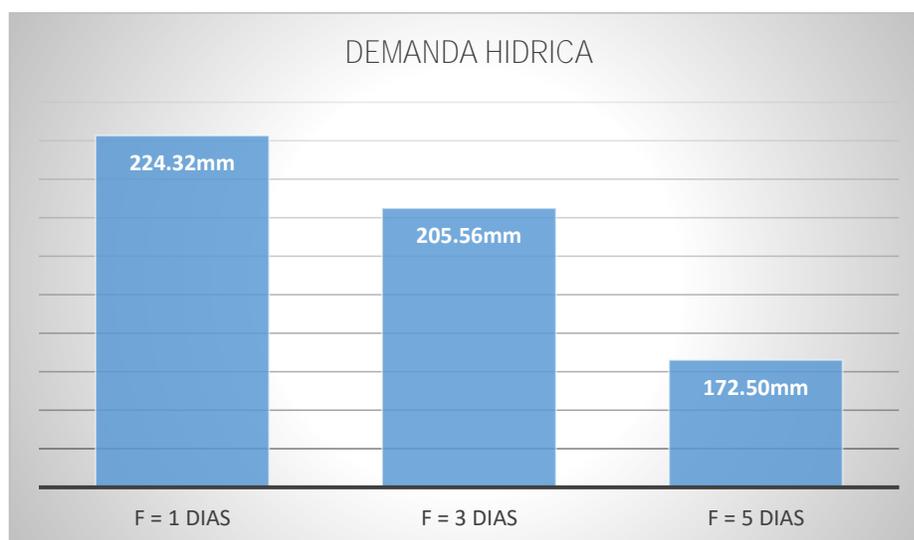
Frecuencia de riego diario			
Fecha	Lamina neta inicial	Lamina neta final	Descenso tolerable de humedad
17/09/2018	12.79	3.84	8.95
02/10/2018	19.44	5.83	13.61
17/10/2018	33.25	9.98	23.27
01/11/2018	39.39	11.82	27.57
16/11/2018	49.37	14.81	34.56
01/12/2018	58.83	17.65	41.18
16/12/2018	66.5	19.95	46.55
31/12/2018	71.11	21.33	49.78
Frecuencia de riego cada 3 días			
17/09/2018	12.79	3.84	8.95
02/10/2018	25.58	7.67	17.91
17/10/2018	36.32	10.89	25.43
01/11/2018	44.76	13.43	31.33
16/11/2018	57.04	17.11	39.93
01/12/2018	66	19.8	46.2
16/12/2018	70.34	21.1	49.24
31/12/2018	78.27	23.48	54.79
Frecuencia de riego cada 5 días			
17/09/2018	12.79	3.84	8.95

02/10/2018	29.41	8.82	20.59
17/10/2018	39.13	11.74	27.39
01/11/2018	48.6	14.58	34.02
16/11/2018	65.22	19.57	45.65
01/12/2018	75.97	22.79	53.18
16/12/2018	81.08	24.32	56.76
31/12/2018	88.49	26.55	61.94

Tabla 18
Demanda hídrica del cultivo de cebolla para tres frecuencias de riego.

Frecuencia de riego	Lamina neta consumida en 120 días (mm)	Lamina neta consumida en 120 días (m^3/ha)
F = 1 días	224.32	2243.2
F = 3 días	205.56	2055.6
F = 5 días	172.50	1725

Gráfico N° 7
Resultado de la demanda hídrica total del cultivo de cebolla.



Para la frecuencia de riego diario se obtuvo mayor demanda hídrica de 224.32 mm que significa 2243.2 m³/ha, lo cual significa el volumen total de agua que consumió la planta durante su ciclo fenológico para un excelente rendimiento.

Para la frecuencia cada 5 días se obtuvo menor demanda hídrica de 172.50 mm que significa 1725 m³/ha, lo que significa el volumen total que consumió la planta. Estos resultados no concuerdan con el trabajo **Salumkhe, Y Kadam, (2003)**, la cual señala que la cebolla requiere de volúmenes mínimos que, en términos generales, se estiman en 4,500 – 5,000 m³/ha (riego por goteo), así mismo no coincide con el trabajo de **Ferreya E., Raul Y Peralta., Jose Maria (1992).**, en el cual determinaron los requerimientos netos de agua de este cultivo fluctúan entre los 1.925 m³/ha hasta los 3.300 m³/ha, dependiendo de la localidad considerada

6.3. Coeficiente de uniformidad (%)

Primer emisor, emisor 1/3, emisor 2/3 y el ultimo emisor.

Tabla 19
Coeficiente de uniformidad.

Posición de La lateral	Primer emisor	Emisor 1/3	Emisor 2/3	Ultimo emisor
Primer lateral	153	150.5	146	152
Lateral 1/3	151	144	148.5	150
Lateral 2/3	135.5	139	138.5	150.5
Ultimo lateral	145	130.5	151	131

$$(q_{25\%}) = 138.5+135.5+131+130.5/4 = 133.875\text{mm}$$

Caudal medio (qtotal) =

153+150.5+146+152+151+144+148.5+150+135.5+139+138.5+150.5+145+130.5+151+

131/16 = 144.75mm

(CUD) = 133.875/144.75*100= 92.5%

El valor calculado nos indica una uniformidad buena

6.4. Rendimiento

Para calcular el rendimiento del cultivo de cebolla se tuvo que pesar 40 plantas al azar de cada parcela y de ahí se calcularon el promedio, lo cual se obtuvieron lo siguiente

Tabla 20

Peso del cultivo de cebolla en gramos.

Numero	FRECUENCIA DE RIEGO DIARIO			FRECUENCIA DE RIEGO CADA 3 DIAS			FRECUENCIA DE RIEGO CADA 5 DIAS		
	Parcela 1	Parcela 2	Parcela 3	Parcela 1	Parcela 2	Parcela 3	Parcela 1	Parcela 2	Parcela 3
	Peso (g)/planta	Peso (g)/planta	Peso (g)/planta	Peso (g)/planta	Peso (g)/planta	Peso (g)/planta	Peso (g)/planta	Peso (g)/planta	Peso (g)/planta
1	506	463	389	299	301	311	192	173	169
2	395	417	327	328	278	260	159	141	148
3	515	383	388	315	281	401	143	157	130
4	300	388	529	343	306	295	156	139	173
5	399	346	510	264	287	272	161	153	143
6	386	516	336	289	283	250	149	147	135
7	408	397	398	303	318	309	136	150	153
8	406	375	393	282	290	297	151	133	126
9	317	403	475	298	296	303	142	141	118
10	395	384	370	303	342	293	133	144	138
11	412	289	333	389	239	349	204	153	176
12	396	396	386	320	255	289	129	120	129
13	402	427	289	295	363	365	146	178	168
14	347	518	402	308	292	273	181	128	153
15	401	532	376	293	309	320	172	130	112
16	372	386	280	358	275	298	112	148	154
17	298	407	532	268	239	314	138	124	149
18	403	393	435	313	294	287	164	140	172
19	371	432	260	356	345	269	153	163	140

20	358	452	345	295	337	331	167	176	203
21	363	355	401	263	396	228	206	148	188
22	418	413	483	370	286	208	175	118	139
23	502	394	349	268	270	365	150	120	126
24	312	602	411	285	386	386	148	154	118
25	446	396	263	311	347	376	138	163	103
26	602	285	472	289	294	392	129	129	143
27	349	379	298	277	385	289	111	204	109
28	507	412	532	308	285	263	189	184	166
29	346	360	495	318	313	222	175	218	132
30	427	408	399	321	285	278	182	152	105
31	298	339	476	247	321	230	122	140	110
32	409	420	394	265	291	333	153	137	154
33	372	366	528	269	321	261	142	124	147
34	506	506	408	253	371	363	130	163	139
35	320	438	523	323	290	284	117	159	135
36	483	376	465	391	231	221	153	140	155
37	327	360	397	287	285	230	138	122	130
38	418	405	432	220	298	336	120	128	162
39	509	377	451	269	311	276	159	148	130
40	411	390	546	336	287	345	166	120	140
Promedio	402.80	407.13	411.90	302.2 3	304.5 8	299.3 0	152.2 8	147.7 3	143.0 0
Promedio Final	407			302			148		

Tabla 21
Promedio peso del cultivo de cebolla.

Tratamiento	Peso (kg)/planta
Frecuencia de riego diaria	0.407
Frecuencia de riego cada tres días	0.302
Frecuencia de riego cada cinco días	0.148

Tabla 22
peso promedio en verde del cultivo de cebolla, en Kg/planta, ton/ha.

	FR1	FR2	FR3
Kg/0.045 m ²	0.407	0.302	0.148
Kg/18.6 m ²	179.08	132.8	65.12
Kg/59.4 m ²	537.24	398.64	195.36
Kg/ha	90354	67044	32856
tn/ha	90.354	67.04	32.8

El mejor rendimiento se obtuvo con la frecuencia de riego diario con un rendimiento de 90354 kg/ha, seguido por la frecuencia de riego cada 3 días con un rendimiento de 67044 kg/ha y finalmente por la frecuencia de riego cada 5 días con un rendimiento de 32856 kg/ha. Estos resultados no guardan relación con lo que sostiene **TAMBO L. D., (2016)**. en su tesis “Efecto de niveles de biol bovino en dos variedades de cebolla (*Allium cepa* L.) con riego complementario, en la estación experimental choquenaira, Viacha – La Paz, 2016”, quien señala que el rendimiento en verdeo es superior en la variedad Arequipeña alcanzando 86,88 t/ha en tanto que la variedad Perilla con solo 75,59 t/ha.

VII. CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS

7.1. CONCLUSIONES

Respuestas del cultivo de cebolla

En esta tesis se evaluó las respuestas del cultivo de cebolla a tres frecuencias de riego, la altura de planta, número de hojas y diámetro de bulbo con frecuencia de riego diario obtuvieron los mejores resultados con respecto a los demás bloques. Se debe a mayor frecuencia de riego se obtiene mayor desarrollo de la planta.

Demanda hídrica

Se determinó la demanda hídrica del cultivo de cebolla en las tres frecuencias de riego, con frecuencia de riego diario fue de 224.32 mm que significó 224.32 m^3/ha , obtuvo mayor demanda hídrica significa a mayor frecuencia de riego mayor será la demanda hídrica.

Coefficiente de uniformidad de distribución.

En este trabajo se evaluó el coeficiente de uniformidad de distribución en el cultivo de cebolla, la descarga de los emisores a cada planta fue una uniformidad buena de 92.5%, significa que, de cada 100 plantas de cebolla, 92 recibirán la misma cantidad de agua y 8 plantas recibían menos o más agua.

Rendimiento

Se determinó el rendimiento del cultivo de cebolla, bajo las 3 frecuencias de riego localizado, el mayor rendimiento se obtuvo con la frecuencia de riego diario, con 90.354 tn/ha, y cuyo promedio de peso es de 407 gr. /planta. Entonces a mayor frecuencia de riego, mayor rendimiento del cultivo de cebolla.

