

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
LA MOLINA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**



**“RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE CAMOTE INIA 320 APLICANDO  
EL RIEGO POR GOTEO CONVENCIONAL E INTERMITENTE”**

Presentado por:

**LIZ GRECA RIVERA SERNA**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE  
INGENIERO AGRÍCOLA**

Lima - PERÚ

2015

## RESUMEN

La presente investigación tuvo como finalidad comparar el rendimiento del cultivo de camote INIA 320 al aplicar un riego por goteo convencional e intermitente utilizando cintas de riego. El trabajo de campo se realizó en la parcela demostrativa del Departamento de Recursos Hídricos (DRH) de la Facultad de Ingeniería Agrícola, en la Universidad Nacional Agraria La Molina, durante los meses de febrero a julio del 2015.

El área experimental tuvo un área de 248 m<sup>2</sup>. Se trabajó con dos tratamientos y en ambos se utilizó el sistema de riego por goteo, satisfaciendo una lámina de riego al 100% de la necesidad hídrica del cultivo. Ambos tratamientos tuvieron la misma cantidad de área y la cantidad de plantas también fue la misma, se trabajó con un diseño completamente al azar con dos tratamientos y cada uno con seis repeticiones.

De acuerdo a los resultados obtenidos, se concluye que para ambos tratamientos la cantidad de agua empleada fue de 3,040.45 m<sup>3</sup> Ha<sup>-1</sup> valor que representa un 60% de la cantidad empleada por los productores que trabajan con riego por gravedad. El rendimiento de la cosecha fue de 62.75 Tn Ha<sup>-1</sup> para el riego por goteo intermitente y 57.16 Tn Ha<sup>-1</sup> para el riego por goteo convencional, ambos resultados fueron favorables para el experimento ya que el rendimiento promedio nacional para el camote INIA 320, se encuentra alrededor de las 40 Tn Ha<sup>-1</sup>, teniendo en cuenta que los productores trabajan con riego por gravedad. Otro punto importante analizado al trabajar con el sistema de riego por goteo intermitente, fue que los bulbos de humedad, en este tratamiento, tienen una mejor distribución del agua en el suelo, esto se puede verificar al ver la curva del porcentaje de humedad en el suelo, donde se aprecia que en el riego intermitente el porcentaje de humedad es 6% mayor respecto al tratamiento de riego por goteo convencional.

*Palabras claves: riego por goteo, riego intermitente, rendimiento, bulbo de humedad.*

## ABSTRACT

This research aimed to compare the performance of INIA 320 sweetpotato by applying a conventional and intermittent irrigation using drip irrigation tape. Fieldwork was conducted in a demonstration parcel of Water Resources Department (HRD), inside the Faculty of Agricultural Engineering at the University National Agraria La Molina, between the months of February to July 2015.

The experimental field had an area of 248 m<sup>2</sup>. I worked with two treatments and both used a drip irrigation system, the irrigation depth satisfied 100% of the crop water needs. Both treatments had the same amount of area and the same number of plants, I worked with a completely randomized design with two treatments and each one with six repetitions.

According to the results, It concludes that the amount of water used was 3,040.45 m<sup>3</sup> Ha<sup>-1</sup> for both treatments, value that represents 60% of the amount used by producers who work with gravity irrigation. The harvest performance was 62.75 Tn Ha<sup>-1</sup> for intermittent drip irrigation and 57.16 Tn Ha<sup>-1</sup> for conventional drip irrigation, both results were favorable for the experiment, as the national average for INIA 320 sweetpotato, performance is around 40 Tn Ha<sup>-1</sup> and producers work with gravity irrigation. Another important issue analyzed when working with intermittent drip irrigation system, was that humidity bulbs, in this treatment, it had a better distribution of water in the soil, this can be verified when we see the humidity curve on the ground, where we see that in the intermittent irrigation treatment the percentage of moisture is 6% higher compared to the drip irrigation conventional treatment.

*Keywords: drip irrigation, intermittent irrigation, performance, humidity bulbs.*

## INDICE GENERAL

I.	INTRODUCCIÓN.....	1
1.1	GENERALIDADES.....	1
1.2.	OBJETIVOS.....	2
1.2.1.	Objetivo general.....	2
1.2.1.	Objetivos específicos.....	2
II.	REVISIÓN DE LA LITERATURA.....	3
2.1	RIEGO POR GOTEO.....	3
2.1.1.	Ventajas.....	3
2.2	RIEGO POR GOTEO INTERMITENTE.....	4
2.3	CULTIVO DE CAMOTE INIA 320 – AMARILLO BENJAMÍN.....	5
2.3.1.	Partes de la planta.....	5
2.3.2.	Características de la planta.....	5
2.3.3.	Características de la raíz reservante.....	6
2.3.4.	Factores que intervienen en el desarrollo del cultivo de camote.....	6
2.3.5.	Fases de crecimiento y desarrollo del camote.....	7
2.3.6.	Manejo del cultivo.....	8
2.4	BULBO DE HUMEDECIMIENTO.....	9
2.5	COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD (CU).....	11
2.6	EVAPOTRANSPIRACIÓN.....	11
2.6.1.	Evapotranspiración de referencia.....	12
2.6.2.	Evapotranspiración real.....	12
2.6.3.	Estimación de la evapotranspiración de referencia (Eto).....	12
2.6.4.	Método del tanque evaporímetro.....	13
2.7	COEFICIENTE DE CULTIVO PARA EL CAMOTE (Kc).....	15
III.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	17
3.1.	MATERIALES.....	17
3.1.1.	Materiales y equipos de medición.....	17
3.1.2.	Área experimental.....	18
3.1.3.	Material vegetal.....	20
3.1.4.	Características físicas y químicas del suelo.....	21
3.1.5.	Agua.....	22

3.2. METODOLOGÍA.....	23
3.2.1. Tratamientos .....	23
3.2.2. Diseño experimental .....	23
3.2.3. Especificaciones de la siembra .....	25
3.2.4. Conducción del experimento .....	25
3.2.5. Bulbo de humedad .....	27
3.2.6. Riegos .....	29
3.2.7. Pruebas de coeficiente de uniformidad (CU) .....	32
3.2.8. Determinación del contenido de humedad del suelo .....	33
3.2.9. Evaluación del sistema de riego .....	34
3.2.10. Evaluación de crecimiento y desarrollo de la planta .....	34
3.2.11. Evaluación de la cosecha .....	35
3.2.12. Eficiencia de uso de agua (EUA) .....	36
IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES .....	37
4.1. EVAPOTRANSPIRACIÓN DEL CULTIVO (ETc) .....	37
4.2. TIEMPO DE RIEGO .....	38
4.3. CANTIDAD DE AGUA APLICADA .....	40
4.4. COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD.....	41
4.5. CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO .....	41
4.6. ANÁLISIS DEL CRECIMIENTO Y DESARROLLO DE LA PLANTA .....	43
4.6.1. Área foliar.....	43
4.6.2. Altura de planta .....	44
4.7. ANÁLISIS DE COSECHA .....	45
4.7.1. Rendimiento (Tn Ha <sup>-1</sup> ) total de raíces reservantes .....	45
4.7.2. Rendimiento (Tn Ha <sup>-1</sup> ) de raíces reservantes por categoría .....	46
4.8. EFICIENCIA DEL USO DE AGUA .....	49
4.9. COSTOS.....	50
4.9.1. Costos de producción .....	50
4.9.2. Costo de instalación de sistema de riego tecnificado .....	51
4.9.3. Precios del camote en el mercado.....	52
4.9.4. Análisis económico .....	52
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	55
5.1. CONCLUSIONES.....	55
5.2. RECOMENDACIONES .....	55

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	57
VII. ANEXOS .....	59

## TABLAS

	<i><b>Página</b></i>
Tabla N° 1: Valores recomendados de CU.....	11
Tabla N° 2: Coeficientes Kp del tanque evaporímetro.....	14
Tabla N° 3: Kc del cultivo de camote .....	16
Tabla N° 4: Período vegetativo del cultivo de camote .....	16
Tabla N° 5. Características físicas del suelo .....	21
Tabla N° 6. Características químicas del suelo .....	22
Tabla N° 7. Características químicas del agua .....	22
Tabla N° 8: Relación de tratamientos.....	23
Tabla N° 9: Dimensiones de la unidad experimental .....	25
Tabla N° 10: Tiempo total de riego para los ciclos de riego por goteo intermitente .....	29
Tabla N° 11: Evapotranspiración de referencia de febrero a junio del 2015 (mm día <sup>-1</sup> ) .....	30
Tabla N° 12: Características agronómicas .....	31
Tabla N° 13: Clasificación del rendimiento de raíces reservantes por categoría .....	35
Tabla N° 14: Evapotranspiración del cultivo (mm día <sup>-1</sup> ) .....	37
Tabla N° 15: Tiempo de riego .....	38
Tabla N° 16: Volumen de agua aplicada (m <sup>3</sup> Ha <sup>-1</sup> ) por tratamiento .....	40
Tabla N° 17: Volumen de agua aplicada (m <sup>3</sup> Ha <sup>-1</sup> ) en cada etapa fenológica del cultivo ...	40
Tabla N° 18: Valores de coeficiente de uniformidad obtenidos en el experimento .....	41
Tabla N° 19: Análisis estadístico para el rendimiento total .....	45
Tabla N° 20: Clasificación del rendimiento según tratamiento.....	46
Tabla N° 21: Análisis estadístico para el rendimiento de primera y segunda calidad. ....	48
Tabla N° 22: Comparación de la eficiencia del uso de agua. ....	49
Tabla N° 23: Resumen de costos de producción .....	50
Tabla N° 24: Precios del camote en el mercado .....	52
Tabla N° 25: Inversión del proyecto .....	53

Tabla N° 26: Datos del préstamo.....	53
Tabla N° 27: Valoración de la cosecha .....	53
Tabla N° 28: Flujo de caja.....	54
Tabla N° 29: Análisis de suelo del campo experimental.....	59
Tabla N° 30: Análisis de agua .....	60
Tabla N° 31: Evapotranspiración de referencia para febrero del 2015 .....	61
Tabla N° 32: Evapotranspiración de referencia para marzo del 2015 .....	62
Tabla N° 33: Evapotranspiración de referencia para abril del 2015 .....	63
Tabla N° 34: Evapotranspiración de referencia para mayo del 2015.....	64
Tabla N° 35: Evapotranspiración de referencia para junio del 2015.....	65
Tabla N° 36: Cantidad de agua aplicada en la fase no experimental .....	66
Tabla N° 37: Cantidad de agua aplicada en la fase experimental .....	66
Tabla N° 38: Prueba de coeficiente de uniformidad antes de la siembra.....	74
Tabla N° 39: Prueba de coeficiente de uniformidad a mediados del período vegetativo.....	75
Tabla N° 40: Prueba de coeficiente de uniformidad al culminar el período vegetativo.....	76
Tabla N° 41: Resultado promedio del área foliar por semana.....	78
Tabla N° 42: Resultado promedio de la altura de planta por semana.....	79
Tabla N° 43: Resultados de la cosecha del tratamiento de riego convencional .....	80
Tabla N° 44: Resultados de la cosecha del tratamiento de riego intermitente .....	81
Tabla N° 45: Comparación de la cosecha para el tratamiento RC y RI .....	83



## FIGURAS

	<i>Página</i>
Figura N° 1: Partes de la planta de camote.....	5
Figura N° 2: Etapas de desarrollo del camote .....	8
Figura N° 3: Evapotranspiración durante el crecimiento del cultivo .....	12
Figura N° 4: Dos casos de localización del tanque de evaporación y sus alrededores .....	14
Figura N° 5: Ubicación del área experimental .....	19
Figura N° 6: Esquema del área experimental.....	20
Figura N° 7: Vista interior de la casa de malla en INIA Huaral.....	21
Figura N° 8: Distribución de unidades experimentales en DCA con seis repeticiones.....	23
Figura N° 9: Área demostrativa y distribución de parcelas por tratamiento .....	24
Figura N° 10: Bulbo de humedad para una hora de riego .....	28
Figura N° 11: Bulbo de humedad para dos horas de riego.....	29
Figura N° 12: Delimitación del área de una planta de camote .....	34
Figura N° 13: Diagrama del contenido de humedad para ambos tratamientos .....	42
Figura N° 14: Variación del área foliar según tratamiento.....	43
Figura N° 15: Variación de la altura de planta según tratamiento.....	44
Figura N° 16: Rendimiento total de raíces reservantes. ....	46
Figura N° 17: Clasificación de raíces reservantes según tratamiento. ....	47
Figura N° 18: Rendimiento por categorías y tratamiento.....	47
Figura N° 19: Comparación de la eficiencia del uso de agua.....	49
Figura N° 20: Costo de instalación de un sistema de riego por goteo (S/.) por Ha.....	51
Figura N° 21: Bulbo de humedecimiento RI 10-5 para una hora de riego.....	68
Figura N° 22: Bulbo de humedecimiento RI 5-5 para una hora de riego.....	68
Figura N° 23: Bulbo de humedecimiento RC para una hora de riego.....	69
Figura N° 24: Bulbo de humedecimiento RI 10-5 para dos horas de riego .....	70
Figura N° 25: Bulbo de humedecimiento RI 5-5 para dos horas de riego .....	70
Figura N° 26: Bulbo de humedecimiento RC para dos horas de riego .....	71

Figura N° 27: Bulbo de humedecimiento RI 10-5 para una y dos horas de riego.....	72
Figura N° 28: Bulbo de humedecimiento RI 5-5 para una y dos horas de riego.....	72
Figura N° 29: Bulbo de humedecimiento RC para una y dos horas de riego.....	73
Figura N° 30: Resultados por categoría para el tratamiento RC y RI .....	83
Figura N° 31: Estado del campo previo a la fase experimental. ....	93
Figura N° 32: Incorporación de compost al terreno y riego por machaco .....	93
Figura N° 33: Arado del área experimental.....	94
Figura N° 34: Nivelado del área experimental .....	94
Figura N° 35: Tendido de cintas en el área experimental .....	95
Figura N° 36: Prueba del bulbo de humedad en el área experimental .....	95
Figura N° 37: Bulbo de humedad .....	96
Figura N° 38: Abertura de surcos para la siembra .....	97
Figura N° 39: Siembra de esquejes .....	97
Figura N° 40: Lectura de la lámina del tanque evaporímetro tipo A .....	98
Figura N° 41: Primera semana después de la siembra (23-02-15) .....	98
Figura N° 42: Segunda semana después de la siembra (28-02-15).....	99
Figura N° 43: Prueba de coeficiente de uniformidad y lecturas de la lámina en mm .....	99
Figura N° 44: Extracción de muestras para la obtención de la humedad gravimétrica.....	100
Figura N° 45: Cuarta semana después de la siembra (14-03-15) .....	100
Figura N° 46: Quinta semana después de la siembra (23-03-15).....	101
Figura N° 47: Sexta semana después de la siembra (28-03-15).....	101
Figura N° 48: Sexta semana después de la siembra (31-03-15).....	102
Figura N° 49: Labores culturales- Control de plagas (pulgones) .....	102
Figura N° 50: Aplicación de abono foliar e insecticidas. ....	103
Figura N° 51: Novena semana después de la siembra (16-04-15) .....	104
Figura N° 52: Décima semana después de la siembra (25-04-15) .....	104
Figura N° 53: Undécima semana después de la siembra (02-05-15) .....	105
Figura N° 54: Treceava semana después de la siembra (16-05-15) .....	105
Figura N° 55: Catorceava semana después de la siembra (23-05-15).....	106
Figura N° 56: Muestreo de raíces reservantes (20-05-15).....	106
Figura N° 57: Muestreo de raíces reservantes (27-05-15).....	107

Figura N° 58: Medición de la altura de planta (30-05-15) .....	107
Figura N° 59: Medición del área de planta (30-05-15) .....	108
Figura N° 60: Dieciseisava semana después de la siembra (03-06-15).....	108
Figura N° 61: Vigésima semana después de la siembra (04-07-15) .....	109
Figura N° 62: Cosecha de camote .....	109
Figura N° 63: Cosecha de camote en una hilera.....	110

## ANEXOS

	<i>Página</i>
<b>Anexo 1: Análisis de laboratorio.....</b>	<b>59</b>
Anexo 1.1: Análisis de suelo.....	59
Anexo 1.2: Análisis de agua .....	60
<b>Anexo 2: Información meteorológica de febrero a junio del 2015.....</b>	<b>61</b>
Anexo 2.1: Diagrama de la evapotranspiración de referencia (mm/día).....	61
Anexo 2.2: Cálculo de la evapotranspiración de referencia (mm/día).....	61
<b>Anexo 3: Cantidad de agua aplicada por tratamiento .....</b>	<b>66</b>
Anexo 3.1: Cantidad de agua aplicada en la fase no experimental.....	66
Anexo 3.2: Cantidad de agua aplicada en la fase experimental .....	66
<b>Anexo 4: Pruebas del bulbo de humedecimiento.....</b>	<b>68</b>
Anexo 4.1: Bulbo de humedecimiento para una hora de riego.....	68
Anexo 4.2: Bulbo de humedecimiento para dos horas de riego.....	70
Anexo 4.3: Comparación de los bulbos de humedecimiento.....	72
<b>Anexo 5: Pruebas de coeficiente de uniformidad.....</b>	<b>74</b>
Anexo 5.1: Prueba de coeficiente de uniformidad el 16 de febrero del 2015.....	74
Anexo 5.2: Prueba de coeficiente de uniformidad el 25 de abril del 2015.....	75
Anexo 5.3: Prueba de coeficiente de uniformidad el 24 de julio del 2015.....	76
<b>Anexo 6: Análisis de crecimiento y desarrollo de la planta.....</b>	<b>78</b>
Anexo 6.1: Área foliar.....	78
Anexo 6.2: Altura de planta.....	79

<b>Anexo 7: Resultados de la cosecha .....</b>	<b>80</b>
<b>Anexo 7.1: Resultados de la cosecha del tratamiento de riego por goteo convencional por cada unidad experimental.....</b>	<b>80</b>
<b>Anexo 7.2: Resultados de la cosecha del tratamiento de riego por goteo intermitente por cada unidad experimental.....</b>	<b>81</b>
<b>Anexo 7.3: Comparación de los resultados de la cosecha de ambos tratamientos.....</b>	<b>83</b>
<b>Anexo 8: Análisis estadístico de la cosecha usando Minitab 17 .....</b>	<b>84</b>
<b>Anexo 8.1: Análisis estadístico para el rendimiento total .....</b>	<b>84</b>
<b>Anexo 8.2: Análisis estadístico para el rendimiento de primera calidad.....</b>	<b>86</b>
<b>Anexo 8.3: Análisis estadístico para el rendimiento de segunda calidad.....</b>	<b>88</b>
<b>Anexo 9: Costos.....</b>	<b>90</b>
<b>Anexo 9.1: Costos de producción.....</b>	<b>90</b>
<b>Anexo 9.2: Costo de instalación de riego tecnificado por goteo para proyectos del Programa Subsectorial de Irrigaciones.....</b>	<b>92</b>
<b>Anexo 10: Panel fotográfico de actividades en campo.....</b>	<b>93</b>

# **“RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE CAMOTE INIA 320 APLICANDO EL RIEGO POR GOTEO CONVENCIONAL E INTERMITENTE”**

## **I. INTRODUCCIÓN**

### **1.1 GENERALIDADES**

En el mundo, cada vez toma mayor fuerza la idea de usar en forma racional y adecuada el recurso hídrico como es el caso de la costa peruana donde la escasez de agua es uno de los problemas que afecta la producción agrícola, es por ello que se debe racionalizar el uso de los limitados recursos hídricos disponibles ya que es éste el que condiciona el posible aprovechamiento de los otros recursos y factores de producción hoy a disposición de la agricultura.

En la agricultura, donde se usa en grandes cantidades, se producen también grandes pérdidas sobre todo en la utilización de métodos de riego superficial donde el escurrimiento y la percolación profunda son generalmente significativos. Frente a este suceso surge la necesidad de poner en práctica nuevas técnicas de riego que nos permitan optimizar el uso del agua y lograr obtener mayor productividad y mayor rendimiento de los cultivos.

El riego por goteo viene siendo uno de los más usados actualmente ya que presenta una alta eficiencia en el uso del agua, además de ser un riego localizado que permite la reducción de malezas y a su vez incrementa el rendimiento y calidad del producto. Es por eso que en la presente investigación se ha utilizado este sistema, además de indicar que el propósito de este estudio será aplicar el riego por goteo intermitente que consiste en aplicar la lámina total requerida por el cultivo en partes o ciclos, la finalidad de este trabajo será obtener mayor información de esta nueva estrategia de riego y verificar si resulta o no provechoso implementarla en futuros proyectos agrícolas.

Se utilizó el cultivo de camote por su gran adaptabilidad y por ser un cultivo rústico. Según Goyas, et al. (1990), su bajo costo de producción y su alto contenido de carbohidratos, proteínas y fibras, el cual al ser comparado con otros cultivos, provee una mayor cantidad

de nutrientes por unidad monetaria, lo que lo hace una alternativa viable para la alimentación de personas de bajos recursos económicos y por la posibilidad de aprovechar su doble propósito de producción de follaje y raíces reservantes para la alimentación animal.

En el presente trabajo de investigación se desarrolló una estrategia de riego que permitió comparar el rendimiento, calidad y producción de camote de la variedad INIA-320, entre una aplicación de riego por goteo convencional e intermitente, en la parcela experimental del Departamento de los Recursos Hídricos de la Facultad de Ingeniería Agrícola - UNALM.

## **1.2. OBJETIVOS**

### **1.2.1. Objetivo general**

- Comparar el rendimiento del cultivo de camote aplicando el riego por goteo convencional e intermitente.

### **1.2.1. Objetivos específicos**

- Cuantificar el volumen de agua utilizado por el cultivo de camote al aplicar el riego por goteo convencional e intermitente.
- Cuantificar y comparar el contenido de humedad del suelo al aplicar el riego por goteo convencional e intermitente.

## II. REVISIÓN DE LA LITERATURA

### 2.1 RIEGO POR GOTEO

Vermeiren y Joblin (1986) definieron el riego por goteo como un sistema localizado de alta frecuencia cuya característica principal es el aporte de pequeños caudales y pequeñas dosis de agua y de fertilizantes muy localmente en la zona de raíces de los cultivos por medio de dispositivos de distribución tales como goteros, boquillas, tubos porosos, etc.

García y Briones (2007) señalan que un sistema de riego por goteo es aquel donde se aplica agua filtrada (y fertilizante) dentro o sobre el suelo directamente a cada planta en forma individual. Así mismo, expresan que el agua puede ser suministrada al cultivo con base en una baja tensión y una alta frecuencia, con lo cual se crea un medio óptimo de humedad necesaria en el suelo.

Shalhevet, Mantel y Bielordi (1970) manifiestan que en Israel el 80% de los cultivos se han desarrollado con una humedad constante, proporcionadas por el método de goteo, sistema que ha demostrado algunas ventajas tales como: realizar riegos con agua salina y conservar una humedad constante en el suelo por las altas frecuencia de aplicación de agua.

#### 2.1.1. Ventajas

Carvalho citado por Berg (1972), indica que entre las ventajas del riego por goteo se tiene:

- Excelente control del agua, condicionando su eficiencia en base a la textura del suelo y a la clase de cultivo.
- No es afectada por las corrientes de aire y solo en mínima parte por la evaporación.
- No es necesario la nivelación, ya que al no presentarse pérdidas de agua por escurrimiento no se tiene problemas de erosión.
- Produce ahorro de mano de obra y reducción de las labores de cultivo a un mínimo de horas de trabajo.
- No se necesitan canales de riego y drenaje.



- Incrementos considerables en la producción y calidad de fruta.
- Control fitosanitario reducido.
- Permite cultivar en suelos salinos y también el uso de agua con considerables contenidos de sales, sin perjuicio en los rendimientos, cosa que no se puede realizar con los otros sistemas comunes de riego.

Shoji (1977) informa de países donde se utiliza el riego por goteo, y cita las siguientes ventajas:

- Disminución del consumo de agua.
- Reducción en el costo de labores culturales.
- Aprovechamiento de la distribución de los fertilizantes.
- Habilidad para obtener el máximo beneficio del uso del agua.
- Poca pérdida de agua por evaporación, escurrimiento y percolación.

## **2.2 RIEGO POR GOTEO INTERMITENTE**

El sistema de riego intermitente, se ha venido implementando en el riego por surcos logrando buenos resultados. No es posible encontrar información aplicando este sistema al riego por goteo, por lo que uno de los propósitos de esta investigación es generar información en este rubro.

Se debe indicar que el riego por goteo intermitente consiste en aplicar la lámina total de agua requerida por el cultivo en ciclos o partes, por lo que el tiempo de riego por cada riego ha realizar va ser mayor comparado con un riego por goteo convencional en el que sólo se abren y cierran las válvulas una sola vez a diferencia del otro riego en el que se abren y cierran las válvulas de acuerdo al ciclo de intermitencia optado.

El ciclo ha elegir, va depender básicamente del tipo de suelo en el que se esté trabajando, en el presente trabajo de investigación se ha tenido un suelo franco y para determinar el ciclo de riego que se va adoptar se realizaron varias pruebas en el campo analizando los bulbos de humedad.

