

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA
FACULTAD DE INGENIERIA AGRICOLA**



**“EFECTO DEL INICIO DEL RIEGO PARCIAL DE LA ZONA DE
RAÍCES EN EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE CAMOTE”**

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

DUANER ADDERLY JULI TAIRO

Lima- Perú

2018

**La UNALM es titular de los derechos patrimoniales de la presente tesis (Art. 24 -
Reglamento de Propiedad Intelectual)**

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA
FACULTAD DE INGENIERIA AGRICOLA**

**“EFECTO DEL INICIO DEL RIEGO PARCIAL DE LA ZONA DE RAÍCES EN
EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE CAMOTE”**

**TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE
INGENIERO AGRICOLA**

DUANER ADDERLY JULI TAIRO

Sustentada y aprobada ante el siguiente Jurado:

Mg. Sc. David Ricardo Ascencios Templo
Presidente

Ing. José Bernardino Arapa Quispe
Miembro

Mg. Sc. Gilberto Rodríguez Soto
Miembro

Mg. Sc. Miguel Ángel Sánchez Delgado
Asesor

Dr. Jesús Abel Mejía Marcacuzco
Co-Asesor

DEDICATORIA

*El presente trabajo se lo dedico a mis padres, hermanos, tíos y primos
Que son de ayuda fundamental en mi vida
A todos los Ingenieros y profesores que nos impartieron sus conocimientos
Durante la vida académica*

AGRADECIMIENTO

A Dios por darme la vida y las fuerzas necesarias para luchar día a día en este mundo

A mis padres Juan Juli y Lucía Tairo, quienes nunca dudan en apoyarme en las metas que me propongo

A mis hermanos Darwin, Abel, Javier, Julio, Walter, y Yojhan por su ayuda constante en mi vida..

A mis tías Luz Marina Quispe esposo e hijos y Lourdes Quispe esposo e hijos por el apoyo brindado

A la Universidad Nacional Agraria La Molina por los años que me permitió aprender en sus aulas.

A la Facultad de Ingeniería Agrícola por la formación brindada a través de sus grandes maestros.

A mis colegas Daniel, Lucía y Kelyn, por el apoyo compartido en la duración de esta investigación

Al asesor Ing. Miguel Sánchez por los conocimientos brindados durante el desarrollo de la investigación

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	i
ABSTRACT	ii
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Objetivos	2
1.1.1. Objetivo general.....	2
1.1.2. Objetivos específicos	2
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1. Cultivo de camote.....	3
2.1.1. Descripción de cultivo	3
2.1.2. Clasificación sistemática del camote	3
2.1.3. Fenología del camote.....	4
2.1.4. Factores ambientales que afectan al desarrollo del camote	9
2.1.5. Aspectos de producción	9
2.1.6. Procedimientos adecuados para la cosecha del camote.....	11
2.1.7. Fases del crecimiento del camote	12
2.1.8. Camote Huambachero	13
2.1.9. Camote Paramonguino.....	14
2.2. Riego por goteo	14
2.3. Riego deficitario	15
2.3.1. Riego deficitario controlado (RDC)	15
2.3.2. Riego parcial de la zona de raíces (PRD)	16
2.4. Bulbo de humedecimiento.....	17
2.5. Programación de riego.....	18
2.5.1. Necesidades hídricas de los cultivos	18
2.5.2. Método del tanque evaporímetro	18
2.5.3. Descripción del tanque evaporímetro Clase A	20
2.6. Productividad del agua	21
2.7. Diseño experimental.....	21
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	23
3.1. Ubicación.....	23
3.2. Análisis de laboratorio.....	24
3.2.1. Análisis de suelo	24

3.2.2. Análisis de agua.....	24
3.3. Diseño experimental.....	25
3.4. Programación de riego.....	26
3.4.1. Características edáficas.....	27
3.5. Conducción del experimento.....	27
3.6. Mediciones	33
3.7. Análisis estadístico.....	34
IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	35
4.1. Rendimiento del cultivo	35
4.1.1. Comparación de rendimientos del cultivo de camote en las variedades Huambachero y Paramonguino.....	39
4.2. Cuantificación del agua de riego.....	40
4.3. Relación entre el consumo de agua y la producción de camote.....	41
4.3.1. Camote variedad Huambachero.....	41
4.3.2. Camote variedad Paramonguino.....	42
4.4. Productividad del agua	43
4.5. Humedad del suelo	45
4.6. Área o cobertura foliar	50
4.7. Longitud de tallo	52
4.8. Longitud de raíz.....	54
V. CONCLUSIONES.....	56
VI. RECOMENDACIONES.....	57
VII. BIBLIOGRAFÍA.....	58
VIII. ANEXOS.....	61

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Características del suelo del cultivo	24
Tabla 2: Características del agua de riego	24
Tabla 3: Características del suelo	27
Tabla 4: Calificación del coeficiente de uniformidad (CU)	30
Tabla 5: Medidas de caudales para el Coeficiente de Uniformidad.....	31
Tabla 6: Rendimiento del camote Huambachero	35
Tabla 7: Prueba de Tukey para Rendimiento - Huambachero	37
Tabla 8: Rendimiento del camote Paramonguino	37
Tabla 9: Prueba de Tukey para rendimiento - Paramonguino	39
Tabla 10: Volumen de agua usado en el experimento.....	40
Tabla 11: Volumen de agua usado para cada variedad	40
Tabla 12: Productividad de agua - Huambachero	43
Tabla 13: Productividad de agua - Paramonguino	44
Tabla 14: Interpretación estadística del área foliar – Huambachero	50
Tabla 15: Interpretación estadística del área foliar - Paramonguino	51
Tabla 16: Interpretación estadística de la longitud de tallo - Huambachero	52
Tabla 17: Interpretación estadística de la longitud de tallo - Paramonguino	53
Tabla 18: Interpretación estadística de la longitud de raíz - Huambachero	54
Tabla 19: Interpretación estadística de la longitud de raíz - Paramonguino	55

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Raíces del camote	5
Figura 2: Partes del tallo de la planta	6
Figura 3: Tipos de hojas de la planta del camote	7
Figura 4: Partes de la flor de la planta del camote	8
Figura 5: Etapas del desarrollo del camote	13
Figura 6: Comparación entre las tres formas de riego	17
Figura 7: Coeficientes del tanque tipo A.....	20
Figura 8: Dimensiones del tanque de evaporación tipo A	21
Figura 9: Distribución de los tratamientos de riego	26
Figura 10: Área de la planta	26
Figura 11: Parcela testigo.....	28
Figura 12: Parcela con riego parcial.....	29
Figura 13: Primer turno de riego	29
Figura 14: Segundo turno de riego	29
Figura 15: Parcela con esquejes recién sembrados	32
Figura 16: Aporque del camote.....	32
Figura 17: Fumigación del cultivo	33
Figura 18: Medidor de volumen de agua	34
Figura 19: Comparación de rendimientos en los 4 tratamientos.....	36
Figura 20: Comparación de rendimientos en los 4 tratamientos.....	38
Figura 21: Comparación de resultados en rendimientos para ambas variedades.....	39
Figura 22: Volumen de agua consumido por el testigo y el riego parcial.....	41
Figura 23: Comparación de rendimiento y Aplicación de agua - Huambachero.....	42
Figura 24: Comparación de rendimientos y consumo de agua - Paramonguino.....	43
Figura 25: Variación de la humedad en la repetición 1 - Huambachero.....	45
Figura 26: Variación de la humedad en la repetición 2 - Huambachero.....	45
Figura 27: Variación de la humedad en la repetición 3 - Huambachero.....	46
Figura 28: Variación de la humedad en la repetición 4 - Huambachero.....	46
Figura 29: Variación de la humedad en la repetición 5 - Huambachero.....	47
Figura 30: Variación de la humedad en la repetición 1 - Paramonguino.....	47
Figura 31: Variación de la humedad en la repetición 2 - Paramonguino.....	48

Figura 32: Variación de la humedad en la repetición 3 - Paramonguino.....	48
Figura 33: Variación de la humedad en la repetición 4 - Paramonguino.....	49
Figura 34: Variación de la humedad en la repetición 5 - Paramonguino.....	49
Figura 35: Comparación del área foliar - Huambachero.....	50
Figura 36: Comparación del área foliar - Paramonguino.....	51
Figura 37: Comparación de longitud de tallo – Huambachero	52
Figura 38: Comparación de longitud de tallo - Paramonguino	53
Figura 39: Comparación de longitud de raíz - Huambachero	54
Figura 40: Comparación de longitud de raíz - Paramonguino	55

INDICE DE ANEXOS

ANEXO 1: Panel fotográfico	61
ANEXO 2: Análisis de agua.....	63
ANEXO 3: Reporte estadístico del Software SAS 9.1 en el rendimiento de ambas variedades de camote.....	68
ANEXO 4: Análisis estadístico del rendimiento en el camote Huambachero	69
ANEXO 5: Análisis estadístico del rendimiento en el camote Paramonguino	71
ANEXO 6: Reporte estadístico del Software SAS 9.1 en la longitud de tallo y área foliar del camote Huambachero.....	73
ANEXO 7: Análisis estadístico de la longitud de tallo en el camote Huambachero.....	74
ANEXO 8: Prueba de Duncan y Tukey en el análisis estadístico de la longitud de tallo en el camote Huambachero.....	76
ANEXO 9: Análisis estadístico del área foliar en el camote Huambachero	80
ANEXO 10: Prueba de Duncan y Tukey en análisis estadístico del área foliar en el camote Huambachero	82
ANEXO 11: Reporte estadístico del Software SAS 9.1 en la longitud de raíz del camote Huambachero	86
ANEXO 12: Análisis estadístico de la longitud de raíz en el camote Huambachero.....	87
ANEXO 13: Prueba de Duncan y Tukey de la longitud de raíz en el camote Huambachero.....	89
ANEXO 14: Reporte estadístico de la longitud de tallo y área foliar en el camote Paramonguino.....	93
ANEXO 15: Análisis estadístico de la longitud de tallo del camote Paramonguino	94
ANEXO 16: Prueba de Duncan y Tukey de la longitud de tallo en el camote Paramonguino.....	96
ANEXO 17: Análisis estadístico del área del foliar del camote Paramonguino	100
ANEXO 18: Prueba de Duncan y Tukey en el análisis estadístico del área foliar en el camote Paramonguino	102
ANEXO 19: Reporte estadístico de la longitud de raíz del camote Paramonguino	106
ANEXO 20: Análisis estadístico de la longitud de raíz del camote paramonguino.....	107
ANEXO 21: Prueba de Duncan y Tukey en el análisis estadístico de la longitud de raíz en el camote Paramonguino.....	109

RESUMEN

En esta investigación se aplicó el riego por goteo de dos formas; con el 100% de lámina denominado testigo y el Riego Parcial de la Zona de Raíces (PRD) con el 50% de lámina. Este último tuvo tres inicios diferentes de los tratamientos; a los 23, 33 y 45 días después de la siembra, regado con una frecuencia de 2 días, hasta 135 días después de la siembra, en el cultivo de dos variedades de camote: Huambachero y Paramonguino. El ensayo se realizó en la parcela experimental del Departamento de Recursos Hídricos de la Facultad de Ingeniería Agrícola de la Universidad Nacional Agraria la Molina (UNALM). La lámina de riego se determinó de acuerdo a la evapotranspiración del tanque tipo A. Los rendimientos en la variedad Huambachero fueron: Testigo: 42.1 t.ha⁻¹, a los 23 días: 37.4 t.ha⁻¹, a los 33 días: 32.7 t.ha⁻¹ y a los 45 días: 35.1 t.ha⁻¹. En la variedad Paramonguino fueron: Testigo: 39.2 t.ha⁻¹, a los 23 días 30.0 t.ha⁻¹, a los 33 días 31.4 t.ha⁻¹ y a los 45 días 32.6 t.ha⁻¹. La aplicación de agua para ambas variedades fue de: 5368.9 m³.ha⁻¹ en el testigo, 3185.54 m³.ha⁻¹ en el tratamiento de 23 días, 3429.47 m³.ha⁻¹ en el tratamiento de 33 días y de 3713.26 m³.ha⁻¹ en el tratamiento de 45 días. Las productividades de agua en la variedad Huambachero fueron: testigo, 7.85 kg.m⁻³, a los 23 días 10.91 kg.m⁻³ a los 33 días 9.52 kg.m⁻³ a los 45 días 9.46 kg m⁻³. En la variedad Paramonguino fueron: testigo 7.30 kg.m⁻³, a los 23 días 9.42kg.m⁻³, a los 33 días 9.15 kg.m⁻³, a los 45 días 8.78 kg.m⁻³. Los tratamientos muestran diferentes productividades de agua, sin tener diferencia significativa de rendimientos siendo el mayor el de 23 días.