7.2. SUGERENCIAS

- En este trabajo de investigación realizado se recomienda, la aplicación de frecuencia de riego diario, ya que en esta frecuencia se obtuvo mayor rendimiento. Se recomienda realizar el riego diario para que el cultivo mantenga la humedad necesaria y no entre en estrés hídrico.
- Se recomienda al momento de sacar muestra de suelo de una profundidad de 30 cm y sea homogenizada para ser llevada al laboratorio para su respectivo estudio.
- Se debe realizar limpieza de filtrado de anillas diariamente.
- Se recomienda de que las válvulas manuales de control de riego y de la red de distribución en su posición normal de trabajo.
- Evitar apertura y cierre brusco de las válvulas.
- Revisar obstrucciones, daños y otros signos de deterioro de los emisores.

VIII. BIBLIOGRAFIA

1. **AGROALDIA, (2014)**. Rendimiento de la cebolla en la región de Puno en el periodo 2003- 2013. Informe MINAG-OEEE. Recuperado de web: <http://agroaldia.minagri.gob.pe/sisin/clients/siembrasterritorio/Puno>.
2. **ASCENCIOS, D. (2012)**. Guía Técnica. Sistema de riego en el cultivo de espárragos. Áncash: Universidad Nacional Agraria La Molina.
3. **BACA G.C.J., (2010)**. Manual técnico de riego presurizado. Cusco -Perú
4. **BENTON, J.J. (1998)**. Plant nutrition In CRC Press New York.
5. **BIÓNICA. (2014)**. Guía técnica del cultivo de pepino. Obtenido de [http://www.bionica.info/ biblioteca/pepino%20guia%20tecnica.pdf](http://www.bionica.info/biblioteca/pepino%20guia%20tecnica.pdf)
6. **BOLETÍN INIA / N° 15. INIA - INDAP, SANTIAGO (2017)**. Instituto de Desarrollo Agropecuario - Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Manual de producción de cebolla. www.inia.cl
7. **BOULD, C., HEWITT, E.J. & NEEDHAM, P. (1986)**. Diagnosis of mineral disorders in plants chemical Publishing, London.
8. **BREWSTER, J. (2001)**. Las Cebollas y Otros Alliums. 1ra Edición. Editorial Acriba. Zaragoza. 266 pág.
9. **CALDERÓN, S.L., CHACÓN, A.L., PÉREZ, C.A.T. & HERRERA, L.E. (2010)**. Phosphorus: Plant Strategies to Cope with its Scarcity. Plant Cell Monographs 17: 173-198.
10. **CALVACHE, M. (2012)**. Riego andino tecnificado. Quito, EC. Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas. p. 55, 72

11. **CNR. INIA. (1999).** Elementos de riego tecnificado. Cartilla divulgativa de riego tecnificado. Santiago, Chile. 16 p.
12. **CRONQUIST T, A. (1992).** An intergrated system of classification of flowering plans, Colombia: university. Press. Copyright 1992.
13. **DORA TAMBO LAIME (2016).** Efecto de niveles de biol bovino en dos variedades de cebolla (*Allium Cepa L.*). Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía la paz Bolivia.
14. **DE LA ROSA, D. (2008).** Evaluación agro -ecológica de suelos para un desarrollo rural sostenible. Madrid, ES. Mundi - Prensa. p. 45.
15. **DONOSO, M. (2015).** "Estudio de Adaptación y Evaluación Agronómica de cuatro Híbridos de Cebolla Roja (*Allium cepa L.*) Con Manejo Sustentable en la Provincia de Santa Elena". Tesis de grado, Escuela Superior Politécnica Del Litoral. Guayaquil–Ecuador. Recuperado de: <https://www.dspace.espol.edu.ec/retrieve/88486/D-88037.pdf>
16. **FAO. (2006).** Boletín N°56, estudio Riego y Drenaje.
17. **FERNÁNDEZ, R; YRUELA, MC. MILLA, M; GARCÍA, JP; OYONARTE, NA; ÁVILA, R; GAVILÁN, P. (2010).** Manual de riego para agricultores: Riego Localizado. Junta de Andalucía. Sevilla, España. 155 p. Módulo 4.
18. **FERREYRA E., RAUL Y PERALTA A., JOSE MARIA (1192).** Riego en el cultivo de cebolla [en línea]. Santiago: Serie la platina. Disponible en: <https://biblioteca.inia.cl/handle/123456789/27015> (Consultado: 24 octubre 2021)
19. **GUIA TECNICA CULTIVO DE CEBOLLA. / CIPRIANO RAMON ENCISO GARAY...(et al.) – San Lorenzo, Paraguay :FCA, UNA, 2019 68 P**

20. **HERNÁNDEZ, J.D. (2014).** Influencia de una fertilización NPK y tres abonos orgánicos en la producción de cebolla (*Allium cepa* L.), cv. “Sivan” en el valle de Chao – La Libertad. Tesis de ingeniero agrónomo. Trujillo, Perú. 109 p.
Recuperado de web:
http://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/upaorep/867/1/HERN%C3%81NDEZ_JOSU%C3%89_FERTILIZACI%C3%93N_ALLIUM%20CEPA_SIVAN.pdf
21. **HOLDRIDGE, L. R. (2000).** Ecología Basada en Zonas de Vida. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). Quinta Reimpresión. San José - Costa Rica. Mayo 2000.
22. **HUELLA HÍDRICA EN MÉXICO (2017):** análisis y perspectivas / Rita Vázquez del Mercado Arribas, Javier Lambarri Beléndez (editores -- Jiutepec, Mor.: Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, 2017. 55 pp. www.imta.gob.mx
23. **IBALPE (2002).** Manual Agropecuario. Tecnologías Orgánicas De La Granja Integral Autosuficiente. Bogotá, Colombia.
24. **JARAMILLO, J. (2007).** Ciencias del suelo (Notas de clase). Universidad Nacional de Colombia. Palmira. 184 p.
25. **KELLER J. AND KARMELI D., (1975).** Trickle irrigation design Rain Bird Sprinkler Manufacturing Corporation, Glendora, California, USA. 132 p.
26. **LADRÓN DE GUEVARA RODRÍGUEZ, O. (2005).** Introducción a la Climatología y Fenología Agrícola. Cusco: Editorial Universitaria - UNSAAC.
27. **MANUAL DE CAPACITACION: riego por goteo / MARIO LIOTTA.** [et al]. – 1ª ed. Edición especial. – Rivadavia: Marta Laura Paz, 2015. 22p.;23 x 17 cm. edición para UCAR. Unidad para el cambio rural.

28. **MAROTO, J. (1989).** Horticultura herbácea especial. 3° Ed. Mundi - Prensa. pág. 115 -133.
29. **MANUAL DE BUENAS PRÁCTICAS DE RIEGO (2009),** Propuestas de WWF para un uso eficiente del agua en la agricultura Felipe Fuentelsaz y Celsa Peiteado, Publicado en octubre de 2009 por WWF/Adena (Madrid, España).
30. **MANUAL PRÁCTICO DE SISTEMAS DE RIEGO LOCALIZADO ZAPATA SIERRA A. J., (2020).** Ediciones mundi – prensa, www.mundiprensa.com
31. **MANEJO Y CONSERVACIÓN DEL SUELO FUNDAMENTOS Y PRACTICAS PRONAMACHCS, (2007).** <https://www.agrorural.gob.pe/documentos-compartidos/file/capitulo-ix-fundamentos-del-riego/>
32. **MARTINEZ B.L. (1998).** Manual de Fertiirrigación, Instituto de Investigaciones Agropecuarias Centro Regional de Investigación Intihuasi. Chile: Cromograf Ltda.
33. **MENDOZA, M. E. A. (2013).** Riego por goteo. El Salvador: CENTA. Centro nacional de tecnología agropecuaria y forestal. “Álvarez Córdova” La libertad. 98 p.
34. **MOREIRA, A. y HURTADO, G., (2003).** Cultivo de la cebolla. Guía técnica N°15. Centro Nacional de Tecnología agropecuaria y forestal. El Salvador. Recuperado de web:<http://www.centa.gob.sv/docs/guias/hortalizas/Guia%20cebolla%202003.pdf>.
35. **OLARTE H.W. (1987).** Manual de Riego por Gravedad, Serie Manuales Técnicos N°1, Comisión de Coordinación de Tecnología Andina (CCTA). Lima.

36. **PARAJÓN, C Y MARTÍNEZ, R (2013).** Evaluación de la potencialidad de suelos en sistemas productivos agrícolas, en dos fincas, comunidad El Bálsamo, Matagalpa. UNAN Managua. Consultado: 04 / 06 / 2014.
37. **PALACIOS, V. E. (1971).** Requerimientos de Riego de las Áreas Bajo Riego en la República Mexicana. ICATEC Consultores, México.
38. **PIZARRO C.F. (1996).** Riegos Localizados de Alta Frecuencia (RLAF), Goteo, Micro aspersión, Exudación (3ra ed.). Bilbao – España: Ediciones mundi prensa.
39. **PUPPO, L., (2015).** Curso de riegos en cultivos intensivos (en línea). Uruguay, Universidad de la República. 54 p. Consultado 18 jun. 2019. Disponible en: <http://www.fagro.edu.uy/~hidrologia/riego/Agua%20en%20el%20suelo%20intensivos2015.pdf>
40. **PLAN NACIONAL DE CULTIVOS – CAMPAÑA AGRÍCOLA 2019 – 2020.** Ministerio de agricultura y riego. MINAGRI Web: www.gob.pe/minagri.
41. **PLASTER, E. (2004).** La ciencia del suelo y su manejo. Ed. Paraninfo, MÉX.
42. **PROAÑO, J. (2011).** Curso sobre riego localizado. Guayaquil: Universidad Agraria del Ecuador.
43. **RUCKS, L., GARCÍA, F., KAPLÁN, A., PONCE DE LEÓN, J. Y HILL, M. (2004).** Propiedades Físicas del Suelo. Universidad de la República, Facultad de agronomía, departamento de suelos y aguas. Montevideo, Uruguay. 68 págs.
44. **RIEGO POR GOTEO EN EL CULTIVO DE LA CAÑA DE AZÚCAR (2018).** / Armando Campos Rivera y Doris Micaela Cruz Bermúdez - Cali: Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia, 2018.