### 2.3 CULTIVO DE CAMOTE INIA 320 – AMARILLO BENJAMÍN

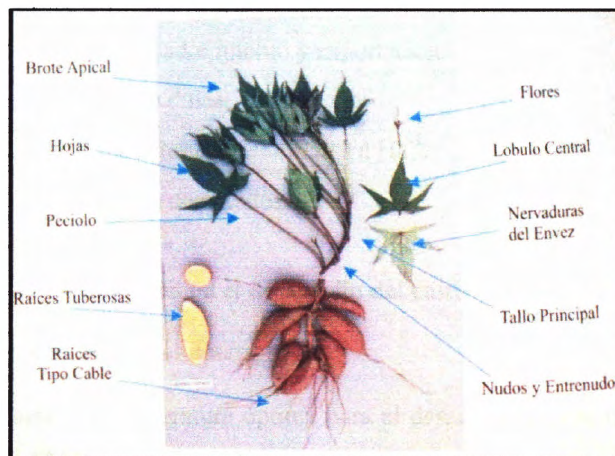
Una variedad con mayor valor nutricional y excelente adaptación para la costa peruana, incluyendo el invierno.

La clasificación sistemática de la batata es la siguiente:

- Familia: Convolvulaceae.
- Tribu: Ipomoeae.
- Género: Ipomoea Linnaeus.
- Subgénero: Quamoclit.
- Sección: Batatas.
- Especie: Ipomoea batatas Lam.

#### 2.3.1. Partes de la planta

En la Fig. N° 1 (Molina, 2010) se muestra una imagen que permitirá tener un mejor detalle de las partes de la planta de camote:



**Figura N° 1: Partes de la planta de camote**

#### 2.3.2. Características de la planta

- Medianamente compacta y vigorosa.
- Habito de crecimiento semi-erecto.
- Altura de planta 0.60 m.

- Tallos gruesos, entrenudos cortos de color verde.
- Hoja de cinco lóbulos con hendiduras moderadas.
- Forma del lóbulo central lanceolada.
- Nervaduras de color verde en el envés.
- Brotes terminales levemente pigmentados.
- Periodo vegetativo de 4 a 4.5 meses.
- Elevado número de esquejes, 10 a 12.

### **2.3.3. Características de la raíz reservante**

- Forma: redondo elíptico.
- Color de piel: naranja.
- Color de pulpa: naranja intensa.
- Grosor de la corteza: delgada.
- Superficie: lisa y uniforme.
- Formación de raíces: en racimo abierto.
- Características de mercado: interno y exportación.
- Sabor: moderadamente dulce.
- Rendimiento de raíces tuberosas: 40-50 Tn Ha<sup>-1</sup>.
- Bondades: Resistente a nematodos.

### **2.3.4. Factores que intervienen en el desarrollo del cultivo de camote**

Condiciones ambientales para el desarrollo:

- Temperatura: La temperatura óptima para el desarrollo y producción se encuentra entre 24 a 27 °C.
- Luminosidad: El camote crece mejor donde la intensidad de luz es relativamente alta, pero al mismo tiempo tanto la floración como la formación de raíces son promovidos por longitudes de días cortos como aquellos encontrados en los trópicos. Los días largos de amplia luminosidad incide directamente en la mayor floración, en cambio en nuestras condiciones de luminosidad intermedia las variedades de camote tienen escasa floración.

- Agua: Debido a la profundidad de las raíces adventicias llegan a más de dos metros, el camote sobrevive a condiciones de escasez de agua. En suelos de valle cultivado con riego por gravedad el requerimiento hídrico llega a 5000 m<sup>3</sup> por campaña, sin embargo en condiciones de suelos de irrigación con suelos arenosos el requerimiento es de 8000 m<sup>3</sup> por campaña.
- Suelos: El camote tiene un amplio rango de adaptación a los diversos tipos de suelos, sin embargo se obtienen mejores cosechas, en suelos sueltos como los del tipo franco arenoso, franco limoso y franco arcilloso; suelos con alto contenido de materia orgánica y permeables; que facilitan una buena aireación, facilitando una mejor asimilación de nutrientes del suelo. Los suelos deben poseer un pH de 5.6 a 7.0, y hasta una concentración de sales de hasta 8 dS m<sup>-1</sup>.
- Planta esquejes-semilla: Uno de los factores que contribuye al incremento de la productividad, es la semilla de calidad (libre de patógenos), el uso de esta semilla generalmente expresa toda su potencialidad en la obtención de altos rendimientos.

### **2.3.5. Fases de crecimiento y desarrollo del camote**

En la Fig. N° 2 (Molina, 2010) se aprecian las diferentes etapas de crecimiento de la planta de camote, los cuales son determinados por la aparición de las distintas estructuras de la planta, las que se mencionan a continuación:

- Fase de establecimiento del cultivo

Brotación y crecimiento inicial, cuando la superficie del suelo está cubierta apenas o nada por el cultivo (10% de cobertura).

- Fase de inicio de formación de raíces reservantes

Empieza desde el final de la fase inicial hasta que se llega a una cubierta sombreada efectiva completa (cuando el Kc se aproxima al máximo), equivalente a un 70 u 80% de la cobertura, lo que no significa que el cultivo haya llegado a su maduración.

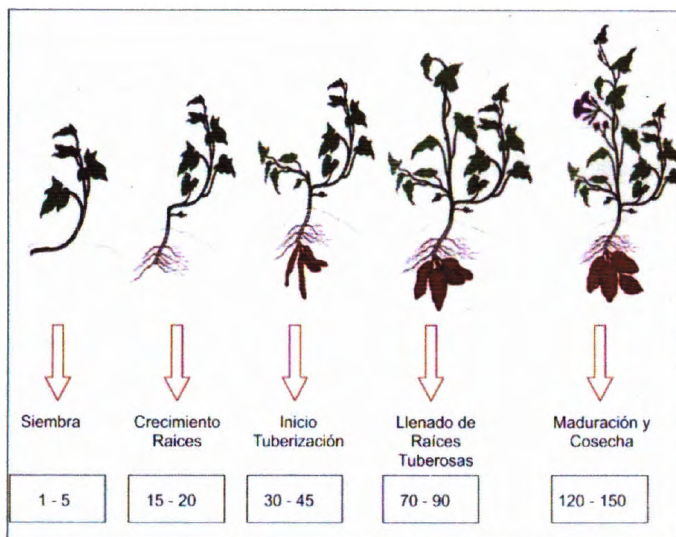
- Fase de llenado de raíces reservantes

Desde que se obtiene la cubierta sombreada efectiva completa hasta el momento de iniciarse la maduración, tal como se pone de manifiesto por la decoloración de las hojas o

su caída. Es equivalente al periodo en que la planta obtiene su 100% de cobertura.

- Fase de maduración y cosecha

Desde el final de la fase de llenado de raíces hasta que se llega a la plena maduración o a la recolección.



**Figura N° 2: Etapas de desarrollo del camote**

### 2.3.6. Manejo del cultivo

- Preparación del terreno

Requiere de un machaco previo, arar en forma profunda y aplicación de 10 a 15 Tn Ha<sup>-1</sup> de guano, si es necesario pasar aradas con subsoladores para romper la capa endurecida por compactación.

- Selección de semilla

Utilizar semilla (esquejes), fisiológicamente maduras obtenidos de campos que han sido previamente agostados y libres de plagas, la mejor semilla se logra a partir de los 3.5 meses de periodo vegetativo. El tamaño requerido es aquel que tiene más de 10 nudos y la longitud del esqueje de 30 a 40 cm.

- **Siembra y densidad de plantación**

Plantar en el lomo o costilla de los surcos, adaptando la forma acodada, colocar en forma sucesiva a manera de cadena, con la mayor cantidad de nudos posibles por debajo del nivel natural del suelo. La distancia entre esquejes es de 0.15 a 0.20 m y la distancia entre surcos de 0.80 a 0.90 m.

- **Aporque**

Realizar el primer aporque a los 20 días de la siembra, después de un riego. Aprovechar esta labor para abonar y desmalezar; el segundo aporque se realiza antes que las plantas cubran los surcos.

- **Riegos**

Los riegos son realizados dependiendo de la pérdida de la humedad del suelo en el camote generalmente deben ser ligeros y poco frecuentes, se debe evitar riegos pesados y el exceso de fertilización nitrogenada, que ocasiona crecimiento abundante de follaje en desmedro de la formación de raíces reservantes. Las fases críticas del camote al déficit hídrico se presentan, después del trasplante y en el momento de llenado de las raíces tuberosas.

## **2.4 BULBO DE HUMEDECIMIENTO**

Gispert y García (1999), indican que se denomina volumen húmedo del suelo a la variada disposición tridimensional que puede ocupar el frente de humedad del agua de riego en un determinado suelo, a partir de un punto de irrigación (gotero, micro aspersor, manguera, cinta, etc.) en un sistema de riego localizado.

Egúsqüiza (2000), Afirma que existe relación positiva y directa entre la cantidad de agua que dispone la planta y el rendimiento comercial.

Según, Cañamero M. y Laguna T. (2012) las características del suelo son las que determinan el movimiento del agua bajo el riego por goteo. Por ello, existe una relación entre la dimensión horizontal (el radio de humedecimiento) y la dimensión vertical (la profundidad de humedecimiento) en las cuales se distribuye el agua de riego. Ambas dimensiones constituyen los límites del "bulbo" humedecido.

La forma del “bulbo” depende de cuatro factores:

- 1) El suelo, la dimensión horizontal es favorecida por la atracción capilar del suelo. La dimensión vertical está dominada por la fuerza de gravedad, o sea que en un suelo arenoso se forma un bulbo más angosto.
- 2) La descarga del gotero, la distribución lateral (horizontal) del agua, depende de la descarga del gotero. Un gotero de  $2 \text{ LH}^{-1}$  produce un bulbo más estrecho que uno de 4 o de  $8 \text{ LH}^{-1}$ . Si comparamos un suelo arenoso con otro arcilloso, veremos que en el primero será necesario seleccionar un gotero con mayor descarga y a menos espaciamiento que en el segundo.
- 3) La duración del riego, cuanto más se prolonga el riego, más aumenta la dimensión horizontal, hasta un determinado límite. Pasando este límite, se pierde el agua por debajo de la zona radicular, bajando la eficiencia de riego.
- 4) La frecuencia de riego, a medida que el suelo se seca, aumenta la tensión con la cual el suelo retiene al agua. Tensiones elevadas reducen la velocidad del movimiento del agua en el suelo. Por lo tanto, el riego por goteo en un suelo seco producirá un bulbo demasiado estrecho y hace falta regar a alta frecuencia.

Pizarro (1996), menciona que los emisores de riego localizado dejan fluir gota a gota el agua sobre la superficie puntual del suelo, se forma un pequeño charco o disco de suelo saturado, y su radio va extendiéndose a medida que el riego continúa. Cuando más húmedo se encuentra el suelo, la velocidad de infiltración del agua disminuye, pero aumenta la conductividad hidráulica a aproximarse a la saturación. La disminución de la velocidad de infiltración favorece el incremento del radio del charco y cuando el caudal del emisor dividido por la superficie del charco iguala a la velocidad de infiltración, el charco se estabiliza. A partir del disco de suelo saturado del charco, el agua se distribuye por los poros hacia los alrededores, zona donde la humedad es menor.

## 2.5 COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD (CU)

La uniformidad es una magnitud característica de todo sistema de riego, que interviene el diseño agronómico como en el hidráulico ya sea para el cálculo de las necesidades totales de agua o definiendo los límites bajo los cuales pueden variar los caudales de los goteros.

Este coeficiente tiene fundamentalmente dos usos, el primero sirve para evaluar instalaciones en funcionamiento y el segundo para el diseño de nuevas instalaciones.

Los valores recomendados de CU, según lo indicado por Pizarro (1996), lo podemos apreciar en la Tabla N° 1.

**Tabla N° 1: Valores recomendados de CU**

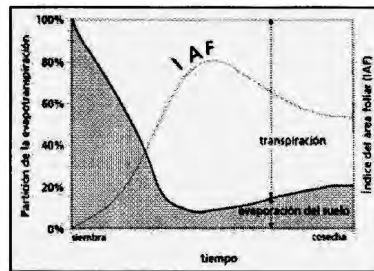
<b>Pendientes</b>	<b>(%)</b>	<b>Clima árido</b>	<b>Clima húmedo</b>
Uniforme	$I < 2$	0.80 - 0.90	0.70 - 0.80
Ondulada	$I > 2$	0.70 - 0.85	0.65 - 0.75

## 2.6 EVAPOTRANSPIRACIÓN

Según indica el manual FAO N° 56 (2006), la evaporación y la transpiración ocurren simultáneamente y no hay una manera sencilla de distinguir entre estos dos procesos. Aparte de la disponibilidad de agua en los horizontes superficiales, la evaporación de un suelo cultivado es determinada principalmente por la fracción de radiación solar que llega a la superficie del suelo. Esta fracción disminuye a lo largo del ciclo del cultivo a medida que el cultivo proyecta más y más sombra sobre el suelo. En las primeras etapas del cultivo, el agua se pierde principalmente por evaporación directa del suelo, pero con el desarrollo del cultivo y finalmente cuando este cubre totalmente el suelo, la transpiración se convierte en el proceso principal.

En la Fig. N° 3 (manual FAO N° 56, 2006), se presenta la evapotranspiración dividida en sus dos componentes (evaporación y transpiración) en relación con el área foliar por unidad de superficie de suelo debajo de él. En el momento de la siembra, casi el 100% de la evapotranspiración ocurre en forma de evaporación, mientras que cuando la cobertura vegetal es completa, más del 90% de la evapotranspiración ocurre como transpiración.





**Figura N° 3: Evapotranspiración durante el crecimiento del cultivo**

### 2.6.1. Evapotranspiración de referencia

Representa la evapotranspiración que ocurriría desde una superficie muy extensa completamente húmeda cubierta de plantas, esto es, una superficie con suministro continuo de agua. Depende mayormente del elemento climático, radiación neta, el viento así como la humedad del aire, son de importancia limitada. Dada la gran extensión de la superficie evaporante.

### 2.6.2. Evapotranspiración real

Es la lámina de agua evapotranspirada en realidad, para un cultivo en particular y para ciertas condiciones climáticas. Se entiende también como la suma de cantidades de vapor de agua evaporadas de la superficie de agua y del suelo húmedo más la cantidad de agua transpirada por las plantas y la usada para su crecimiento con el suelo en las condiciones actuales de humedad.

### 2.6.3. Estimación de la evapotranspiración de referencia (Eto)

Los métodos para determinar la evapotranspiración de referencia son:

Métodos Directos:

Método del tanque evaporímetro

Lisímetro

Métodos Indirectos:

Método de Penman – Monteith (Cropwat-FAO)

Método de Hargreaves

Método de Blaney-Criddle

Método de Thornthwaite

#### 2.6.4. Método del tanque evaporímetro

Este método consiste en encontrar una relación entre la tasa de evapotranspiración producida en un lisímetro y la tasa de evaporación producida en un tanque de evaporación clase A, en base al cual se determina un coeficiente empírico con el que se puede efectuar luego las lecturas de evaporación y obtener indirectamente la evapotranspiración de referencia para condiciones ambientales específicas.

El tanque de evaporación clase A permite estimar los efectos integrados del clima (radiación, temperatura, viento y humedad relativa), en función de la evaporación registrada de una superficie de agua libre de dimensiones estándar.

$$E_{to\text{diaria}} = K_p \times E$$

Dónde:

- E<sub>to</sub> : Evapotranspiración de referencia (mm/día).
- K<sub>p</sub> : Coeficiente empírico del tanque evaporímetro.
- E : Evaporación libre del tanque clase A (mm/día).

Los tanques de evaporación permiten medir los efectos integrados de la radiación, viento, temperatura y humedad en función de la evaporación de una superficie de agua libre.

La cubeta tipo clase A, que es de hierro galvanizado de forma circular con un diámetro de 121 cm y una profundidad de 25.5 cm. Se coloca sobre una plataforma de madera de 15 cm de altura sobre el suelo. Se instala en un medio abierto, con un grass segado frecuentemente a su alrededor y en un lugar donde, en un radio de 50 m, no haya cultivos con más de un metro de altura.

- **Coeficiente del tanque evaporímetro**

Para seleccionar el coeficiente apropiado para un tanque evaporímetro dado, se debe considerar no solamente el tipo de tanque, sino también la cobertura del suelo donde se ubica el tanque, sus alrededores así como el viento y las condiciones generales de humedad como podemos apreciar en la Fig. N° 4 (manual FAO N° 56, 2006).

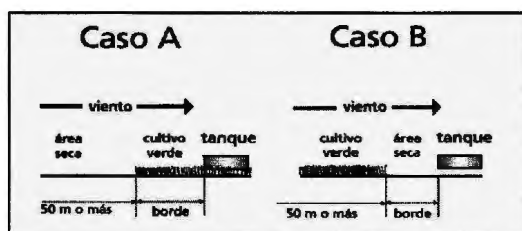


Figura N° 4: Dos casos de localización del tanque de evaporación y sus alrededores

Tabla N° 2: Coeficientes Kp del tanque evaporímetro

Viento (km/d)	Radio de cultivo (m)	Caso A: tanque situado en una superficie cultivada			Caso B: tanque situado en un suelo desnudo		
		Humedad relativa media (%)					
		Baja < 40	Media 40-70	Alta >70	Baja < 40	Media 40-70	Alta >70
Ligero <175 (12m/s)	1	0.55	0.65	0.75	0.7	0.8	0.85
	10	0.65	0.75	0.85	0.6	0.7	0.8
	100	0.7	0.8	0.85	0.55	0.65	0.75
	1000	0.75	0.85	0.85	0.5	0.6	0.7
Moderado 175-425 (2-5m/s)	1	0.5	0.6	0.65	0.65	0.75	0.8
	10	0.6	0.7	0.75	0.55	0.65	0.7
	100	0.65	0.75	0.8	0.5	0.6	0.65
	1000	0.7	0.8	0.8	0.45	0.55	0.6
Fuerte 425-700 (5-8m/s)	1	0.45	0.5	0.6	0.6	0.65	0.7
	10	0.55	0.6	0.65	0.5	0.55	0.65
	100	0.6	0.65	0.7	0.45	0.5	0.6
	1000	0.65	0.7	0.75	0.4	0.45	0.55
Muy fuerte >700 (8m/s)	1	0.4	0.45	0.5	0.5	0.6	0.65
	10	0.45	0.55	0.6	0.45	0.5	0.55
	100	0.5	0.6	0.65	0.4	0.45	0.5
	1000	0.55	0.6	0.65	0.35	0.4	0.45

Los coeficientes para el tanque clase A, se presentan en la Tabla N° 2 (manual FAO N° 56, 2006), cabe indicar que primero se deberá elegir la localización del tanque que se tenga en campo para luego pasar al cuadro en el que con los datos de velocidad de viento, y humedad relativa se podrá determinar el coeficiente del tanque a usar.

## **2.7 COEFICIENTE DE CULTIVO PARA EL CAMOTE (Kc)**

El coeficiente de cultivo (Kc), es la relación que existe entre la evapotranspiración real máxima del cultivo y la evapotranspiración de referencia siendo determinado experimentalmente para cada cultivo. Este valor es característico del cultivo y de la variedad; y teóricamente depende única y exclusivamente de la etapa fenológica en la que se encuentre el cultivo.

La elección del Kc se realiza en base a las características del cultivo, las fechas de plantación o siembra, el ritmo de desarrollo del cultivo, en la duración del periodo vegetativo y muy en especial de las condiciones climáticas predominantes.

El único estudio encontrado sobre los coeficientes de cultivo (Kc) en camote son los reportados por Baigorria (1994), donde se determinó los coeficientes de cultivo para cada etapa de crecimiento del cultivo de camote en la localidad de La Molina.

Para este fin se montaron y o calibraron dos estaciones meteorológicas, las cuales contaban con en instrumental meteorológico convencional así como estaciones automáticas. Se instalaron especialmente un evapotranspirómetro y un lisímetro, los que sirvieron para determinar la evapotranspiración de referencia y la evapotranspiración real máxima del cultivo de camote, con la que posteriormente se determinó el Kc de acuerdo a la etapa fenológica del cultivo, cuya información se aprecia en la Tabla N° 3 y N° 4 (Baigorria, 1994).

Cabe indicar que Baigorria trabajo durante dos campañas:

- Primera campaña: 11 de setiembre de 1990, “meses de frío”
- Segunda campaña: 28 de enero de 1991, “meses de verano”

Con los datos correspondientes al año 1990, de evapotranspiración de referencia del evapotranspirómetro y los datos registrados por el instrumental meteorológico existente, se procedió a la depuración de información; y mediante el análisis de correlación y regresión simple y múltiple, se determinaron, para una fórmula para la cuantificación de la evapotranspiración de referencia.

Estas fórmulas fueron validadas mediante el análisis de correlación con la información correspondiente al año 1991. Además fue comparada con dos métodos usados

frecuentemente para determinar la evapotranspiración de referencia (métodos de Penman y del tanque evaporímetro) en forma diaria, encontrando así, que fórmulas se adaptan con mayor aproximación a los datos reales obtenidos directamente por los evapotranspirómetros.

**Tabla N° 3: Kc del cultivo de camote**

Fase del cultivo		Kc
I	Inicial	0.5166
II	Desarrollo del cultivo	0.8837
III	Mediados del período	0.9552
IV	Finales del período	0.839

**Tabla N° 4: Período vegetativo del cultivo de camote**

Fase del cultivo		Período vegetativo (días)
I	Inicial	25
II	Desarrollo del cultivo	30
III	Mediados del período	45
IV	Finales del período	30

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. MATERIALES**

##### **3.1.1. Materiales y equipos de medición**

La parcela dispone de una instalación de riego por goteo, un cabezal de riego, elementos de control y otros.

Equipos:

- Horno de secado
- Mochila manual de 20 litros
- Rejilla medidora de cobertura
- Tornillo muestreador

Materiales utilizados para la instalación del sistema de riego:

- Cintas de riego de polietileno de 16 mm
- Codos dentados de polietileno de 16 mm
- Tees dentadas de polietileno de 16 mm
- Terminales de cinta de polietileno de 16 mm
- Uniones manguera – cinta de polietileno de 16 mm
- Válvulas ramales de polietileno de 16 mm

Otros materiales:

- Bolsas de papel
- Herramientas de campo (pico, pala, rastrillo, etc)

Instrumentos para medición:

- Balanza digital de precisión

- Cintas métricas
- Manómetro
- Medidor de caudal
- Tensiómetro

### **3.1.2. Área experimental**

#### **3.1.2.1. Localización**

El experimento se realizó durante los meses de Febrero a Julio del 2015, en la parcela demostrativa del departamento de Recursos Hídricos (DRH) de la Facultad de Ingeniería Agrícola, en la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM) la que se ubica en:

- Ubicación política

Lugar : Universidad Agraria La Molina

Distrito : La Molina

Provincia : Lima

Departamento : Lima

- Ubicación geográfica

Latitud : 12° 05' 06" S

Longitud : 76° 57' 00" W

Altitud : 238 m.s.n.m.

#### **3.1.2.2. Clima**

El clima es seco, la precipitación en la zona es escasa, para la obtención de la información meteorológica se ha realizado la medición diaria actual en la estación Alexander Von Humboldt, ubicada en la Universidad Nacional Agraria La Molina. Dicha información meteorológica la podemos apreciar en el Anexo N° 2.1.

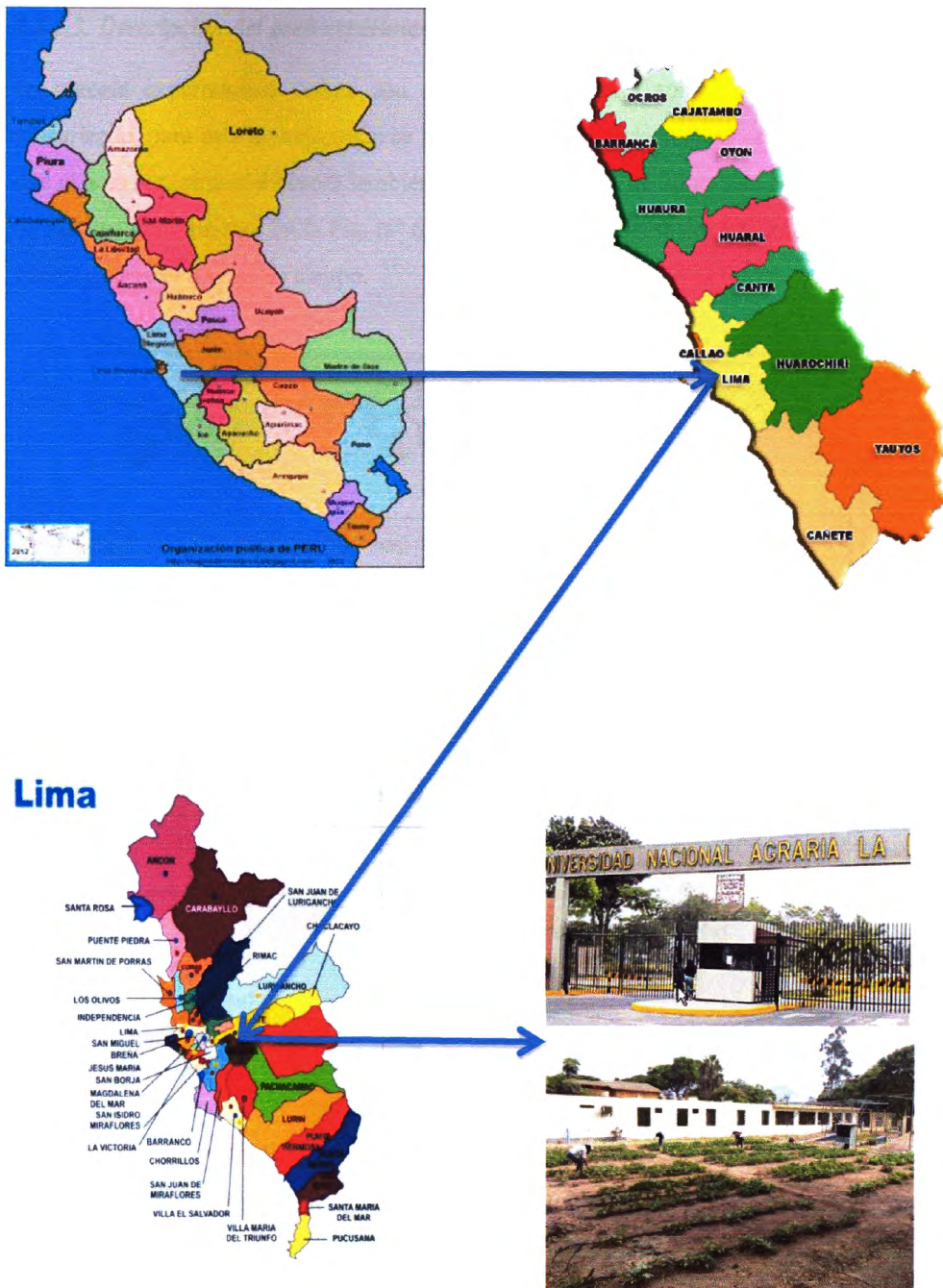


Figura N° 5: Ubicación del área experimental



### 3.1.2.3. Descripción del área experimental

La parcela experimental cuenta con una instalación para aplicar un sistema de riego presurizado, para esta investigación se tendieron cintas de riego en el campo. Cabe indicar que el área experimental cuenta también con un reservorio de 20 m<sup>3</sup>, un cabezal de riego y un sistema de fertiriego. En la Fig. N° 6, se muestra un esquema del área experimental en la que se realizó el trabajo de campo.