Palabras clave: testigo, riego parcial, rendimiento, productividad de agua

ABSTRACT

In this investigation was applied drip irrigation in two ways: with 100 percent of the sheet called control treatment and Root Zone Partial Irrigation (PRD) with 50 percent of sheet. This latter had three different of treatment: at 23, 33 y 45 days after the sowing; watered every two days to the 135 day after the sowing, for the sweet potato cultivation in two varieties: Huambachero and Paramonguino. The test was carried out on the experimental plot of the Department of Water Resources of the Agricultural Engineering Faculty of the National Agrarian University (UNALM). The irrigation sheet was determined according to the type A evapotranspiration tank. The yields in the Huambachero variety were 42.1 t.ha⁻¹ for control treatment , 37.4 t.ha⁻¹ for the treatment of 23 days , 32.7 t.ha⁻¹ for the treatment of 33 days and 35.1 t.ha⁻¹ for the treatment of 45 days . In the Paramonguino variety were 39.2 t.ha⁻¹for control treatment , 30.0 t.ha⁻¹ for the treatment of 23 days , 31.4 t.ha⁻¹ for the treatment of 33 days and at 32.6 t.ha⁻¹ for the treatment of 45 days .The water application for both varieties were 5368.9 m³.ha⁻¹ in the control treatment, 3185.54 m³.ha⁻¹ in the treatment of 23 days, 3429.47 m³.ha⁻¹ in the treatment of 33 days and 3713.26 m³. ha⁻¹ in the treatment of 45 days. Water yields in the Huambachero variety were 7.85 kg.m⁻³ for control treatment, 10.91 kg.m⁻³ for the treatment 23 days, 9.52 kg.m⁻³ for treatment of 33 days an 9.46 kg m⁻³ for the treatment of 45 days. In the Paramonguino variety were 7.30 kg.m⁻³ in the control treatment, 9.42 kg.m⁻³ for the treatment of 23 days, 9.15 kg.m⁻³ for the treatment of 33 days and 8.78 kg.m⁻³ for the treatment of 45 days. Treatments have different water yields, but have a significant difference in yields over 23 days.

Keywords: control treatment, partial irrigation, yield, water productivity.

I. INTRODUCCIÓN

La escasez de agua es un problema cada vez más recurrente, por lo que la necesidad de hacer un mejor aprovechamiento del agua y su uso racional es un tema de suma importancia. La tecnificación del riego es una de las alternativas para optimizar el uso de este recurso, en el cual las eficiencias según el tipo de riego son: riego por gravedad 40 por ciento, riego por aspersión 70 por ciento y riego por goteo 90 por ciento (DGIAR, 2015).

El riego parcial de la zona de raíces (PRD), consiste en someter a estrés hídrico un sector del sistema radicular, mientras que el otro sector se mantiene húmedo, este procedimiento es alternado en cada riego, haciendo que la planta se regule internamente. El propósito de esta técnica es aplicar una cantidad menor de agua en comparación con la cantidad de agua para el riego convencional.

El experimento tuvo tratamientos con tres diferentes fechas de inicio de riego parcial deficitario a los: 23, 33 y 45 días después de la siembra, de dos variedades de camote: Huambachero y Paramonguino, obteniendo diferentes productividades de agua y diferentes rendimientos de cultivo, de los que se eligió uno de ellos, con el fin de obtener el máximo ahorro de agua sin disminución considerable del rendimiento de cultivo.

El camote es un cultivo que puede adaptarse a cualquier tipo de suelo, es muy difundido no solo a nivel nacional sino a nivel mundial debido a la baja inversión y su importante aporte de nutrientes en la alimentación. Con la elección de la fecha de inicio del tratamiento será posible ahorrar agua sin disminuir considerable el rendimiento en lugares donde la escasez de agua es de suma preocupación.

1.1. Objetivos

Los objetivos del presente trabajo de investigación son:

1.1.1. Objetivo general

Aplicación del riego parcial de la zona de raíces (PRD) en el rendimiento de dos variedades de camote utilizando el sistema de riego por goteo.

1.1.2. Objetivos específicos

- a. Determinar el momento de inicio más adecuado del riego parcial de la zona de raíces en dos variedades de camote en relación a su rendimiento.

- b. Determinar la productividad del agua en el cultivo de camote al aplicar el riego parcial de la zona de raíces (PRD)

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Cultivo de camote

2.1.1. Descripción de cultivo

Es uno de los cultivos más importantes del mundo. Ocupa el séptimo lugar en la producción mundial, siendo los principales lugares Asia y África, mientras que Latinoamérica y el Caribe cubren aproximadamente un 6 por ciento. Este cultivo tiene un gran potencial como alimento en la dieta del hombre y en la industria como en el forraje.

La importancia del camote como alimento radica en su alto valor energético, gracias a su elevado contenido de almidón. También es una fuente importante de elementos nutritivos como vitamina A, niacina, riboflavina y vitamina C, además de elementos minerales y de algunos aminoácidos.

El camote es una especie que por sus características de rusticidad se puede cultivar en suelos pobres y con poca cantidad de agua lo que ha permitido que su cultivo se pueda extender a numerosos países del mundo (La Rosa, 2008).

2.1.2. Clasificación sistemática del camote

Según Yáñez (2002), la posición taxonómica del camote es la siguiente:

Reino	:	Embryophyta
División	:	Magnoliophyta
SubDivisión	:	Angiospermae
Clase	:	Magnoliopsida
SubClase	:	Asteriade
Orden	:	Solanales
Familia	:	Convolvulaceae

Género : Ipomoea
Sección : Batatas
Especie : Ipomoea batatas (L) Lam.

2.1.3. Fenología del camote

a. Sistema radicular

Cuando el camote es sembrado, las raíces adventicias emergen en un día o dos. Estas raíces crecen rápidamente formando el sistema radicular de la planta. Investigaciones han mostrado que la raíz del camote ha llegado hasta una profundidad de dos metros, la profundidad exacta de las raíces depende de las condiciones del suelo.

Las raíces adventicias han sido divididas en raíces almacenadas, fibrosas y de lápiz. Las raíces laterales son divididas en primarias, secundarias y terciarias (Belehu, 2003).

El sistema radicular de las plantas que se obtienen por propagación vegetativa se inicia con las raíces adventicias. Estas se desarrollan como raíces fibrosas primarias que se ramifican lateralmente. Conforme la planta madura, se producen raíces de tipo lápiz que tienen alguna lignificación. Otras raíces que no tienen lignificación, son carnosas, engruesan bastante y se les llama raíces reservantes.

a.1 Raíces de almacenamiento

El aumento del tamaño de las raíces de almacenamiento se debe al cambio de la actividad vascular, el signo inicial de su formación es la acumulación de fotosintatos constituidos predominantemente de almidón (Belehu, 2003).

Las raíces de almacenamiento se forman a partir del esqueje original. De los nudos de las nuevas guías y desarrollan en diámetro en plantas maduras. Es el resultado de la plantación por esquejes o bejucos (Villagómez, 2017).

a.1.1 Raíces lápiz

Las raíces lápiz son generalmente entre 5 a 15 mm de diámetro, son menos definidas que las raíces adventicias que emergen de los nodos subterráneos, se desarrollan principalmente de las raíces adventicias jóvenes y gruesas en condiciones no propicias para el almacenamiento.

a.1.2 Raíces fibrosas

Las raíces fibrosas son generalmente menos de 5 mm de diámetro y están ramificadas formando una red densa a lo largo de la zona radicular constituyendo para la planta un sistema de absorción de nutrientes del agua y suelo.

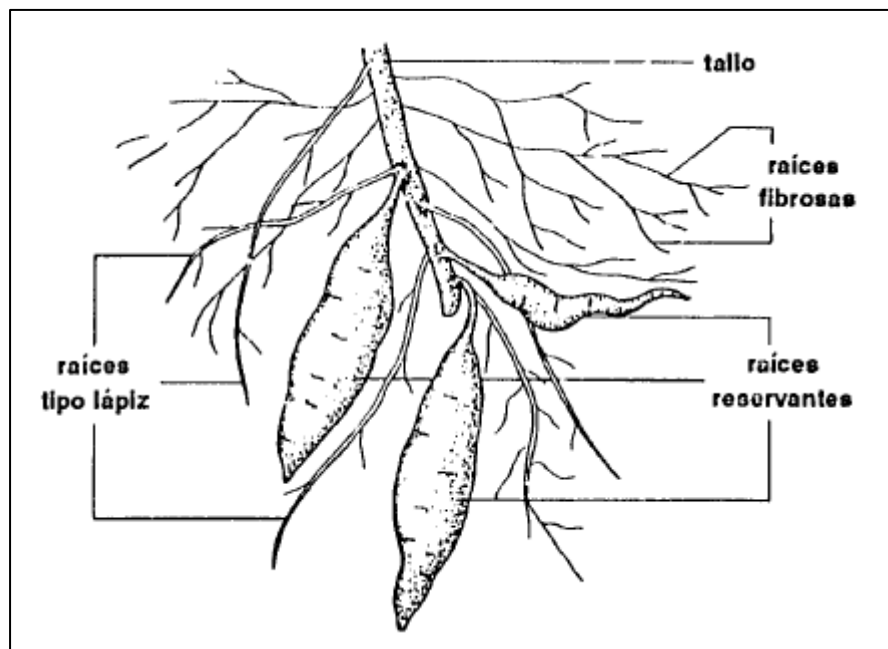


Figura 1: Raíces del camote

FUENTE: Huamán (1992)

b. Tallo

Los tallos o ramas son las guías o bejucos de consistencia herbácea, predominando la forma cilíndrica. Hay camotes de tipo arbustivo y desarrollan diversas ramificaciones primarias y secundarias. El tallo está constituido por: yemas axiales, yemas terminales, nudos y entrenudos. Cuando el distanciamiento de los nudos es más largo el camote es para forraje (Villagómez, 2017).

Los tallos son cilíndricos y su longitud, así como la de los entrenudos, depende del hábito de crecimiento del cultivar y de la disponibilidad de agua en el suelo. Los cultivares de crecimiento erecto son de aproximadamente 1m de largo mientras que los muy rastreros pueden alcanzar más de 5 metros de longitud.

La longitud de los entrenudos puede variar de corta a muy larga y según el diámetro del tallo pueden ser delgados o muy gruesos (Huamán, 1992).

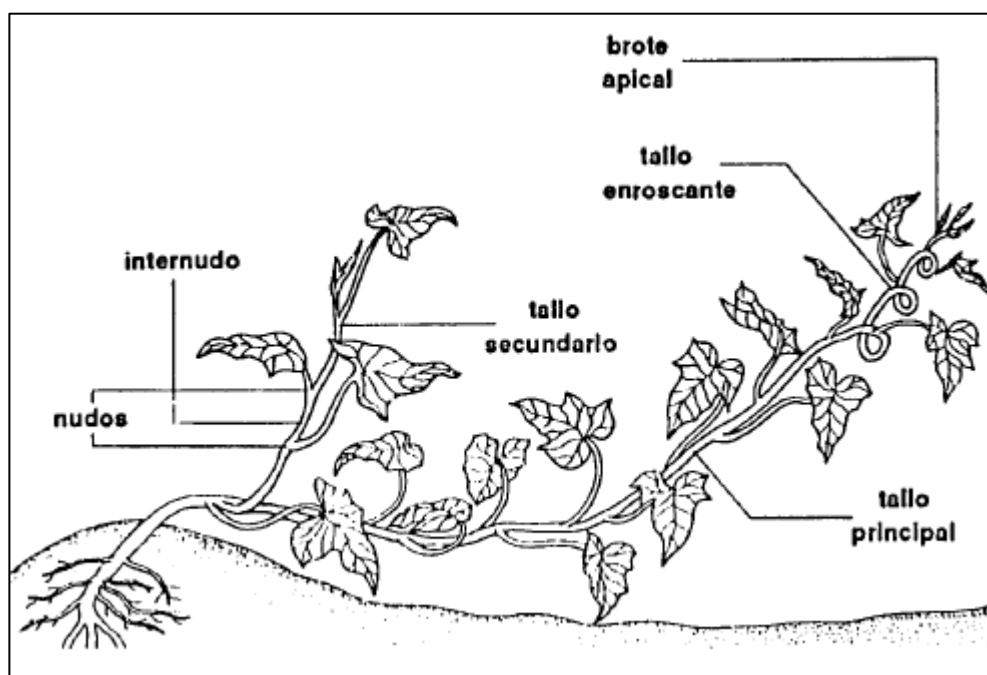


Figura 2: Partes del tallo de la planta

FUENTE: Huamán (1992)

c. Hojas

Las hojas son simples y están arregladas alternadamente en espiral sobre los tallos formando fitotaxia donde hay 5 hojas arregladas en espiral en dos círculos alrededor del tallo por cada dos hojas que están en el mismo plano vertical sobre el tallo.