45. **ROBERTO, K. (2003).** How-to HYDROPONICS. Fertiirrigación del cultivo de cebolla con riego por goteo en el sur de Tamaulipas **INIFAP, (2011)** Instituto nacional de investigaciones forestales, agrícolas y pecuarias.
46. **RUBIO, A. (2010).** La Densidad Aparente En Suelos Forestales Del Parque Natural Los Alcornocales. (En línea). Sevilla, ES. Consultado, 15 de jul. 2015. Formato PDF. Disponible en <http://digital.csic.es/>
47. **SALUNKHE, D. (2004).** Tratado de ciencia y tecnología de las hortalizas: Producción, composición, almacenamiento y procesado. Nueva York, Estados Unidos. 739pp.
48. **SALUMKHE D. Y KADAM S. S. (2003).** Tratado de ciencia y tecnología de las hortalizas, editorial KADAM. España p 381 – 404
49. **SENAMHI. (2016).** Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología. Dirección Regional de San Martín -Tarapoto.
50. **SUCA, A., (2012).** Curso de cultivo de hortalizas. Departamento Académico de Agricultura. Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú.
51. **SHOCK, C.C., B.M. SHOCK Y T. WELCH.** Revisada, **(2013).** Strategies for Reducing Irrigation Water Use, EM 8783
52. **TORRES, G. (2012).** Evaluación de Cinco Frecuencias de Riego Por Goteo, en el Rendimiento e Bulbo Blanco en el Cultivo de Cebolla (*Allium cepa*; Liliaceae); Asunción Mita, Jutiapa. Universidad Rafael Landívar Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas Licenciatura en Ciencias Agrícolas con Énfasis en Riegos.

53. **ZIEROLD, R. L. (1969).** Determinación de la Capacidad de los Canales de Riego.
Revista Ingeniería Hidráulica No. 1, Vol. XXIII, México.

ANEXOS

Anexo 1 Catálogo de riego.



Cintape es conocida por su delgada pared, la cual incorpora en su interior emisores tipo laberinto de régimen turbulento y de gran precisión en el caudal. Su rendimiento se traduce en tu seguridad.

CINTAPE 6 MIL			
DISTANCIA	CAUDAL		
	0.8 l/h	1 l/h	2 l/h
(m)	(M)	(M)	(M)
10	458490	458499	458491
15	458492	458493	458494
20	458485	458453	458488
30	458488	458454	458487

Rollo 3050 m * PARA OTROS DIÁMETROS, CAUDALES Y ESPESORES: CONSULTAR

CINTAPE 8 MIL			
DISTANCIA	CAUDAL		
	0.8 l/h	1 l/h	2 l/h
(m)	(M)	(M)	(M)
10	458495	458455	458496
15	458497	458456	458498
20	458457	458499	458500
30	458501	458458	458503

Rollo 2100 m * PARA OTROS DIÁMETROS, CAUDALES Y ESPESORES: CONSULTAR



CONSULTAR DATOS TÉCNICOS EN PÁGINA 112 - 113

TUBERÍAS MICROIRIGACIÓN



Fuente: Gestiriego.

Anexo 2 Análisis de suelo.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

• APARTADO POSTAL N° 021 - Cusco - Perú
 • FAX: 380156 - 380173 - 222512
 • RECTORADO
 Calle Tigre N° 127
 Teléfonos: 223271 - 224091 - 224181 - 234198

• CIUDAD UNIVERSITARIA
 Av. De la Cultura N° 713 - Teléfonos: 228661 - 222512 - 232370 - 232375 - 232226
 • CENTRAL TELEFÓNICA: 232198 - 232210 - 233833 - 233836 - 233837 - 233838
 • LOCAL CENTRAL
 Plaza de Armas s/n
 Teléfonos: 225771 - 225721 - 224015

• MUSEO INKA
 Cuesta del Abrazo N° 100 - Teléfono: 227580
 • CENTRO AGRONÓMICO K'AYRA
 San Jerónimo s/n Cusco - Teléfonos: 227145 - 227246
 • COLEGIO "FORTUNATO L. HERRERA"
 Av. De la Cultura N° 721
 "Escuela Universitaria" - Teléfono: 227192

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CENTRO DE INVESTIGACION EN SUELOS Y ABONOS (CISA)
LABORATORIO ANALISIS DE SUELOS**

TIPO DE ANALISIS : FERTILIDAD, CARACTERIZACION Y OTROS ANALISIS.
 PROCEDENCIA DE MUESTRAS : PARCELA C-2 C.A. K'AYRA, SAN JERONIMO, CUSCO - CUSCO.
 INSTITUCION SOLICITANTE : EUDIZ SIVINCHA AGUERO.

ANALISIS DE FERTILIDAD :

N°	CLAVE	mmhos/cm C.E.	pH	% CaCO ₃	% M.ORG.	% N.TOTAL	ppm P ₂ O ₅	ppm K ₂ O
01	PARCELA C-2	0,48	7,80	-,-	3,21	0,16	92,7	206

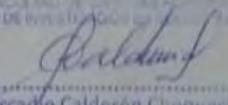
ANALISIS DE CARACTERIZACION :

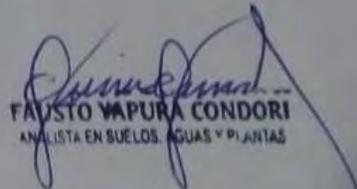
N°	meq/100 Al ⁺⁺⁺	meq/100 C.I.C.	% ARENA	% LIMO	% ARCILLA	CLASE-TEXTURAL	
01	PARCELA C-2	-,-	21,47	42	24	34	FRANCO-ARCILLOSO

OTROS ANALISIS :

N°	CLAVE	% H.E.	% C.C.	g/c.c. Da	g/c.c. Dr	% PMP	% POROSIDAD
01	PARCELA C-2	32,48	30,71	1,47	2,54	13,31	42,12

CUSCO, 17 DE AGOSTO DEL 2,018.


 Mgt. Arcadio Calderón Choquechambi
 DIRECTOR


FAUSTO YAPURA CONDORI
 ANALISTA EN SUELOS, AGUAS Y PLANTAS

Fuente: laboratorio de análisis de suelos y fertilizantes FCA-UNSAAC.

Anexo 3:
Evaluación final de altura de planta de las tres frecuencias de riego.

Numero	FRECUENCIA DE RIEGO DIARIO			FRECUENCIA DE RIEGO CADA 3 DIAS			FRECUENCIA DE RIEGO CADA 5 DIAS		
	Parcela 1	Parcela 2	Parcela 3	Parcela 1	Parcela 2	Parcela 3	Parcela 1	Parcela 2	Parcela 3
	Altura (cm)/planta	Altura (cm)/planta	Altura (cm)/planta	Altura (cm)/planta	Altura (cm)/planta	Altura (cm)/planta	Altura (cm)/planta	Altura (cm)/planta	Altura (cm)/planta
1	71	70	73	66	64	65	60	59	57
2	68	68	72	68	63	67	57	58	56
3	70	74	74	58	64	69	59	57	56
4	71	69	73	64	63	55	65	59	57
5	67	74	73	65	64	65	55	58	56
6	69	68	68	67	65	67	54	63	54
7	73	74	64	68	66	65	56	56	55
8	72	69	73	63	60	56	66	56	55
9	65	73	69	69	65	66	56	56	56
10	74	72	70	59	67	69	58	61	57
11	69	75	68	63	65	67	55	56	56
12	72	68	69	67	69	65	62	55	55
13	70	71	70	65	67	64	60	55	54
14	68	75	71	63	72	62	59	56	56
15	71	63	71	68	66	64	54	61	54
16	69	76	69	63	65	66	54	56	56
17	75	74	74	67	64	70	59	57	57
18	73	72	72	64	63	66	56	57	59
19	66	71	73	63	59	65	54	62	54
20	74	74	69	67	68	66	61	55	57
21	75	68	70	64	67	66	59	55	54
22	68	69	67	63	65	67	57	56	57
23	63	74	75	67	65	71	59	58	63

24	68	72	69	62	66	67	56	59	53
25	78	70	78	68	64	61	54	60	59
26	64	75	65	63	67	64	60	64	62
27	68	71	73	65	59	74	56	62	58
28	69	74	72	56	66	67	56	58	60
29	72	72	70	64	71	65	63	63	63
30	72	77	71	64	64	64	56	59	57
31	74	69	71	65	65	72	59	56	62
32	70	75	65	58	73	64	63	58	59
33	69	68	73	65	69	67	59	59	55
34	71	69	68	67	65	65	56	63	59
35	76	70	73	63	58	70	63	57	60
36	72	73	72	62	63	55	56	53	58
37	68	76	71	57	67	66	61	55	61
38	69	72	70	67	56	65	58	56	56
39	72	70	69	73	68	66	57	57	55
40	70	68	74	67	66	64	61	58	54
Promedio	70.375	71.55	70.775	64.425	65.075	65.48	58.225	57.975	57.05
Promedio final	71			65			58		

**Anexo 4:
Evaluación final de numero de hojas de las tres frecuencias de riego.**

Numero	FRECUENCIA DE RIEGO DIARIO			FRECUENCIA DE RIEGO CADA 3 DIAS			FRECUENCIA DE RIEGO CADA 5 DIAS		
	Parcela 1	Parcela 2	Parcela 3	Parcela 1	Parcela 2	Parcela 3	Parcela 1	Parcela 2	Parcela 3
1	17	18	17	15	15	14	11	12	11
2	17	17	17	16	15	15	11	10	11
3	17	18	18	17	15	16	11	12	12
4	16	17	18	16	15	15	11	12	12
5	17	16	17	15	16	14	12	13	11
6	17	18	16	15	14	14	12	12	11
7	16	17	17	15	13	15	12	11	10
8	18	18	18	15	14	16	11	12	11
9	19	18	19	14	14	15	13	13	11
10	19	18	19	13	15	15	12	12	12
11	18	17	19	14	15	15	12	13	12
12	17	16	17	15	14	15	13	11	12
13	17	19	18	15	13	14	12	12	11
14	16	18	17	15	14	14	10	11	12
15	18	17	16	14	15	15	11	12	12
16	19	17	17	14	15	14	12	12	11
17	19	17	18	16	16	15	13	12	13
18	17	18	18	13	15	14	11	13	11
19	16	19	19	16	14	14	12	11	12
20	16	17	17	14	14	15	11	10	11
21	17	16	18	14	15	14	11	11	13
22	17	17	19	11	12	15	12	12	11
23	18	17	18	14	13	14	13	13	10
24	19	18	17	15	15	13	11	12	11
25	17	18	18	14	15	14	12	13	12
26	18	18	19	13	14	15	13	12	13
27	18	17	18	15	17	14	13	11	11
28	17	18	17	15	14	14	12	13	11
29	17	16	18	13	15	15	13	11	14
30	17	17	18	14	15	14	14	11	12
31	17	18	17	16	14	15	13	12	12
32	19	19	17	14	15	14	13	12	12
33	19	17	18	15	14	16	14	12	13
34	18	18	19	14	15	14	14	10	12
35	17	18	17	15	14	14	14	12	11
36	18	17	18	15	15	15	11	11	12

37	19	18	17	14	13	13	13	12	12
38	18	17	18	15	15	15	11	12	11
39	17	17	18	15	14	13	13	13	11
40	18	17	18	13	15	16	13	11	11
Promedio	17.53	17.4 5	17.73	14.53	14.5	14.53	12.15	11.8	11.6
Promedio Final	18			15			12		