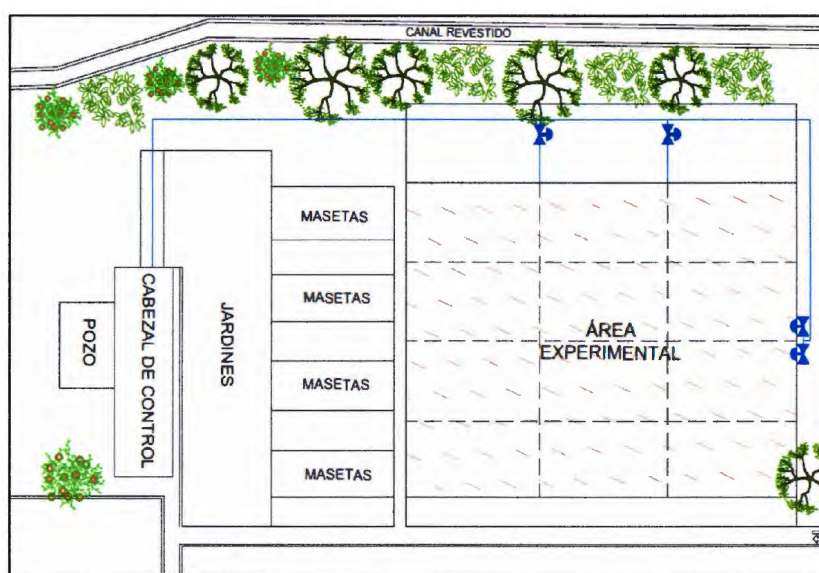


Figura N° 6: Esquema del área experimental

### 3.1.3. Material vegetal

Se utilizaron esquejes de camote de la variedad INIA 320 Amarillo Benjamín. Los esquejes se trajeron del fundo de la INIA Donoso ubicada en Huaral, se adquirió semilla de la casa de malla que garantiza que en la cosecha se obtenga mayor productividad ya que estas se desarrollaron en mejores condiciones que los que crecieron a campo abierto, además de ello se podría indicar que los esquejes se encuentran libres de patógenos y enfermedades.

En la Fig. N° 7 se observa la casa de malla donde se produce la semilla genética de camote, de aquí se extraen los esquejes para ser trasplantados al campo.



**Figura N° 7: Vista interior de la casa de malla en INIA Huaral**

### 3.1.4. Características físicas y químicas del suelo

Para la caracterización físico-química se envió una muestra representativa de suelo obtenida de diferentes puntos del área experimental a una profundidad de 30 a 40 cm al Laboratorio de Análisis de Agua, Suelo, Medio Ambiente y Fertirriego de la Facultad de Ingeniería Agrícola de la Universidad Nacional Agraria La Molina. Los resultados se aprecian en el Anexo 1.1 y un resumen de ello se indica en la Tabla N° 5.

**Tabla N° 5. Características físicas del suelo**

Análisis Mecánico				CE dS m <sup>-1</sup>	pH
Textura	Arena %	Limo %	Arcilla %		
Franco	51.12	34.72	14.16	2.99	7.73

De acuerdo a lo indicado en la Tabla N° 5, para un rango de 0.0 a 0.40 m, el suelo presenta una textura franco, se observa que tiene buena capacidad de retención de humedad, buena aireación y adecuada permeabilidad; aptas para el desarrollo del cultivo.

Los resultados en cuanto a nutrientes y iones intercambiables se pueden observar en la Tabla N° 6.

**Tabla N° 6. Características químicas del suelo**

Nutrientes			Cationes cambiables			
M. O. %	P ppm	K ppm	CIC	Ca <sup>++</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>
			Cmol (+) Kg <sup>-1</sup>			
2.54	8.94	230	13.73	11.10	0.45	0.33

El suelo tuvo un pH de 7.73 es ligeramente alcalino y se considera ligeramente elevado para el cultivo de camote, la conductividad eléctrica fue de 2.99 dS m<sup>-1</sup> que está dentro de los rangos normales para el cultivo de camote, el contenido de materia orgánica de 2.54%, el contenido de fósforo 8.94 ppm y el contenido de potasio de 230 ppm se encuentran en un rango medio. La recomendación de fertilización NPK fue N (160), P (140) y K (180) en el área experimental, que correspondió a una cantidad de 4.60 Kg de urea, 3.30 kg de ácido fosfórico y 5.20 kg de sulfato de potasio durante todo el periodo vegetativo.

### 3.1.5. Agua

La fuente de agua proviene del río Rímac a través del canal de Ate y se deriva hacia el área experimental mediante canales revestidos, para ser almacenada en un reservorio de 20 m<sup>3</sup>. Luego el agua ingresa al sistema de riego a través de la red primaria y laterales respectivos.

Es importante realizar la toma de muestras de agua de forma constante para de esta manera verificar que no sobrepasemos los valores de pH y conductividad eléctrica tolerada por el cultivo. En la Tabla N° 7 se puede apreciar un resumen de los resultados obtenidos en diferentes fechas, más detalle de esta información se aprecia en el Anexo N° 1.2.

**Tabla N° 7. Características químicas del agua**

Fecha de muestreo	pH	CE (dS m <sup>-1</sup> )
13 de marzo	6.87	0.75
08 de abril	6.94	0.91
06 de mayo	7.05	1.86
17 de junio	6.01	1.41

### 3.2. MÉTODOLOGÍA

El presente trabajo se realizó en los meses de Febrero a Julio del 2015.

#### 3.2.1. Tratamientos

La investigación tomó en cuenta dos tratamientos, con seis repeticiones cada uno. Un tratamiento testigo (RC) que tuvo riego por goteo convencional y otro bajo el sistema de riego por goteo intermitente (RI), ambos abasteciendo la lámina de riego al 100% de la necesidad hídrica del cultivo.

**Tabla N° 8: Relación de tratamientos**

Tratamiento	Descripción
RC	Riego por goteo convencional
RI	Riego por goteo intermitente

RC - 1	RI - 1	RC - 2	RI - 2
RI - 3	RC - 3	RI - 4	RC - 4
RC - 5	RI - 5	RC - 6	RI - 6

**Figura N° 8: Distribución de unidades experimentales en DCA con seis repeticiones**

#### 3.2.2. Diseño experimental

El diseño experimental consideró doce unidades experimentales aplicando dos tratamientos, seis unidades trabajarán con riego por goteo convencional (RC) y las otras seis con riego por goteo intermitente (RI).

El diseño estadístico empleado en la ejecución del trabajo de investigación fue el diseño completamente al azar (DCA) cuyo esquema se presenta en la Fig. N° 9. El programa de cómputo utilizado para efectuar el análisis estadístico fue el Minitab Statistical Software 17.

En ambos tratamientos; cada unidad experimental tuvo tres líneas de riego separadas cada 90 cm, se instaló en el campo cintas de riego, los goteros tuvieron un caudal de  $1.6 \text{ LH}^{-1}$  y

un distanciamiento de 30 cm. En la Fig. N° 9 se observa que cada unidad experimental ha trabajado de forma independiente, ya que cada unidad ha sido comandada por una mini-válvula que permitió abrir y cerrar el paso de agua.

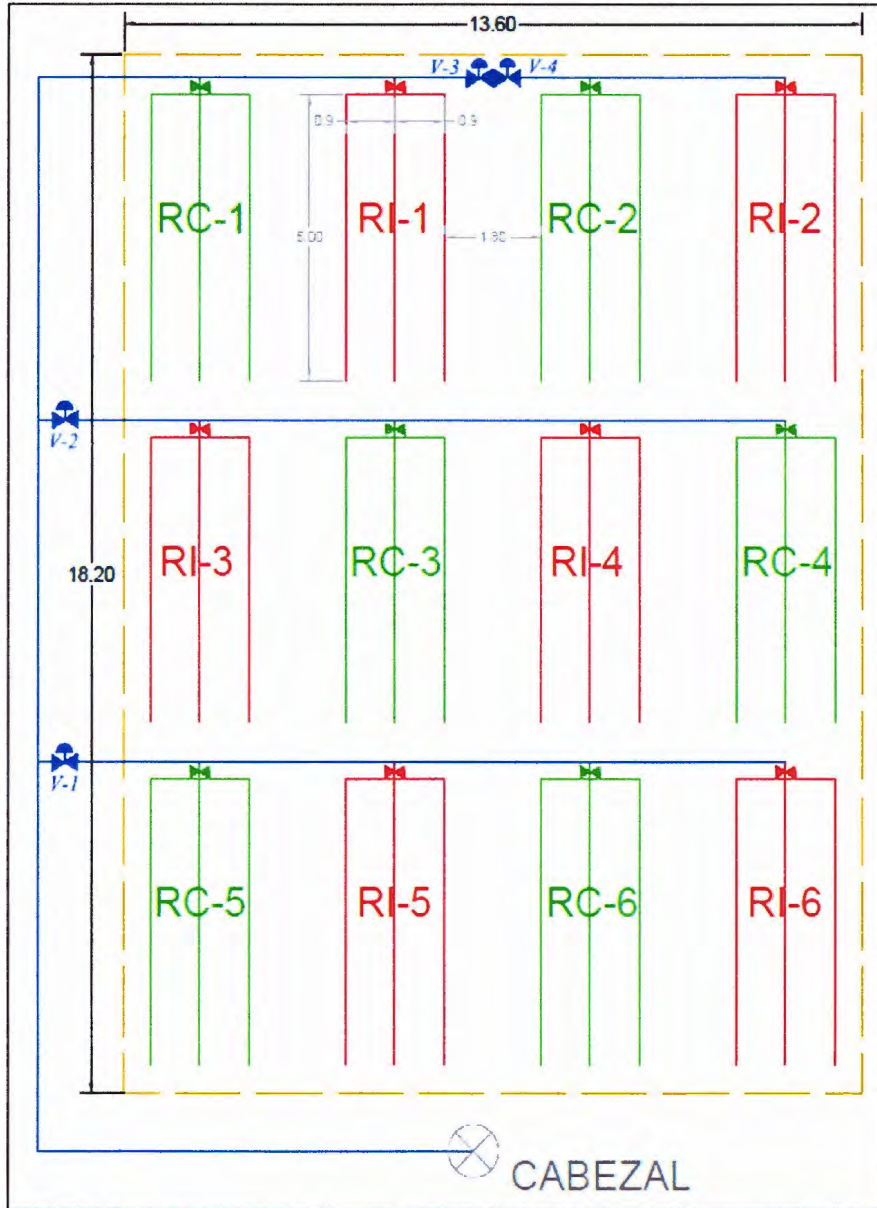


Figura N° 9: Área demostrativa y distribución de parcelas por tratamiento

### 3.2.3. Especificaciones de la siembra

El área sembrada tuvo un total de 156 m<sup>2</sup>, divididos en 36 surcos con una separación de 0.90 m y considerando 3 surcos por cada unidad experimental.

El distanciamiento entre plantas fue de 30 cm, es decir se sembraron 16 esquejes por surco, con un total de 48 esquejes en cada unidad experimental.

El periodo vegetativo que se proporcionó a las unidades experimentales fue de 152 días, permitiendo evaluar el nivel de crecimiento y desarrollo del cultivo.

Las parcelas experimentales tuvieron 36 surcos con 48 esquejes cada uno y una densidad de siembra de 0.90 m entre surcos y 0.30 m entre plantas.

En la Tabla N° 9, se puede muestra más detalle de las características de cada unidad experimental.

**Tabla N° 9: Dimensiones de la unidad experimental**

Distancia entre plantas	: 0.30 m
Distancia entre surcos	: 0.90 m
N° plantas por surco	: 16
N° de surcos por unidad experimental	: 3
Largo del surco	: 5 m
Ancho de unidad experimental	: 2.60 m
Área de unidad experimental	: 13 m <sup>2</sup>
Número de unidades experimentales	: 12
Área neta del experimento	: 156 m <sup>2</sup>
Área libre (de calles)	: 92 m <sup>2</sup>
Área total del experimento	: 248 m <sup>2</sup>

### 3.2.4. Conducción del experimento

#### 3.2.4.1. Preparación del terreno

La limpieza del terreno se realizó en forma manual utilizando lampa, pico, rastrillo; culminado el trabajo de limpieza se procedió a incorporar 600 Kg de compost al terreno (24 Tn Ha<sup>-1</sup>). Para la preparación del campo se realizó un riego pesado para el cual se aplicó 4.5 m<sup>3</sup> de agua, equivalentes a 180 m<sup>3</sup> Ha<sup>-1</sup>. Para voltear el terreno se trabajó en forma mecanizada utilizando el arado de discos, seguidamente se realizó el nivelado y desterronado utilizando el rastrillo.

Luego se procedió a replantear el terreno de acuerdo al diseño experimental considerando parcelas uniformes.

#### **3.2.4.2. Instalación del sistema de riego**

Se utilizó un sistema de riego localizado por goteo, empleando cintas de goteo.

La conducción del agua se realizó a través de tuberías de conducción “primarias”, tuberías “secundarias” que se unen a la red de tuberías terciarias donde se colocaron conectores plásticos que se unieron a las cintas de riego y que posteriormente fueron colocadas a lo largo de las hileras de cada tratamiento.

En las áreas experimentales se realizó el tendido de las cintas de goteo y su respectiva conexión a la red de tubos de PVC. Las cintas no requieren calibración porque ya vienen regulados de fábrica, en este caso se instalaron en el campo cintas de riego clase 18 mil de  $1.6 \text{ L H}^{-1}$  y para un rango de presión entre 0.8 – 1.3 Bar.

#### **3.2.4.3. Labores culturales**

- Deshierbe

Culminada la siembra de los esquejes, durante las primeras cinco semanas se realizó el deshierbe en el campo de forma manual. Esto permitió disminuir la competencia de las plantas de camote con las malezas, el camote es una planta rastrera y una vez que la planta cubrió el surco, las malezas se redujeron considerablemente.

- Aporque

La labor de recalce se realizó a los 12 días después de la siembra, mientras que el aporque se realizó a los 32 días de sembrado el mismo.

- Abonamiento y control fitosanitario

Se aplicó fertilizante semanalmente durante todo el periodo vegetativo de la planta, se aplicó urea, ácido fosfórico y sulfato de potasio por medio de fertiriego.

El control fitosanitario fue cultural y químico, con aplicaciones de productos químicos para el control de plagas y enfermedades.

Al momento de aplicar los insecticidas se hecho también abono foliar, esta operación se

realizó dos veces durante todo el período vegetativo al notar la presencia de pulgones (*Myzus persicae*) en el campo, se decidió fumigar para evitar que se propaguen.

- Cosecha

La cosecha se realizó considerando 152 días para el cultivo, realizando esta labor planta por planta para poder realizar las evaluaciones correspondientes al análisis de cosecha.

#### ***3.2.4.4. Extracción de muestras de suelo***

Se extrajeron muestras de suelo para determinar el contenido de humedad en el suelo, antes y después de cada riego.

#### ***3.2.4.5. Medición de plantas***

Se realizó la medición de la altura y área foliar de tres plantas consecutivas elegidas al azar en cada unidad experimental.

### **3.2.5. Bulbo de humedad**

En el presente trabajo de investigación, se tomó la decisión de elegir los ciclos de riego tomando en cuenta principalmente los bulbos de humedad, se consideró trabajar con los bulbos que tuvieron mejor distribución vertical y horizontal en el suelo.

#### ***3.2.5.1. Bulbo húmedo en un suelo franco bajo condiciones de aporque***

Según lo indicado por Arias C. (2009) en los resultados de su trabajo de investigación concluye que cuando se trabaja en un surco bajo condiciones de aporque y sin aporque con un lateral de riego, no se tiene diferencia significativa en las dimensiones del radio, considerándose iguales; mientras que en las dimensiones de profundidad, hay una ligera tendencia de registrar mayor profundidad en los tratamientos con aporque frente al sin aporque.

Considerando que los bulbos se van a formar sobre terreno bajo condiciones de aporque con un solo lateral de riego, se va tomar en cuenta lo mencionado por Arias, por lo que se va considerar elegir la mejor distribución del bulbo en un terreno sin aporque.

Para el registro de datos se ha tenido en cuenta el desplazamiento vertical y horizontal del frente de humedad. Considerándose los datos de profundidad en la ordenada (Y) y el de



desplazamiento horizontal (diámetros), en la abscisa (X).

Los datos de diámetro horizontal superficial y sub-superficial, así como el de profundidad, se registraron y fueron procesados en una hoja de cálculo del software Excel, los mismos que sirvieron para obtener los gráficos de la forma geométrica y dimensiones del bulbo húmedo.

- Elección del ciclo de riego

Para la elección del ciclo de riego para el tratamiento de riego por goteo intermitente fue fundamental trabajar con los bulbos de humedad ya que se eligió el ciclo que tenga mejor distribución en campo.

Para elegir la mejor distribución del bulbo se ha tomado en cuenta que el tipo de suelo y la descarga del emisor es la misma, la única variación ha sido la forma en la que se ha aplicado el riego. Para el riego por goteo convencional e intermitente se han probado algunos ciclos y las gráficas las podemos ver en la Fig. N° 10 y 11.

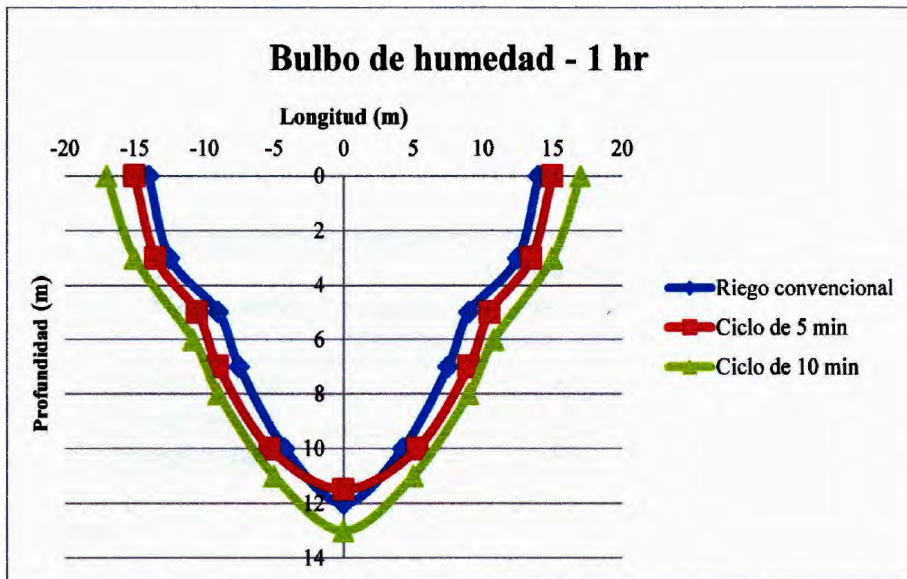
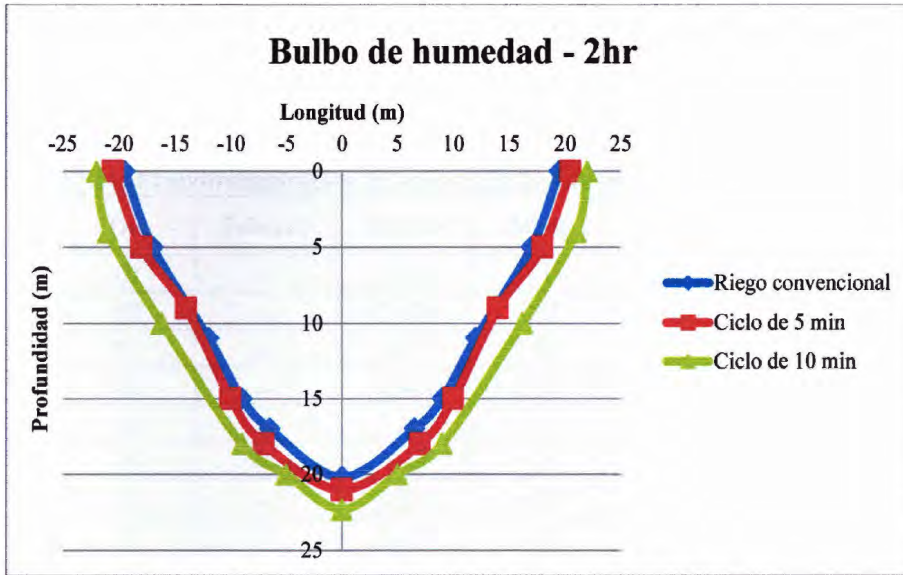


Figura N° 10: Bulbo de humedad para una hora de riego



**Figura N° 11: Bulbo de humedad para dos horas de riego**

De acuerdo a las gráficas presentadas se puede indicar que el ciclo elegido fue en el que se abrió la válvula diez minutos y se cerró cinco minutos, ya que el bulbo ha tenido ligeramente mayores dimensiones que el ciclo en el que se abrió y cerró la válvula cinco minutos, la decisión fue tomada también porque el tiempo de operación para cierto tiempo de riego va ser menor en el ciclo 10-5 comparado con el ciclo 5-5.

**Tabla N° 10: Tiempo total de riego para los ciclos de riego por goteo intermitente**

Tiempo (min)	Ciclo de una hora	
	Abierto: 10 minutos Cerrado: 5 minutos	Abierto: 5 minutos Cerrado: 5 minutos
Tiempo de riego	60	60
Tiempo muerto	25	55
<b>Tiempo total</b>	<b>85</b>	<b>115</b>

### 3.2.6. Riegos

Para obtener las necesidades de agua para el cultivo de camote, primero se debe obtener la evapotranspiración de referencia, para ello fue importante contar con la información meteorológica actual diaria, en este caso se realizó las mediciones diarias de las lecturas de tanque evaporímetro tipo A ubicado en la estación meteorológica A. Von Humboldt, además de la lectura del tanque se requirió la data del promedio diario de la humedad

relativa y la velocidad del viento para poder obtener el factor de corrección del tanque. Con esta información se pudo calcular la evapotranspiración de referencia actual diaria y con ello obtener la lámina de agua a reponer y el tiempo de riego para el cultivo.

**Tabla N° 11: Evapotranspiración de referencia de febrero a junio del 2015 (mm d<sup>-1</sup>)**

Día	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
01	---	3.91	3.4	2.64	2.30
02	---	2.465	2.72	3.15	0.94
03	---	3.4	3.74	1.79	0.85
04	---	4.845	2.38	2.47	0.85
05	---	3.145	3.145	2.21	0.85
06	---	2.38	4.76	4.59	0.60
07	---	3.315	3.825	2.21	0.68
08	---	3.57	2.89	1.79	1.28
09	---	4.59	2.805	1.79	1.11
10	---	3.23	5.78	2.30	0.94
11	---	3.485	2.72	1.96	2.30
12	---	3.4	2.975	2.72	1.02
13	---	3.485	3.315	2.64	0.94
14	---	2.89	4.25	1.28	0.43
15	---	3.4	3.655	2.89	1.11
16	---	3.485	2.975	1.19	0.60
17	---	3.825	2.635	2.47	0.60
18	2.04	4.125	1.955	2.47	1.19
19	3.995	3.3	1.785	1.11	2.13
20	4.35	2.975	4.08	1.36	1.02
21	3.145	2.04	2.975	1.36	1.02
22	3.6	3.91	2.72	1.19	1.70
23	4.42	4.2	2.975	0.68	2.04
24	3.145	3.57	2.295	2.04	2.13
25	2.635	3.6	2.295	1.11	1.11
26	2.295	4.505	2.635	1.62	1.28
27	3.15	3.375	2.635	1.02	1.45
28	3.975	3.57	1.02	0.43	1.28
29	---	2.21	2.125	1.02	1.45
30	---	3.06	2.04	1.11	0.94
31	---	3.23	---	2.21	---

### 3.2.6.1. Características agronómicas

En la Tabla N° 12 se resumen las características agronómicas consideradas en el presente trabajo de investigación.