El borde de las hojas puede ser entero, dentado o lobulado. La base de la hoja tiene generalmente dos lóbulos, que pueden ser casi rectos o redondeados. La forma del perfil general de las hojas del camote puede ser redondeada, reniforme (en forma de riñón), cordada (en forma de corazón), triangulada, hastada (trilobular y en forma de

lanza con los lóbulos basales más o menos divergentes), lobuladas y casi divididas. Las hojas lobuladas varían en el grado de partición de los lóbulos desde superficial a muy profundo.

El número de lóbulos varían de tres a siete y puede ser determinado contando los lóbulos cuyas venas van desde la inserción del pecíolo hasta el borde de la hoja. Sin embargo, las hojas dentadas tienen lóbulos minúsculos llamados dientes que pueden ser de 1 hasta más de 9 (Huamán, 1992).

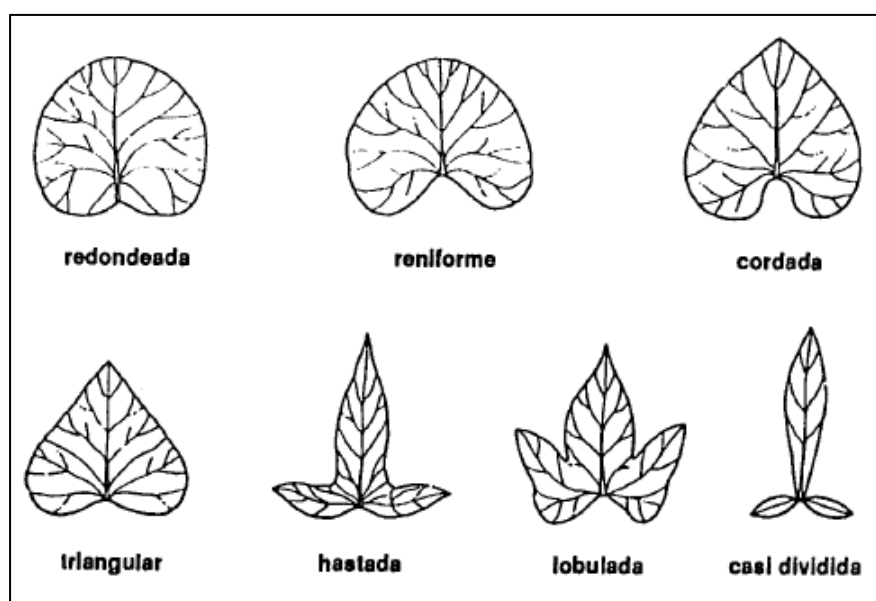


Figura 3: Tipos de hojas de la planta del camote

FUENTE: Huamán (1992)

d. Flores

Las flores de la planta del camote nacen solitarias creciendo hacia arriba desde el eje de la hoja, posee cinco estambres y están unidos a la base del tubo de la corola.

Los estambres varían en altura con respecto a la longitud del estilo. En la mayoría de los cultivares, los dos estambres más largos tienen aproximadamente la misma longitud que el estilo. El filamento es blanco y peludo, la antera también es blanca y contiene polen redondeados en forma de granos en la superficie.

Cada flor se abre antes del amanecer en un día particular, luego se cierra y se marchita antes del mediodía del mismo día. El tiempo que la flor permanece abierta es ligeramente más largo, si el clima es fresco y nublado. La polinización es por insectos, particularmente abejas.

La flor del camote tiene una fisiología compleja. En primer lugar, la formación de la flor está sujeta al control ambiental, especialmente control fotoperiódico.

En segundo lugar, la flor está abierta y receptiva por un período extremadamente corto de tiempo.

En tercer lugar, existen complejos de incompatibilidad.

En cuarto lugar, la existencia de variación de longitud del estambre con respecto al estilo introduce otra complicación morfológica en el mecanismo de polinización. Todas estas características hacen que la producción de semillas sea difícil (Belehu, 2003)

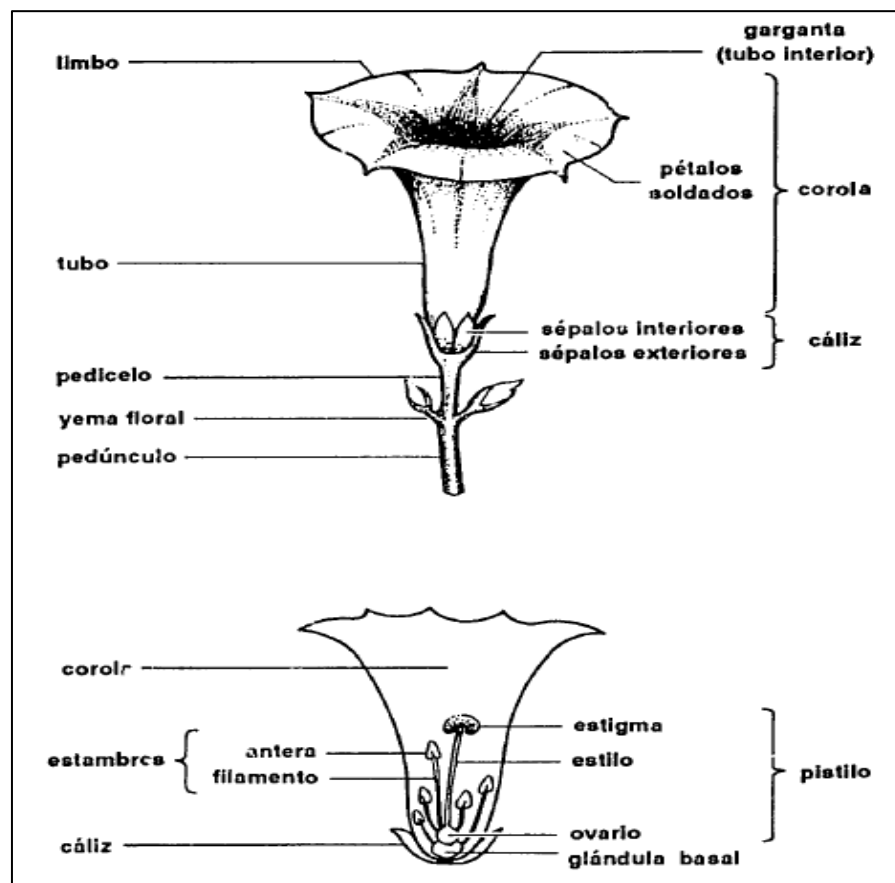


Figura 4: Partes de la flor de la planta del camote

FUENTE: Huamán (1992)

2.1.4. Factores ambientales que afectan al desarrollo del camote

Según Villagómez (2017), las condiciones ambientales son:

a. Temperatura

El camote se desarrolla en climas tropicales y subtropicales, la temperatura óptima es de 22 a 24 °C. El rango de crecimiento y desarrollo puede ser de 12 a 15 °C hasta 25 a 28 °C. Temperatura nocturna de 15 a 20 °C lo que favorece a la formación de raíces reservantes y Temperaturas diurnas de 25 a 30 °C favorecen al desarrollo vegetativo.

b. Radiación

Experimentos realizados prueban la indiferencia del camote al fotoperiodo. Esto permite tener alta capacidad de adaptación a diferentes condiciones.

c. Humedad

Un buen porcentaje de la producción de camote es de campos sin regadío (terrenos en secano). En zonas lluviosas la precipitación óptima fluctúa entre los 750 a 1000 mm/año y 500 a 600 mm/año en su etapa de desarrollo (formación de raíces reservantes).

d. Vientos

Por su forma de crecimiento rastrero, la especie se adapta bien a regiones con fuertes vientos. Este es el motivo por el cual el manejo se ha difundido en las zonas costeras de países como los asiáticos donde se presenta tifones.

2.1.5. Aspectos de producción

Según Villagómez (2017), los procedimientos del manejo del cultivo son:

a. Preparación del terreno

El camote en condiciones de clima apropiado se le puede manejar en suelos muy variados, aunque los rendimientos también serán variados. La especie desarrolla mejor en suelos franco arenoso, bien drenados, con subsuelo arcilloso y rico en

materia orgánica. El pH debe variar entre 4.5 a 7.5 siendo el nivel óptimo de 5.6 a 6.6. Se le considera al camote como medianamente tolerante al efecto de la salinidad, tolera una conductividad eléctrica de 4 dS/m.

b. Selección de esquejes

Deben ser cortados de la parte apical, medio o basal del tallo o rama, estos esquejes pueden estar con hojas o sin hojas. El tamaño de los esquejes puede variar de 25 a 40 cm de largo con muchos nudos. El número de esquejes empleados por golpe generalmente varía de uno a dos.

c. Siembra o plantación

En suelos de alta retención de humedad, realizar la siembra en el lomo del surco. En suelos con ligera retención de humedad, se siembra al costado del surco.

Densidad de siembra:

Época cálida: 5 a 6 esquejes por metro lineal.

Época fría: 7 a 8 esquejes por metro lineal.

d. Época de siembra

En algunos sectores la época fría afecta notablemente a la productividad siendo susceptible a las enfermedades, por lo que se debe de hacer un manejo continuo, sin embargo las épocas de primavera y verano ofrecen las características adecuadas para que el camote tenga altos rendimientos

e. Abonamiento

La aplicación química debiera ser constatada con el análisis del suelo, para permitir tomar una decisión adecuada.

El camote es a menudo considerado como un cultivo asociado con suelos pobres. Esto es probablemente debido a que se adapta bien a suelos arenosos que son a menudo estériles. Sin embargo, se pueden obtener buenos rendimientos solo con suelos bajo condiciones de alta nutrición, pero equilibrado.

f. Deshierbo

El crecimiento de hierbas ajenas al camote en cantidad, puede generar un problema serio al quitar los nutrientes al camote, por ello es importante hacer un deshierbo principalmente durante los dos primeros meses del crecimiento pues a los 6 meses la copa del camote llega a su crecimiento completo asfixiando a las malas hierbas.

g. Cosecha

La cosecha es una actividad muy importante en el cultivo de camote, esta se puede realizar de diferentes formas ya sea manual o mecanizada, resultando mejor la mecanizada.

La cosecha es el momento adecuado para determinar los rendimientos de producto exportables con el menor daño en los tubérculos por efectos de las herramientas. El arranque mecanizado ofrece ventajas al productor, ya que puede cosechar en menos tiempo obteniendo menos frutos dañados, más frutos cosechados y gastos menores en mano de obra.

La cosecha se determina cuando las raíces tuberosas (camote), han completado su crecimiento, y el 80 por ciento ha completado el tamaño que oscila entre 170 a 600 gramos.

Para evitar daños en las raíces tuberosas durante la cosecha, se recomienda hacer el corte del follaje con segadera o machete a 15 cm del suelo.

2.1.6. Procedimientos adecuados para la cosecha del camote

- Realizar un riego muy ligero 15 días antes de la cosecha con el fin de aflojar el terreno para la cosecha manual.
- El corte de los tallos debe ser a 15 cm del suelo, para evitar daños en el camote, utilizando una hoz o machete.
- Cosechar en forma manual con lampa, con el debido cuidado a fin de evitar daños en el camote.
- El camote cosechado y seleccionado, debe recibir poco manipuleo, así evitará el daño mecánico.
- El corte del pecíolo del camote será realizado por un personal entrenado.

2.1.7. Fases del crecimiento del camote

En la Figura 5 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:

1° Establecimiento del cultivo

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

2° Inicio de formación de raíces tuberosas

Empieza desde el final de la fase inicial hasta que se llega a una cubierta sombreada efectiva completa equivalente a un 70 u 80 por ciento de la cobertura, lo que no significa que el cultivo haya llegado a su maduración.

3° Llenado de raíces tuberosas

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 por ciento de cobertura.

4° 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.