**Anexo 5:
Evaluación final de diámetro de bulbo de las tres frecuencias de riego.**

Numero	FRECUENCIA DE RIEGO DIARIO			FRECUENCIA DE RIEGO CADA 3 DIAS			FRECUENCIA DE RIEGO CADA 5 DIAS		
	Parcela 1	Parcela 2	Parcela 3	Parcela 1	Parcela 2	Parcela 3	Parcela 1	Parcela 2	Parcela 3
	Diámetro (mm)/bulbo	Diámetro (mm)/bulbo	Diámetro (mm)/bulbo	Diámetro (mm)/bulbo	Diámetro (mm)/bulbo	Diámetro (mm)/bulbo	Diámetro (mm)/bulbo	Diámetro (mm)/bulbo	Diámetro (mm)/bulbo
1	91.6	83.2	85.3	63.3	68.8	65.6	44.5	54.1	49.3
2	70.1	71.1	80.5	71.1	74.6	59.8	52.7	45.3	58.8
3	91.9	75.8	84.6	62.1	63.3	85.2	45.2	53.1	52.8
4	68.4	84.8	92.6	83.2	64.2	65.2	52.9	45.2	65.9
5	93.3	67.3	90.3	59.7	74.7	62.3	50.4	52.7	52.2
6	75.7	91.8	70.1	63.9	61.5	62.9	45.4	58.9	44.9
7	93.1	92.5	76.3	63.1	63.8	64.9	44.6	44.5	58.9
8	92.8	75.1	76.9	63.3	64.8	68.6	52.3	49.4	49.5
9	64.1	93.1	79.3	64.7	60.3	68.4	45.8	58.2	45.5
10	85.1	84.9	74.7	70.6	85.3	64.7	49.4	55.6	51.7
11	93.8	92.3	70.1	84.6	64.9	84.1	71.1	67.3	65.9
12	75.1	84.6	84.6	66.9	75.1	63.3	58.9	49.4	58.9
13	93.0	75.1	64.9	64.9	70.1	80.5	52.7	58.2	49.3
14	90.6	65.3	93.8	67.9	68.4	60.5	51.7	64.1	52.7
15	70.7	84.6	70.1	75.1	75.9	76.6	67.3	62.3	49.4
16	90.4	62.9	67.1	84.1	67.1	64.9	58.9	58.9	52.7
17	76.6	85.3	84.5	60.5	61.5	76.6	45.2	51.7	45.2
18	65.3	81.9	92.6	71.1	76.6	75.1	67.3	45.2	62.9
19	90.4	84.5	60.5	80.7	70.3	84.1	52.7	49.3	52.7
20	74.9	79.9	90.6	76.6	80.5	75.8	49.3	67.3	58.2
21	80.5	84.6	93.8	60.5	84.6	68.4	62.3	52.7	65.9
22	77.1	93.8	96.3	80.5	64.9	64.1	54.1	58.9	45.2

23	91.2	85.3	70.3	51.7	75.8	70.3	52.7	49.4	58.9
24	76.6	81.9	93.8	62.9	75.1	80.5	54.1	52.7	49.4
25	81.8	81.8	67.1	76.6	75.8	80.7	45.2	67.3	44.5
26	105.1	90.4	79.3	75.1	68.4	84.6	58.9	58.9	45.2
27	70.3	70.7	62.9	64.9	90.4	64.9	49.4	62.3	44.5
28	91.2	84.6	84.5	75.9	74.7	72.9	58.2	54.1	67.3
29	70.3	105.1	85.4	70.1	76.6	58.7	67.3	64.1	52.7
30	71.2	75.1	75.1	66.9	74.7	67.1	54.1	52.7	49.4
31	71.1	64.9	83.2	61.5	62.9	61.5	52.7	45.2	51.7
32	77.1	75.1	84.6	74.7	75.1	70.3	62.9	51.7	49.3
33	75.1	93.8	92.3	60.4	66.9	51.7	52.7	49.4	44.5
34	91.2	70.1	93.8	72.9	75.1	80.5	45.2	67.3	45.2
35	76.6	70.7	79.9	70.1	67.1	67.1	58.9	52.7	52.7
36	96.3	75.1	94.1	84.6	65.7	62.3	67.3	45.2	49.3
37	66.9	84.1	75.1	64.9	76.6	58.7	45.2	58.9	58.9
38	71.2	93.8	81.9	75.1	62.9	80.5	51.7	51.7	67.3
39	91.2	75.1	96.3	68.4	76.6	67.1	52.7	49.3	45.2
40	93.8	84.6	84.5	84.1	68.4	75.1	49.3	45.2	52.7
Promedio	81.8	81.415	81.59	69.98	71.25	69.90	53.83	54.51	52.93
Promedio Final	81.6			70.4			53.8		

Anexo 6:
Presupuesto para instalación del sistema de riego localizado por goteo.

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (S/.)	PRECIO PARCIAL (S/.)	SUBTOTAL (S/.)
Toma de muestra					
Muestra de suelo (físico, químico)	Unidad	1	85	85.00	85.00
MATERIALES					
Plántulas	Kg	24	6	144.00	
Fertilizantes N, P, K	L	1	15	15.00	
Tanque clase A	Unidad	1	250	250.00	
Rollo de manguera	25mm	1	65	65.00	
Cinta de goteo	m	400	1.5	600.00	
Válvula	Unidad	9	9	81.00	
Tee enlace	Unidad	9	8	72.00	
Unión ESC	Unidad	9	1.20	10.80	
Codo enlace	Unidad	9	5	45.00	
Tapón enlace	Unidad	9	5	45.00	
Conector inicial	Unidad	9	1.00	9.00	
Unión dentada	Unidad	9	2	18.00	
Wincha métrica de 5m	m	1	6	6.00	
Cinta teflón	Unidad	5	1	5.00	
Vernier	Unidad	1	15	15.00	1335.8
Equipo de computo					
Libreta de campo	Unidad	1	6	6.00	
USB	Unidad	1	30	30.00	
Impresión	Hoja	100	0.30	30.00	
Papel bond	Millar	2	40	80.00	
Calculadora	Unidad	1	20	20.00	166.0
Mano de obra					
Alquiler de tractor	Hora	2	80	160.00	
Preparación de terreno	Jornal	2	30	60.00	
Surcado	Jornal	2	30	60.00	
Instalación de sistema de riego	Jornal	2	30	60.00	
trasplante	Jornal	3	30	90.00	
Cosecha	Jornal	3	30	90.00	520
TOTAL					2106.8

**Anexo 7:
Planilla de riego para frecuencia de riego diario.**

PLANILLA DE RIEGO																
DEPARTAMENTO:		CUSCO		CULTIVO:		CEBOLLA		C.C %		30.71		AREA DEL TERRENO		19.8 m2		
PROVINCIA:		CUSCO		EFICIENCIA:		0.95		P.M.P %		13.31		FECHA DE SIEMBRA		17/09/2018		
DISTRITO:		SAN JERONIMO		Distanc. Entre Emisor		0.2		Ln (Inicio) mm/dia		12.79		RESPONSABLE		EUDIZ SIVINCHA AGÜERO		
LUGAR:		KAYRA		Distanc. Entre Surco		0.45		Ln (Fin) mm/dia		8.95		FRECUENCIA DE RIEGO		1 DIA		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
FECHA	N°	V (m/s)	HR %	Kp	Evap (mm)	Eto	Kc	ETC (mm)	REPOSICION DE AGUA DE RIEGO			ONSUMO DE AGUA		Tr = Nt/PH (hr/dia)	Tr=Nt/PH* 60 (min/dia)	
									Pp	Nn	Nt	C.C %	D.T			
16 - sep.	60	TRASPLANTE DEL CULTIVO DE CEBOLLA									12.79	13.46	Raiz: 5cm	8.95		
17 - sep.	61	1.33	48.00	0.80	1.70	1.36	0.83	1.12		1.12	1.18	12.79	11.66	0.11	6	
18 - sep.	62	1.33	40.70	0.80	3.12	2.50	0.83	2.07		2.07	2.18	12.79	10.72	0.20	12	
19 - sep.	63	3.2	42.33	0.75	5.04	3.78	0.83	3.14		3.14	3.31	12.79	9.65	0.30	18	
20 - sep.	64	3.33	39.30	0.65	5.41	3.52	0.83	2.93		2.93	3.08	12.79	9.86	0.28	17	
21 - sep.	65	2	44.80	0.75	3.12	2.34	0.83	1.95		1.95	2.06	12.79	10.84	0.19	11	
22 - sep.	66	2	45.00	0.75	5.63	4.22	0.84	3.53		3.53	3.72	12.79	9.26	0.33	20	
23 - sep.	67	1.2	42.00	0.80	3.80	3.04	0.84	2.55		2.55	2.68	12.79	10.24	0.23	14	
24 - sep.	68	1.2	42.50	0.80	4.72	3.78	0.84	3.17	1.80	1.37	1.45	12.79	11.42	0.13	8	
25 - sep.	69	2	47.00	0.75	2.66	2.00	0.84	1.68	4.05	1.68		16.84	15.16		0	
26 - sep.	70	2	43.00	0.75	1.11	0.83	0.84	0.70		0.70		15.16	14.46		0	
27 - sep.	71	7	42.00	0.65	3.42	2.22	0.85	1.88		1.88	0.23	14.46	12.57	0.02	1	
28 - sep.	72	2.48	44.00	0.75	2.52	1.89	0.85	1.60	1.89	1.60		14.68	13.08		0	
29 - sep.	73	3.33	42.60	0.75	2.26	1.70	0.85	1.44		1.44	1.21	13.08	11.64	0.11	7	
30 - sep.	74	3.42	41.00	0.75	6.12	4.59	0.85	3.91		3.91	4.12	12.79	8.88	0.37	22	
01 - oct.	75	3.33	42.00	0.75	4.98	3.74	0.85	3.19		3.19	3.36	12.79	9.60	0.30	18	