**Tabla N° 12: Características agronómicas**

Cultivo	Camote
Separación entre plantas	0.30 m
Separación entre líneas de plantas	0.90 m
Superficie ocupada por planta	0.27 m <sup>2</sup>
Caudal del gotero	1.60 L H <sup>-1</sup>
Diámetro de humedecimiento del emisor	0.68 m
Solape entre emisores	40%
Separación máxima entre emisores	0.30 m
Área neta mojada por emisor	0.37 m <sup>2</sup>
Porcentaje de superficie mojada	50%
Número mínimo de emisores calculado por m <sup>2</sup>	0.37
Número de laterales / hilera de cultivo	1
Número de emisores corregido por m <sup>2</sup>	3.7

### 3.2.6.2. Evapotranspiración del cultivo (ETc)

Este valor está influenciado por la evapotranspiración de referencia (ETo) y el coeficiente de cultivo (Kc) de camote para ello se utilizó la Tabla N° 3 (Baigorría, 1994). Para reponer el agua consumida se acumuló estas evapotranspiraciones de los días correspondientes después del último riego. Esta suma se multiplicó por el coeficiente de cultivo (Kc) de la etapa fisiológica en la que se encontraba el mismo, proporcionando así el valor de la evapotranspiración del cultivo (ETc).

### 3.2.6.3. Lámina neta de riego

Para el cálculo de la lámina neta de riego, se ha considerado que la precipitación efectiva ha sido nula, ya que el experimento se ha realizado en temporada seca.

$$\text{Lamina neta (mm/día)} = \text{Etc} + Pp ; Pp = 0$$

$$\text{Lamina neta (mm/día)} = \text{Etc}$$

Las necesidades totales del cultivo se calcularon con el valor de la ETc acumulada y la eficiencia de riego.

#### **3.2.6.4. Cálculo de la eficiencia de riego**

- Factor de lavado

De acuerdo a los análisis de suelo y de agua realizados, el suelo presenta una CE de 2.99 dS m<sup>-1</sup> y el agua de 0.75 dS m<sup>-1</sup>. El camote es un cultivo moderadamente sensible a la salinidad y en el experimento el porcentaje del requerimiento de lavado obtenido es de 13%.

- Coeficiente de uniformidad (Cu)

Se ha considerado un coeficiente de uniformidad de 90% para un sistema de riego por goteo.

- Eficiencia de riego

La eficiencia de conducción y la eficiencia de distribución son 100%. La eficiencia de aplicación, según el RL y el Cu, es de 78%, por lo que la eficiencia de riego tuvo un valor de 78%.

#### **3.2.6.5. Tiempo de riego**

El tiempo de riego se calculó como la relación entre el volumen del emisor y el caudal del emisor. Una vez cumplido este tiempo, con el que se contempla la dosis de agua del tratamiento, se cerraron las válvulas.

- Frecuencia de riego (días)

Este valor viene afectado por la capacidad de almacenamiento de agua del suelo y del cultivo, la superficie mojada y la lámina neta de riego.

#### **3.2.7. Pruebas de coeficiente de uniformidad (CU)**

Las pruebas de uniformidad de riego se realizaron antes de realizar la siembra, a mediados del periodo vegetativo y al culminar la cosecha.

Durante la prueba se tuvo la presión de 10 m.c.a. en el cabezal y 8 m.c.a. en los laterales.

El tiempo considerado para obtener muestras de flujos de los emisores fue de uno y dos minutos controlados con un cronómetro.

Las descargas de cada emisor, se llevaron a una probeta graduado en mililitros (ml), registrándose los datos que se muestran en el Anexo N° 5.

Para el cálculo del coeficiente de uniformidad (CU), se utilizó la ecuación propuesta por Merriam y Keller en 1978, que incluye solo factores hidráulicos y se utiliza tanto para la instalación de nuevos equipos como para la evaluación de equipos en funcionamiento.

$$Cu = \frac{Q_{25}}{Q_a}$$

Dónde:

$Cu$  = Coeficiente de uniformidad.

$Q_a$  = Caudal medio de todos los emisores.

$Q_{25}$  = Caudal medio de emisores que conforman el 25% de caudal más bajo.

### 3.2.8. Determinación del contenido de humedad del suelo

La toma de muestras se realizó en cada una de las unidades experimentales y se luego se tomó el promedio por cada tratamiento. La determinación del contenido de humedad, fue por el método directo o conocido también como método gravimétrico.

1. Se extrajeron muestras de suelo húmedo en cada tratamiento.
2. Las muestras fueron envasadas en bolsas de papel.
3. En el laboratorio, las muestras húmedas fueron pesadas y colocadas en una estufa durante 24 horas a una temperatura de 105 °C, luego se volvió a pesarlo.
4. El análisis de humedad de las muestras se hicieron en base a suelo seco, de acuerdo a la relación:

$$H_s = \frac{M_a}{M_s} \times 100$$

Dónde:

$H_s$  = Humedad en base a suelo seco, en %.

$M_a$  = Masa de agua (g).

$M_s$  = Masa de suelo seco (g) en estufa a 105 °C y por 24 horas.

5. Los resultados sirvieron para elaborar un gráfico con los valores de porcentaje de humedad.

Se debe considerar también que el agua disponible para la planta (ADP) es la diferencia en contenido de humedad entre la capacidad de campo y el punto de marchitamiento.

### 3.2.9. Evaluación del sistema de riego

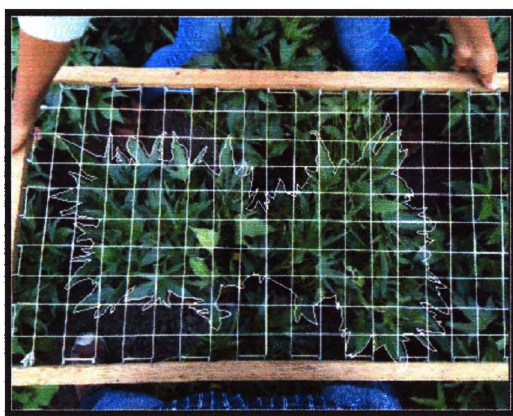
1. Presión promedio de trabajo del sistema: Se evaluó durante todo el ciclo vegetativo del cultivo de camote.
2. Caudal: Se evaluó durante todo el ciclo vegetativo del cultivo de camote.
3. Coeficiente de uniformidad: Se evaluó antes de la siembra, a mediados del periodo vegetativo y después de la cosecha.

### 3.2.10. Evaluación de crecimiento y desarrollo de la planta

#### 3.2.10.1. Área foliar

El análisis de cobertura se realizó una vez por semana durante todo el período experimental. Este análisis fue hecho haciendo el seguimiento de 36 plantas marcadas completamente al azar y distribuidas por todo el campo.

Para este análisis, se usó un marco de madera cuyas dimensiones son de 1.06 m x 0.56 m. El área dentro del marco de madera, fue separada por pábilos distanciados cada 5 cm tanto a lo largo como a lo ancho, quedando así una malla con sectores cuadrados de 5 x 5 cm. Luego, este cobertor se pone suspendido en el aire sobre la planta, pudiéndose contar así el número de cuadrados que la planta llenaba, luego de ello se llevó esta imagen al AutoCAD y al delimitar la planta se obtuvo el área proyectada de la planta sobre el suelo (cobertura), un ejemplo del trabajo realizado se aprecia en la Fig. N° 12.



**Figura N° 12: Delimitación del área de una planta de camote**

### 3.2.10.2. *Altura de plantas*

Se midió desde el cuello de la planta hasta el ápice del tallo principal. Para evaluar el crecimiento de las plantas se realizó las mediciones de altura en las 36 plantas seleccionadas en el área experimental, para posteriormente tomar un promedio de los datos obtenidos en cada unidad experimental.

### 3.2.11. *Evaluación de la cosecha*

Se realizó luego de culminado el periodo vegetativo del cultivo, es decir a los 152 días. Se registraron datos de la producción total por planta en toda el área experimental.

Se realizaron las siguientes evaluaciones:

#### 3.2.11.1. *Rendimiento (kg/ha) total de raíces reservantes*

Peso total por hectárea: Es el valor estimado llevado a hectárea con relación al valor total hallado para cada unidad experimental.

Para cada tratamiento se considerará el producto final cosechado.

$$Rdto(Kg/Ha) = \frac{Peso \times Parcela (Kg)}{\text{Área de la parcela (m}^2)} \times 10000m^2$$

#### 3.2.11.2. *Rendimiento de raíces reservantes por categoría*

El CIP los clasifica en base al peso de cada raíz reservante y se muestra en la Tabla N° 13.

**Tabla N° 13: Clasificación del rendimiento de raíces reservantes por categoría**

	<b>Categoría</b>	<b>Peso (g)</b>
Primera	Extra	≥266
	Selecta	135-265
Segunda	Comercial	86-134
	Doméstica	37-85
Descarte	Baby	21-36
	Otros	<20



### 3.2.12. Eficiencia de uso de agua (EUA)

Se refiere al rendimiento de raíces reservantes obtenidos por cada metro cúbico de agua aplicado.

$$EUA (Kg/m^3) = \frac{\text{Rendimiento de RR comerciales } \left(\frac{Kg}{Ha}\right)}{\text{Volumen de agua aplicado } \left(\frac{m^3}{Ha}\right)}$$

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

### 4.1. EVAPOTRANSPIRACIÓN DEL CULTIVO (ETc)

El cálculo de la evapotranspiración del cultivo se presenta en la Tabla N° 14.

**Tabla N° 14: Evapotranspiración del cultivo (mm día<sup>-1</sup>)**

Día	Eto acum. (mmdía <sup>-1</sup> )	Kc	Etc (mmdía <sup>-1</sup> )	Día	Eto acum. (mmdía <sup>-1</sup> )	Kc	Etc (mmdía <sup>-1</sup> )
19-feb	2.04	0.52	1.05	22-abr	7.06	0.96	6.74
21-feb	8.35	0.52	4.31	24-abr	5.7	0.96	5.44
24-feb	11.17	0.52	5.77	27-abr	7.23	0.96	6.9
27-feb	8.08	0.52	4.17	29-abr	3.66	0.96	3.49
02-mar	11.04	0.52	5.7	02-may	6.8	0.96	6.5
05-mar	10.71	0.52	5.53	04-may	4.93	0.96	4.71
07-mar	5.53	0.52	2.85	06-may	4.68	0.96	4.47
09-mar	6.89	0.52	3.56	09-may	8.59	0.96	8.2
11-mar	7.82	0.52	4.04	11-may	4.08	0.96	3.9
13-mar	6.89	0.52	3.56	13-may	4.68	0.96	4.47
16-mar	9.78	0.88	8.64	15-may	3.91	0.96	3.73
18-mar	7.31	0.88	6.46	18-may	6.55	0.96	6.25
20-mar	7.43	0.88	6.56	20-may	3.57	0.96	3.41
23-mar	8.93	0.88	7.89	23-may	3.91	0.96	3.73
25-mar	7.77	0.88	6.87	27-may	5.44	0.96	5.2
27-mar	8.11	0.88	7.16	30-may	2.47	0.84	2.07
30-mar	9.16	0.88	8.09	03-jun	6.55	0.84	5.49
01-abr	6.29	0.88	5.56	06-jun	2.55	0.84	2.14
03-abr	6.12	0.88	5.41	10-jun	3.65	0.84	3.06
06-abr	9.27	0.88	8.19	13-jun	4.25	0.84	3.57
08-abr	8.59	0.88	7.59	16-jun	3.06	0.84	2.57
10-abr	5.7	0.88	5.03	19-jun	2.38	0.84	2
13-abr	11.48	0.88	10.14	23-jun	5.87	0.84	4.92
15-abr	7.57	0.96	7.23	25-jun	4.17	0.84	3.49
17-abr	6.63	0.96	6.33	29-jun	5.1	0.84	4.28
20-abr	6.38	0.96	6.09				

## 4.2. TIEMPO DE RIEGO

Durante toda la etapa fenológica del cultivo, el tiempo de riego se calculó de acuerdo a la evapotranspiración diaria, cabe indicar también que la frecuencia de riego se obtuvo considerando que la lámina de riego se encuentre entre 5 y 10 mm.

En la fase de establecimiento del cultivo tuvo una duración de 25 días y se aplicaron 10 riegos con una lámina de 110 mm, la segunda etapa tuvo una duración de 30 días y se recibió 13 riegos con una lámina de 145 mm, la tercera etapa tuvo una duración de 45 días y se aplicaron 18 riegos con una lámina de 190 mm, la última fase tuvo una duración de 52 días y se aplicaron 12 riegos con una lámina de 110 mm.

**Tabla N° 15: Tiempo de riego**

Etapa fenológica	Día	Etc (mmdía <sup>-1</sup> )	Lámina neta (mm)	Lámina bruta (mm)	Dosis total de riego (mm)	Vol. del emisor (l/emis.)	Tiempo de riego (hr)
Fase de establecimiento del cultivo	19-feb	1.05	1.05	1.36	---	---	2.00
	21-feb	4.31	4.31	5.60	11.20	3.03	1.89
	24-feb	5.77	5.77	7.49	14.98	4.05	2.53
	27-feb	4.17	4.17	5.42	10.83	2.92	1.83
	02-mar	5.7	5.7	7.40	14.80	4.00	2.5
	05-mar	5.53	5.53	7.18	14.37	3.88	2.43
	07-mar	2.85	2.85	3.70	7.41	2.00	1.25
	09-mar	3.56	3.56	4.62	9.24	2.49	1.5
	11-mar	4.04	4.04	5.25	10.49	2.83	1.77
	13-mar	3.56	3.56	4.62	9.25	2.49	1.56
Inicio de formación de raíces reservantes	16-mar	8.64	8.64	11.22	11.22	3.03	1.89
	18-mar	6.46	6.46	8.39	8.39	2.26	1.41
	20-mar	6.56	6.56	8.52	8.52	2.30	1.44
	23-mar	7.89	7.89	10.25	10.25	2.76	1.73
	25-mar	6.87	6.87	8.92	8.92	2.41	1.51
	27-mar	7.16	7.16	9.30	9.30	2.51	1.57
	30-mar	8.09	8.09	10.51	10.51	2.84	1.77
	01-abr	5.56	5.56	7.22	14.44	3.90	2.43
	03-abr	5.41	5.41	7.03	14.05	3.79	2.37
	06-abr	8.19	8.19	10.64	10.64	2.87	1.79
	08-abr	7.59	7.59	9.86	9.86	2.66	1.66
	10-abr	5.03	5.03	6.53	13.06	3.53	2.20
13-abr	10.14	10.14	13.17	13.17	3.55	2.22	

Fase de llenado de raíces reservantes	15-abr	7.23	7.23	9.39	9.39	2.53	1.58
	17-abr	6.33	6.33	8.22	8.22	2.22	1.38
	20-abr	6.09	6.09	7.91	7.91	2.13	1.33
	22-abr	6.74	6.74	8.75	8.75	2.36	1.47
	24-abr	5.44	5.44	7.06	14.13	3.81	2.38
	27-abr	6.9	6.9	8.96	8.96	2.42	1.51
	29-abr	3.49	3.49	4.53	13.60	3.67	2.29
	02-may	6.5	6.5	8.44	8.44	2.28	1.42
	04-may	4.71	4.71	6.12	12.23	3.30	2.06
	06-may	4.47	4.47	5.81	11.61	3.13	1.95
	09-may	8.2	8.2	10.65	10.65	2.87	1.79
	11-may	3.9	3.9	5.06	10.13	2.73	1.71
	13-may	4.47	4.47	5.81	11.61	3.13	1.95
	15-may	3.73	3.73	4.84	9.69	2.62	1.63
	18-may	6.25	6.25	8.12	8.12	2.19	1.37
	20-may	3.41	3.41	4.43	13.29	3.59	2.24
	23-may	3.73	3.73	4.84	9.69	2.62	1.63
27-may	5.2	5.2	6.75	13.51	3.64	2.28	
Fase de maduración y cosecha	30-may	2.07	2.07	2.69	10.75	2.90	1.81
	03-jun	5.49	5.49	7.13	14.26	3.85	2.4
	06-jun	2.14	2.14	2.78	11.12	3.00	1.87
	10-jun	3.06	3.06	3.97	11.92	3.22	2.01
	13-jun	3.57	3.57	4.64	9.27	2.50	1.56
	16-jun	2.57	2.57	3.34	10.01	2.70	1.69
	19-jun	2	2	2.60	10.39	2.80	1.75
	23-jun	4.92	4.92	6.39	12.78	3.45	2.15
	25-jun	3.49	3.49	4.53	9.06	2.45	1.53
	29-jun	4.28	4.28	5.56	11.12	3.00	1.87

### 4.3. CANTIDAD DE AGUA APLICADA

Para la investigación realizada, se consideró aplicar el 100% de la lámina de agua requerida por la planta, por lo que en ambos tratamientos el volumen de agua y las fechas en que se debía regar es la misma. En el Anexo N° 3, se muestra la información del volumen de agua aplicado durante todo el periodo vegetativo para el cultivo de camote.

Para el experimento se consideró que la fase no experimental iba tener una duración de 20 días, periodo en que los esquejes debían pegarse al suelo, para ambos tratamientos se aplicó un riego convencional.

En la Tabla N° 16 se observa el volumen de agua aplicado a cada tratamiento durante la campaña. Como se puede apreciar, durante la fase no experimental se aplicó menor cantidad de agua que en la fase experimental, ya que en la fase experimental que corresponde desde el inicio de tuberización hasta la madurez completa, el requerimiento hídrico es mayor (Molina, 2010).

**Tabla N° 16: Volumen de agua aplicada ( $m^3 Ha^{-1}$ ) por tratamiento**

Tratamiento	Fase no experimental	Fase experimental	Volumen total de agua por campaña
Riego convencional	509.75	2,530.70	3,040.45
Riego intermitente	509.75	2,530.70	3,040.45

**Tabla N° 17: Volumen de agua aplicada ( $m^3 Ha^{-1}$ ) en cada etapa fenológica del cultivo**

Etapa fenológica	Riego convencional	Riego intermitente
Fase inicial	615.74	615.74
Fase de desarrollo del cultivo	779.35	779.35
Fase de mediados del periodo	1,041.85	1,041.85
Fase de finales de periodo	603.51	603.51
<b>Total de agua aplicada (<math>m^3 Ha^{-1}</math>)</b>	<b>3,040.45</b>	<b>3,040.45</b>

La cantidad de agua que se empleó para el experimento fue de  $3,040.45 m^3 Ha^{-1}$ . Este valor representa el 60% de agua empleada por los productores de camote que usan el riego por gravedad, por lo que se puede apreciar el ahorro de agua que se tendría al cambiar su sistema a un riego tecnificado, sin dejar de lado otros beneficios (reducción de malezas, mejor uniformidad en el riego, reducción en el empleo de fungicidas, mejor aplicación de fertilizantes por fertiriego, etc).

Si bien es cierto las cantidades de agua para ambos tratamientos fue la misma, se debe considerar la eficiencia en el uso del agua, ya que por los resultados que se han reportado se ha obtenido que un 10.3% fue aprovechado por el tratamiento del RI respecto al tratamiento del RC.

#### **4.4. COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD**

Para determinar la uniformidad de riego en un sistema de riego generalmente se calcula el coeficiente de uniformidad, por lo que en el presente trabajo de investigación se realizó esta prueba al inicio, a mediados y al final del periodo vegetativo.

En las pruebas realizadas se obtuvieron los siguientes resultados:

**Tabla N° 18: Valores de coeficiente de uniformidad obtenidos en el experimento**

<b>Etapa</b>	<b>CU</b>
Inicio	93.44%
Mediados	91.90%
Final	88.70%

De los resultados que se muestran en la Tabla N° 18 se puede decir que el CU a lo largo del experimento ha tenido un resultado favorable ya que se encuentra en el rango propuesto por Pizarro en la Tabla N° 1, por lo que se podría indicar que en el campo se ha tenido una buena uniformidad de riego.

#### **4.5. CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO**

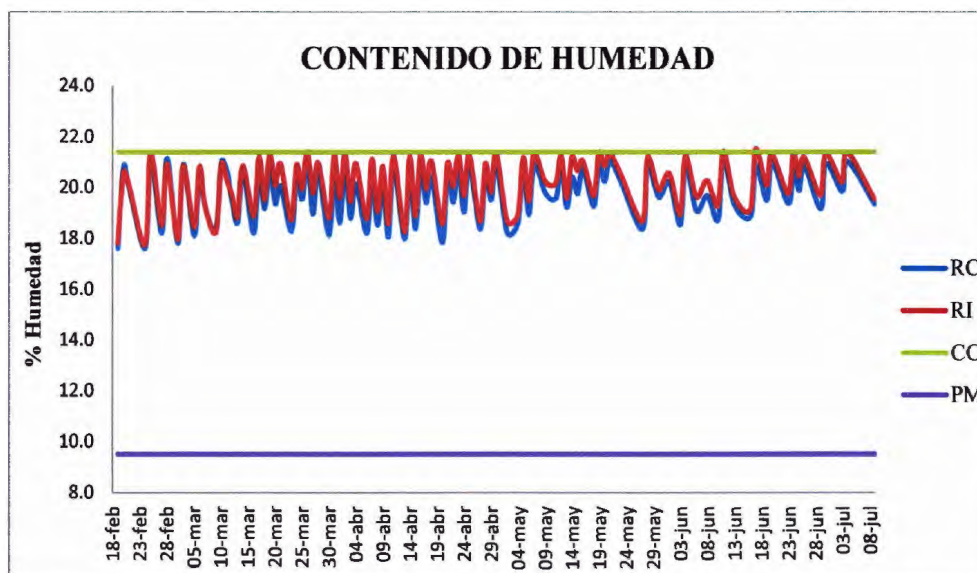
Para poder estimar la eficiencia en el uso del agua y observar el movimiento del agua en el perfil del suelo por parte de las plantas en tratamiento, se realizaron mediciones del contenido de humedad del suelo antes y después de cada riego realizado.

El cultivo de camote tiene la característica de que forma sus raíces hasta los dos metros de profundidad es por ello que puede tolerar el estrés hídrico. Los riegos han sido realizados dependiendo la pérdida de humedad del suelo, los riegos han sido ligeros y la frecuencia ha sido tal que no se tenga una lámina evaporada acumulada muy elevada.

Es importante notar que en el experimento se ha evitado tener riegos pesados y exceso de fertilización nitrogenada ya que ocasiona crecimiento de abundante follaje en desmedro de

la formación de raíces reservantes. Las fases críticas del camote al déficit hídrico se presentan, después del trasplante y en el momento de llenado de las raíces reservantes. En la etapa de maduración se ha evitado el riego excesivo para evitar la pudrición de las raíces reservantes.

A continuación se muestra la gráfica de comparación de humedad para los dos tratamientos.



**Figura N° 13: Diagrama del contenido de humedad para ambos tratamientos**

En la Fig. N° 13, se muestra el diagrama del contenido de humedad, como se puede apreciar en el tratamiento de riego por goteo intermitente el porcentaje de humedad es ligeramente mayor al del tratamiento de riego por goteo convencional.

Durante todo el periodo vegetativo, se trató en lo posible que el porcentaje de humedad se encuentre cerca a la capacidad de campo, la humedad disponible viene a ser 11.89%. Se debe indicar que en los riegos aplicados a los cultivos no se debe permitir un agotamiento mayor del 40 al 60% de la humedad disponible, a fin de mantener un apropiado nivel de humedad para el cultivo. En nuestro caso la humedad disponible usada por el cultivo ha sido de 3.67% valor que equivale al 30% de la humedad disponible.

## 4.6. ANÁLISIS DEL CRECIMIENTO Y DESARROLLO DE LA PLANTA

### 4.6.1. Área foliar

El área foliar en el tratamiento del riego por goteo convencional fue menor en todas las etapas fenológicas del cultivo desde que se inició el tratamiento del riego por goteo intermitente.

El tratamiento RI tuvo un área foliar máxima a los 77 días después de la siembra obteniendo un 17% más en comparación con el tratamiento RC.

Para ambos tratamientos se tuvo un área foliar máximo a los 77 días después de la siembra, en la curva de crecimiento que se aprecia en la Fig. N° 14 se puede notar que hasta los 42 días el área foliar para ambos tratamientos tienen valores cercanos, a partir de ahí el tratamiento RI presenta mayores valores en comparación con el tratamiento RC, hasta los 112 días en que los valores promedios del área foliar logran tener valores cercanos pero el RI sigue siendo mayor al RC, a partir de ello hasta los 140 días la diferencia entre el tratamiento RI se sigue manteniendo ligeramente mayor respecto al tratamiento RC.

Se debe indicar también que en los resultados se ha promediado los valores de las 18 plantas analizadas para cada tratamiento.