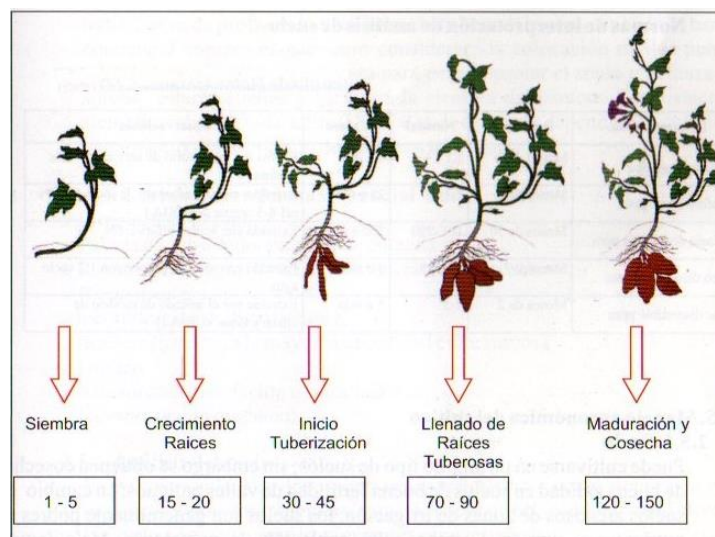


Figura 5: Etapas del desarrollo del camote

FUENTE: Molina (2010)

2.1.8. Camote Huambachero

De tipo morado, de color de piel morada oscura y pulpa naranja. La variedad INIA 306-Huambachero, se seleccionó del material genético nativo colectado en 1996 en el valle de Huacho.

Desde 1996 hasta la fecha este cultivar fue evaluado en diferentes lugares y años a fin de comprobar su comportamiento, adaptación y rendimiento en comparación con las variedades tradicionales de mayor difusión y cultivo.

Los resultados muestran que la variedad INIA 306-Huambachero, tiene rendimientos que superan en un 20 por ciento a las variedades tradicionales siendo este entre 30 y 50 t/ha. Esta variedad ya en el año 1998 empezó con un área de 10 hectáreas y tuvo un incremento vertiginoso, hasta 220 hectáreas en la fecha de su liberación en el 2001 (Fonseca *et al.*, 2002).

Características

- Ciclo vegetativo corto (4 a 5 meses)
- Contenido de materia seca 30 a 32 por ciento
- Resistente al ataque de nemátodos.

2.1.9. Camote Paramonguino

El camote amarillo o Paramonguino, es uno de los tubérculos más cultivados en la zona norte de Lima, tiene un rendimiento menor que el camote Huambachero pero es también significativo, el cual es de 26 t/ha, tiene una buena calidad culinaria y una elevada riqueza en glucosa (CIP, 1988).

Características

- Ciclo vegetativo semi precoz (4.5 a 5 meses)
- Hojas acorazonadas y follaje verde
- Alto contenido de materia seca 28 por ciento y almidón 19 por ciento
- Con crecimiento semipostrado

2.2. Riego por goteo

El riego por goteo es un medio artificial para poder aplicar el agua directamente a la zona radicular de los cultivos, para que de esta forma pueda ser utilizada al máximo (Medina, 2000; pp. 13-14).

El riego por goteo es la aplicación lenta de agua, en forma de gotas, pequeños caudales o micro aspersores, a través de dispositivos localizados a lo largo de tuberías (Razuri, 1988). El motivo principal para el uso del sistema de riego por goteo es el ahorro de agua, debido a que se puede obtener muy poco escurrimiento, evaporación o percolación, no permitiendo que el agua tenga contacto con el follaje o los tallos, evitando enfermedades, así también aumentar el rendimiento, cubriendo las necesidades hídricas de la planta (Shock y Welch, 2013)

El riego por goteo también permite maximizar el uso de fertilizantes debido a que el agua está direccionada solamente a la zona radicular, porque el nitrógeno a menudo se pierde por la acción de la percolación profunda llamada “lixiviación”. Con el riego por goteo es posible tener una percolación menos profunda y así conservar el nitrógeno que la planta necesita (Shock y Welch, 2013).

También el riego por goteo es un sistema que permite dotar de agua a la planta en forma individual con estas condiciones se puede obtener una baja tensión y un alta frecuencia los cuales proporcionan una óptima humedad en el suelo (García y Briones, 2007).

2.3. Riego deficitario

Técnica que consiste en reducir el agua aplicada al cultivo con el mínimo impacto posible sobre la producción, lo que se consigue aplicando altas frecuencias de riego. Es por eso que también es llamado “Riego Deficitario de Alta Frecuencia” que consiste en regar todo el ciclo por debajo de la demanda del cultivo, usando una frecuencia de aportes hídricos lo suficientemente alta como para evitar la aparición de situaciones de estrés trascendentes.

Los primeros trabajos hechos en distintos cultivos herbáceos consiguieron apreciables reducciones de agua sin mermas en la producción, es aceptable considerar al riego deficitario de alta frecuencia como una clara alternativa en cuanto a la optimización del agua, pero es cierto que deja algunas dudas respecto al momento fenológico de la planta.

Por estas razones, en los últimos años han adquirido enfoques más fisiológicos del problema, prestando atención tanto a la fenología del cultivo como a su capacidad de resistir situaciones de déficit hídrico, de esta manera surge un nuevo tipo de riego deficitario llamado: Riego Deficitario Controlado (RDC), (Sánchez y Torrecillas, 1995).

2.3.1. Riego deficitario controlado (RDC)

El RDC consiste en reducir los aportes hídricos en aquellos períodos fenológicos en los que un déficit hídrico controlado no afecta sensiblemente a la producción y calidad de la cosecha y de cubrir plenamente la demanda de la planta durante el resto del ciclo de cultivo donde una clara separación entre los procesos de crecimiento de los ramos y el fruto, puede definir la idoneidad de un cultivo para ser utilizado en RDC (Sánchez y Torrecillas, 1995).

El déficit de agua en el suelo parece provocar en las raíces la emisión de señales químicas que inducen a su vez en las hojas un efecto de mayor duración sobre el cierre estomático para prevenir la deshidratación foliar. Cuando este control estomático es insuficiente para prevenir el desarrollo de déficits hídricos nocivos se inducen procesos de defoliación para

disminuir las pérdidas de agua por transpiración (Sánchez y Torrecillas, 1995).

2.3.2. Riego parcial de la zona de raíces (PRD)

El riego parcial de la zona de raíces (Partial Root Drying (PRD)), es un tipo de riego donde aproximadamente la mitad de la raíz está sometida a déficit hídrico mientras que la otra mitad es regada como en riego completo.

Los lados humedecidos y secos del sistema radicular se alternan en una frecuencia de riego según los cultivos. Esta técnica tiene el potencial para reducir el uso del agua, aumentar el vigor del dosel y mantener los rendimientos de cultivos y árboles frutales en comparación con los métodos convencionales de riego (Kang & Zhang, 2004).

Esta técnica supone que el estrechamiento de la abertura estomática puede reducir la pérdida de agua sustancialmente con poco efecto sobre la fotosíntesis, parte del sistema radicular en el suelo puede responder enviando una señal proveniente de la raíz a los brotes, donde las estomas se pueden cerrar para reducir la pérdida de agua, las plantas abren sus estomas para la absorción de CO₂ y al mismo tiempo pierden agua interna.

Las plantas son capaces de detectar el secado del suelo y luego responder a ella mediante la regulación de su consumo de agua, para ello es necesario un mecanismo de avance el cual pueda trabajar a través del ácido abscísico (ABA) el cual podría actuar como una sustancia de crecimiento vegetal, una señal de secado en las raíces. El ácido abscísico se puede producir en las raíces que están en el suelo seco y ser transportado a través de la transpiración hacia los brotes.

Esta señal provocará un estrechamiento de las aperturas estomáticas completamente abiertas, con lo que se reducirá sustancialmente la pérdida de agua, el riego parcial es una técnica que puede ser usado en: riego por goteo, riego de surcos alternativo controlado (Kang & Zhang, 2004).

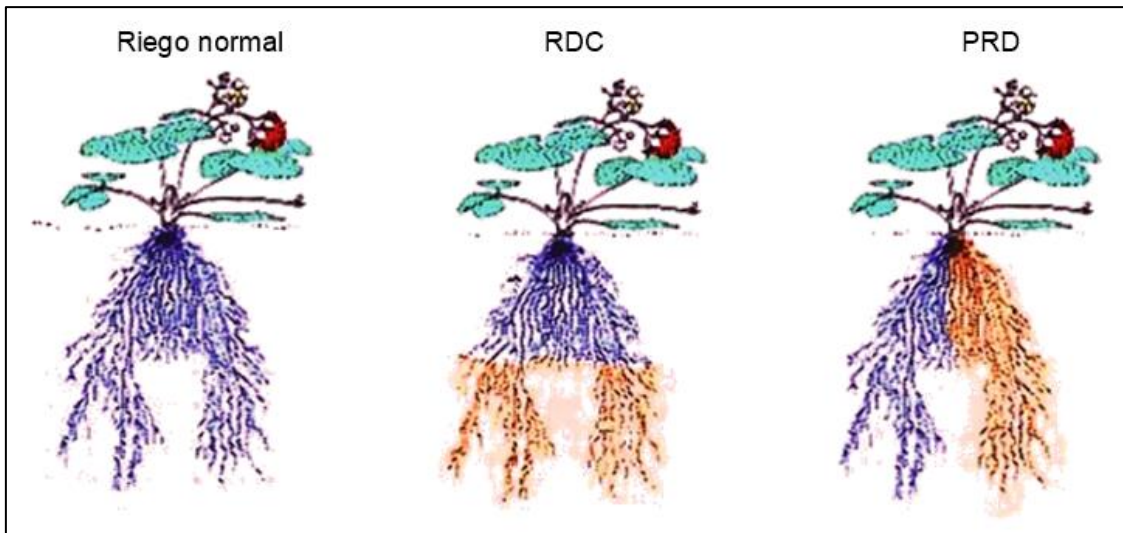


Figura 6: Comparación entre las tres formas de riego

FUENTE: Ahmadi *et al.* (2010)

2.4. Bulbo de humedecimiento

La forma y dimensiones del bulbo de humedecimiento dependen de las propiedades y características del suelo en cuanto a perfil y topografía. Sus dimensiones, tanto en sentido horizontal como vertical son determinados con la variación de volumen aplicado, haciendo que el volumen de suelo mojado aumente (Razuri, 1988).

Pizarro (1996), afirma que el bulbo húmedo es la parte del suelo humedecida por un emisor de riego localizado. El agua fluye sobre una superficie muy reducida del suelo, provocando un pequeño charco cuyo radio se va extendiendo a medida que el riego continúa. Cuanto más húmedo va estando el suelo, la velocidad de infiltración del agua disminuye favoreciendo más el incremento del radio del charco.

También denominado volumen húmedo del suelo el cual puede ser definido como la disposición tridimensional el cual puede ser ocupada por el agua de riego en un determinado momento, que parte de un punto de emisión que puede ser goteros, manguera, cinta, etc. (Gispert y García, 1999)

2.5. Programación de riego

2.5.1. Necesidades hídricas de los cultivos

Para tener un riego eficiente se debe aportar agua en el cultivo en el momento y la cantidad que esta requiere. Se deben evitar aportes excesivos que provoquen su despilfarro sin producir ningún beneficio, con la consiguiente merma de producción. Por ello conocer las necesidades de agua de los cultivos es vital.

Dichas necesidades, que generalmente se denominan evapotranspiración del cultivo, dependen de los parámetros climáticos, de la disponibilidad de agua, del tipo y variedad de cultivo, de la densidad de siembra y del estado de su desarrollo (Castañón, 2000).

La evapotranspiración es uno de los factores más importantes que intervienen en el balance hidrológico, ya sea que este se analice a nivel de cuenca, región o proyecto; siendo este último el que realmente interesa para efectos de cálculo de la demanda de agua de los cultivos.

La evapotranspiración es un proceso que resulta del efecto combinado de la evaporación del agua de un suelo húmedo y la transpiración del correspondiente cultivo en activo estado de crecimiento.

La transpiración es la pérdida de agua por la planta, fundamentalmente a través del sistema foliar. El agua es captada del suelo a través del sistema radicular y circula por la estructura de la planta hasta salir al exterior. No se debe confundir con el agua que cae al follaje por intercepción y vuelve a la atmósfera por evaporación (Vásquez. 1992).