										0.00	Ln(fin):6.14	Raiz:7.6cm	13.61	0.00	0
02 - oct.	76	2.33	43.00	0.75	3.33	2.50	0.86	2.14		2.14	2.25	19.44	17.30	0.20	12
03 - oct.	77	2.41	50.00	0.75	2.00	1.50	0.86	1.29		1.29	1.35	19.44	18.15	0.12	7
04 - oct.	78	2.28	47.00	0.75	5.50	4.13	0.86	3.55		3.55	3.73	19.44	15.89	0.34	20
05 - oct.	79	2.22	48.00	0.75	5.60	4.20	0.86	3.62		3.62	3.81	19.44	15.82	0.34	21
06 - oct.	80	2.3	55.30	0.75	2.20	1.65	0.86	1.42		1.42	1.50	19.44	18.02	0.13	8
07 - oct.	81	2	52.00	0.75	5.30	3.98	0.87	3.44		3.44	3.62	19.44	16.00	0.33	20
08 - oct.	82	2.28	53.00	0.75	0.50	0.38	0.87	0.33		0.33	0.34	19.44	19.11	0.03	2
09 - oct.	83	2.48	44.67	0.75	0.49	0.37	0.87	0.32		0.32	0.34	19.44	19.12	0.03	2
10 - oct.	84	2.18	56.60	0.75	0.72	0.54	0.87	0.47		0.47	0.50	19.44	18.97	0.04	3
11 - oct.	85	2.28	61.00	0.75	0.48	0.36	0.87	0.31		0.31	0.33	19.44	19.13	0.03	2
12 - oct.	86	1.79	71.75	0.85	0.50	0.43	0.87	0.37	2.16	0.37		21.60	21.23		0
13 - oct.	87	2.58	63.00	0.75	0.97	0.73	0.88	0.64	0.24	0.64		21.47	20.83		0
14 - oct.	88	2.4	55.23	0.75	1.20	0.90	0.88	0.79	0.54	0.79		21.37	20.58		0
15 - oct.	89	2.48	59.66	0.75	0.50	0.38	0.88	0.33		0.33		20.58	20.25		0
16 - oct.	90	2.18	64.33	0.75	0.84	0.63	0.88	0.56		0.56		20.25	19.69		0
											Ln(fin):9.98	Raiz:13cm	23.27	0.00	0
17 - oct.	91	1	64.00	0.80	0.50	0.40	0.88	0.35		0.35	0.37	33.25	32.90	0.03	2
18 - oct.	92	2.67	61.30	0.75	1.72	1.29	0.89	1.14		1.14	1.20	33.25	32.11	0.11	6
19 - oct.	93	2.68	45.33	0.75	3.50	2.63	0.89	2.33		2.33	2.45	33.25	30.92	0.22	13
20 - oct.	94	1.3	38.50	0.70	3.62	2.53	0.89	2.26		2.26	2.37	33.25	30.99	0.21	13
21 - oct.	95	2	54.00	0.75	1.92	1.44	0.89	1.28		1.28	1.35	33.25	31.97	0.12	7
22 - oct.	96	4	45.00	0.75	3.50	2.63	0.89	2.35		2.35	2.47	33.25	30.90	0.22	13
23 - oct.	97	2.67	72.00	0.80	3.53	2.82	0.90	2.53		2.53	2.66	33.25	30.72	0.24	14
24 - oct.	98	1	76.00	0.85	1.46	1.24	0.90	1.11		1.11	1.17	33.25	32.14	0.11	6
25 - oct.	99	1.33	79.00	0.85	2.50	2.13	0.90	1.91		1.91	2.01	33.25	31.34	0.18	11
26 - oct.	100	1	65.00	0.80	1.40	1.12	0.90	1.01		1.01	1.06	33.25	32.24	0.10	6
27 - oct.	101	2.67	62.00	0.75	0.50	0.38	0.90	0.34		0.34	0.36	33.25	32.91	0.03	2
28 - oct.	102	1	40.00	0.80	5.00	4.00	0.91	3.62		3.62	3.81	33.25	29.63	0.34	21
29 - oct.	103	3.33	32.00	0.65	4.10	2.67	0.91	2.42		2.42	2.54	33.25	30.83	0.23	14

30 - oct.	104	2.33	31.00	0.65	4.00	2.60	0.91	2.36		2.36	2.49	33.25	30.89	0.22	13
31 - oct.	105	2.67	44.00	0.75	2.00	1.50	0.91	1.37		1.37	1.44	33.25	31.88	0.13	8
											Ln(fin):12.28	Raiz:15.4cm	27.57	0.00	0
01 - nov.	106	2.67	40.00	0.75	6.66	5.00	0.91	4.56		4.56	4.80	39.39	34.83	0.43	26
02 - nov.	107	2.67	42.00	0.75	1.00	0.75	0.91	0.69		0.69	0.72	39.39	38.70	0.06	4
03 - nov.	108	3.33	45.00	0.75	7.88	5.91	0.92	5.42	1.98	3.44	3.62	39.39	35.95	0.33	20
04 - nov.	109	5	37.00	0.65	0.50	0.33	0.92	0.30		0.30	0.31	39.39	39.09	0.03	2
05 - nov.	110	8	35.00	0.60	12.14	7.28	0.92	6.70		6.70	7.06	39.39	32.69	0.64	38
6 - nov.	111	3.67	32.00	0.65	3.86	2.51	0.92	2.31	0.54	1.77	1.87	39.39	37.62	0.17	10
07 - nov.	112	2	36.00	0.65	5.04	3.28	0.92	3.03		3.03	3.19	39.39	36.36	0.29	17
08 - nov.	113	3.33	30.00	0.65	7.00	4.55	0.93	4.21		4.21	4.44	39.39	35.18	0.40	24
09 - nov.	114	1	42.00	0.80	5.20	4.16	0.93	3.86		3.86	4.06	39.39	35.53	0.37	22
10 - nov.	115	2	38.00	0.65	6.20	4.03	0.93	3.75		3.75	3.94	39.39	35.64	0.36	21
11 - nov.	116	2	37.50	0.65	5.50	3.58	0.93	3.33		3.33	3.51	39.39	36.06	0.32	19
12 - nov.	117	1	37.00	0.70	3.00	2.10	0.93	1.96		1.96	2.06	39.39	37.43	0.19	11
13 - nov.	118	4	40.00	0.75	2.70	2.03	0.94	1.89		1.89	1.99	39.39	37.50	0.18	11
14 - nov.	119	1	40.00	0.80	1.30	1.04	0.94	0.97	1.4	0.97		40.79	39.82		0
15 - nov.	120	3.67	36.00	0.65	4.00	2.60	0.94	2.44		2.44	2.57	39.82	37.37	0.23	14
											Ln(fin):15.35	Raiz:19.3cm	34.56	0.00	0
16 - nov.	121	1	31.50	0.70	1.00	0.70	0.94	0.66		0.66	0.69	49.37	48.71	0.06	4
17 - nov.	122	2	32.00	0.65	3.60	2.34	0.94	2.21		2.21	2.32	49.37	47.16	0.21	13
18 - nov.	123	1.33	35.00	0.70	3.75	2.63	0.95	2.48		2.48	2.61	49.37	46.89	0.24	14
19 - nov.	124	1	48.00	0.80	4.00	3.20	0.95	3.03		3.03	3.19	49.37	46.34	0.29	17
20 - nov.	125	1.33	52.00	0.80	0.50	0.40	0.95	0.38		0.38	0.40	49.37	48.99	0.04	2
21 - nov.	126	7.33	47.00	0.65	1.00	0.65	0.95	0.62		0.62	0.65	49.37	48.75	0.06	4
22 - nov.	127	2.67	42.00	0.75	4.24	3.18	0.95	3.03		3.03	3.19	49.37	46.34	0.29	17
23 - nov.	128	1.33	45.00	0.80	4.90	3.92	0.95	3.74		3.74	3.94	49.37	45.63	0.35	21
24 - nov.	129	2	30.00	0.65	5.20	3.38	0.96	3.23		3.23	3.40	49.37	46.14	0.31	18
25 - nov.	130	2.67	32.50	0.65	1.96	1.27	0.96	1.22		1.22	1.29	49.37	48.15	0.12	7
26 - nov.	131	2	41.00	0.75	4.50	3.38	0.96	3.24	9.18	3.24		58.55	55.31		0

27 - nov.	132	3.33	38.00	0.65	3.98	2.59	0.96	2.49	0.13	2.36		58.68	56.19		0
28 - nov.	133	4	42.00	0.75	6.00	4.50	0.96	4.34		4.34		58.34	54.00		0
29 - nov.	134	4.67	35.00	0.65	4.70	3.06	0.97	2.95		2.95		58.34	55.39		0
30 - nov.	135	2	38.00	0.65	3.60	2.34	0.97	2.26		2.26		58.34	56.08		0
											Ln(fin):17.65	Raiz:23cm	41.18	0.00	0
01 - dic.	136	1.67	35.00	0.70	5.00	3.50	0.97	3.39		3.39	3.57	58.83	55.44	0.32	19
02 - dic.	137	1.33	33.00	0.70	3.20	2.24	0.97	2.18		2.18	2.29	58.83	56.65	0.21	12
03 - dic.	138	2	34.00	0.65	6.70	4.36	0.97	4.24		4.24	4.46	58.83	54.59	0.40	24
04 - dic.	139	4.67	32.00	0.65	7.30	4.75	0.98	4.63		4.63	4.87	58.83	54.20	0.44	26
05 - dic.	140	4.67	33.00	0.65	7.20	4.68	0.98	4.57		4.57	4.81	58.83	54.26	0.43	26
06 - dic.	141	4	46.00	0.75	2.50	1.88	0.98	1.84		1.84	1.93	58.83	56.99	0.17	10
07 - dic.	142	5	42.00	0.75	6.20	4.65	0.98	4.56		4.56	4.80	58.83	54.27	0.43	26
08 - dic.	143	1.33	38.00	0.70	6.40	4.48	0.98	4.40		4.40	4.64	58.83	54.43	0.42	25
09 - dic.	144	4.67	34.00	0.65	4.94	3.21	0.98	3.16		3.16	3.33	58.83	55.67	0.30	18
10 - dic.	145	6	33.00	0.60	6.00	3.60	0.99	3.55		3.55	3.74	58.83	55.28	0.34	20
11 - dic.	146	5.67	30.00	0.60	8.00	4.80	0.99	4.75		4.75	5.00	58.83	54.08	0.45	27
12 - dic.	147	4	42.00	0.75	3.33	2.50	0.99	2.47		2.47	2.60	58.83	56.36	0.23	14
13 - dic.	148	1.33	38.00	0.70	4.73	3.31	0.99	3.29		3.29	3.46	58.83	55.54	0.31	19
14 - dic.	149	2	35.50	0.65	3.65	2.37	0.99	2.36		2.36	2.48	58.83	56.47	0.22	13
15 - dic.	150	3.33	37.00	0.65	1.90	1.24	1.00	1.23		1.23	1.30	58.83	57.60	0.12	7
											Ln(fin):19.95	Raiz:26cm	46.55	0.00	0
16 - dic.	151	0.67	39.00	0.70	0.50	0.35	1.00	0.35		0.35	0.37	66.50	66.15	0.03	2
17 - dic.	152	0.67	41.00	0.80	5.68	4.54	1.00	4.54		4.54	4.78	66.50	61.96	0.43	26
18 - dic.	153	2	38.00	0.65	2.32	1.51	1.00	1.51	0.9	0.61	0.64	66.50	65.89	0.06	3
19 - dic.	154	2.67	48.00	0.75	2.98	2.24	1.00	2.24		2.24	2.36	66.50	64.26	0.21	13
20 - dic.	155	3.33	42.00	0.75	2.39	1.79	1.01	1.80		1.80	1.90	66.50	64.70	0.17	10
21 - dic.	156	1.33	40.00	0.80	1.57	1.26	1.01	1.27		1.27	1.33	66.50	65.23	0.12	7
22 - dic.	157	0.67	37.00	0.70	6.46	4.52	1.01	4.57		4.57	4.81	66.50	61.93	0.43	26
23 - dic.	158	1.33	35.00	0.70	5.00	3.50	1.01	3.54		3.54	3.73	66.50	62.96	0.34	20
24 - dic.	159	3.33	36.00	0.65	3.00	1.95	1.01	1.98	1.98			68.48	66.50		0