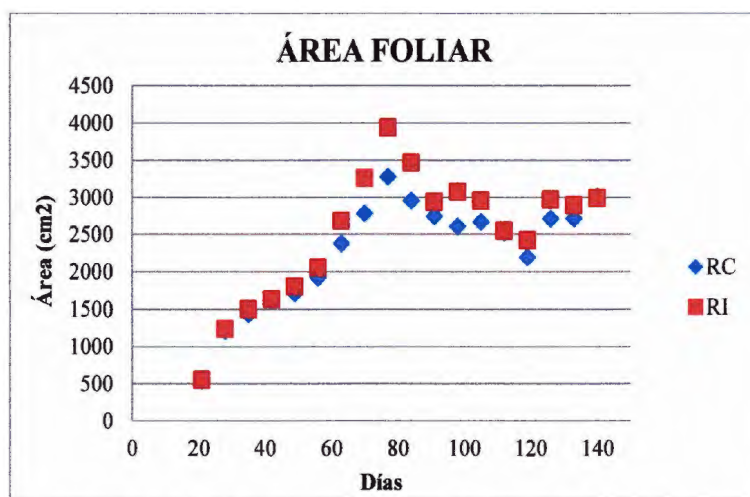


Figura N° 14: Variación del área foliar según tratamiento



#### 4.6.2. Altura de planta

A diferencia del área foliar, el tratamiento del riego por goteo convencional tuvo una altura de planta mayor en todas las etapas fenológicas del cultivo en comparación con el tratamiento del riego por goteo intermitente.

El tratamiento RC tuvo una altura máxima a los 63 días después de la siembra obteniendo un 2% más en comparación con el tratamiento RI.

Para ambos tratamientos se tuvo una altura de planta máxima a los 63 días después de la siembra, en la curva de crecimiento que se aprecia en la Fig. N° 15 se puede notar que hasta los 84 días la altura de planta para ambos tratamientos tienen valores cercanos, a partir de ahí el tratamiento RC se sigue manteniendo ligeramente mayor respecto al tratamiento RI hasta culminar con el periodo vegetativo del cultivo.

Se debe indicar también que en los resultados se han promediado los valores de las 18 plantas analizadas para cada tratamiento.

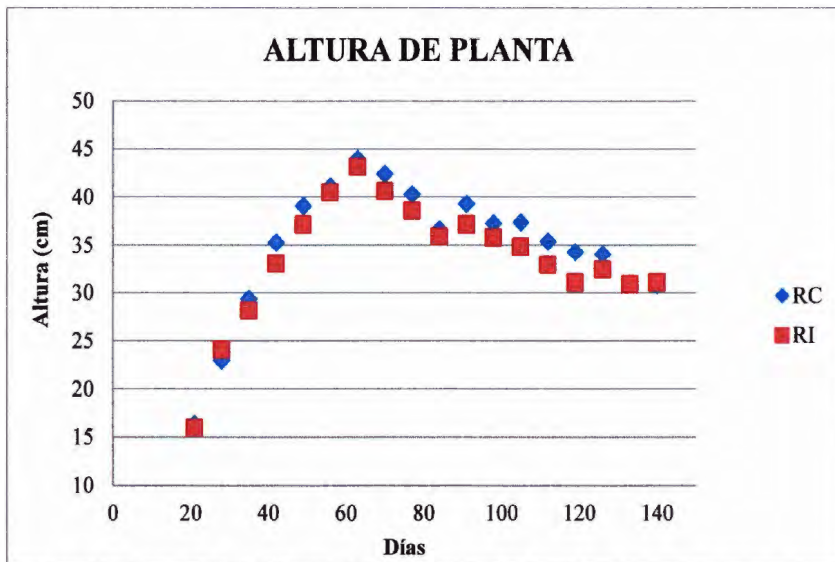


Figura N° 15: Variación de la altura de planta según tratamiento

## 4.7. ANÁLISIS DE COSECHA

### 4.7.1. Rendimiento ( $Tn\ Ha^{-1}$ ) total de raíces reservantes

El rendimiento por tratamiento ha sido:  $57.16\ Tn\ Ha^{-1}$  para el tratamiento de riego por goteo convencional y  $62.75\ Tn\ Ha^{-1}$  para el tratamiento de riego por goteo intermitente. El rendimiento para el RC representa el 91% respecto a la producción del RI. Los resultados indicados los podemos apreciar en la Fig. N° 16.

Los resultados obtenidos se muestran en el Anexo 7, para el análisis del rendimiento total se ha considerado incluir la prueba de normalidad de errores y la prueba de homogeneidad de varianzas, que son supuestos para poder realizar el análisis de variancia (ANVA). Ambos valores reportan un p-valor igual a 0.492 que es mayor a 0.05, por lo que se puede afirmar que se cumplen ambos supuestos para el análisis realizado.

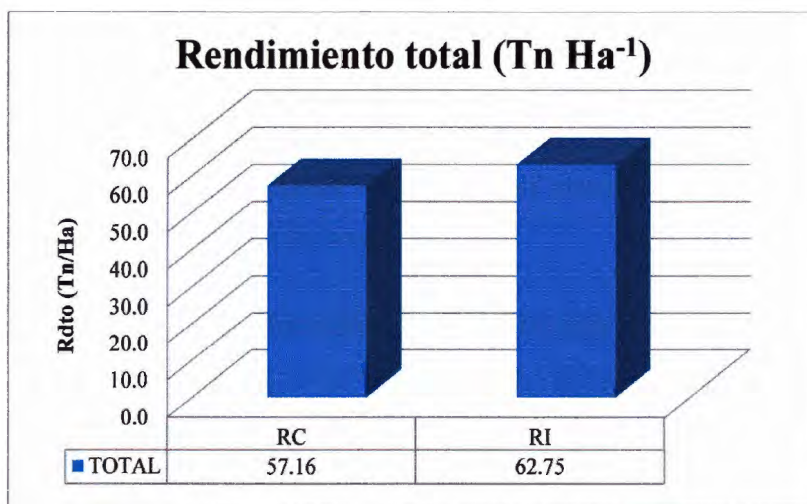
El coeficiente de variabilidad en el análisis estadístico del rendimiento total ( $Tn\ Ha^{-1}$ ) ha salido debajo del 30% que es un valor aceptado para trabajos realizados en campo. Se debe indicar que el análisis realizado fue considerando un nivel de significancia al 95% ( $\alpha=0.05$ ).

El análisis de variancia (ANVA) para la variable del rendimiento total nos indica que el rendimiento medio del RC no es diferente al rendimiento medio del RI, por lo que el resultado indica que no existen diferencias significativas entre los dos tratamientos analizados con un coeficiente de variabilidad de 22.65 %. (Anexo 8.1)

**Tabla N° 19: Análisis estadístico para el rendimiento total**

Tratamiento	Media ( $Tn\ Ha^{-1}$ )	N	Tukey	ANVA
RI	62.75	6	A	NS
RC	57.16	6	A	NS

La prueba de comparación múltiple de medias de Tukey, nos confirma los resultados del análisis de variancia ya que se ha trabajado con un par de tratamientos, que nos indica que no existen diferencias significativas entre el tratamiento RC y el RI, ya que ambas comparten la misma letra.



**Figura N° 16: Rendimiento total de raíces reservantes.**

Los valores obtenidos en el trabajo han sido favorables ya que se tienen valores más altos al trabajar con riego tecnificado. En la variedad amarillo Benjamín el promedio nacional por hectárea esta alrededor de 40 Tn Ha<sup>-1</sup>, sin embargo en la estación experimental Donoso en Huaral se ha logrado conseguir un rendimiento de hasta 50 Tn Ha<sup>-1</sup>, considerando que se trabaja con riego por gravedad.

#### 4.7.2. Rendimiento (Tn Ha<sup>-1</sup>) de raíces reservantes por categoría

La producción total estuvo compuesta por la clasificación: primera (135 gramos a mas), segunda (37-134 gramos) y descarte (0-36 gramos).

El CIP clasifica el rendimiento del cultivo, en base al peso de cada raíz reservante. Los resultados obtenidos se presentan en la Tabla N° 20.

**Tabla N° 20: Clasificación del rendimiento según tratamiento.**

CLASIFICACIÓN	RENDIMIENTO			
	RC		RI	
	Tn Ha <sup>-1</sup>	%	Tn Ha <sup>-1</sup>	%
Primera	28.96	50.67	33.14	52.82
Segunda	24.19	42.33	25.49	40.62
Descarte	4.00	7.01	4.12	6.56
<b>TOTAL</b>	<b>57.16</b>	<b>100.00</b>	<b>62.75</b>	<b>100</b>

En la Fig. N° 17 y 18, se pueden apreciar gráficas que permitan ver la comparación del rendimiento en ambos tratamientos.

En las gráficas se puede notar que el tratamiento RI presenta ligeramente mayores valores en la clasificación de primera calidad (extra y selecta), mientras que para la segunda y tercera calidad los resultados son similares.

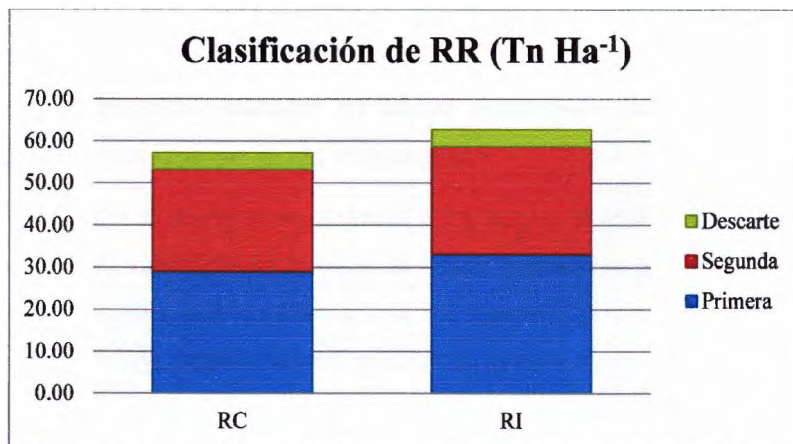


Figura N° 17: Clasificación de raíces reservantes según tratamiento.

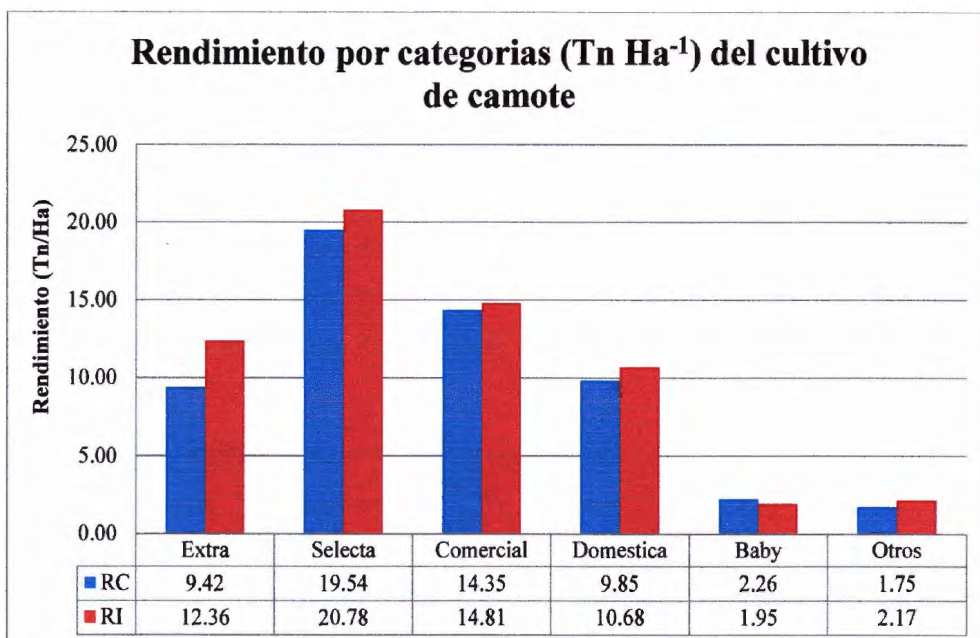


Figura N° 18: Rendimiento por categorías y tratamiento.

De acuerdo a los resultados obtenidos en el análisis estadístico, se puede notar que no existe diferencia significativa entre los tratamientos, los resultados indicaron que en la categoría de primera calidad se presentó un 12.6% más en el rendimiento del RI respecto al RC, a diferencia de la categoría de segunda calidad y descarte donde se obtuvieron resultados similares; por lo que el riego por goteo intermitente estaría logrando buenos resultados respecto al riego por goteo convencional.

Este resultado es favorable ya que los agricultores vienen aplicando un sistema de riego por surcos y sería importante comparar no solo el rendimiento obtenido sino también la eficiencia del uso del agua que se verá más adelante.

Para los resultados se muestran en el Anexo 8.2 y 8.3, en el análisis del rendimiento de primera y segunda calidad, se ha considerado incluir la prueba de normalidad de errores y la prueba de homogeneidad de varianzas, que son supuestos para poder realizar el análisis de variancia (ANVA). Ambos valores reportan un p-valor mayor a 0.05, por lo que se puede afirmar que se cumplen ambos supuestos en los análisis realizados.

El coeficiente de variabilidad, para los análisis realizados han salido debajo del 30%, salvo en el análisis de rendimiento de primera calidad cuyo valor es cercano al 30%, que es donde el rendimiento para ambos tratamientos considerando las seis repeticiones ha sido la que ha presentado valores más variables comparado con el rendimiento de segunda calidad. Se debe indicar que el análisis realizado para el rendimiento de primera y segunda calidad fue considerando un nivel de significancia al 95% ( $\alpha=0.05$ ).

Los resultados del análisis de variancia, el coeficiente de variabilidad y la comparación de medias de Tukey lo podemos apreciar en la Tabla N° 21, que como resultado nos indica que no existen diferencias significativas entre los tratamientos analizados, con un nivel de significancia al 95% ( $\alpha=0.05$ ).

**Tabla N° 21: Análisis estadístico para el rendimiento de primera y segunda calidad.**

Categoría	Tratamiento	Media (Tn Ha <sup>-1</sup> )	Tukey	ANVA	CV
Primera	RI	33.14	A	NS	33%
	RC	28.96	A		
Segunda	RI	25.49	A	NS	18%
	RC	24.19	A		

En el análisis del ANVA se obtuvo como resultado que los tratamientos no tuvieron diferencias significativas, al realizar el análisis de comparación múltiple de medias de Tukey, se confirman los resultados del ANVA ya que al tener la misma letra como resultado se puede decir que no existen diferencias significativas entre ambos tratamientos.

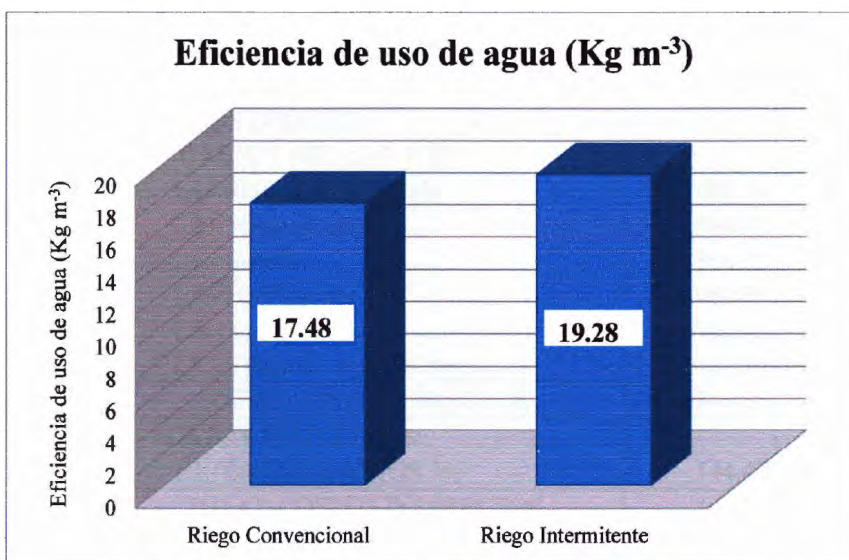
#### 4.8. EFICIENCIA DEL USO DE AGUA

La cantidad de agua para ambos tratamientos ha sido la misma, ya que en el experimento se ha considerado la aplicación del 100% de la lámina de riego para ambos tratamientos. Sin embargo la eficiencia del uso de agua en el tratamiento del RI ha sido mayor respecto al RC ya que se consiguió un mayor rendimiento en el tratamiento RI.

La eficiencia del uso de agua, se expresa como la producción de camote en Kilogramos por metro cubico de agua aplicado al cultivo, siendo este valor menor en el tratamiento RC cuando se aplica la misma lámina de riego al tratamiento RI.

**Tabla N° 22: Comparación de la eficiencia del uso de agua.**

Tratamientos	RC	RI
Rendimiento de RR comerciales (Kg Ha <sup>-1</sup> )	53,151.54	58,629.49
Cantidad de agua (m <sup>3</sup> /Ha)	3,040.45	3,040.45
<b>EUA (Kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>17.48</b>	<b>19.28</b>



**Figura N° 19: Comparación de la eficiencia del uso de agua.**

De acuerdo a la información que se muestra en la Tabla N° 22, se puede indicar que la eficiencia de agua fue aprovechada en un 10.3% en aquellas plantas expuestas bajo el tratamiento del riego por goteo intermitente en relación al tratamiento del riego por goteo convencional, al aplicar la misma lámina de riego.

#### 4.9. COSTOS

Es importante considerar el costo de producción y el costo de implementar una futura instalación de riego tecnificado ya que muchos de los productores de camote vienen manejando un sistema de riego por gravedad.

Un sistema de riego tecnificado no sólo va permitir tener un mejor control del agua empleada sino que a la larga va resultar provechoso ya que va disminuir el crecimiento de malezas en el campo, se va reducir la presencia de enfermedades por lo que habría un ahorro en fungicidas. Utilizar el fertiriego va permitir optimizar el uso de fertilizantes, además la calidad del cultivo va mejorar ya que se va tener un riego más homogéneo en el campo.

##### 4.9.1. Costos de producción

A continuación se muestra un resumen de los costos de producción para el cultivo de camote.

**Tabla N° 23: Resumen de costos de producción**

DESCRIPCION	(S/. / Ha)
<b>I.- COSTOS DIRECTOS:</b>	
<b>I.- GASTOS DEL CULTIVO</b>	
1.1.- Maquinaria agrícola	680.00
1.2.- Mano de obra	2,550.00
1.3.- Semilla	300.00
1.4.- Fertilizantes	1,050.71
1.5.- Agroquímicos	161.45
1.6.- Canon de agua de riego	72.10
<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS</b>	<b>4,814.26</b>
<b>II.- COSTOS INDIRECTOS:</b>	
1.1.- OTROS GASTOS 3%	144.43
<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>	<b>144.43</b>
<b>III.- COSTO DE PRODUCCION</b>	<b>4,958.69</b>

#### 4.9.2. Costo de instalación de sistema de riego tecnificado

Obtener el costo de instalación por hectárea de un sistema de riego tecnificado, es variable ya que depende de algunos factores que se mencionan a continuación:

1. El transporte de agua desde la fuente hasta el campo que en la mayoría de los casos es el componente más caro del sistema de riego. En caso se tenga como fuente de agua un canal de riego, se va requerir la construcción de un reservorio y el sistema se encarece dependiendo de la distancia y de la elevación en la que el agua tiene que ser transportada en tuberías, en caso se trabaje con agua proveniente del acuífero se va requerir la construcción de un pozo y la instalación de un sistema de bombeo que impulse el agua al cabezal.
2. La cantidad de agua que se necesita aplicar para cumplir con la evapotranspiración máxima del cultivo, los requerimientos durante la máxima demanda del cultivo. Depende básicamente de las condiciones de clima prevalecientes, cubierta del cultivo y de la eficiencia del sistema de riego.
3. Otras consideraciones: la topografía del terreno, la textura del suelo que determina el espaciamiento del emisor, entre otros.

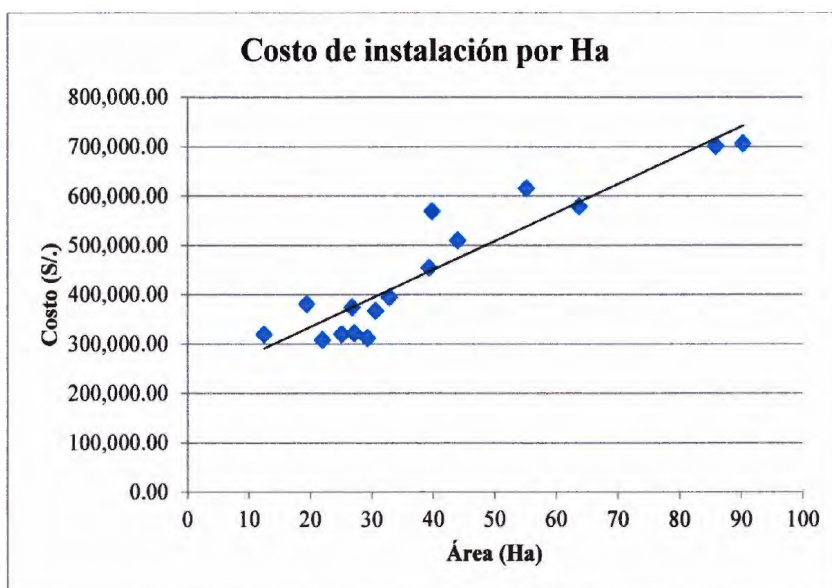


Figura N° 20: Costo de instalación de un sistema de riego por goteo (\$.) por Ha.



En la Fig. N° 20, se aprecia una gráfica del costo de instalación de un sistema de riego tecnificado por goteo para diferentes proyectos trabajados en el Programa Subsectorial de Irrigaciones (Anexo 9.2). De acuerdo a ello se sacó un promedio del costo de instalación por hectárea obteniendo un valor referencial de S/. 12,850.00 nuevos soles.

El costo por hectárea para un proyecto de riego como se indicó líneas arriba resulta variable ya que este valor depende de los equipos que se quieran instalar y de la extensión de terreno con la que se cuente, por lo que el costo indicado líneas arriba puede tomarse como referencia.

#### 4.9.3. Precios del camote en el mercado

Se ha considerado incluir en la investigación los precios de venta del camote para la variedad amarillo Benjamín, ya que en el análisis económico realizado se trabajó con el precio mínimo puesto en chacra, que viene a ser el costo de venta de los productores.

**Tabla N° 24: Precios del camote en el mercado**

<b>Mercado</b>	<b>Costo (S/. /Kg)</b>	<b>Costo Promedio (S/. /Kg)</b>	<b>Ingreso Promedio (S/. / Tn)</b>
Puesto en chacra	0.20 - 0.70	0.5	500
Mayorista	0.60 - 1.00	0.8	800
Minorista	1.00 - 1.50	1.3	1,300

#### 4.9.4. Análisis económico

Para el proyecto se ha considerado que el financiamiento va ser dado por el banco agrario, el préstamo va ser en moneda extranjera y por ello la tasa de interés efectiva anual dada por el banco es de 10.2%.

En la Tabla N° 25 se muestra la inversión a realizar en el año cero, se ha considerado no sólo la inversión de los equipos sino también el costo de producción para la primera campaña.

**Tabla N° 25: Inversión del proyecto**

	US / Ha	US / 10 Ha
Costo de producción	1,510.00	15,100.00
Instalación de equipos de riego	3,894.00	38,940.00
<b>INVERSIÓN</b>	<b>5,404.00</b>	<b>54,040.00</b>

Para el préstamo a realizar se ha considerado incrementar el monto de la inversión en 10%, considerando que en los gastos se debe incluir también el costo de operación y mantenimiento del sistema y otros gastos adicionales que pudieran presentarse. En la Tabla N° 26 se aprecia un resumen con las características del préstamo a realizar para el proyecto, se ha considerado que el financiamiento se va pagar en un plazo de cinco años y que la vida útil del proyecto va ser de diez años.

**Tabla N° 26: Datos del préstamo**

Monto Dólares	65,000.00
Tipo Cambio	3.3
Monto Soles	S/. 214,500.00
Plazo años	5
Plazo Semestre	10
TEA	10.20%
TES	4.98%
Cuota Anual	S/. 56,873.96
Cuota Semestral	S/. 27,746.62

En la Tabla N° 27 se muestra la valoración de la cosecha, considerando que se va contar con riego tecnificado, se ha asumido un rendimiento de 50 Tn Ha<sup>-1</sup> como un rendimiento mínimo utilizando este sistema.

**Tabla N° 27: Valoración de la cosecha**

VALORACION DE LA COSECHA (S/. /Ha)		
a.- Rendimiento estimado	( Kg/Ha )	: 50,000.00
b.- Precio estimado de venta	S/.	: 0.2
c.- Valor Bruto de la Cosecha	S/.	: 10,000.00

VALORACION DE LA COSECHA PARA 10 Ha		
a.- Valor Bruto de la Cosecha	S/.	: 100,000.00

De acuerdo a lo dicho anteriormente, se presenta a continuación la Tabla N° 28 que viene a ser el flujo de caja para el proyecto. Se debe indicar que del semestre 1 al 10 dentro de los egresos se encuentra la cuota que se debe pagar al banco, costo de producción, mantenimiento, otros y del semestre 11 al 20 se considerarán los gastos indicados anteriormente excepto la cuota que se debe pagar al banco.