2.5.2. Método del tanque evaporímetro

La tasa evaporativa de los tanques de evaporación llenos de agua puede ser fácilmente obtenida. En ausencia de lluvia, la cantidad de agua evaporada durante un periodo (mmdia^{-1}) corresponde a la disminución de la altura de agua en el tanque en ese periodo. Los tanques proporcionan una medida del efecto integrado de la radiación, viento, temperatura y humedad sobre el proceso evaporativo de una superficie abierta de agua. Aunque el tanque evaporímetro responde de una manera similar a los mismos factores climáticos que afectan

la transpiración del cultivo, varios factores producen diferencias significativas en la pérdida de agua de una superficie libre evaporante y de una superficie cultivada. La reflexión de la radiación solar del agua en el tanque puede ser diferente del 23 por ciento asumido para el cultivo de referencia. El almacenaje de calor dentro del tanque puede ser apreciable y puede causar una significativa evaporación durante la noche mientras que la mayoría de los cultivos transpiran solamente durante el día. También se distinguen diferencias en la turbulencia, temperatura y humedad del aire que se encuentran inmediatamente sobre estas dos superficies. La transferencia de calor a través de las paredes del tanque también afecta el balance energético (Allen *et al.* 2006).

A pesar de la diferencia en los procesos ligados a la evaporación del tanque y la evapotranspiración de superficies cultivadas, el uso de la evaporación del tanque y la evapotranspiración de superficies cultivadas, el uso de la evaporación del tanque para predecir la ETo para periodos de 10 días puede ser considerado confiable si se usa correctamente. La evaporación del tanque está relacionada con la evapotranspiración por un coeficiente empírico derivado del mismo tanque:

$$E_{To} = K_p E_p$$

ETo:	evapotranspiración de referencia (mm día ⁻¹)
Kp:	coeficiente del tanque evaporímetro
Ep:	evaporación del tanque evaporímetro (mm día ⁻¹)

En la siguiente figura se observa los valores del coeficiente del tanque evaporímetro

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

Figura 7: Coeficientes del tanque tipo A

FUENTE: Allen *et al.* 2006.

2.5.3. Descripción del tanque evaporímetro Clase A

El tanque Clase A es circular con 120,7 cm de diámetro y 25 cm de profundidad. Está construido de hierro galvanizado o de láminas de metal (0,8 mm). El tanque se sitúa sobre una plataforma de madera en forma de reja que se encuentra a 15 cm por encima del nivel del suelo. El tanque debe estar nivelado. Una vez instalado, el tanque se llena con agua hasta 5 cm por debajo del borde y el nivel del agua no debe disminuir hasta más de 7,5 cm por debajo del borde. El agua debe ser regularmente cambiada, al menos semanalmente, para eliminar la turbidez. Si el tanque es galvanizado, debe ser pintado anualmente con pintura de aluminio. Las mallas sobre los tanques deben evitarse. Los tanques deben ser protegidos con mallas de seguridad para evitar el acceso de los animales.

Las lecturas del tanque se realizan diariamente temprano en la mañana a la misma hora que se mide la precipitación. Las mediciones se realizan dentro de un área estable situada cerca del borde del tanque. El área estable la produce comúnmente un cilindro de metal de cerca de 10 cm de diámetro y 20 cm de profundidad con una pequeña abertura en la base para

permitir el flujo de agua.

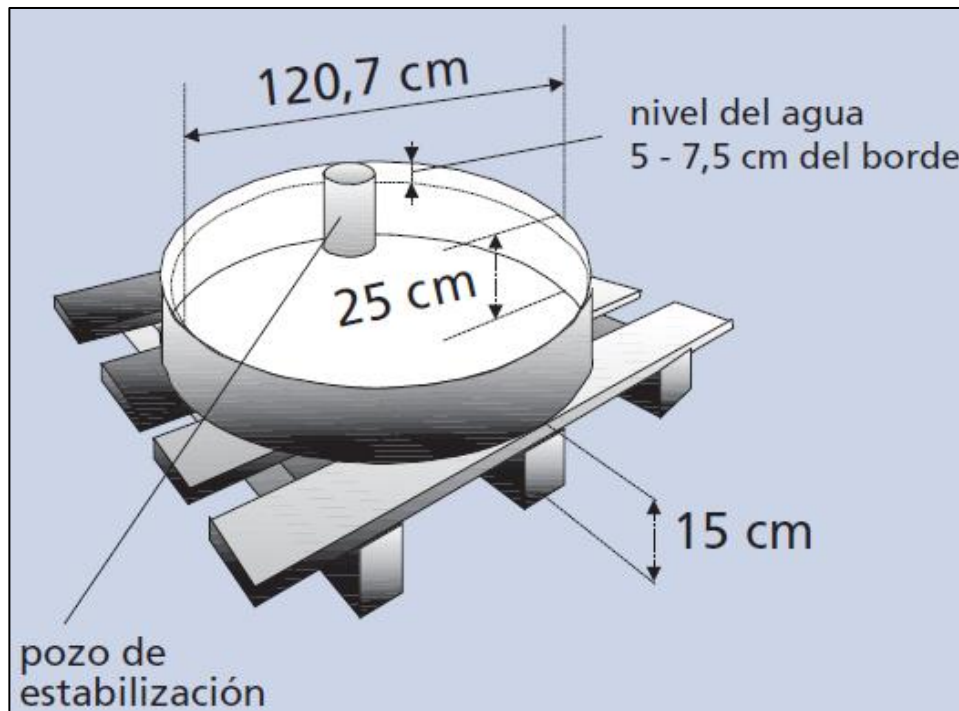


Figura 8: Dimensiones del tanque de evaporación tipo A

FUENTE: Allen *et al.* 2006.

2.6. Productividad del agua

La productividad del agua, es el cociente entre la producción y el volumen de agua de riego aplicado expresada en térmicos productivos (Kg/m³) o económicos (€/m³) es un indicador agronómico importante en áreas con recursos hídricos limitados y permite a los gestores analizar cómo maximizar el valor económico del agua de riego (Gallardo *et al.*, 2007).

2.7. Diseño experimental

Es el diseño adoptado fue el “**Diseño Completamente al Azar**” que resulta de utilidad cuando las unidades experimentales son esencialmente homogéneas, es decir, cuando la variación entre ellas es pequeña y agruparlas en bloques sería poco más que un proceso aleatorio. Este es el caso en muchos tipos de experimentos de laboratorio, en los que una cantidad de material está completamente mezclado y luego se divide en porciones pequeñas para formar unidades experimentales a las cuales se les asigna los tratamientos de forma aleatoria. Casos similares son los experimentos con animales o plantas con condiciones ambientales muy parecidas. Los tratamientos se asignan a las unidades experimentales de

forma completamente aleatoria, sin ninguna restricción.

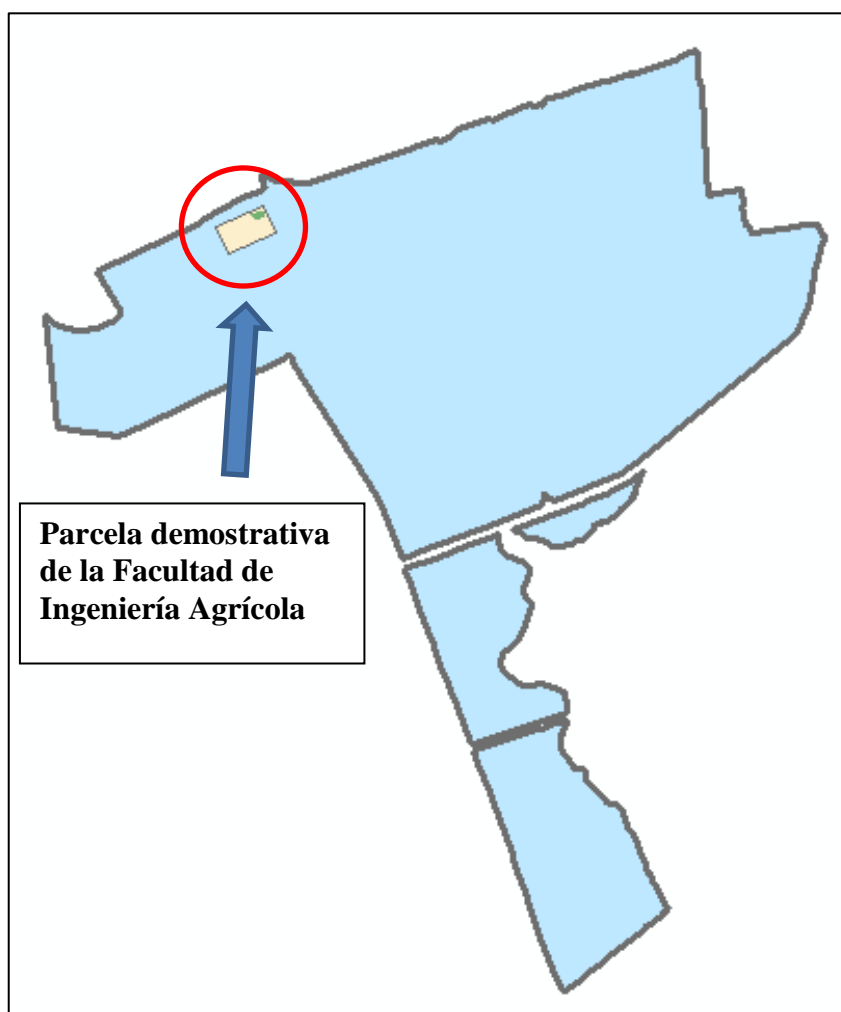
El diseño completamente al azar es flexible en cuanto a que el número de tratamientos y de repeticiones sólo está limitado por el número de unidades experimentales disponibles. El número de repeticiones puede variar de un tratamiento a otro, aunque lo ideal sería tener un número igual por tratamiento. Como la aleatorización no tiene restricciones, el error experimental contiene toda la variación entre unidades experimentales excepto la debida a los tratamientos, por lo que aporta el máximo de grados de libertad para el error. El principal inconveniente del diseño completamente aleatorio es su poca precisión si las unidades experimentales no son uniformes (Fernández *et al.*, 2010).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación

El experimento se realizó en la parcela demostrativa del Departamento de Recursos Hídricos (DRH) de la Facultad de Ingeniería Agrícola, de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM), con coordenadas WGS 84/UTM ZONA 18L E 287603.46 y N 8663772.82, con una altitud de 235 msnm.

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA



3.2. Análisis de laboratorio

3.2.1. Análisis de suelo

El análisis de caracterización del suelo se realizó en el Laboratorio de Análisis de Agua, Suelo, Medio Ambiente y Fertilización del Departamento de Recursos Hídricos de la Facultad de Ingeniería Agrícola de la Universidad Nacional Agraria la Molina (UNALM) donde se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 1: Características del suelo del cultivo

Análisis Mecánico				CE dS/m Relación 1:1	PH Relación 1:1
Textura	Arena %	Limo %	Arcilla %		
Franco Arenoso	57.84	27.28	14.88	0.77	7.59

FUENTE: Elaboración propia

Textura del suelo es Franco Arenoso, apropiada para el cultivo de camote, la conductividad eléctrica es de 0.77 dS/m, indicando que es muy bajo en sales, el pH es 7.59 indicando que el suelo es ligeramente alcalino, no hay riesgos de precipitación de los nutrientes en el agua de riego.

3.2.2. Análisis de agua

El análisis de caracterización del agua de riego se realizó en el Laboratorio de Análisis de Agua, Suelo, Medio Ambiente y fertilización del departamento de Recursos Hídricos de la Facultad de Ingeniería Agrícola de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM), donde se obtuvieron los siguientes resultados.

Tabla 2: Características del agua de riego

Características	Valor
CE dS/m	0.66
pH	7.52
Clasificación	C2-S1
Boro ppm	0.57

FUENTE: Elaboración propia

El pH del agua de riego es 7.52 siendo un valor aceptable debido a que con este valor no hay riesgo de obstrucción en los goteros, la conductividad eléctrica es 0.66 dS/m indicando que la salinidad del agua de riego está en un rango aceptable de salinidad, por lo tanto no se espera efectos dañinos en el suelo y en el cultivo de camote

3.3. Diseño experimental

Para el experimento se adoptó el Diseño Completamente al Azar (DCA) con 4 tratamientos y 5 repeticiones.