25 - dic.	160	7.33	39.00	0.60	5.00	3.00	1.02	3.05	5.4			71.90	68.86		0
26 - dic.	161	1.33	45.00	0.80	2.40	1.92	1.02	1.95		1.95		68.86	66.90		0
27 - dic.	162	2	49.00	0.75	4.70	3.53	1.02	3.59	3.42	0.17		66.90	66.73		0
28 - dic.	163	2	46.00	0.75	5.26	3.95	1.02	4.03	1.98	2.05	1.92	66.73	64.68	0.18	11
29 - dic.	164	0.67	40.00	0.80	3.83	3.06	1.02	3.13	3.2			69.70	66.57		0
30 - dic.	165	1	56.00	0.80	2.45	1.96	1.02	2.01		1.94	2.04	66.57	64.56	0.17	10
											Ln(fin):21.33	Raiz:27.8cm	49.78	0.00	0
31 - dic.	166	1.33	58.00	0.80	2.80	2.24	1.03	2.30		2.30	2.42	71.11	68.81	0.22	13
01 - ene.	167	1	45.00	0.80	0.48	0.38	1.03	0.39	2.16	0.39		73.27	72.88		0
02 - ene.	168	1	38.00	0.70	7.18	5.03	1.03	5.18	1.83	3.35	1.7	72.88	69.53	0.14	9
03 - ene.	169	3.33	36.00	0.65	4.44	2.89	1.03	2.98		2.98	3.14	71.11	68.13	0.28	17
04 - ene.	170	2.67	55.00	0.75	7.30	5.48	1.03	5.66	10.08	5.66		78.21	72.54		0
	DEMANDA HIDRICA (MM)								54.86		224.32				

Anexo 8
Planilla de riego para frecuencia de riego cada 3 días.

PLANILLA DE RIEGO																
DEPARTAMENTO:		CUSCO		CULTIVO:		CEBOLLA		C.C %		30.71		AREA DEL TERRENO		19.8 m2		
PROVINCIA:		CUSCO		EFICIENCIA:		0.95		P.M.P %		13.31		FECHA DE SIEMBRA		17/09/2018		
DISTRITO:		SAN JERONIMO		Distanc. Entre Emisor		0.2		Ln (Inicio) mm/día		12.79		RESPONSABLE		EUDIZ SIVINCHA AGÜERO		
LUGAR:		KAYRA		Distanc. Entre Surco		0.45		Ln (Fin) mm/día		8.95		FRECUENCIA DE RIEGO		3 días		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
FECHA	N°	V (m/s)	HR %	Kp	Evap (mm)	Eto	Kc	ETC (mm)	REPOSICION DE AGUA DE RIEGO			CONSUMO DE AGUA		Tr = Nt/PH (hr/dia)	Tr=Nt/PH*60 (min/dia)	
									Pp	Nn	Nt	C.C %	D.T			
	60	TRASPLANTE DEL CULTIVO DE CEBOLLA								12.79	13.46	Raíz: 5cm	8.95			
17 - sep.	61	1.33	48.00	0.80	1.70	1.36	0.83	1.12		1.12	1.18	12.79	11.67	0.11	6	
18 - sep.	62	1.33	40.70	0.80	3.12	2.50	0.83	2.07				12.79	10.72			
19 - sep.	63	3.2	42.33	0.75	5.04	3.78	0.83	3.14				10.72	7.58			
20 - sep.	64	3.33	39.30	0.65	5.41	3.52	0.83	2.93		8.14	8.57	7.58	4.65	0.77	46	
21 - sep.	65	2	44.80	0.75	3.12	2.34	0.83	1.95				12.79	10.84			
22 - sep.	66	2	45.00	0.75	5.63	4.22	0.84	3.53				10.84	7.30			
23 - sep.	67	1.2	42.00	0.80	3.80	3.04	0.84	2.55		8.04	8.46	7.30	4.75	0.76	46	
24 - sep.	68	1.2	42.50	0.80	4.72	3.78	0.84	3.17	1.80	1.37		12.79	11.42			
25 - sep.	69	2	47.00	0.75	2.66	2.00	0.84	1.68	4.05			15.47	13.79			
26 - sep.	70	2	43.00	0.75	1.11	0.83	0.84	0.70				13.79	13.08			
27 - sep.	71	7	42.00	0.65	3.42	2.22	0.85	1.88				13.08	11.20			
28 - sep.	72	2.48	44.00	0.75	2.52	1.89	0.85	1.60	1.89			13.09	11.49			
29 - sep.	73	3.33	42.60	0.75	2.26	1.70	0.85	1.44		2.74	2.88	11.49	10.05	0.26	16	
30 - sep.	74	3.42	41.00	0.75	6.12	4.59	0.85	3.91		3.91		12.79	9.24			
01 - oct.	75	3.33	42.00	0.75	4.98	3.74	0.85	3.19				13.15	9.96			

								-			Ln(fin):6.14	Raiz:10cm	17.91		
02 - oct.	76	2.33	43.00	0.75	3.33	2.50	0.86	2.14		2.14	2.25	25.58	23.44	0.20	12
03 - oct.	77	2.41	50.00	0.75	2.00	1.50	0.86	1.29				25.58	24.29		
04 - oct.	78	2.28	47.00	0.75	5.50	4.13	0.86	3.55				24.29	20.75		
05 - oct.	79	2.22	48.00	0.75	5.60	4.20	0.86	3.62		8.45	8.89	20.75	17.13	0.80	48
06 - oct.	80	2.3	55.30	0.75	2.20	1.65	0.86	1.42				25.58	24.15		
07 - oct.	81	2	52.00	0.75	5.30	3.98	0.87	3.44				24.15	20.71		
08 - oct.	82	2.28	53.00	0.75	0.50	0.38	0.87	0.33		5.19	5.46	20.71	20.39	0.49	29
09 - oct.	83	2.48	44.67	0.75	0.49	0.37	0.87	0.32				25.58	25.26		
10 - oct.	84	2.18	56.60	0.75	0.72	0.54	0.87	0.47				25.26	24.79		
11 - oct.	85	2.28	61.00	0.75	0.48	0.36	0.87	0.31		1.10	1.16	24.79	24.47	0.10	6
12 - oct.	86	1.79	71.75	0.85	0.50	0.43	0.87	0.37	2.16			27.74	27.37		
13 - oct.	87	2.58	63.00	0.75	0.97	0.73	0.88	0.64	0.24	0.40		27.37	26.97		
14 - oct.	88	2.4	55.23	0.75	1.20	0.90	0.88	0.79	0.54	0.25		26.97	26.72	-	-
15 - oct.	89	2.48	59.66	0.75	0.50	0.38	0.88	0.33				26.97	26.64		
16 - oct.	90	2.18	64.33	0.75	0.84	0.63	0.88	0.56				26.64	26.08		
								-			Ln(fin):9.98	Raiz:14.2cm	25.43		
17 - oct.	91	1	64.00	0.80	0.50	0.40	0.88	0.35		0.35	0.37	36.32	35.97	0.03	2
18 - oct.	92	2.67	61.30	0.75	1.72	1.29	0.89	1.14				36.32	35.18		
19 - oct.	93	2.68	45.33	0.75	3.50	2.63	0.89	2.33				35.18	32.85		
20 - oct.	94	1.3	38.50	0.70	3.62	2.53	0.89	2.26		5.73	6.03	32.85	30.59	0.54	33
21 - oct.	95	2	54.00	0.75	1.92	1.44	0.89	1.28				36.32	35.04		
22 - oct.	96	4	45.00	0.75	3.50	2.63	0.89	2.35				35.04	32.69		
23 - oct.	97	2.67	72.00	0.80	3.53	2.82	0.90	2.53		6.16	6.48	32.69	30.16	0.58	35
24 - oct.	98	1	76.00	0.85	1.46	1.24	0.90	1.11				36.32	35.21		
25 - oct.	99	1.33	79.00	0.85	2.50	2.13	0.90	1.91				35.21	33.29		
26 - oct.	100	1	65.00	0.80	1.40	1.12	0.90	1.01		4.03	4.25	33.29	32.29	0.38	23
27 - oct.	101	2.67	62.00	0.75	0.50	0.38	0.90	0.34				36.32	35.98		
28 - oct.	102	1	40.00	0.80	5.00	4.00	0.91	3.62				35.98	32.36		
29 - oct.	103	3.33	32.00	0.65	4.10	2.67	0.91	2.42		6.38	6.71	32.36	29.94	0.60	36

30 - oct.	104	2.33	31.00	0.65	4.00	2.60	0.91	2.36				36.32	33.96		
31 - oct.	105	2.67	44.00	0.75	2.00	1.50	0.91	1.37				33.96	32.59		
								-			Ln(fin):12.28	Raiz:17.5cm	31.33		
01 - nov.	106	2.67	40.00	0.75	6.66	5.00	0.91	4.56		4.56	4.80	44.76	40.20	0.43	26
02 - nov.	107	2.67	42.00	0.75	1.00	0.75	0.91	0.69				44.76	44.07		
03 - nov.	108	3.33	45.00	0.75	7.88	5.91	0.92	5.42	1.98	3.44		44.07	40.64		
04 - nov.	109	5	37.00	0.65	0.50	0.33	0.92	0.30		4.42	4.65	40.64	40.34	0.42	25
05 - nov.	110	8	35.00	0.60	12.14	7.28	0.92	6.70				44.76	38.06		
6 - nov.	111	3.67	32.00	0.65	3.86	2.51	0.92	2.31	0.54	1.77		38.06	36.28		
07 - nov.	112	2	36.00	0.65	5.04	3.28	0.92	3.03		11.50	12.11	36.28	33.26	1.09	65
08 - nov.	113	3.33	30.00	0.65	7.00	4.55	0.93	4.21				44.76	40.55		
09 - nov.	114	1	42.00	0.80	5.20	4.16	0.93	3.86				40.55	36.69		
10 - nov.	115	2	38.00	0.65	6.20	4.03	0.93	3.75		11.82	12.44	36.69	32.94	1.12	67
11 - nov.	116	2	37.50	0.65	5.50	3.58	0.93	3.33				44.76	41.43		
12 - nov.	117	1	37.00	0.70	3.00	2.10	0.93	1.96				41.43	39.47		
13 - nov.	118	4	40.00	0.75	2.70	2.03	0.94	1.89		7.19	7.56	39.47	37.57	0.68	41
14 - nov.	119	1	40.00	0.80	1.30	1.04	0.94	0.97	1.4			44.76	45.19		
15 - nov.	120	3.67	36.00	0.65	4.00	2.60	0.94	2.44				45.19	42.74		
								-			Ln(fin):15.35	Raiz:22.3cm	39.93		
16 - nov.	121	1	31.50	0.70	1.00	0.70	0.94	0.66		0.66	0.69	57.04	56.38	0.06	4
17 - nov.	122	2	32.00	0.65	3.60	2.34	0.94	2.21				57.04	54.83		
18 - nov.	123	1.33	35.00	0.70	3.75	2.63	0.95	2.48				54.83	52.35		
19 - nov.	124	1	48.00	0.80	4.00	3.20	0.95	3.03		7.72	8.12	52.35	49.32	0.73	44
20 - nov.	125	1.33	52.00	0.80	0.50	0.40	0.95	0.38				57.04	56.66		
21 - nov.	126	7.33	47.00	0.65	1.00	0.65	0.95	0.62				56.66	56.04		
22 - nov.	127	2.67	42.00	0.75	4.24	3.18	0.95	3.03		4.03	4.24	56.04	53.01	0.38	23
23 - nov.	128	1.33	45.00	0.80	4.90	3.92	0.95	3.74				57.04	53.30		
24 - nov.	129	2	30.00	0.65	5.20	3.38	0.96	3.23				53.30	50.07		
25 - nov.	130	2.67	32.50	0.65	1.96	1.27	0.96	1.22		8.20	8.63	50.07	48.84	0.78	47
26 - nov.	131	2	41.00	0.75	4.50	3.38	0.96	3.24	9.18			66.22	62.98		