**Tabla N° 28: Flujo de caja**

	Semestres		
	0	1 al 10	11 al 20
<b>Ingresos</b>	<b>S/. 214,500.00</b>	<b>S/. 100,000.00</b>	<b>S/. 100,000.00</b>
Préstamo	S/. 214,500.00		
Ventas		S/. 100,000.00	S/. 100,000.00

<b>Egresos</b>	<b>S/. 128,500.00</b>	<b>S/. 82,346.62</b>	<b>S/. 54,600.00</b>
Equipo	S/. 128,500.00		
Costo de producción		S/. 49,600.00	S/. 49,600.00
Mantenimiento		S/. 3,000.00	S/. 3,000.00
Cuota Banco		S/. 27,746.62	
Otros		S/. 2,000.00	S/. 2,000.00

<b>Cash Flow</b>	<b>S/. 86,000.00</b>	<b>S/. 17,653.38</b>	<b>S/. 45,400.00</b>
------------------	----------------------	----------------------	----------------------

VAN	S/. 266,428.44
TIR Semestral	23.64%
TIR Anual	52.86%

En la Tabla N° 28 se muestra también el VAN que es mayor a cero y la tasa interna de retorno es mayor a la tasa de descuento, por lo que se considera que el proyecto es rentable. El TIR anual obtenido indica el porcentaje de cuanto más se va ganar al año en el proyecto, es un valor aceptable pero como todo proyecto agrícola el riesgo es alto pero es compensado con lo que se puede ganar.

## **V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **5.1. CONCLUSIONES**

- El mayor rendimiento fue observado en el tratamiento RI el cual corresponde el  $62.75 \text{ Tn Ha}^{-1}$  frente al  $57.16 \text{ Tn Ha}^{-1}$  teniendo una diferencia de 9%. Sin embargo no se reportaron diferencias significativas para ambos tratamientos.
- La cantidad de agua que se empleó para el experimento fue de  $3,040.45 \text{ m}^3 \text{ Ha}^{-1}$ . Este valor representa el 60% de agua empleada por los productores de camote que usan el riego por gravedad. Si bien es cierto que las cantidades de agua para ambos tratamientos fue la misma al obtener el valor de la eficiencia en el uso del agua los resultados han reportado que se ha obtenido que un 10.3% fue aprovechado por el tratamiento del RI respecto al tratamiento del RC.
- En el tratamiento de riego por goteo intermitente se tienen valores del porcentaje de humedad en el suelo 6% mayores respecto al tratamiento de riego por goteo convencional. La humedad disponible fue del 11.89%, mientras que la humedad disponible usada por el cultivo fue de 3.67% valor que equivale al 30% de la humedad disponible.

### **5.2. RECOMENDACIONES**

- Se recomienda seguir la investigación, aplicando láminas de riego menores al 100% para poder ver como varían los rendimientos del cultivo.
- Analizar el comportamiento del agua en el suelo al trabajar con diferentes ciclos de riego, no sólo en un suelo franco sino también para los diversos tipos de suelo que tenemos.
- Realizar nuevas investigaciones probando la técnica del riego por goteo intermitente en otras zonas y en diferentes épocas del año, considerando usar otros tipos de cultivo y otros ciclos de riego.

- Realizar trabajos que permitan tener un mejor control de la humedad en el suelo, comparando los valores registrados por sensores de humedad, tensiómetros y el método gravimétrico.

## VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ARIAS, H. 2009. Evaluación del bulbo húmedo en un suelo franco bajo condiciones de aporte y con el sistema de riego por goteo. Tesis Magister Scientiae. UNALM, Lima, 106 p.
2. BAIGORRIA, G. 1994. Cuantificación de la Evapotranspiración Potencial y determinación de los Coeficientes de Cultivo (Kc) para camote (*Ipomoea batatas* L.) para las localidades de La Molina y Yurimaguas. Tesis Ingeniero Meteorólogo. UNALM, Lima, 131 p.
3. BERG, J. 1972. El riego por goteo bajo condiciones de invernadero y su efecto sobre algunos procesos físicos de cuatro suelos y características de crecimiento en girasol. Tesis Ms. Chapingo-Mexico. Escuela Nacional de Agricultura, 60 p.
4. CAÑAMERO M. y LAGUNA T. 2012. Innovación tecnológica en riego por goteo: kgoteo. Edita Concytec. Primera edición, Perú, 187 p.
5. EGUSQUIZA, B. R. 2000. La papa, producción transformación y comercialización. Primera edición, Lima, Perú, 192 p.
6. GARCIA I. y BRIONES G. 2007. Sistema de riego por aspersión y goteo. Ediciones Trillas. 2º Edición, México, 182 p.
7. GISPERT, J. R. y GARCIA, J. A. 1999. El volumen húmedo del suelo en el riego localizado. Importancia y evaluación. IV Jornada de investigación en la zona no saturada ICIA. Universidad de Florida, USA, 17 p.
8. GOYAS, H., A. ACHATA, H. FANO, et. Al. 1990. El camote (batata) en el sistema alimentario del Perú. El caso del valle de Cafete. Sistemas Alimentarios. Serie de investigación N° 5. INIA-CIP. Lima, Perú, 51 p.
9. MANUAL FAO 2006. Evapotranspiración del cultivo. Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos. Serie FAO de Riego y Drenaje N° 56.

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, Italia. ISBN 92-5-304219-2.

10. MERRIAM J. L. y Keller J. 1978. Farm irrigation system evaluation. A guide for management. UTAH State University, USA, 235 p.
11. MOLINA, J. e INIA – Estación experimental agraria Donoso Huaral, 2010. El cultivo de camote en el Perú. Serie manual N° 1-10. INIA-CIP. Lima, Perú, 50 p.
12. PIZARRO, F. 1996. Riegos localizados de alta frecuencia (RLAF) goteo, microaspersión, exudación. Ediciones Mundi – Prensa. Madrid, España, 510 p.
13. SHALHEVET J., MANTEL, A., BIELORDI H. 1970. Irrigation of field and Orchard crops under semi-arid conditions. Center Betdagan, Israel, 5 p.
14. SHOJI, K. 1977. In such an irrigation system water is delivered to individual plants by means of plastic pipes. Scientific American USA, 62-68 p.
15. VERMEIREN L. y JOBLIN G. 1986. “Riego localizado” FAO: Riego y Drenaje N° 36. Madrid, España, 8-9 p.

## VII. ANEXOS

### Anexo 1: Análisis de laboratorio.

Los análisis han sido realizados en el Laboratorio de Análisis de Agua, Suelo, Medio Ambiente y Fertirriego de la Facultad de Ingeniería Agrícola de la Universidad Nacional Agraria La Molina y los resultados obtenidos son los que se muestran a continuación:

#### Anexo 1.1: Análisis de suelo

Tabla N° 29: Análisis de suelo del campo experimental

<b>CAMPO</b>	Suelo
<b>CE dS/m</b>	2.99
<b>pH</b>	7.73
<b>ANÁLISIS MECÁNICO</b>	
<b>Arena %</b>	51.12
<b>Limo %</b>	34.72
<b>Arcilla %</b>	14.16
<b>Textura</b>	Franco
<b>% CC</b>	20.39
<b>% PM</b>	9.68
<b>Densidad aparente (g/cm<sup>3</sup>)</b>	1.51
<b>M. O. %</b>	2.54
<b>P ppm</b>	8.94
<b>K ppm</b>	230
<b>CaCO<sub>3</sub> %</b>	1.08
<b>CATIONES CAMBIABLES</b>	
<b>CIC</b>	13.73
<b>Ca</b>	11.10
<b>Mg</b>	1.85
<b>Na</b>	0.33
<b>K ppm</b>	0.45
<b>Al + H</b>	----



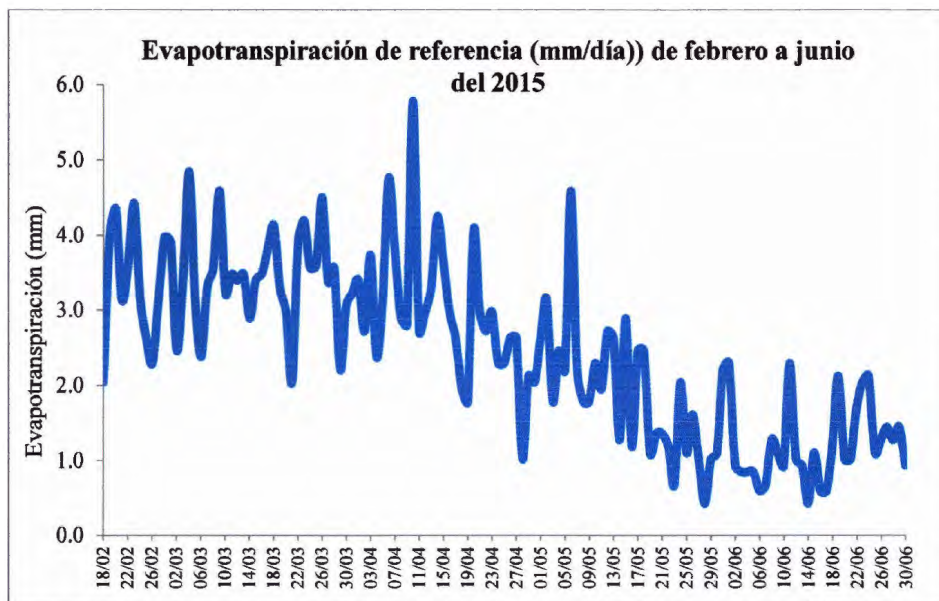
Anexo 1.2: Análisis de agua

**Tabla N° 30: Análisis de agua**

<b>FECHA</b>	13 de marzo	17 de junio
<b>CAMPO</b>	Agua	
<b>CE</b> dS/m	0.75	1.41
<b>pH</b>	6.87	6.01
<b>Calcio</b> meq/l	4.35	7.30
<b>Magnesio</b> meq/l	0.76	2.5
<b>Sodio</b> meq/l	2.17	3.78
<b>Potasio</b> meq/l	0.18	0.64
<b>SUMA DE CATIONES</b>	7.46	14.22
<b>Cloruro</b> meq/l	2.19	5.87
<b>Sulfato</b> meq/l	3.08	7.30
<b>Bicarbonato</b> meq/l	2.48	0.98
<b>Nitratos</b> meq/l	0.03	0.15
<b>Carbonatos</b> meq/l	0.00	0.00
<b>SUMA DE ANIONES</b>	7.79	14.30
<b>SAR</b>	1.36	1.71
<b>CLASIFICACION</b>	C3-S1	C3-S1
<b>Boro</b> mg/l	0.13	0.00

**Anexo 2: Información meteorológica de febrero a junio del 2015.**

**Anexo 2.1: Diagrama de la evapotranspiración de referencia (mm día<sup>-1</sup>)**



**Anexo 2.2: Cálculo de la evapotranspiración de referencia (mm día<sup>-1</sup>)**

**Tabla N° 31: Evapotranspiración de referencia para febrero del 2015**

Día	Tanque de evaporación (mm día <sup>-1</sup> )	Humedad relativa promedio (%)	Velocidad del viento (m s <sup>-1</sup> )	Kp	Eto
18-Feb	2.4	80	1.2	0.85	2.04
19-Feb	4.7	71	1.2	0.85	3.99
20-Feb	5.8	68	1.4	0.75	4.35
21-Feb	3.7	70	1.9	0.85	3.14
22-Feb	4.8	67	1.6	0.75	3.60
23-Feb	5.2	72	1.1	0.85	4.42
24-Feb	3.7	84	1.0	0.85	3.14
25-Feb	3.1	78	0.9	0.85	2.63
26-Feb	2.7	77	0.6	0.85	2.29
27-Feb	4.2	67	1.3	0.75	3.15
28-Feb	5.3	69	1.4	0.75	3.97

**Tabla N° 32: Evapotranspiración de referencia para marzo del 2015**

Día	Tanque de evaporación (mm día <sup>-1</sup> )	Humedad relativa promedio (%)	Velocidad del viento (m s <sup>-1</sup> )	Kp	Eto
01-Mar	4.6	78	1.1	0.85	3.91
02-Mar	2.9	82	0.9	0.85	2.46
03-Mar	4	74	1.0	0.85	3.40
04-Mar	5.7	78	1.0	0.85	4.84
05-Mar	3.7	81	0.7	0.85	3.14
06-Mar	2.8	80	0.8	0.85	2.38
07-Mar	3.9	77	1.0	0.85	3.31
08-Mar	4.2	80	1.0	0.85	3.57
09-Mar	5.4	77	0.9	0.85	4.59
10-Mar	3.8	78	1.0	0.85	3.23
11-Mar	4.1	75	1.0	0.85	3.48
12-Mar	4	74	1.0	0.85	3.40
13-Mar	4.1	77	1.0	0.85	3.48
14-Mar	3.4	74	0.8	0.85	2.89
15-Mar	4	71	0.8	0.85	3.40
16-Mar	4.1	78	0.8	0.85	3.48
17-Mar	4.5	72	1.1	0.85	3.82
18-Mar	5.5	67	1.0	0.75	4.12
19-Mar	4.4	68	1.1	0.75	3.30
20-Mar	3.5	73	1.0	0.85	2.97
21-Mar	2.4	78	0.9	0.85	2.04
22-Mar	4.6	73	1.0	0.85	3.91
23-Mar	5.6	69	1.0	0.75	4.20
24-Mar	4.2	71	0.8	0.85	3.57
25-Mar	4.8	70	1.3	0.75	3.60
26-Mar	5.3	72	1.3	0.85	4.50
27-Mar	4.5	69	1.2	0.75	3.37
28-Mar	4.2	74	1.0	0.85	3.57
29-Mar	2.6	82	0.7	0.85	2.21
30-Mar	3.6	72	0.8	0.85	3.06
31-Mar	3.8	76	0.9	0.85	3.23

**Tabla N° 33: Evapotranspiración de referencia para abril del 2015**

Día	Tanque de evaporación (mm día <sup>-1</sup> )	Humedad relativa promedio (%)	Velocidad del viento (m s <sup>-1</sup> )	Kp	Eto
01-Abr	4	72	1.0	0.85	3.40
02-Abr	3.2	75	0.9	0.85	2.72
03-Abr	4.4	75	0.8	0.85	3.74
04-Abr	2.8	77	0.9	0.85	2.38
05-Abr	3.7	77	0.8	0.85	3.14
06-Abr	5.6	72	0.8	0.85	4.76
07-Abr	4.5	72	1.0	0.85	3.82
08-Abr	3.4	76	1.0	0.85	2.89
09-Abr	3.3	75	0.8	0.85	2.80
10-Abr	6.8	76	0.8	0.85	5.78
11-Abr	3.2	78	0.9	0.85	2.72
12-Abr	3.5	75	0.8	0.85	2.97
13-Abr	3.9	73	0.8	0.85	3.31
14-Abr	5	72	0.8	0.85	4.25
15-Abr	4.3	73	0.8	0.85	3.65
16-Abr	3.5	76	0.8	0.85	2.97
17-Abr	3.1	78	0.9	0.85	2.63
18-Abr	2.3	81	0.7	0.85	1.95
19-Abr	2.1	81	0.8	0.85	1.78
20-Abr	4.8	78	0.8	0.85	4.08
21-Abr	3.5	77	0.8	0.85	2.97
22-Abr	3.2	79	0.8	0.85	2.72
23-Abr	3.5	80	0.8	0.85	2.97
24-Abr	2.7	82	0.9	0.85	2.29
25-Abr	2.7	80	0.7	0.85	2.29
26-Abr	3.1	79	0.7	0.85	2.63
27-Abr	3.1	80	0.8	0.85	2.63
28-Abr	1.2	86	0.4	0.85	1.02
29-Abr	2.5	80	0.8	0.85	2.12
30-Abr	2.4	79	0.8	0.85	2.04

**Tabla N° 34: Evapotranspiración de referencia para mayo del 2015.**

Día	Tanque de evaporación (mm día <sup>-1</sup> )	Humedad relativa promedio (%)	Velocidad del viento (m s <sup>-1</sup> )	Kp	Eto
01-May	3.1	77	0.8	0.85	2.64
02-May	3.7	83	0.8	0.85	3.15
03-May	2.1	83	0.7	0.85	1.79
04-May	2.9	82	0.8	0.85	2.47
05-May	2.6	78	0.6	0.85	2.21
06-May	5.4	79	0.9	0.85	4.59
07-May	2.6	82	1.0	0.85	2.21
08-May	2.1	80	1.0	0.85	1.79
09-May	2.1	74	1.0	0.85	1.79
10-May	2.7	81	0.7	0.85	2.30
11-May	2.3	78	0.7	0.85	1.96
12-May	3.2	76	1.0	0.85	2.72
13-May	3.1	76	0.7	0.85	2.64
14-May	1.5	78	0.4	0.85	1.28
15-May	3.4	78	0.6	0.85	2.89
16-May	1.4	80	0.6	0.85	1.19
17-May	2.9	79	0.7	0.85	2.47
18-May	2.9	77	1.0	0.85	2.47
19-May	1.3	89	0.6	0.85	1.11
20-May	1.6	89	0.8	0.85	1.36
21-May	1.6	81	0.8	0.85	1.36
22-May	1.4	91	0.8	0.85	1.19
23-May	0.8	83	0.8	0.85	0.68
24-May	2.4	80	0.9	0.85	2.04
25-May	1.3	84	0.7	0.85	1.11
26-May	1.9	82	1.1	0.85	1.62
27-May	1.2	88	0.6	0.85	1.02
28-May	0.5	93	0.4	0.85	0.43
29-May	1.2	86	0.7	0.85	1.02
30-May	1.3	87	1.1	0.85	1.11
31-May	2.6	82	0.9	0.85	2.21

**Tabla N° 35: Evapotranspiración de referencia para junio del 2015**

Día	Tanque de evaporación (mm día <sup>-1</sup> )	Humedad relativa promedio (%)	Velocidad del viento (m s <sup>-1</sup> )	Kp	Eto
01-Jun	2.7	84	0.8	0.85	2.30
02-Jun	1.1	91	0.5	0.85	0.94
03-Jun	1.0	88	0.6	0.85	0.85
04-Jun	1.0	85	0.6	0.85	0.85
05-Jun	1.0	84	0.6	0.85	0.85
06-Jun	0.7	80	0.4	0.85	0.60
07-Jun	0.9	67	0.3	0.75	0.68
08-Jun	1.5	79	0.6	0.85	1.28
09-Jun	1.3	80	0.5	0.85	1.11
10-Jun	1.1	73	0.8	0.85	0.94
11-Jun	2.7	83	0.7	0.85	2.30
12-Jun	1.2	95	0.8	0.85	1.02
13-Jun	1.1	88	0.9	0.85	0.94
14-Jun	0.5	91	0.5	0.85	0.43
15-Jun	1.3	84	0.6	0.85	1.11
16-Jun	0.7	89	0.8	0.85	0.60
17-Jun	0.7	86	0.8	0.85	0.60
18-Jun	1.4	83	0.8	0.85	1.19
19-Jun	2.5	82	1.0	0.85	2.13
20-Jun	1.2	85	0.5	0.85	1.02
21-Jun	1.2	81	0.7	0.85	1.02
22-Jun	2.0	78	0.8	0.85	1.70
23-Jun	2.4	77	1.1	0.85	2.04
24-Jun	2.5	78	1.3	0.85	2.13
25-Jun	1.3	87	0.7	0.85	1.11
26-Jun	1.5	83	0.7	0.85	1.28
27-Jun	1.7	80	0.7	0.85	1.45
28-Jun	1.5	88	0.7	0.85	1.28
29-Jun	1.7	86	0.7	0.85	1.45
30-Jun	1.1	84	0.6	0.85	0.94

**Anexo 3: Cantidad de agua aplicada por tratamiento.**

**Anexo 3.1: Cantidad de agua aplicada en la fase no experimental**

**Tabla N° 36: Cantidad de agua aplicada en la fase no experimental**

N° Riegos	Fecha	Riego Convencional	Riego Intermitente	Volumen total de agua (m <sup>3</sup> )	Área total (Ha)	Volumen total de agua aplicada (m <sup>3</sup> Ha <sup>-1</sup> )
8	19/02/2015	0.707	0.707	1.414	0.0248	57.02
	21/02/2015	0.664	0.664	1.327	0.0248	53.51
	24/02/2015	1.158	1.158	2.316	0.0248	93.39
	27/02/2015	0.635	0.635	1.269	0.0248	51.17
	02/03/2015	1.081	1.081	2.162	0.0248	87.18
	05/03/2015	0.911	0.911	1.822	0.0248	73.47
	07/03/2015	0.450	0.450	0.899	0.0248	36.25
	09/03/2015	0.716	0.716	1.432	0.0248	57.74
						<b>509.72</b>

**Anexo 3.2: Cantidad de agua aplicada en la fase experimental**

**Tabla N° 37: Cantidad de agua aplicada en la fase experimental**

N° Riegos	Fecha	Riego Convencional	Riego Intermitente	Volumen total de agua (m <sup>3</sup> )	Área total (Ha)	Volumen total de agua aplicada (m <sup>3</sup> Ha <sup>-1</sup> )
45	11/03/2015	0.652	0.652	1.304	0.0248	52.58
	13/03/2015	0.663	0.663	1.325	0.0248	53.43
	16/03/2015	0.668	0.668	1.335	0.0248	53.83
	18/03/2015	0.675	0.675	1.349	0.0248	54.40
	20/03/2015	0.647	0.647	1.293	0.0248	52.14
	23/03/2015	0.672	0.672	1.344	0.0248	54.19
	25/03/2015	0.691	0.691	1.382	0.0248	55.73
	27/03/2015	0.683	0.683	1.366	0.0248	55.08
	30/03/2015	0.691	0.691	1.382	0.0248	55.73
	01/04/2015	0.855	0.855	1.709	0.0248	68.91
	03/04/2015	0.899	0.899	1.798	0.0248	72.50
	06/04/2015	0.631	0.631	1.262	0.0248	50.89
	08/04/2015	0.661	0.661	1.322	0.0248	53.31
	10/04/2015	0.906	0.906	1.812	0.0248	73.06
	13/04/2015	0.987	0.987	1.974	0.0248	79.60

15/04/2015	0.656	0.656	1.312	0.0248	52.90
17/04/2015	0.444	0.444	0.887	0.0248	35.77
20/04/2015	0.448	0.448	0.896	0.0248	36.13
22/04/2015	0.501	0.501	1.001	0.0248	40.36
24/04/2015	0.873	0.873	1.746	0.0248	70.40
27/04/2015	0.701	0.701	1.401	0.0248	56.49
29/04/2015	0.864	0.864	1.727	0.0248	69.64
02/05/2015	0.446	0.446	0.892	0.0248	35.97
04/05/2015	0.894	0.894	1.787	0.0248	72.06
06/05/2015	0.639	0.639	1.278	0.0248	51.53
09/05/2015	0.665	0.665	1.330	0.0248	53.63
11/05/2015	0.672	0.672	1.343	0.0248	54.15
13/05/2015	0.651	0.651	1.302	0.0248	52.50
15/05/2015	0.670	0.670	1.340	0.0248	54.03
18/05/2015	0.667	0.667	1.333	0.0248	53.75
20/05/2015	0.888	0.888	1.775	0.0248	71.57
23/05/2015	0.653	0.653	1.305	0.0248	52.62
27/05/2015	0.926	0.926	1.851	0.0248	74.64
30/05/2015	0.666	0.666	1.332	0.0248	53.71
03/06/2015	0.896	0.896	1.792	0.0248	72.26
06/06/2015	0.669	0.669	1.338	0.0248	53.95
10/06/2015	0.835	0.835	1.669	0.0248	67.30
13/06/2015	0.615	0.615	1.230	0.0248	49.60
16/06/2015	0.655	0.655	1.309	0.0248	52.78
19/06/2015	0.669	0.669	1.338	0.0248	53.95
23/06/2015	0.904	0.904	1.808	0.0248	72.90
25/06/2015	0.691	0.691	1.382	0.0248	55.73
29/06/2015	0.668	0.668	1.336	0.0248	53.87
03/07/2015	0.430	0.430	0.859	0.0248	34.64
09/07/2015	0.453	0.453	0.906	0.0248	36.53
					<b>2,530.73</b>



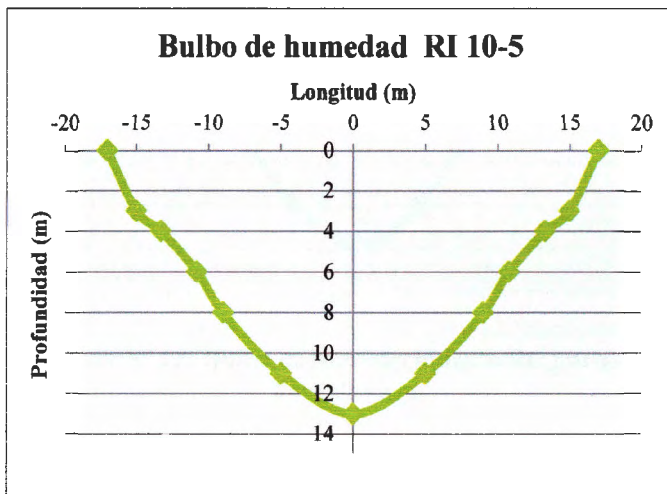
**Anexo 4: Pruebas del bulbo de humedecimiento**

Anexo 4.1: Bulbo de humedecimiento para una hora de riego.