Se acondicionó un módulo de riego por goteo con 20 parcelas experimentales de 3x6m cada una, 10 parcelas para la variedad Huambachero y 10 parcelas para la variedad Paramonguino. Se aplicó 4 tratamientos de riego parcial deficitario con 5 repeticiones por tratamiento siendo distribuidos alternadamente para cada variedad de camote. Los tratamientos que se aplicaron en el sistema de riego por goteo fueron:

- Inicio de riego parcial deficitario (PRD) a los 23 días posterior a la siembra
- Inicio de riego parcial deficitario (PRD) a los 33 días posterior a la siembra
- Inicio de riego parcial deficitario (PRD) a los 45 días posterior a la siembra
- Riego testigo

La Figura 9 muestra un esquema del módulo de riego por goteo con 20 parcelas experimentales distribuidas para las variedades Huambachero y Paramonguino regido por el Diseño Completamente al Azar.



Figura 9: Distribución de los tratamientos de riego

FUENTE: Elaboración propia

3.4. Programación de riego

La programación de riego se determinó en base al tanque de evaporímetro clase A donde el tiempo de riego (min) que se aplicó al cultivo se determinó usando la lámina de agua (mm) medida en el tanque de evaporación tipo A, el área (m^2) que ocupa cada planta y el caudal (l/h) que emana cada gotero.

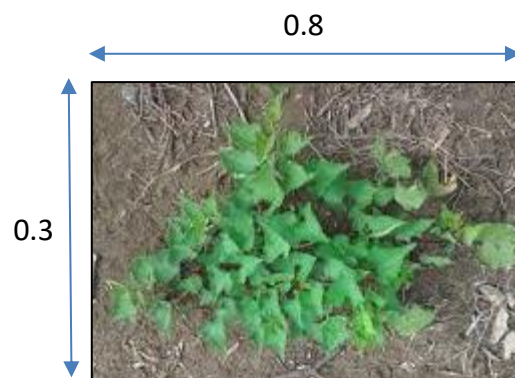


Figura 10: Área de la planta

FUENTE: Elaboración propia

$$A = 0.30 \times 0.80 = 0.24 \text{ m}^2$$

Caudal de cada gotero: 3.6 l/h

Tiempo de riego en minutos

$$T = \frac{(\text{lámina evaporada}(\text{mm})) \times (\text{área de planta}(\text{m}^2)) \times 0.8 \times 60}{\text{Caudal de gotero}(\text{l/h})} \text{ (minutos)}$$

De acuerdo a las características del campo experimental el factor del tanque es de 0.8.

3.4.1. Características edáficas

Para poder obtener las características del suelo, se tuvo que extraer muestras representativas de la parcela, las cuales fueron analizadas en el Laboratorio de Riego y Drenaje de la Facultad de Ingeniería Agrícola, donde se obtuvo los siguientes resultados.

Tabla 3: Características del suelo

Tipo de Suelo (Según Análisis de suelos)	Franco
Densidad aparente	1.51 gr/cm ³
Capacidad de Campo (CC)	22%
Punto de Marchitez (PMP)	11%
Profundidad de raíz	30 cm

FUENTE: Elaboración propia

3.5. Conducción del experimento

a. Cabezal de riego

El cabezal de riego cuenta con un reservorio de 500 m³ el cual se abastece con agua proveniente de canal bajo de la universidad. Al accionar la bomba de 5 HP el agua es impulsada y tiene la presión suficiente para que sea emitida por el emisor, la presión es regulada con la llaves de paso de tal modo que el manómetro de la bomba marque 38 bar.

La tubería que conduce el agua desde el cabezal hasta la parcela tiene 300 metros con un diámetro de 2 ½’’ la tubería principal de 2’’, las secundarias de 1 ½’’ y los goteros Katif de 3.6 lph.

b. Instalación del riego por goteo

Se instaló un sistema de riego por goteo en 20 parcelas experimentales, 10 parcelas para la variedad Huambachero y 10 parcelas para la variedad Paramonguino. Cada parcela posee 3 laterales separadas por 1 metro y cada lateral posee goteros distanciados cada 30 cm.

b.1 Parcelas con riego testigo

Las parcelas testigo fueron implementadas con tres laterales de riego cada lateral con 15 goteros correspondientes a cada planta, estas parcelas fueron regadas con el 100 por ciento de lámina en todos los turnos.

En la siguiente figura se puede apreciar la parcela testigo con sus laterales de riego y con los esquejes de la planta del camote.



Figura 11: Parcela testigo

FUENTE: Elaboración propia

b.2 Parcelas con riego parcial (PRD)

Las parcelas con riego parcial (PRD) fueron implementadas con tres laterales de riego, cada lateral de riego del PRD lo conformaron dos tuberías de polietileno juntas (cada tubería con goteros a cada 60 cm) cada tubería posee su propia válvula.

La aplicación del riego parcial consistió en regar solo un sector del sistema radical (aproximadamente el 50 por ciento) creando un bulbo húmedo entre las raíces de dos

plantas de camote las cuales se encuentran a cada 30 cm, alternando el riego en cada turno.



Figura 12: Parcela con riego parcial

FUENTE: Elaboración propia

Las siguientes figuras representan a una misma lateral de riego de las parcelas con riego parcial pero en diferente turno de riego

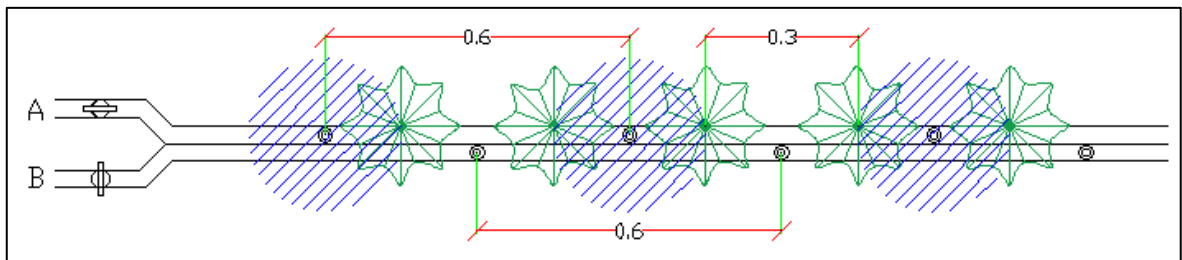


Figura 13: Primer turno de riego

FUENTE: Elaboración propia

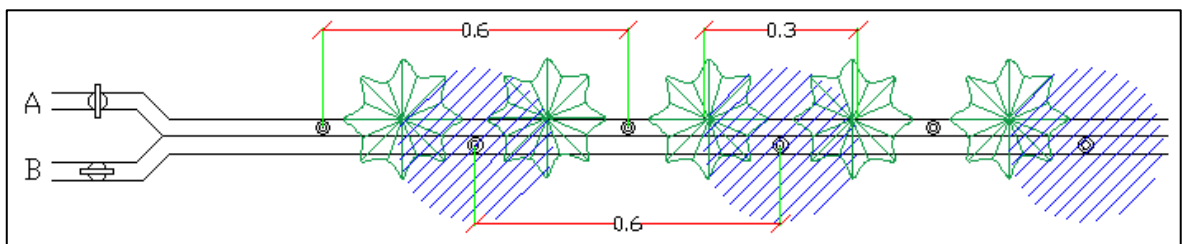


Figura 14: Segundo turno de riego

FUENTE: Elaboración propia

Los círculos de color azul representan la zona húmeda que producen los goteros, en la Figura 14 la válvula A está abierta y la válvula B está cerrada. En la Figura 15 la válvula B está abierta y la válvula A está cerrada

c. Prueba de coeficiente de uniformidad:

Para determinar la uniformidad en los sistemas de riego generalmente se calcula el coeficiente de uniformidad. En los sistemas localizados de alta frecuencia como el riego por goteo, se debería utilizar un coeficiente de uniformidad más exigente. Varios autores han trabajado al respecto, siendo el más aceptado el coeficiente establecido en 1978 por Merriam y Kéller, cuya ecuación es:

$$CU = q_{25}/q_a$$

CU = Coeficiente de uniformidad.

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

q_a = Caudal medio de todos los emisores.

El CU puede ser utilizado tanto para la instalación de nuevos equipos como para la evaluación de equipos en funcionamiento.

Tabla 4: Calificación del coeficiente de uniformidad (CU)

CU	Calificación
95 a 100%	Excelente
81 a 94%	Buena
71 a 80%	Aceptable
60 a 70%	Baja
Menor de 60%	Inaceptable

Calificación del coeficiente de Uniformidad CU, según la ASAE (Asociación Americana de Ingenieros Agrícolas)

Se realizó esta prueba obteniendo los siguientes resultados

Tabla 5: Medidas de caudales para el Coeficiente de Uniformidad

	1 lateral l/h	5 lateral l/h	9 lateral l/h	12 lateral l/h
Primer emisor (l/h)	3.56	3.68	3.54	3.99
Emisor 1/3 (l/h)	3.35	3.32	3.68	3.76
Emisor 2/3 (l/h)	3.64	3.54	3.9	3.87
Ultimo emisor (l/h)	3.84	3.4	3.35	4.12
Promedio (l/h)	3.6	3.5	3.6	3.9
Primer emisor (l/h)	3.24	3.59	3.55	3.15
Emisor 1/3 (l/h)	3.53	3.32	3.56	3.71
Emisor 2/3 (l/h)	3.21	3.87	3.94	3.66
Ultimo emisor (l/h)	2.99	3.45	3.35	4.15
Promedio (l/h)	3.2	3.6	3.6	3.7
Primer emisor (l/h)	3.51	3.61	3.65	3.87
Emisor 1/3 (l/h)	3.87	3.24	3.97	3.76
Emisor 2/3 (l/h)	3.6	3.55	3.84	2.5
Ultimo emisor (l/h)	3.84	3.94	4.2	3.91
Promedio (l/h)	3.7	3.6	3.9	3.5
Primer emisor (l/h)	3.52	3.57	3.59	4.32
Emisor 1/3 (l/h)	3.95	2.95	3.68	3.66
Emisor 2/3 (l/h)	3.62	3.68	3.94	3.97
Ultimo emisor (l/h)	3.55	2.8	4.45	3.87
Promedio (l/h)	3.7	3.3	3.9	4.0
Primer emisor (l/h)	3.22	3.59	3.56	3.69
Emisor 1/3 (l/h)	3.35	4.5	3.94	2.5
Emisor 2/3 (l/h)	3.64	3.57	3.5	3.84
Ultimo emisor (l/h)	2.7	3.49	2.9	3.25
Promedio (l/h)	3.2	3.8	3.5	3.3

Caudal promedio (Qa) = 3.6 l/h

Caudal promedio de los 4 caudales menores = 3.3 l/h

Coeficiente de uniformidad (CU) = 0.92 = 92%

Estando este valor en una calificación buena, de acuerdo a la Tabla 5.

d. Manejo del cultivo de camote

d.1. Siembra

La fecha de siembra fue el 8 de octubre del 2016, los esquejes fueron seleccionados de las parcelas cultivadas en la localidad de Barranca

La preparación del terreno fue dos semanas antes arando la tierra con tractor agrícola y haciendo la nivelación respectiva.



Figura 15: Parcela con esquejes recién sembrados

FUENTE: Elaboración propia

d.2. Aporque

El aporque consiste en acumular suelo alrededor del tallo de las plantas de camote con el objetivo de brindarle las condiciones necesarias para su crecimiento.



Figura 16: Aporque del camote

FUENTE: Elaboración propia

d.3. Control de malezas y enfermedades

Durante el experimento el cultivo fue afectado por malezas los cuales fueron

combatidos con deshierbos semanales y el pulgón verde para el cual fue aplicado insecticida



Figura 17: Fumigación del cultivo

FUENTE: Elaboración propia

d.4 Programación de riegos

La frecuencia de riego fue cada 2 días, los 23 primeros días fueron determinantes para permitir un crecimiento uniforme a partir de los esquejes, por ello, se regó con el 100 por ciento de evapotranspiración para todas las parcelas, a partir del día 23 ya se empezó a aplicar el riego parcial las parcelas designadas, en los cuales solo fue elegida una de las hileras al azar siendo las otras 2 para los siguientes tratamientos (33 y 45 días).

3.6. Mediciones

a. Rendimiento del cultivo

Se obtuvo el peso total de la cosecha pesando los tubérculos de cada planta de camote, registrándose de acuerdo a la codificación que se le dio a cada planta.

Para el rendimiento se consideró un área de 0.24 m² para cada planta y el peso del camote de las parcelas testigo y de las parcelas con riego parcial para ambas variedades de camote.

b. Cuantificación del agua de riego

El sistema de riego tuvo un medidor de volumen de agua en la entrada principal de las parcelas con ello se controló la cantidad de agua usada en cada riego.