27 - nov.	132	3.33	38.00	0.65	3.98	2.59	0.96	2.49	0.13	2.36		63.11	60.75		
28 - nov.	133	4	42.00	0.75	6.00	4.50	0.96	4.34			0.66	60.75	56.41	0.06	4
29 - nov.	134	4.67	35.00	0.65	4.70	3.06	0.97	2.95				57.04			
30 - nov.	135	2	38.00	0.65	3.60	2.34	0.97	2.26							
								-			Ln(fin):17.65	Raiz:25.8cm	46.2		
01 - dic.	136	1.67	35.00	0.70	5.00	3.50	0.97	3.39		3.39	3.57	66.00	62.61	0.32	19
02 - dic.	137	1.33	33.00	0.70	3.20	2.24	0.97	2.18				66.00	63.82		
03 - dic.	138	2	34.00	0.65	6.70	4.36	0.97	4.24				63.82	59.58		
04 - dic.	139	4.67	32.00	0.65	7.30	4.75	0.98	4.63		11.04	11.63	59.58	54.96	1.05	63
05 - dic.	140	4.67	33.00	0.65	7.20	4.68	0.98	4.57				66.00	61.43		
06 - dic.	141	4	46.00	0.75	2.50	1.88	0.98	1.84				61.43	59.59		
07 - dic.	142	5	42.00	0.75	6.20	4.65	0.98	4.56		10.97	11.55	59.59	55.03	1.04	62
08 - dic.	143	1.33	38.00	0.70	6.40	4.48	0.98	4.40				66.00	61.60		
09 - dic.	144	4.67	34.00	0.65	4.94	3.21	0.98	3.16				61.60	58.43		
10 - dic.	145	6	33.00	0.60	6.00	3.60	0.99	3.55		11.12	11.70	58.43	54.88	1.05	63
11 - dic.	146	5.67	30.00	0.60	8.00	4.80	0.99	4.75				66.00	61.25		
12 - dic.	147	4	42.00	0.75	3.33	2.50	0.99	2.47				61.25	58.78		
13 - dic.	148	1.33	38.00	0.70	4.73	3.31	0.99	3.29		10.51	11.06	58.78	55.49	1.00	60
14 - dic.	149	2	35.50	0.65	3.65	2.37	0.99	2.36				66.00	63.64		
15 - dic.	150	3.33	37.00	0.65	1.90	1.24	1.00	1.23				63.64	62.41		
								-			Ln(fin):19.95	Raiz:27.5cm	49.24		
16 - dic.	151	0.67	39.00	0.70	0.50	0.35	1.00	0.35		0.35	0.37	70.34	69.99	0.03	2
17 - dic.	152	0.67	41.00	0.80	5.68	4.54	1.00	4.54				70.34	65.80		
18 - dic.	153	2	38.00	0.65	2.32	1.51	1.00	1.51	0.9	0.61		65.80	65.18		
19 - dic.	154	2.67	48.00	0.75	2.98	2.24	1.00	2.24		7.40	7.79	65.18	62.94	0.70	42
20 - dic.	155	3.33	42.00	0.75	2.39	1.79	1.01	1.80				70.34	68.54		
21 - dic.	156	1.33	40.00	0.80	1.57	1.26	1.01	1.27				68.54	67.27		
22 - dic.	157	0.67	37.00	0.70	6.46	4.52	1.01	4.57		7.63	8.04	67.27	62.71	0.72	43
23 - dic.	158	1.33	35.00	0.70	5.00	3.50	1.01	3.54				70.34	66.80		
24 - dic.	159	3.33	36.00	0.65	3.00	1.95	1.01	1.98	1.98			68.78	66.80		

25 - dic.	160	7.33	39.00	0.60	5.00	3.00	1.02	3.05	5.4		1.2	72.20	69.16	0.11	7
26 - dic.	161	1.33	45.00	0.80	2.40	1.92	1.02	1.95				70.34	68.38		
27 - dic.	162	2	49.00	0.75	4.70	3.53	1.02	3.59	3.42	0.17		68.38	68.21		
28 - dic.	163	2	46.00	0.75	5.26	3.95	1.02	4.03	1.98	2.05	4.4	68.21	66.16	0.40	24
29 - dic.	164	0.67	40.00	0.80	3.83	3.06	1.02	3.13	3.2			73.54	70.41		
30 - dic.	165	1	56.00	0.80	2.45	1.96	1.02	2.01				70.41	68.40		
								-			Ln(fin):21.49	Raiz:30.6cm	54.79		
31 - dic.	166	1.33	58.00	0.80	2.80	2.24	1.03	2.30		2.30	2.42	78.27	75.97	0.22	13
01 - ene.	167	1	45.00	0.80	0.48	0.38	1.03	0.39	2.16			80.43	80.04		
02 - ene.	168	1	38.00	0.70	7.18	5.03	1.03	5.18	1.83	3.35		80.04	76.69		
03 - ene.	169	3.33	36.00	0.65	4.44	2.89	1.03	2.98		4.56	4.80	76.69	73.71	0.43	26
04 - ene.	170	2.67	55.00	0.75	7.30	5.48	1.03	5.66	10.08			88.35	82.69		
	DEMANDA HIDRICA (MM)										205.56				

Anexo 9
Planilla de riego para frecuencia de riego cada 5 días.

PLANILLA DE RIEGO															
DEPARTAMENTO:		CUSCO		CULTIVO:		CEBOLLA		C.C %		30.71		AREA DEL TERRENO		19.8 m2	
PROVINCIA:		CUSCO		EFICIENCIA:		0.95		P.M.P %		13.31		FECHA DE SIEMBRA		17/09/2018	
DISTRITO:		SAN JERONIMO		Distanc. Entre Emisor		0.2		Ln (Inicio) mm/día		12.79		RESPONSABLE		EUDIZ SIVINCHA AGÜERO	
LUGAR:		KAYRA		Distanc. Entre Surco		0.45		Ln (Fin) mm/día		8.95		FRECUENCIA DE RIEGO		5 DIAS	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
FECHA	N°	V (m/s)	HR %	Kp	Evap (mm)	Eto	Kc	ETC (mm)	REPOSICION DE AGUA DE RIEGO			CONSUMO DE AGUA		Tr = Nt/PH (hr/dia)	Tr=Nt/PH*60 (min/dia)
									Pp	Nn	Nt	C.C %	D.T		
16-sep.	60	TRASPLANTE DEL CULTIVO DE CEBOLLA								12.79	13.46	Raíz: 5 cm	8.95		
17 - sep.	61	1.33	48.00	0.80	1.70	1.36	0.83	1.12		1.12	1.18	12.79	11.67	0.11	6
18 - sep.	62	1.33	40.70	0.80	3.12	2.50	0.83	2.07				12.79	10.72		
19 - sep.	63	3.2	42.33	0.75	5.04	3.78	0.83	3.14				10.72	7.58		
20 - sep.	64	3.33	39.30	0.65	5.41	3.52	0.83	2.93				7.58	4.65		
21 - sep.	65	2	44.80	0.75	3.12	2.34	0.83	1.95				4.65	2.70		
22 - sep.	66	2	45.00	0.75	5.63	4.22	0.84	3.53		13.63	14.34	2.70	-0.84	1.29	77
23 - sep.	67	1.2	42.00	0.80	3.80	3.04	0.84	2.55				12.79	10.24		
24 - sep.	68	1.2	42.50	0.80	4.72	3.78	0.84	3.17	1.80	1.37		10.24	8.87		
25 - sep.	69	2	47.00	0.75	2.66	2.00	0.84	1.68	4.05			12.92	11.24		
26 - sep.	70	2	43.00	0.75	1.11	0.83	0.84	0.70				11.24	10.53		
27 - sep.	71	7	42.00	0.65	3.42	2.22	0.85	1.88		4.13	4.35	10.53	8.65	0.39	23
28 - sep.	72	2.48	44.00	0.75	2.52	1.89	0.85	1.60	1.89			14.67	13.07		
29 - sep.	73	3.33	42.60	0.75	2.26	1.70	0.85	1.44				13.07	11.63		
30 - sep.	74	3.42	41.00	0.75	6.12	4.59	0.85	3.91				11.63	7.72		

01 - oct.	75	3.33	42.00	0.75	4.98	3.74	0.85	3.19				7.72	4.53		
											Ln(fin):6.14	Raiz:11.5cm	20.59		
02 - oct.	76	2.33	43.00	0.75	3.33	2.50	0.86	2.14		2.14	2.25	29.41	27.27	0.20	12
03 - oct.	77	2.41	50.00	0.75	2.00	1.50	0.86	1.29				29.41	28.12		
04 - oct.	78	2.28	47.00	0.75	5.50	4.13	0.86	3.55				28.12	24.58		
05 - oct.	79	2.22	48.00	0.75	5.60	4.20	0.86	3.62				24.58	20.96		
06 - oct.	80	2.3	55.30	0.75	2.20	1.65	0.86	1.42				20.96	19.54		
07 - oct.	81	2	52.00	0.75	5.30	3.98	0.87	3.44		13.31	14.01	19.54	16.10	1.26	76
08 - oct.	82	2.28	53.00	0.75	0.50	0.38	0.87	0.33				29.41	29.08		
09 - oct.	83	2.48	44.67	0.75	0.49	0.37	0.87	0.32				29.08	28.77		
10 - oct.	84	2.18	56.60	0.75	0.72	0.54	0.87	0.47				28.77	28.30		
11 - oct.	85	2.28	61.00	0.75	0.48	0.36	0.87	0.31				28.30	27.98		
12 - oct.	86	1.79	71.75	0.85	0.50	0.43	0.87	0.37	2.16	1.80		30.14	29.77	-	-
13 - oct.	87	2.58	63.00	0.75	0.97	0.73	0.88	0.64	0.24			31.81	31.17		
14 - oct.	88	2.4	55.23	0.75	1.20	0.90	0.88	0.79	0.54			31.71	30.92		
15 - oct.	89	2.48	59.66	0.75	0.50	0.38	0.88	0.33				30.92	30.59		
16 - oct.	90	2.18	64.33	0.75	0.84	0.63	0.88	0.56				30.59	30.04		
											Ln(fin):9.98	Raiz:15.3cm	27.39		
17 - oct.	91	1	64.00	0.80	0.50	0.40	0.88	0.35		0.35	0.37	39.13	38.78	0.03	2
18 - oct.	92	2.67	61.30	0.75	1.72	1.29	0.89	1.14				39.13	37.99		
19 - oct.	93	2.68	45.33	0.75	3.50	2.63	0.89	2.33				37.99	35.66		
20 - oct.	94	1.3	38.50	0.70	3.62	2.53	0.89	2.26				35.66	33.40		
21 - oct.	95	2	54.00	0.75	1.92	1.44	0.89	1.28				33.40	32.12		
22 - oct.	96	4	45.00	0.75	3.50	2.63	0.89	2.35		9.36	9.85	32.12	29.77	0.89	53
23 - oct.	97	2.67	72.00	0.80	3.53	2.82	0.90	2.53				39.13	36.60		
24 - oct.	98	1	76.00	0.85	1.46	1.24	0.90	1.11				36.60	35.49		
25 - oct.	99	1.33	79.00	0.85	2.50	2.13	0.90	1.91				35.49	33.58		
26 - oct.	100	1	65.00	0.80	1.40	1.12	0.90	1.01				33.58	32.57		
27 - oct.	101	2.67	62.00	0.75	0.50	0.38	0.90	0.34		6.90	7.27	32.57	32.23	0.65	39
28 - oct.	102	1	40.00	0.80	5.00	4.00	0.91	3.62				39.13	35.51		