- Riego por goteo intermitente

Válvula: Abierto 10 minutos - Cerrado 5 minutos

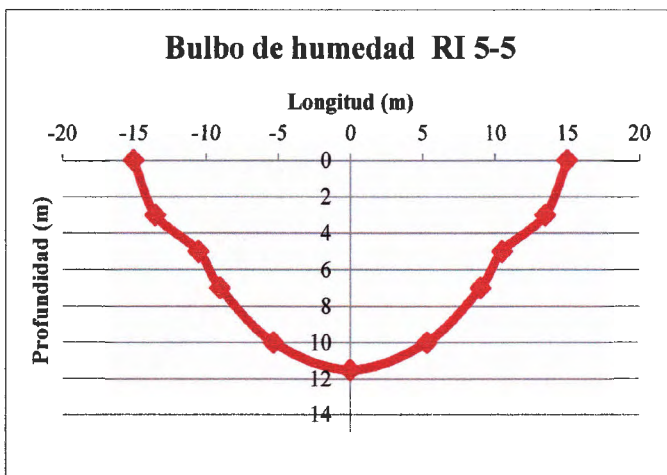
X	Y
34	0
30	3
27	4
21.5	6
18	8
10	11
0	13



**Figura N° 21: Bulbo de humedecimiento RI 10-5 para una hora de riego**

Válvula: Abierto 5 minutos - Cerrado 5 minutos

X	Y
30	0
27	3
21	5
18	7
10.6	10
0	11.5



**Figura N° 22: Bulbo de humedecimiento RI 5-5 para una hora de riego**

- Riego por goteo convencional

X	Y
30	0
27	3
21	5
18	7
10.6	10
0	11.5

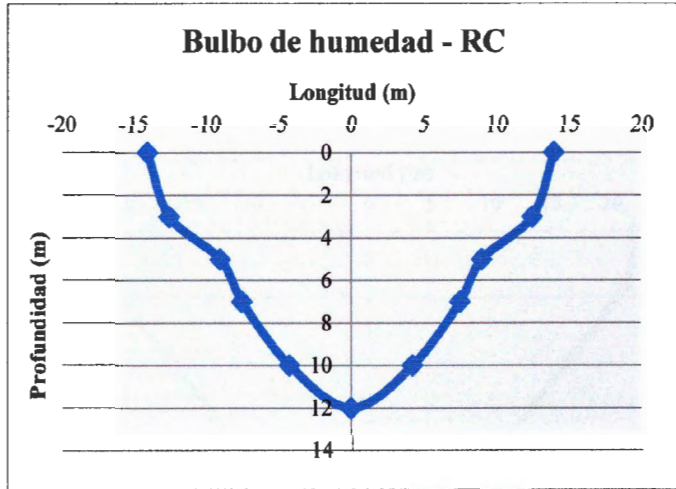
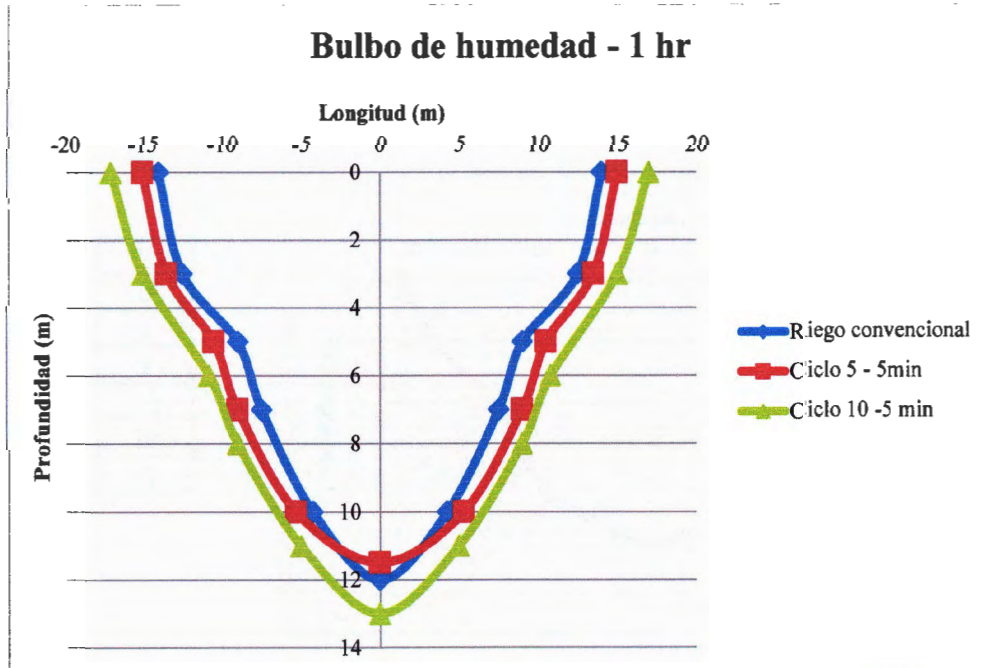


Figura N° 23: Bulbo de humedecimiento RC para una hora de riego

Comparación de los bulbos de humedecimiento para una hora de riego.



Anexo 4.2: Bulbo de humedecimiento para dos horas de riego.

- Riego por goteo intermitente

Válvula: Abierto 10 minutos - Cerrado 5 minutos

X	Y
44	0
42	4
32.5	10
18	18
10	20
0	22.3

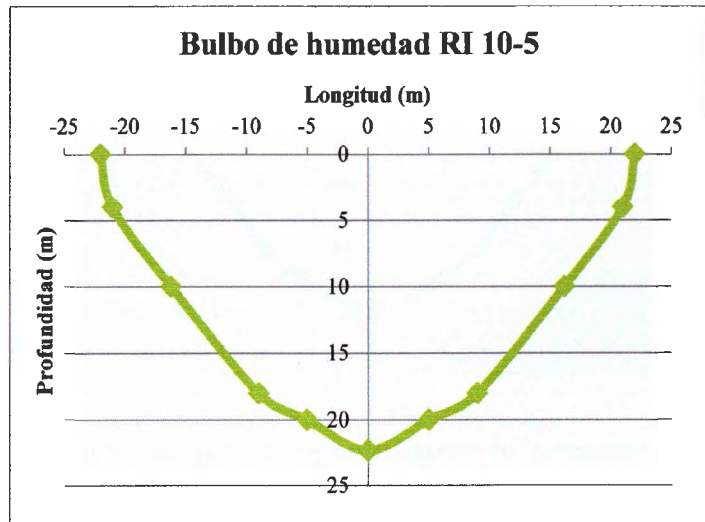


Figura N° 24: Bulbo de humedecimiento RI 10-5 para dos horas de riego

Válvula: Abierto 5 minutos - Cerrado 5 minutos

X	Y
41	0
36	5
28	9
20	15
14	18
0	21

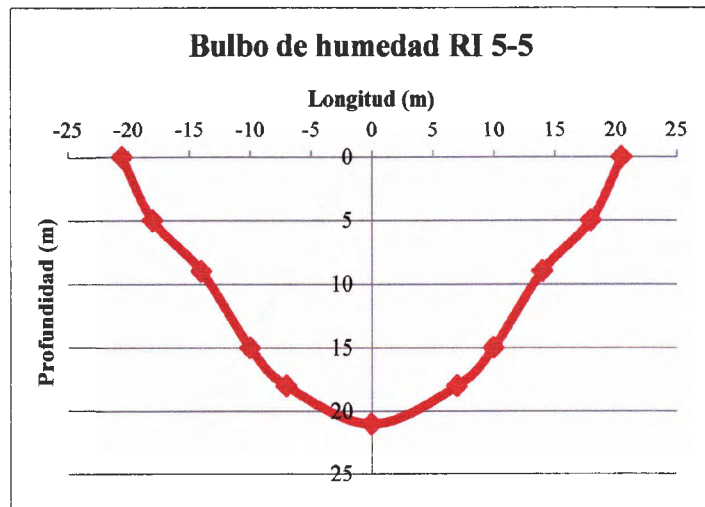


Figura N° 25: Bulbo de humedecimiento RI 5-5 para dos horas de riego

- Riego por goteo convencional

X	Y
39	0
34	5
24	11
18	15
13	17
0	20.2

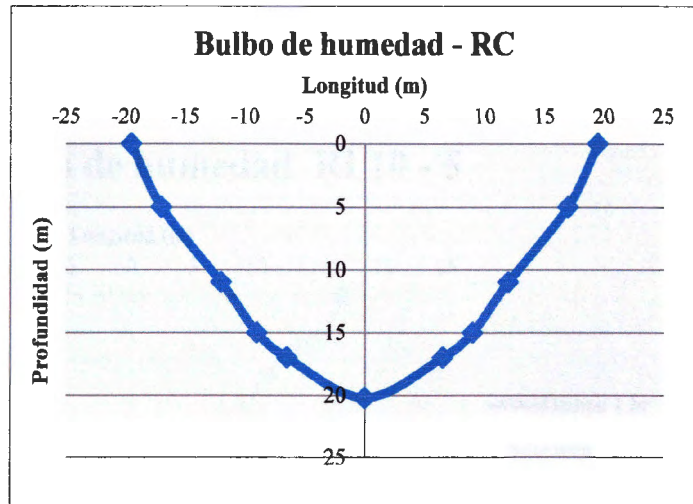
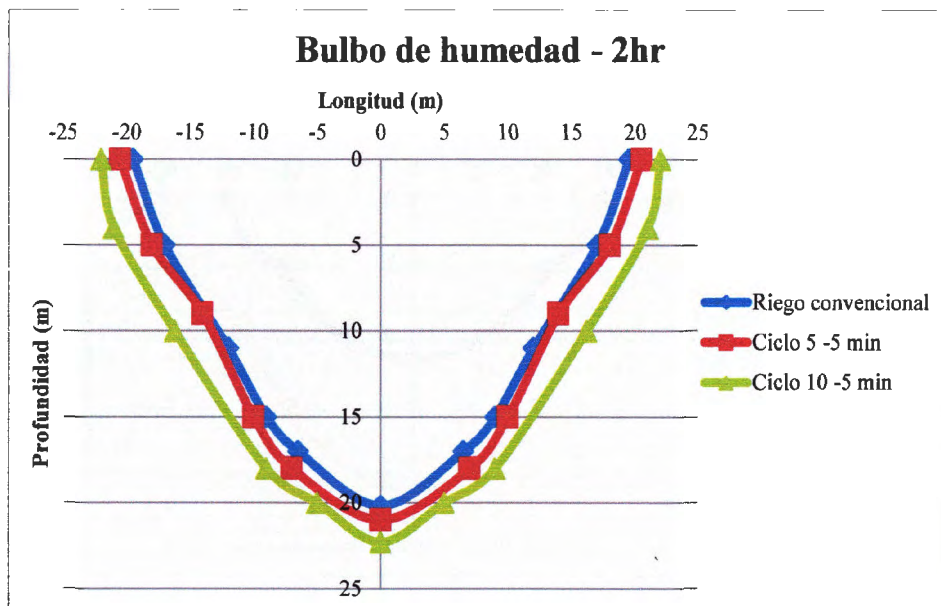


Figura N° 26: Bulbo de humedecimiento RC para dos horas de riego

Comparación de los bulbos de humedecimiento para dos horas de riego.



### Anexo 4.3: Comparación de los bulbos de humedecimiento

- Riego por goteo intermitente

Válvula: Abierto 10 minutos - Cerrado 5 minutos

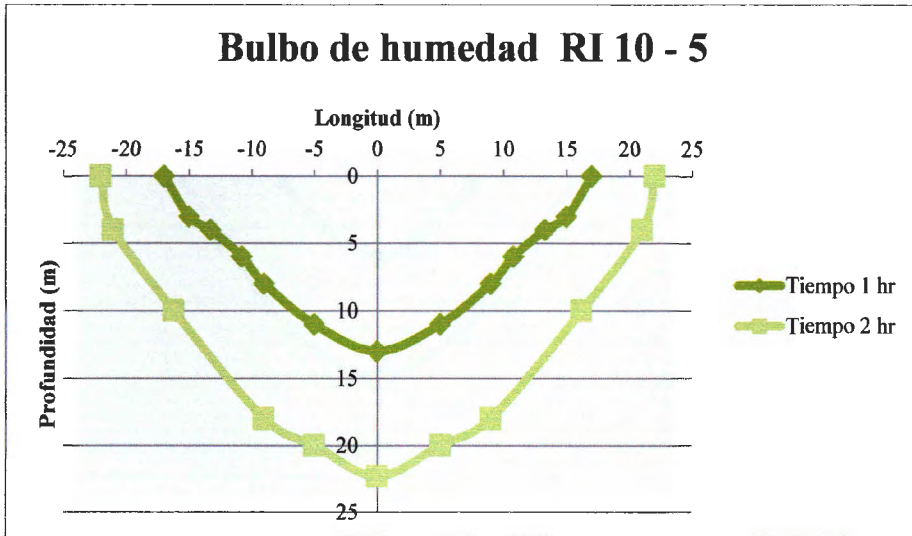


Figura N° 27: Bulbo de humedecimiento RI 10-5 para una y dos horas de riego

Válvula: Abierto 5 minutos - Cerrado 5 minutos

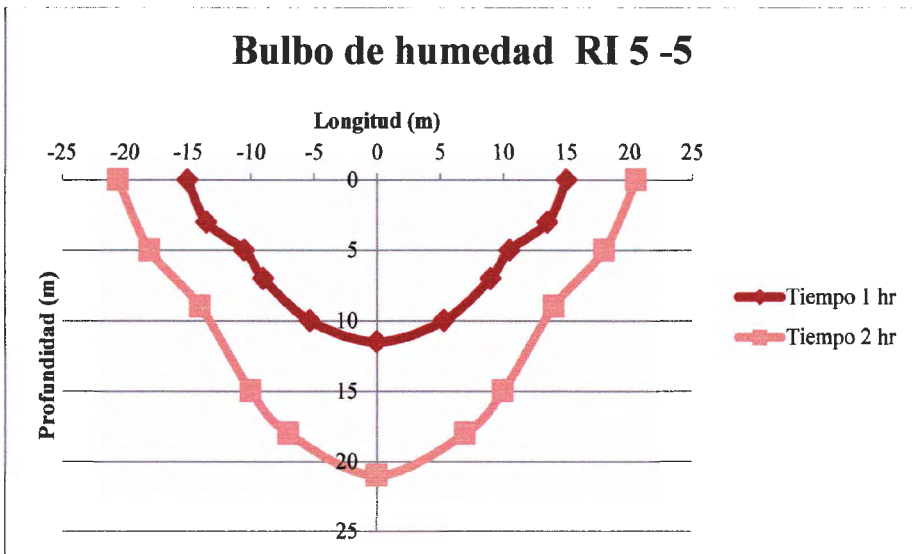


Figura N° 28: Bulbo de humedecimiento RI 5-5 para una y dos horas de riego

- Riego por goteo convencional

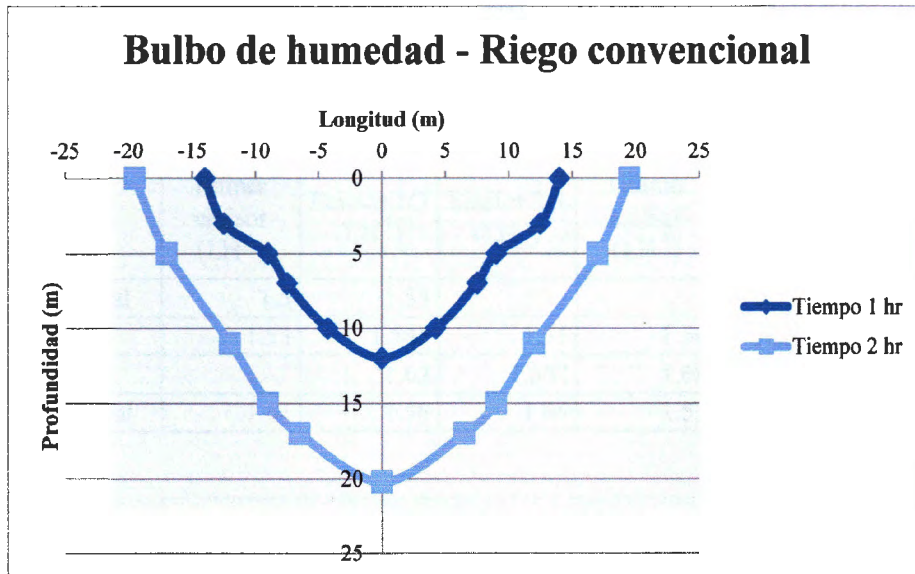


Figura N° 29: Bulbo de humedecimiento RC para una y dos horas de riego

**Anexo 5: Coeficiente de uniformidad.**

Anexo 5.1: Prueba de coeficiente de uniformidad el 16 de febrero del 2015.

**Tabla N° 38: Prueba de coeficiente de uniformidad antes de la siembra.**

PRIMERA UNIDAD					
	Primer emisor (LH <sup>-1</sup> )	Emisor 1/3 (LH <sup>-1</sup> )	Emisor 2/3 (LH <sup>-1</sup> )	Último emisor (LH <sup>-1</sup> )	Promedio (LH <sup>-1</sup> )
Primer lateral	1.5	1.53	1.47	1.41	1.478
Lateral 1/3	1.53	1.545	1.71	1.59	1.594
Lateral 2/3	1.47	1.62	1.692	1.68	1.616
Último lateral	1.44	1.56	1.65	1.53	1.545

SEGUNDA UNIDAD					
	Primer emisor (LH <sup>-1</sup> )	Emisor 1/3 (LH <sup>-1</sup> )	Emisor 2/3 (LH <sup>-1</sup> )	Último emisor (LH <sup>-1</sup> )	Promedio (LH <sup>-1</sup> )
Primer lateral	1.56	1.59	1.65	1.41	1.553
Lateral 1/3	1.5	1.62	1.59	1.47	1.545
Lateral 2/3	1.47	1.56	1.62	1.5	1.538
Último lateral	1.53	1.68	1.59	1.44	1.560

TERCERA UNIDAD					
	Primer emisor (LH <sup>-1</sup> )	Emisor 1/3 (LH <sup>-1</sup> )	Emisor 2/3 (LH <sup>-1</sup> )	Último emisor (LH <sup>-1</sup> )	Promedio (LH <sup>-1</sup> )
Primer lateral	1.56	1.47	1.53	1.59	1.538
Lateral 1/3	1.5	1.59	1.62	1.53	1.560
Lateral 2/3	1.53	1.65	1.71	1.56	1.613
Último lateral	1.44	1.56	1.68	1.5	1.545

Promedio total	1.557
Promedio (1/4 más bajo)	1.458
CU	93.62%

- Campo experimental

	Primer emisor (LH <sup>-1</sup> )	Emisor 1/3 (LH <sup>-1</sup> )	Emisor 2/3 (LH <sup>-1</sup> )	Último emisor (LH <sup>-1</sup> )	Promedio (LH <sup>-1</sup> )
Primer lateral	1.59	1.68	1.62	1.56	1.613
Lateral 1/3	1.56	1.71	1.59	1.47	1.583
Lateral 2/3	1.47	1.59	1.65	1.53	1.560
Último lateral	1.44	1.62	1.59	1.5	1.538

Promedio total	1.573
Promedio (1/4 más bajo)	1.470
CU	93.44%

Anexo 5.2: Prueba de coeficiente de uniformidad el 25 de abril del 2015.

**Tabla N° 39: Prueba de coeficiente de uniformidad a mediados del período vegetativo**

PRIMERA UNIDAD					
	Primer emisor (LH <sup>-1</sup> )	Emisor 1/3 (LH <sup>-1</sup> )	Emisor 2/3 (LH <sup>-1</sup> )	Último emisor (LH <sup>-1</sup> )	Promedio (LH <sup>-1</sup> )
Primer lateral	1.44	1.35	1.53	1.5	1.455
Lateral 1/3	1.53	1.41	1.5	1.47	1.478
Lateral 2/3	1.59	1.62	1.53	1.38	1.530
Último lateral	1.38	1.56	1.68	1.59	1.553

SEGUNDA UNIDAD					
	Primer emisor (LH <sup>-1</sup> )	Emisor 1/3 (LH <sup>-1</sup> )	Emisor 2/3 (LH <sup>-1</sup> )	Último emisor (LH <sup>-1</sup> )	Promedio (LH <sup>-1</sup> )
Primer lateral	1.38	1.47	1.68	1.5	1.508
Lateral 1/3	1.56	1.44	1.5	1.41	1.478
Lateral 2/3	1.41	1.56	1.59	1.44	1.500
Último lateral	1.5	1.53	1.62	1.53	1.545



TERCERA UNIDAD					
	Primer emisor (LH <sup>-1</sup> )	Emisor 1/3 (LH <sup>-1</sup> )	Emisor 2/3 (LH <sup>-1</sup> )	Último emisor (LH <sup>-1</sup> )	Promedio (LH <sup>-1</sup> )
Primer lateral	1.44	1.53	1.59	1.41	1.493
Lateral 1/3	1.5	1.56	1.65	1.47	1.545
Lateral 2/3	1.53	1.62	1.56	1.44	1.538
Último lateral	1.38	1.5	1.59	1.53	1.500

Promedio total	1.510
Promedio (1/4 más bajo)	1.403
CU	<b>92.88%</b>

- Campo experimental

	Primer emisor (LH <sup>-1</sup> )	Emisor 1/3 (LH <sup>-1</sup> )	Emisor 2/3 (LH <sup>-1</sup> )	Último emisor (LH <sup>-1</sup> )	Promedio (LH <sup>-1</sup> )
Primer lateral	1.53	1.62	1.56	1.41	1.530
Lateral 1/3	1.56	1.59	1.68	1.5	1.583
Lateral 2/3	1.44	1.53	1.62	1.47	1.515
Último lateral	1.62	1.71	1.59	1.38	1.575

Promedio total	1.551
Promedio (1/4 más bajo)	1.425
CU	<b>91.90%</b>

Anexo 5.3: Prueba de coeficiente de uniformidad el 24 de julio del 2015.

**Tabla N° 40: Prueba de coeficiente de uniformidad al culminar el período vegetativo.**

PRIMERA UNIDAD					
	Primer emisor (LH <sup>-1</sup> )	Emisor 1/3 (LH <sup>-1</sup> )	Emisor 2/3 (LH <sup>-1</sup> )	Último emisor (LH <sup>-1</sup> )	Promedio (LH <sup>-1</sup> )
Primer lateral	1.26	1.35	1.47	1.2	1.320
Lateral 1/3	1.29	1.5	1.44	1.26	1.373
Lateral 2/3	1.17	1.26	1.5	1.32	1.313
Último lateral	1.23	1.32	1.38	1.14	1.268

SEGUNDA UNIDAD					
	Primer emisor (LH <sup>-1</sup> )	Emisor 1/3 (LH <sup>-1</sup> )	Emisor 2/3 (LH <sup>-1</sup> )	Último emisor (LH <sup>-1</sup> )	Promedio (LH <sup>-1</sup> )
Primer lateral	1.17	1.5	1.41	1.23	1.328
Lateral 1/3	1.2	1.44	1.26	1.14	1.260
Lateral 2/3	1.32	1.38	1.56	1.08	1.335
Último lateral	1.26	1.47	1.23	1.26	1.305

TERCERA UNIDAD					
	Primer emisor (LH <sup>-1</sup> )	Emisor 1/3 (LH <sup>-1</sup> )	Emisor 2/3 (LH <sup>-1</sup> )	Último emisor (LH <sup>-1</sup> )	Promedio (LH <sup>-1</sup> )
Primer lateral	1.26	1.35	1.38	1.23	1.305
Lateral 1/3	1.14	1.44	1.35	1.32	1.313
Lateral 2/3	1.2	1.32	1.26	1.14	1.230
Último lateral	1.08	1.23	1.41	1.17	1.223

Promedio total	1.298
Promedio (1/4 más bajo)	1.155
<b>CU</b>	<b>89.02%</b>

- Campo experimental

	Primer emisor (LH <sup>-1</sup> )	Emisor 1/3 (LH <sup>-1</sup> )	Emisor 2/3 (LH <sup>-1</sup> )	Último emisor (LH <sup>-1</sup> )	Promedio (LH <sup>-1</sup> )
Primer lateral	1.44	1.26	1.38	1.29	1.343
Lateral 1/3	1.17	1.35	1.32	1.23	1.268
Lateral 2/3	1.44	1.29	1.2	1.08	1.253
Último lateral	1.47	1.38	1.26	1.14	1.313

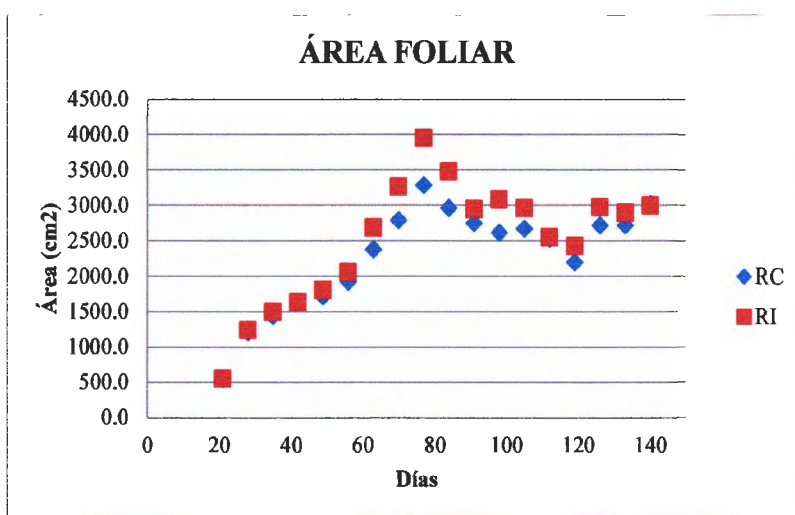
Promedio total	1.294
Promedio (1/4 más bajo)	1.148
<b>CU</b>	<b>88.70%</b>

## Anexo 6: Análisis de crecimiento y desarrollo de la planta.

### Anexo 6.1: Área foliar

Tabla N° 41: Resultado promedio del área foliar por semana.