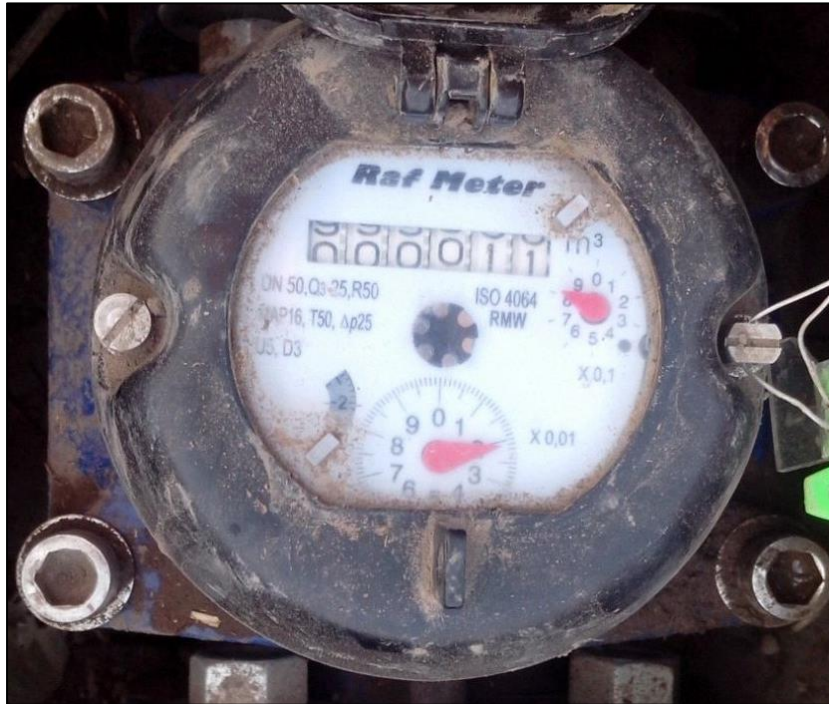


Figura 18: Medidor de volumen de agua

FUENTE: Elaboración propia

3.7. Análisis estadístico

Para el análisis estadístico se usó el “Diseño Completamente al Azar” donde se realizó el análisis de varianza (ANVA) con la ayuda del paquete estadístico SAS versión 9.1. Así mismo, se obtuvieron los coeficientes de variabilidad para cada una de las características.

Debido a que el análisis de varianza solo indica si el efecto del tratamiento es diferente al testigo se realizó la prueba de comparación múltiple de medias (Tukey $\alpha = 0.05$), esto con la finalidad de conocer cuál de los tratamientos tuvo mejor respuesta.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. Rendimiento del cultivo

La cosecha se llevó a cabo cortando el follaje, codificando los frutos de cada planta de acuerdo a su ubicación en la parcela

La evaluación de la producción del cultivo de camote se realizó pesando la totalidad de los tubérculos obtenidos en las parcelas, siguiendo un orden de codificación.

El peso total de cosecha, en el área total del ensayo fue de 789.91kg, en la siguiente clasificación:

a. Camote Huambachero:

El peso total de cosecha, en la variedad Huambachero fue de 412.05 kg, en la siguiente clasificación:

- Testigo: 227.53 kg
- A los 23 días: 62.53 kg
- A los 33 días: 58.78 kg
- A los 45 días: 63.21 kg

Considerando que el área de cada planta es de 0.24 m² los rendimientos en toneladas por hectárea son los siguientes:

Tabla 6: Rendimiento del camote Huambachero

	Huambachero (t/ha)	%
Testigo	42.1	100
23 días	34.7	82.44
33 días	32.7	77.50
45 días	35.1	83.34

FUENTE: Elaboración propia

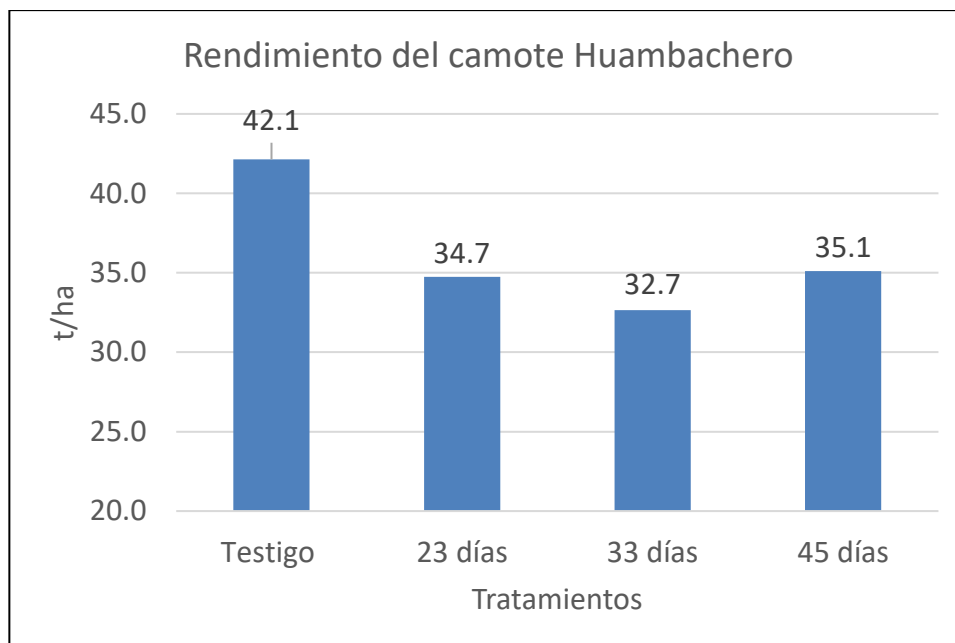


Figura 19: Comparación de rendimientos en los 4 tratamientos

FUENTE: Elaboración propia

– **Testigo**

El rendimiento fue de 42.1 t/ha, hicimos que este rendimiento sea del 100 por ciento para que los demás tratamientos puedan ser comparados

– **A los 23 días:**

El rendimiento fue de 34.7 t/ha, lo que representa el 82.44 por ciento de la producción con riego testigo con una disminución del 17.56 por ciento en rendimiento.

– **A los 33 días:**

El rendimiento fue de 32.7t/ha, lo que representa el 77.5 por ciento de la producción con riego testigo con una disminución del 22.5 por ciento en rendimiento.

– **A los 45 días:**

El rendimiento fue de 35.1t/ha, lo que representa el 83.34 por ciento de la producción con riego testigo con una disminución del 16.66 por ciento en rendimiento.

Análisis estadístico para el rendimiento en la variedad Huambachero

El análisis de varianza (ANVA) para la variable rendimiento del cultivo de camote Huambachero nos indica que no existe diferencias significativas entre tratamientos con un coeficiente de variabilidad (CV) de 24.07 por ciento

La prueba de comparación múltiple de medias de Tukey nos indica que no hay diferencias significativas entre el testigo y PRD.

Tabla 7: Prueba de Tukey para Rendimiento - Huambachero

Tratamiento	Media	N	Tukey
Testigo	42.136	5	A
PRD 23	34.738	5	A
PRD 33	32.656	5	A
PRD 45	35.115	5	A

FUENTE: Elaboración propia

b. Camote Paramanguino:

El peso total de cosecha, en la variedad Paramanguino fue de 380.76 kg, en la siguiente clasificación:

- Riego testigo: 211.57 kg
- A los 23 días: 54.01 kg
- A los 33 días: 56.47 kg
- A los 45 días: 58.71 kg

Considerando que el área de cada planta es de 0.24 m² los rendimientos en toneladas por hectárea son los siguientes:

Tabla 8: Rendimiento del camote Paramanguino

	Paramanguino (t/ha)	%
Testigo	39.18	100
23 días	30.00	76.58
33 días	31.37	80.08
45 días	32.62	83.25

FUENTE: Elaboración propia

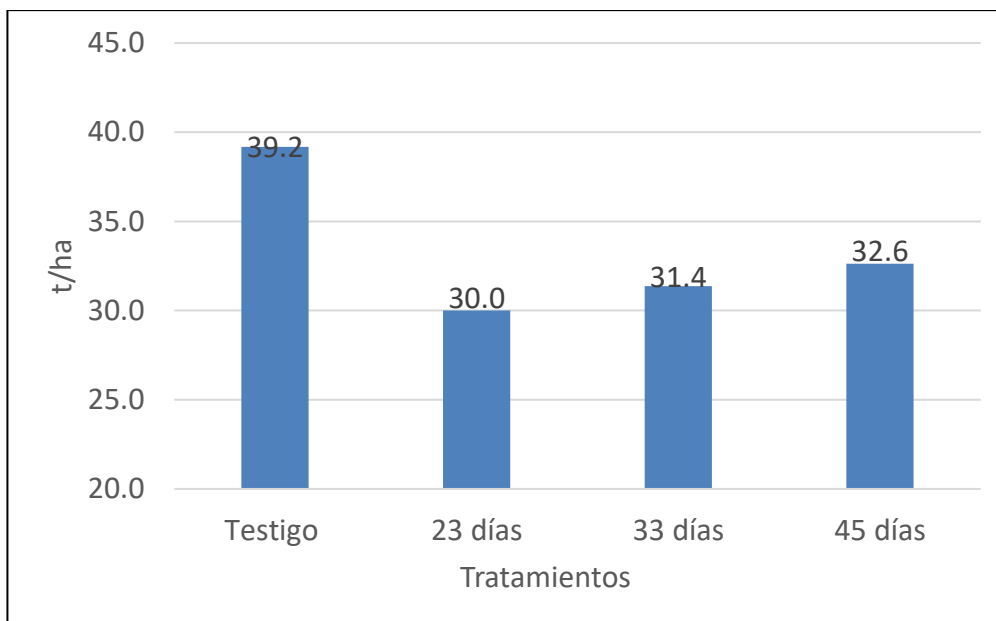


Figura 20: Comparación de rendimientos en los 4 tratamientos

FUENTE: Elaboración propia

– **Testigo:**

El rendimiento fue de 39.18 t/ha, representando el 100 por ciento para ser comparado con los tratamientos de riego parcial

– **A los 23 días:**

El rendimiento fue de 30.00t/ha, lo que representa el 76.58 por ciento de la producción con riego testigo, con una disminución del 23.42 por ciento en rendimiento.

– **A los 33 días:**

El rendimiento fue de 31.37t/ha, lo que representa el 80.08 por ciento de la producción con riego testigo, con una disminución del 19.92 por ciento en rendimiento.

– **A los 45 días:**

El rendimiento fue de 32.62t/ha, lo que representa el 83.25 por ciento de la producción con riego testigo, con una disminución del 16.75 por ciento en rendimiento.

Análisis Estadístico del Rendimiento en la Variedad Paramunguino

El análisis de varianza (ANVA) para la variable rendimiento nos indica que existe alta significancia entre tratamientos con un coeficiente de variabilidad (CV) de 19.05 por ciento. La prueba de comparación múltiple de medias de Tukey nos indica que no hay diferencias significativas entre los tratamientos PRD.

Tabla 9: Prueba de Tukey para rendimiento - Paramonguino

Tratamiento	Media	N	Tukey
Testigo	39.179	5	A
PRD 23	30.004	5	A
PRD 33	31.373	5	A
PRD 45	32.618	5	A

FUENTE: Elaboración propia

4.1.1. Comparación de rendimientos del cultivo de camote en las variedades Huambachero y Paramonguino

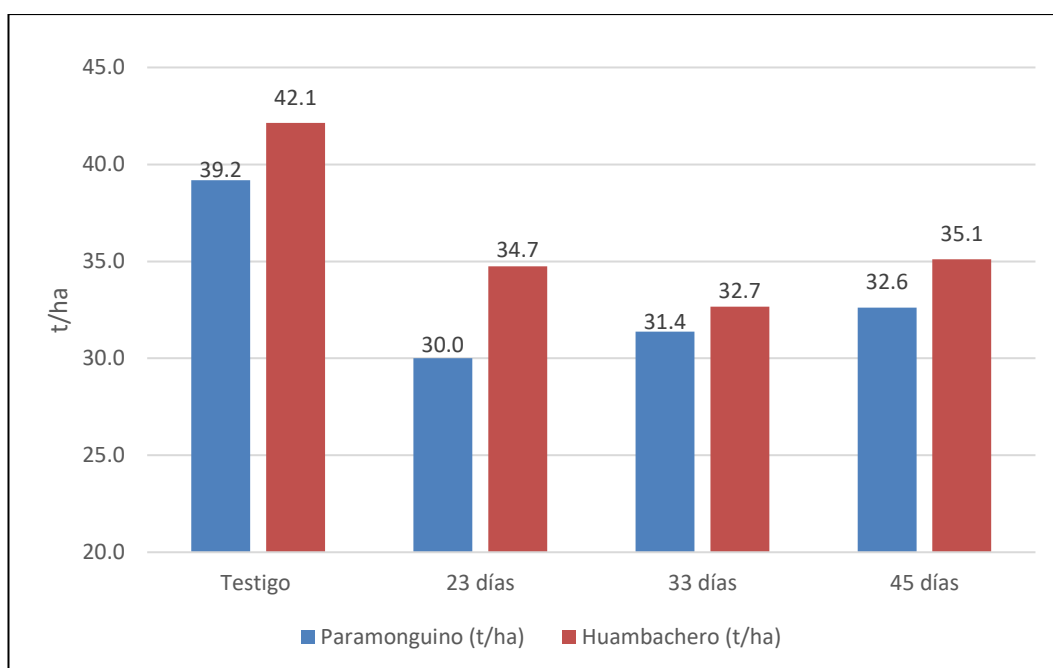


Figura 21: Comparación de resultados en rendimientos para ambas variedades

FUENTE: Elaboración propia

Se obtuvo un rendimiento mayor en la variedad Huambachero concluyendo así que esta variedad de camote posee más adaptabilidad al terreno de cultivo, pero su comportamiento no es progresivo diferenciándose así de la variedad Paramonguino. Sin embargo el análisis estadístico para ambas variedades nos indica que no existen diferencias significativas en cuanto a rendimiento.