29 - oct.	103	3.33	32.00	0.65	4.10	2.67	0.91	2.42				35.51	33.09		
30 - oct.	104	2.33	31.00	0.65	4.00	2.60	0.91	2.36				33.09	30.73		
31 - oct.	105	2.67	44.00	0.75	2.00	1.50	0.91	1.37				30.73	29.36		
											Ln(fin):12.28	Raiz:19cm	34.02		
01 - nov.	106	2.67	40.00	0.75	6.66	5.00	0.91	4.56		4.56	4.80	48.60	44.04	0.43	26
02 - nov.	107	2.67	42.00	0.75	1.00	0.75	0.91	0.69				48.60	47.91		
03 - nov.	108	3.33	45.00	0.75	7.88	5.91	0.92	5.42	1.98	3.44		49.89	44.48		
04 - nov.	109	5	37.00	0.65	0.50	0.33	0.92	0.30				44.48	44.18		
05 - nov.	110	8	35.00	0.60	12.14	7.28	0.92	6.70				44.18	37.47		
6 - nov.	111	3.67	32.00	0.65	3.86	2.51	0.92	2.31	0.54	13.44	14.15	37.47	35.16	1.27	76
07 - nov.	112	2	36.00	0.65	5.04	3.28	0.92	3.03				48.60	45.57		
08 - nov.	113	3.33	30.00	0.65	7.00	4.55	0.93	4.21				45.57	41.36		
09 - nov.	114	1	42.00	0.80	5.20	4.16	0.93	3.86				41.36	37.50		
10 - nov.	115	2	38.00	0.65	6.20	4.03	0.93	3.75				37.50	33.75		
11 - nov.	116	2	37.50	0.65	5.50	3.58	0.93	3.33		18.18	19.14	33.75	30.42	1.72	103
12 - nov.	117	1	37.00	0.70	3.00	2.10	0.93	1.96				48.60	46.64		
13 - nov.	118	4	40.00	0.75	2.70	2.03	0.94	1.89				46.64	44.74		
14 - nov.	119	1	40.00	0.80	1.30	1.04	0.94	0.97	1.4			46.14	45.17		
15 - nov.	120	3.67	36.00	0.65	4.00	2.60	0.94	2.44				45.17	42.73		
											Ln(fin):15.35	Raiz:25.5cm	45.65		
16 - nov.	121	1	31.50	0.70	1.00	0.70	0.94	0.66		0.66	0.69	65.22	64.56	0.06	4
17 - nov.	122	2	32.00	0.65	3.60	2.34	0.94	2.21				65.22	63.01		
18 - nov.	123	1.33	35.00	0.70	3.75	2.63	0.95	2.48				63.01	60.53		
19 - nov.	124	1	48.00	0.80	4.00	3.20	0.95	3.03				60.53	57.50		
20 - nov.	125	1.33	52.00	0.80	0.50	0.40	0.95	0.38				57.50	57.12		
21 - nov.	126	7.33	47.00	0.65	1.00	0.65	0.95	0.62		8.72	9.17	57.12	56.50	0.83	50
22 - nov.	127	2.67	42.00	0.75	4.24	3.18	0.95	3.03				65.22	62.19		
23 - nov.	128	1.33	45.00	0.80	4.90	3.92	0.95	3.74				62.19	58.45		
24 - nov.	129	2	30.00	0.65	5.20	3.38	0.96	3.23				58.45	55.22		
25 - nov.	130	2.67	32.50	0.65	1.96	1.27	0.96	1.22				55.22	54.00		

26 - nov.	131	2	41.00	0.75	4.50	3.38	0.96	3.24	9.18	5.29	5.56	63.18	59.93	0.50	30
27 - nov.	132	3.33	38.00	0.65	3.98	2.59	0.96	2.49	0.13	2.36		65.22	62.73		
28 - nov.	133	4	42.00	0.75	6.00	4.50	0.96	4.34				62.73	58.39		
29 - nov.	134	4.67	35.00	0.65	4.70	3.06	0.97	2.95				58.39	55.44		
30 - nov.	135	2	38.00	0.65	3.60	2.34	0.97	2.26				55.44	53.18		
											Ln(fin):15.35	Raiz:29.7cm	53.18		
01 - dic.	136	1.67	35.00	0.70	5.00	3.50	0.97	3.39		3.39	3.57	75.97	72.58	0.32	19
02 - dic.	137	1.33	33.00	0.70	3.20	2.24	0.97	2.18				75.97	73.79		
03 - dic.	138	2	34.00	0.65	6.70	4.36	0.97	4.24				73.79	69.55		
04 - dic.	139	4.67	32.00	0.65	7.30	4.75	0.98	4.63				69.55	64.93		
05 - dic.	140	4.67	33.00	0.65	7.20	4.68	0.98	4.57				64.93	60.35		
06 - dic.	141	4	46.00	0.75	2.50	1.88	0.98	1.84		17.45	18.37	60.35	58.52	1.65	99
07 - dic.	142	5	42.00	0.75	6.20	4.65	0.98	4.56				75.97	71.41		
08 - dic.	143	1.33	38.00	0.70	6.40	4.48	0.98	4.40				71.41	67.00		
09 - dic.	144	4.67	34.00	0.65	4.94	3.21	0.98	3.16				67.00	63.84		
10 - dic.	145	6	33.00	0.60	6.00	3.60	0.99	3.55				63.84	60.29		
11 - dic.	146	5.67	30.00	0.60	8.00	4.80	0.99	4.75		20.43	21.50	60.29	55.54	1.94	116
12 - dic.	147	4	42.00	0.75	3.33	2.50	0.99	2.47				75.97	73.50		
13 - dic.	148	1.33	38.00	0.70	4.73	3.31	0.99	3.29				73.50	70.21		
14 - dic.	149	2	35.50	0.65	3.65	2.37	0.99	2.36				70.21	67.85		
15 - dic.	150	3.33	37.00	0.65	1.90	1.24	1.00	1.23				67.85	66.62		
											Ln(fin):15.35	Raiz:31.7cm	56.76		
16 - dic.	151	0.67	39.00	0.70	0.50	0.35	1.00	0.35		0.35	0.37	81.08	80.73	0.03	2
17 - dic.	152	0.67	41.00	0.80	5.68	4.54	1.00	4.54				81.08	76.54		
18 - dic.	153	2	38.00	0.65	2.32	1.51	1.00	1.51	0.9	0.61		77.44	75.92		
19 - dic.	154	2.67	48.00	0.75	2.98	2.24	1.00	2.24				75.92	73.68		
20 - dic.	155	3.33	42.00	0.75	2.39	1.79	1.01	1.80				73.68	71.88		
21 - dic.	156	1.33	40.00	0.80	1.57	1.26	1.01	1.27		10.47	11.02	71.88	70.61	0.99	60
22 - dic.	157	0.67	37.00	0.70	6.46	4.52	1.01	4.57				81.08	76.51		
23 - dic.	158	1.33	35.00	0.70	5.00	3.50	1.01	3.54				76.51	72.97		

24 - dic.	159	3.33	36.00	0.65	3.00	1.95	1.01	1.98	1.98			74.95	72.98		
25 - dic.	160	7.33	39.00	0.60	5.00	3.00	1.02	3.05	5.4			78.38	75.33		
26 - dic.	161	1.33	45.00	0.80	2.40	1.92	1.02	1.95		7.70	8.11	75.33	73.38	0.73	44
27 - dic.	162	2	49.00	0.75	4.70	3.53	1.02	3.59	3.42			84.50	80.91		
28 - dic.	163	2	46.00	0.75	5.26	3.95	1.02	4.03	1.98			82.89	78.86		
29 - dic.	164	0.67	40.00	0.80	3.83	3.06	1.02	3.13	3.2			82.06	78.93		
30 - dic.	165	1	56.00	0.80	2.45	1.96	1.02	2.01				78.93	76.92		
											Ln(fin):15.35	Raiz:34.6cm	61.94		
31 - dic.	166	1.33	58.00	0.80	2.80	2.24	1.03	2.30		2.30	2.42	88.49	86.19	0.22	13
01 - ene.	167	1	45.00	0.80	0.48	0.38	1.03	0.39	2.16			90.65	90.26		
02 - ene.	168	1	38.00	0.70	7.18	5.03	1.03	5.18	1.83			92.09	86.91		
03 - ene.	169	3.33	36.00	0.65	4.44	2.89	1.03	2.98				86.91	83.93		
04 - ene.	170	2.67	55.00	0.75	7.30	5.48	1.03	5.66	10.08			94.01	88.34		
	DEMANDA HIDRICA (MM)										172.50				

**Anexo 10:
Panel fotográfico**

Fotografía 25: Muestreo de suelo.



Fotografía 26: Cabezal de riego.



Fotografía 27: Incorporación de estiércol vacuno.



Fotografía 28: Medición de las parcelas.



Fotografía 29:Medición de la presión del agua con el manómetro.



Fotografía 30:Lectura de humedad relativa.



Fotografía 31: Evaluación de profundidad de raíz después de 15 días de trasplante.



Fotografía 32: Evaluación final del cultivo de cebolla.



Fotografía 33: Altura de planta.



Fotografía 34: Cultivo de cebolla.



Fotografía 35: Peso de la planta de cebolla.



Fotografía 36: Cosecha de cebolla.