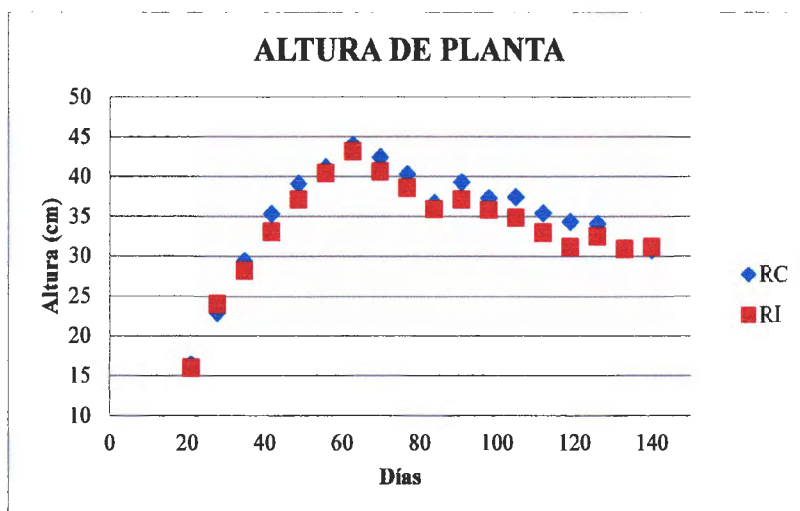
Días	RC (cm <sup>2</sup> )	RI (cm <sup>2</sup> )
21	546.18	555.67
28	1,206.99	1,238.68
35	1,437.08	1,498.72
42	1,625.71	1,635.03
49	1,711.59	1,802.98
56	1,919.16	2,054.55
63	2,375.61	2,681.76
70	2,783.92	3,257.23
77	3,278.23	3,942.08
84	2,955.19	3,471.34
91	2,743.81	2,938.19
98	2,610.02	3,072.98
105	2,666.92	2,955.81
112	2,528.55	2,546.03
119	2,190.67	2,423.39
126	2,711.14	2,969.10
133	2,712.71	2,892.22
140	3,009.58	2,990.24



Anexo 6.2: Altura de planta

**Tabla N° 42: Resultado promedio de la altura de planta por semana.**

Días	RC (cm)	RI (cm)
21	16.37	15.96
28	22.94	24.06
35	29.39	28.17
42	35.28	33.06
49	39.06	37.11
56	41.11	40.44
63	43.94	43.11
70	42.39	40.61
77	40.28	38.56
84	36.67	35.89
91	39.28	37.11
98	37.28	35.78
105	37.39	34.83
112	35.39	32.94
119	34.28	31.11
126	34.06	32.44
133	31.00	30.89
140	30.78	31.11



**Anexo 7: Resultados de la cosecha.**

Anexo 7.1: Resultados de la cosecha del tratamiento de riego por goteo convencional por cada unidad experimental.

**Tabla N° 43: Resultados de la cosecha del tratamiento de riego convencional**

	CATEGORIA	Línea 1	Línea 2	Línea 3	TOTAL (Kg)
RC 1	Extra	3.503	4.644	2.967	11.114
	Selecta	5.02	5.412	7.931	18.363
	Comercial	3.702	3.455	4.535	11.692
	Domestica	3.712	3.359	3.093	10.164
	Baby	0.76	0.669	0.486	1.915
	Otros	0.46	2.009	0.669	3.138
	<b>TOTAL (Kg)</b>	<b>17.157</b>	<b>19.548</b>	<b>19.681</b>	<b>56.386</b>

	CATEGORIA	Línea 1	Línea 2	Línea 3	TOTAL (Kg)
RC 2	Extra	4.027	2.038	5.717	11.782
	Selecta	5.702	7.182	6.626	19.51
	Comercial	5.744	5.703	4.859	16.306
	Domestica	4.38	5.803	3.589	13.772
	Baby	0.857	0.87	1.717	3.444
	Otros	0.723	0.958	0.469	2.15
	<b>TOTAL</b>	<b>21.433</b>	<b>22.554</b>	<b>22.977</b>	<b>66.964</b>

	CATEGORIA	Línea 1	Línea 2	Línea 3	TOTAL (Kg)
RC 3	Extra	2.799	2.481	4.025	9.305
	Selecta	12.436	8.084	8.504	29.024
	Comercial	6.124	8.896	7.601	22.621
	Domestica	1.343	4.028	3.494	8.865
	Baby	0.523	0.971	0.623	2.117
	Otros	0.205	0.407	0.354	0.966
	<b>TOTAL</b>	<b>23.43</b>	<b>24.867</b>	<b>24.601</b>	<b>72.898</b>

	CATEGORIA	Línea 1	Línea 2	Línea 3	TOTAL (Kg)
RC 4	Extra	0.551	5.442	3.776	9.769
	Selecta	7.898	8.242	4.988	21.128
	Comercial	6.086	3.915	4.96	14.961
	Domestica	4.264	4.015	5.114	13.393
	Baby	0.947	0.988	1.408	3.343
	Otros	0.868	0.722	0.902	2.492
	<b>TOTAL</b>	<b>20.614</b>	<b>23.324</b>	<b>21.148</b>	<b>65.086</b>

	<b>CATEGORIA</b>	<b>Línea 1</b>	<b>Línea 2</b>	<b>Línea 3</b>	<b>TOTAL (Kg)</b>
RC 5	Extra	6.371	3.882	4.327	14.58
	Selecta	10.452	10.063	10.111	30.626
	Comercial	7.241	8.07	6.799	22.11
	Domestica	2.734	6.171	5.997	14.902
	Baby	0.733	1.075	0.987	2.795
	Otros	1.694	0.654	0.382	2.73
	<b>TOTAL</b>	<b>29.225</b>	<b>29.915</b>	<b>28.603</b>	<b>87.743</b>

	<b>CATEGORIA</b>	<b>Línea 1</b>	<b>Línea 2</b>	<b>Línea 3</b>	<b>TOTAL (Kg)</b>
RC 6	Extra	4.899	4.947	7.088	16.934
	Selecta	10.942	11.211	11.6	33.753
	Comercial	7.446	8.922	7.842	24.21
	Domestica	5.504	5.177	5.017	15.698
	Baby	1.604	1.215	1.17	3.989
	Otros	0.754	0.665	0.74	2.159
	<b>TOTAL</b>	<b>31.149</b>	<b>32.137</b>	<b>33.457</b>	<b>96.743</b>

Anexo 7.2: Resultados de la cosecha del tratamiento de riego por goteo intermitente por cada unidad experimental.

**Tabla N° 44: Resultados de la cosecha del tratamiento de riego intermitente**

	<b>CATEGORIA</b>	<b>Línea 1</b>	<b>Línea 2</b>	<b>Línea 3</b>	<b>TOTAL (Kg)</b>
RI 1	Extra	1.782	5.535	2.935	10.252
	Selecta	6.797	6.648	7.254	20.699
	Comercial	6.828	5.042	5.307	17.177
	Domestica	2.371	3.019	5.039	10.429
	Baby	0.46	0.463	0.846	1.769
	Otros	2.12	1.382	0.904	4.406
	<b>TOTAL</b>	<b>20.358</b>	<b>22.089</b>	<b>22.285</b>	<b>64.732</b>

	<b>CATEGORIA</b>	<b>Línea 1</b>	<b>Línea 2</b>	<b>Línea 3</b>	<b>TOTAL (Kg)</b>
RI 2	Extra	1.38	1.293	0.783	3.456
	Selecta	3.548	4.918	4.886	13.352
	Comercial	4.686	4.693	4.814	14.193
	Domestica	5.092	5.389	5.362	15.843
	Baby	0.77	0.749	0.49	2.009
	Otros	0.814	0.933	0.837	2.584
	<b>TOTAL</b>	<b>16.29</b>	<b>17.975</b>	<b>17.172</b>	<b>51.437</b>

	CATEGORIA	Línea 1	Línea 2	Línea 3	TOTAL (Kg)
RI 3	Extra	4.93	5.936	4.705	15.571
	Selecta	11.185	12.772	9.507	33.464
	Comercial	6.663	8.591	8.741	23.995
	Domestica	4.09	2.859	3.901	10.85
	Baby	0.616	0.636	0.901	2.153
	Otros	0.567	0.401	0.809	1.777
	<b>TOTAL</b>	<b>28.051</b>	<b>31.195</b>	<b>28.564</b>	<b>87.81</b>

	CATEGORIA	Línea 1	Línea 2	Línea 3	TOTAL (Kg)
RI 4	Extra	5.634	9.877	7.347	22.858
	Selecta	9.818	8.852	10.384	29.054
	Comercial	6.163	5.001	4.673	15.837
	Domestica	5.381	4.589	3.239	13.209
	Baby	1.368	1.203	0.598	3.169
	Otros	0.611	0.624	1.349	2.584
	<b>TOTAL</b>	<b>28.975</b>	<b>30.146</b>	<b>27.59</b>	<b>86.711</b>

	CATEGORIA	Línea 1	Línea 2	Línea 3	TOTAL (Kg)
RI 5	Extra	9.768	11.818	6.191	27.777
	Selecta	11.339	11.059	13.778	36.176
	Comercial	8.129	7.499	8.632	24.26
	Domestica	3.795	4.781	4.132	12.708
	Baby	0.876	1.074	0.627	2.577
	Otros	0.587	0.788	0.854	2.229
	<b>TOTAL</b>	<b>34.494</b>	<b>37.019</b>	<b>34.214</b>	<b>105.727</b>

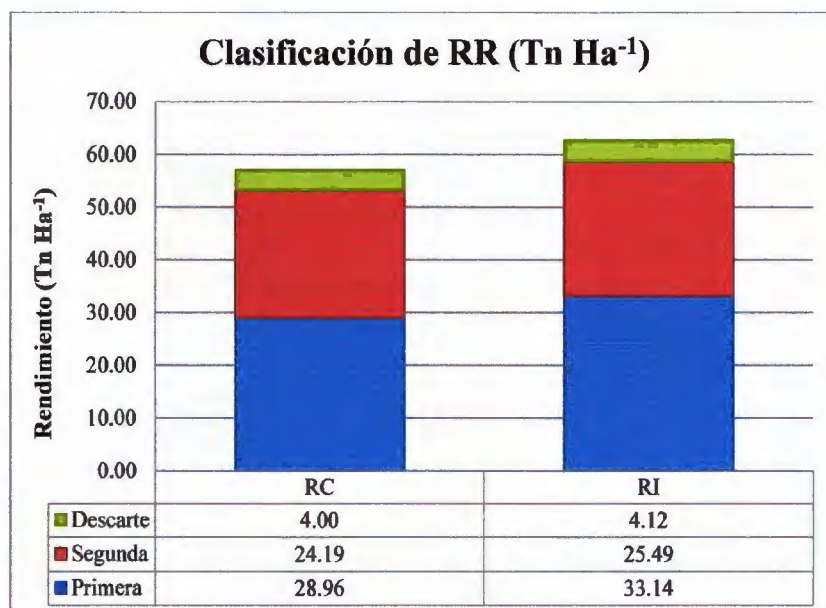
	CATEGORIA	Línea 1	Línea 2	Línea 3	TOTAL (Kg)
RI 6	Extra	5.091	4.581	6.808	16.48
	Selecta	10.28	9.838	9.257	29.375
	Comercial	6.816	7.364	5.86	20.04
	Domestica	6.506	7.361	6.388	20.255
	Baby	1.149	1.196	1.192	3.537
	Otros	0.689	1.53	1.118	3.337
	<b>TOTAL</b>	<b>30.531</b>	<b>31.87</b>	<b>30.62</b>	<b>93.024</b>

Anexo 7.3: Comparación de los resultados de la cosecha de ambos tratamientos (Tn Ha<sup>-1</sup>).

**Tabla N° 45: Comparación de la cosecha para el tratamiento RC y RI**

Clasificación	Categoría	Línea 1	Línea 2	Línea 3	Total (Tn Ha <sup>-1</sup> )	
PRIMERA	Extra	2.84	3.00	3.58	9.42	28.96
	Selecta	6.72	6.44	6.38	19.54	
SEGUNDA	Comercial	4.66	5.00	4.69	14.35	24.19
	Domestica	2.81	3.66	3.37	9.85	
DESCARTE	Baby	0.70	0.74	0.82	2.26	4.00
	Otros	0.60	0.69	0.45	1.75	
TOTAL RC		18.33	19.53	19.29	57.16	

Clasificación	Categoría	Línea 1	Línea 2	Línea 3	Total (Tn Ha <sup>-1</sup> )	
PRIMERA	Extra	3.66	5.01	3.69	12.36	33.14
	Selecta	6.79	6.93	7.06	20.78	
SEGUNDA	Comercial	5.04	4.90	4.88	14.81	25.49
	Domestica	3.49	3.59	3.60	10.68	
DESCARTE	Baby	0.67	0.68	0.60	1.95	4.12
	Otros	0.69	0.73	0.75	2.17	
TOTAL RI		20.35	21.83	20.57	62.75	



**Figura N° 30: Resultados por categoría para el tratamiento RC y RI**



## Anexo 8: Análisis estadístico de la cosecha con Minitab 17

Para el análisis se consideró:

- Tratamiento 1: Riego por goteo convencional.
- Tratamiento 2: Riego por goteo intermitente.

Anexo 8.1: Análisis estadístico (Minitab 17), para el rendimiento total ( $Tn\ Ha^{-1}$ )

### Rendimiento total ( $Tn\ Ha^{-1}$ )

Obs	Trat	Y
1	T1	43.37
2	T1	51.51
3	T1	56.08
4	T1	50.07
5	T1	67.49
6	T1	74.42
7	T2	49.79
8	T2	39.57
9	T2	67.55
10	T2	66.70
11	T2	81.33
12	T2	71.56

### ANOVA unidireccional: Rdto total vs. Trat

#### Método

Hipótesis nula      Todas las medias son iguales

Hipótesis alterna      Por lo menos una media es diferente

Nivel de significancia  $\alpha = 0.05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

#### Información del factor

Factor	Niveles	Valores
Trat	2	1, 2

#### Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Trat	1	93.83	93.83	0.51	0.492 > 0.05 ns
Error	10	1,844.75	184.48		
Total	11	1,938.58			

### Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Trat	N	Media	Agrupación
2	6	62.75	A
1	6	57.16	A

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

\*No existen diferencias significativas entre dos los tratamientos.

Prueba de normalidad de errores (Anderson-Darling): P-valor=0.920

Prueba de Homogeneidad de Varianzas:

Estadística

Método de prueba Valor p

F 0.58 0.566

Coefficiente de variabilidad: 22.6551%

Anexo 8.2: Análisis estadístico (Minitab 17), para el rendimiento de primera calidad (Tn Ha<sup>-1</sup>)

**Rendimiento primera (Tn Ha<sup>-1</sup>)**

Obs	Trat	Y
1	T1	22.67
2	T1	24.07
3	T1	29.48
4	T1	23.77
5	T1	34.77
6	T1	38.99
7	T2	23.81
8	T2	12.93
9	T2	37.72
10	T2	39.93
11	T2	49.19
12	T2	35.27

**ANOVA unidireccional: Rdto Primera vs. Trat**

**Método**

Hipótesis nula      Todas las medias son iguales  
 Hipótesis alterna    Por lo menos una media es diferente  
 Nivel de significancia  $\alpha = 0.05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

**Información del factor**

Factor	Niveles	Valores
Trat	2	1, 2

**Análisis de Varianza**

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Trat	1	52.49	52.49	0.50	0.496 > 0.05 ns
Error	10	1,050.01	105.00		
Total	11	1,102.50			

### Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Trat	N	Media	Agrupación
2	6	33.14	A
1	6	28.96	A

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

\*No existen diferencias significativas entre dos los tratamientos.

Prueba de normalidad de errores (Anderson-Darling): P-valor=0.873

Prueba de Homogeneidad de Varianzas:

	Estadística	
Método	de prueba	Valor p
F	0.27	0.180

Coefficiente de variabilidad: 33%

Anexo 8.3: Análisis estadístico (Minitab 17), para el rendimiento de segunda calidad (Tn Ha<sup>-1</sup>)

**Rendimiento segunda (Tn Ha<sup>-1</sup>)**

Obs	Trat	Y
1	T1	16.81
2	T1	23.14
3	T1	24.22
4	T1	21.81
5	T1	28.47
6	T1	30.70
7	T2	21.24
8	T2	23.10
9	T2	26.80
10	T2	22.34
11	T2	28.44
12	T2	31.00

**ANOVA unidireccional: Rdto Segunda vs. Trat**

**Método**

Hipótesis nula      Todas las medias son iguales

Hipótesis alterna    Por lo menos una media es diferente

Nivel de significancia  $\alpha = 0.05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

**Información del factor**

Factor    Niveles    Valores

Trat      2            1, 2

**Análisis de Varianza**

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Trat	1	5.032	5.032	0.26	0.624 > 0.05 ns
Error	10	196.309	19.631		
Total	11	201.341			

### Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Trat	N	Media	Agrupación
2	6	25.49	A
1	6	24.19	A

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

\*No existen diferencias significativas entre dos los tratamientos.

Prueba de normalidad de errores (Anderson-Darling): P-valor=0.890

Prueba de Homogeneidad de Varianzas:

Estadística		
Método	de prueba	Valor p
F	1.64	0.601

Coefficiente de variabilidad: 17.84%

## Anexo 9: Costos

### Anexo 9.1: Costos de Producción

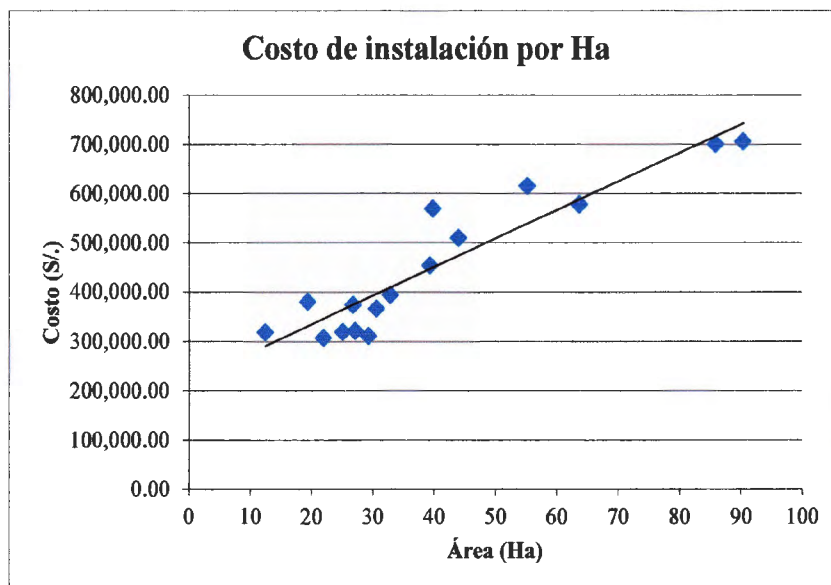
Descripción	Unidad de medida	Factor de medida	Precio unit. (S/.)	Sub total (S/.)	Total (S./HA)
<b>L- COSTOS DIRECTOS</b>					
<b>A.- MAQUINARIA AGRICOLA</b>					<b>680.00</b>
<b>a.- Preparación del terreno</b>				<b>520.00</b>	
- Rayado para machaco	H.M.	1.00	80.00	80.00	
- Arado	H.M.	3.00	80.00	240.00	
- Nivelación	H.M.	1.00	80.00	80.00	
- Surcadora	H.M.	1.00	80.00	80.00	
- Cortadera	H.M.	0.50	80.00	40.00	
<b>b.- Labores culturales</b>				<b>160.00</b>	
- Cultivado	H.M.	1.00	80.00	80.00	
- Aporque	H.M.	1.00	80.00	80.00	
<b>B.- MANO DE OBRA</b>					<b>2,550.00</b>
<b>a.- Preparación del terreno</b>				<b>320.00</b>	
- Tomeo	Jornal	1.00	40.00	40.00	
- Riego de machaco	Jornal	1.00	40.00	40.00	
- Despajo	Jornal	6.00	40.00	240.00	
<b>b.- Siembra</b>				<b>750.00</b>	
- Sacada de esqueje y siembra	Ha	1.00	750.00	750.00	
<b>c.- Labores culturales</b>				<b>800.00</b>	
- Tomeo	Jornal	1.00	40.00	40.00	
- Riego	Jornal	6.00	40.00	240.00	
- Abonamiento	Jornal	2.00	40.00	80.00	
- Aplicaciones pesticidas	Jornal	3.00	40.00	120.00	
- Deshierbo	Jornal	8.00	40.00	320.00	
<b>d.- Cosecha</b>				<b>680.00</b>	
- Corte de follaje	Jornal	12.00	40.00	480.00	
- Recojo de raíces	Jornal	5.00	40.00	200.00	

<b>D.- GASTOS ESPECIALES.-</b>					<b>1,584.26</b>	
<b>a.- Semillas</b>				<b>300.00</b>		
- Semillas (esquejes)	tercio	300.00	1.00	300.00		
<b>b.- Fertilizantes (80-80-80)</b>				<b>1,050.71</b>		
- Urea	sacos	2.17	65.00	141.05		
- Fosfato di amónico	sacos	3.47	98.00	340.06		
- Sulfato de potasio	sacos	3.20	178.00	569.60		
<b>c.- Agroquímicos</b>				<b>161.45</b>		
- Confidor	Lt.	0.30	204.00	61.20		
- BB5	Lt.	1.00	29.00	29.00		
- Superwett	Lt.	0.50	22.50	11.25		
- Afalon	Lt.	0.50	120.00	60.00		
<b>d.- Canon de Agua</b>				<b>72.10</b>		
- Pago de Tarifa	Mes	5.00	14.42	72.10		
<b>TOTAL DE COSTOS DIRECTOS</b>						<b>4,814.26</b>
<b>II.- COSTOS INDIRECTOS.</b>						<b>144.43</b>
a.- Otros gastos		3%		144.43		
<b>TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS.</b>					<b>144.43</b>	
<b>III.- COSTO DE PRODUCCION. (S/./Ha)</b>					<b>4,958.69</b>	



Anexo 9.2: Costo de instalación de riego tecnificado por goteo para proyectos del Programa Subsectorial de Irrigaciones.

PROYECTO	Ha	S/.	S/./Ha
San Isidro	12.49	318,957.00	25,536.99
El Olivar	19.44	379,876.00	19,540.95
La Arenita Ramal II y III	22	307,328.00	13,969.45
San Benito	25.14	319,705.00	12,716.98
El Palomar	26.82	373,601.00	13,929.94
Paraíso Perla de Macabí	27.2	320,995.00	11,801.29
Valle del Orion	29.34	311,491.00	10,616.60
Pampa Paraíso Sur Cruz de Mayo	30.62	366,218.00	11,960.09
Virgen del Rosario	32.9	393,886.00	11,972.22
San Juan Sur	39.37	453,335.00	11,514.73
La Hormiguita Paijan	39.81	568,978.00	14,292.34
Pozuelo Norte- Huáscar	44	509,337.00	11,575.84
San Pedro	55.17	615,134.00	11,149.79
La Venta Baja	63.73	578,634.00	9,079.46
Santa Dominguita	85.91	701,019.00	8,159.92
El Nazareno	90.33	706,217.00	7,818.19



**Anexo 10: Panel fotográfico de actividades en campo**



**Figura N° 31: Estado del campo previo a la fase experimental.**



**Figura N° 32: Incorporación de compost al terreno y riego por machaco**



**Figura N° 33: Arado del área experimental**



**Figura N° 34: Nivelado del área experimental**



**Figura N° 35: Tendido de cintas en el área experimental**



**Figura N° 36: Prueba del bulbo de humedad en el área experimental**



**Figura N° 37: Bulbo de humedad**



**Figura N° 40: Lectura de la lámina del tanque evaporímetro tipo A**



**Figura N° 41: Primera semana después de la siembra (23-02-15)**



**Figura N° 42: Segunda semana después de la siembra (28-02-15)**



**Figura N° 43: Prueba de coeficiente de uniformidad y lecturas de la lámina en mm**



**Figura N° 44: Extracción de muestras para la obtención de la humedad gravimétrica**



**Figura N° 45: Cuarta semana después de la siembra (14-03-15)**





**Figura N° 46: Quinta semana después de la siembra (23-03-15)**



**Figura N° 47: Sexta semana después de la siembra (28-03-15)**



**Figura N° 48: Sexta semana después de la siembra (31-03-15)**



**Figura N° 49: Labores culturales- Control de plagas (pulgones)**



**Figura N° 50: Aplicación de abono foliar e insecticidas.**



**Figura N° 51: Novena semana después de la siembra (16-04-15)**



**Figura N° 52: Décima semana después de la siembra (25-04-15)**



**Figura N° 53: Undécima semana después de la siembra (02-05-15)**



**Figura N° 54: Treceava semana después de la siembra (16-05-15)**



**Figura N° 55: Catorceava semana después de la siembra (23-05-15)**



**Figura N° 56: Muestreo de raíces reservantes (20-05-15)**



**Figura N° 57: Muestreo de raíces reservantes (27-05-15)**



**Figura N° 58: Medición de la altura de planta (30-05-15)**



**Figura N° 59: Medición del área de planta (30-05-15)**



**Figura N° 60: Dieciseisava semana después de la siembra (03-06-15)**





**Figura N° 61: Vigésima semana después de la siembra (04-07-15)**



**Figura N° 62: Cosecha de camote**



**Figura N° 63: Cosecha de camote en una hilera**