4.2. Cuantificación del agua de riego

Para determinar la cantidad de agua se consideró un área de 0.24 m² para cada gotero lo que equivale a 0.00036 ha, las siguientes tablas muestran el consumo de agua para ambas variedades.

Tabla 10: Volumen de agua usado en el experimento

Tratamiento	V(L)	V (m ³)	m ³ /ha
Testigo	57983.68	57.98	5369
23 días	11467.95	11.47	3186
33 días	12346.08	12.35	3429
45 días	13367.72	13.37	3713

FUENTE: Elaboración propia

Tabla 11: Volumen de agua usado para cada variedad

Tratamiento	V(L)	V (m ³)	m ³ /ha	%
Testigo	9663.95	9.66	5368.9	100
23 días	5733.97	5.73	3185.5	59.33
33 días	6173.04	6.17	3429.5	63.88
45 días	6683.86	6.68	3713.3	69.16

FUENTE: Elaboración propia

Se consideró el consumo de agua del testigo como el 100 por ciento para la respectiva comparación con los demás tratamientos

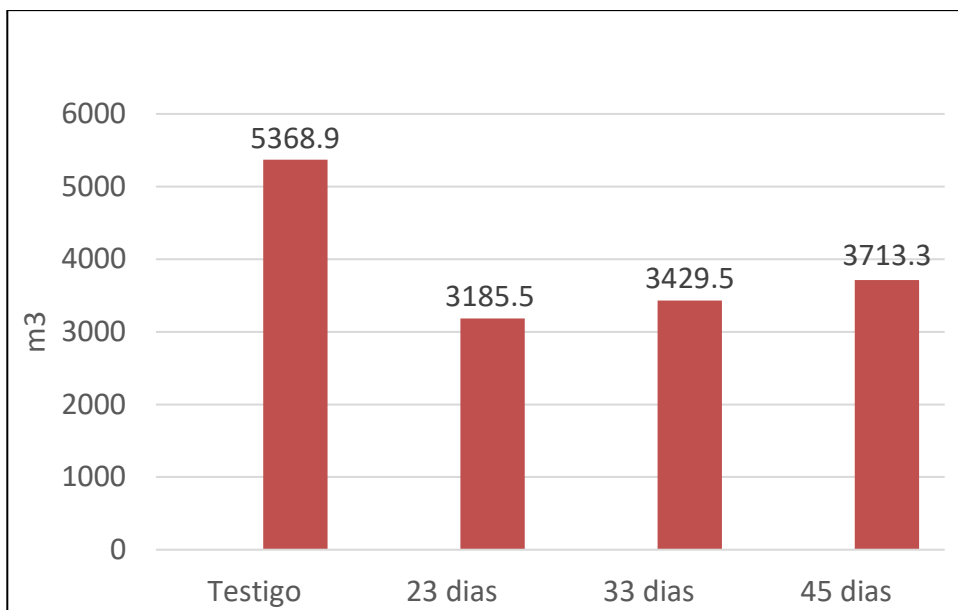


Figura 22: Volumen de agua consumido por el testigo y el riego parcial

FUENTE: Elaboración propia

4.3. Relación entre el consumo de agua y la producción de camote

4.3.1. Camote variedad Huambachero

a. Testigo:

Se obtuvo un rendimiento de 42.1 tn/ha con un consumo de agua de 9.66 m³lo que equivale a 5368.9 m³/ha y representa el 100 por ciento de necesidad hídrica.

b. Cultivo con riego parcial o PRD

b.1 Tratamiento de 23 días

Se obtuvo un rendimiento de 34.7 t/ha con un consumo de agua de 5.73 m³lo que equivale a 3185.5 m³/ha y representa el 59.33 por ciento de necesidad hídrica, ahorrando 40.67 por ciento de agua.

b.2 Tratamiento de 33 días

Se obtuvo un rendimiento de 32.7 t/ha con un consumo de agua de 6.17 m³lo que equivale a 3429.5 m³/ha y representa el 63.88 por ciento de necesidad hídrica, ahorrando 36.12 por ciento de agua.

b.3 Tratamiento de 45 días

Se obtuvo un rendimiento de 35.1 t/ha con un consumo de agua de 6.68 m³lo que equivale a 3713.3 m³/ha y representa el 69.16 por ciento de necesidad hídrica, ahorrando 30.84 por ciento de agua.

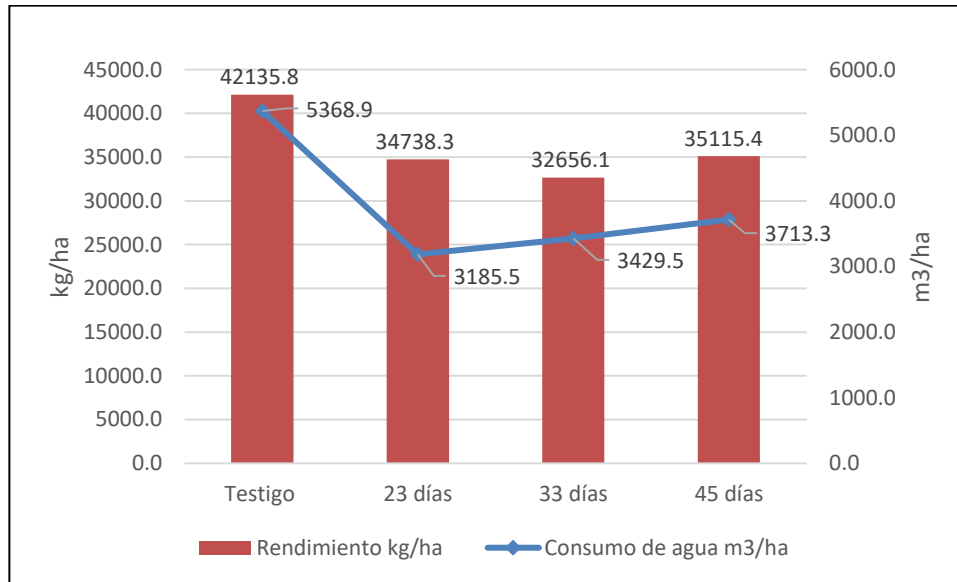


Figura 23: Comparación de rendimiento y aplicación de agua - Huambachero

FUENTE: Elaboración propia

4.3.2. Camote variedad Paramonguino

a. Cultivo con riego Testigo

Se obtuvo un rendimiento de 39.2 t/ha con un consumo de agua de 9.66 m³lo que equivale a 5368.9 m³/ha y representa el 100 por ciento de necesidad hídrica.

b. Cultivo con riego parcial o PRD

b.1 Tratamiento de 23 días

Se obtuvo un rendimiento de 30 t/ha con un consumo de agua de 5.73 m³lo que equivale a 3185.5 m³/ha y representa el 59.33 por ciento de necesidad hídrica, ahorrando 40.67 por ciento de agua.

b.2 Tratamiento de 33 días

Se obtuvo un rendimiento de 31.4 t/ha con un consumo de agua de 6.17 m³lo que equivale a 3429.5 m³/ha y representa el 63.88 por ciento de necesidad hídrica,

ahorrando 36.12 por ciento de agua.

b.3 Tratamiento de 45 días

Se obtuvo un rendimiento de 32.6 t/ha con un consumo de agua de 6.68 m³lo que equivale a 3713.3 m³/ha y representa el 69.16 por ciento de necesidad hídrica, ahorrando 30.84 por ciento de agua

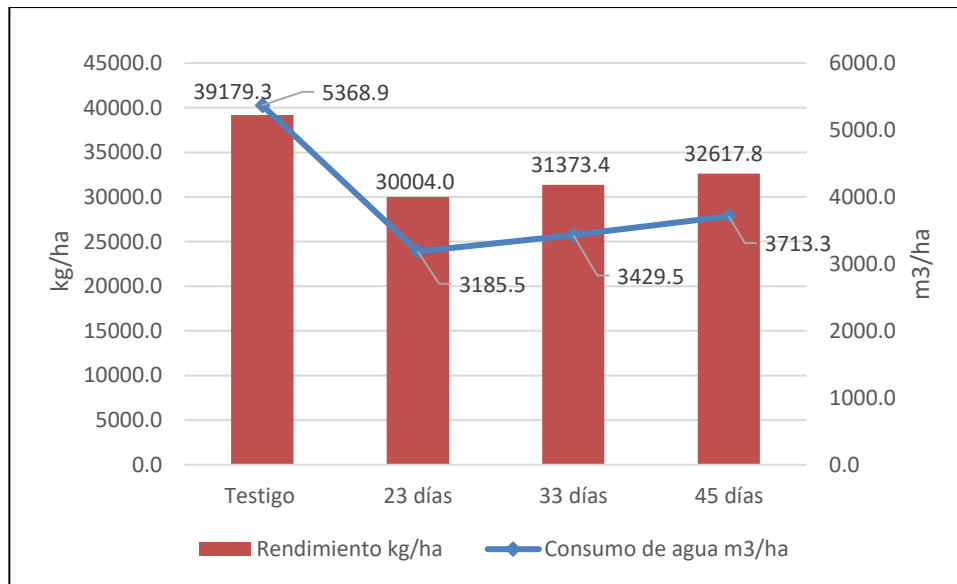


Figura 24: Comparación de rendimientos y consumo de agua - Paramonguino

FUENTE: Elaboración propia

4.4. Productividad del agua

– Camote Huambachero

Los valores de productividad de agua fueron los siguientes:

Tabla 12: Productividad de agua - Huambachero

Huambachero	Rendimiento kg/ha	Consumo de agua m ³ /ha	Productividad del agua kg/m ³
Testigo	42135.79	5368.86	7.85
23 días	34738.33	3185.54	10.91
33 días	32656.11	3429.47	9.52
45 días	35115.40	3713.26	9.46

FUENTE: Elaboración propia

Hay una diferencia entre los valores de productividad del agua, entre los 4 tratamientos, de los cuales el mayor le corresponde al tratamiento de 23 días con un valor de 10.91 kg/m³, valor mayor debido al menor consumo de agua en comparación con los otros tratamientos.

– **Camote Paramonguino**

Tabla 13: Productividad de agua - Paramonguino

Paramonguino	Rendimiento kg/ha	Consumo de agua m³/ha	Productividad del agua kg/m³
Testigo	39179.33	5368.86	7.30
23 días	30004.03	3185.54	9.42
33 días	31373.37	3429.47	9.15
45 días	32617.78	3713.26	8.78

FUENTE: Elaboración propia

Hay una diferencia entre los valores de productividad del agua, entre los 4 tratamientos, de los cuales el mayor le corresponde al tratamiento de 23 días con un valor de 9.42 kg/m³, valor mayor debido al menor consumo de agua en comparación con los otros tratamientos.

La productividad del agua en nuestro experimento es un claro indicador de que el tratamiento de 23 días es el que más se adecúa en cuanto a la producción y el consumo de agua, siendo su mayor valor de 10.91 kg/m³ en el camote Huambachero y de 9.42 kg/m³ en el camote Paramonguino.

4.5. Humedad del suelo

Variedad Huambachero

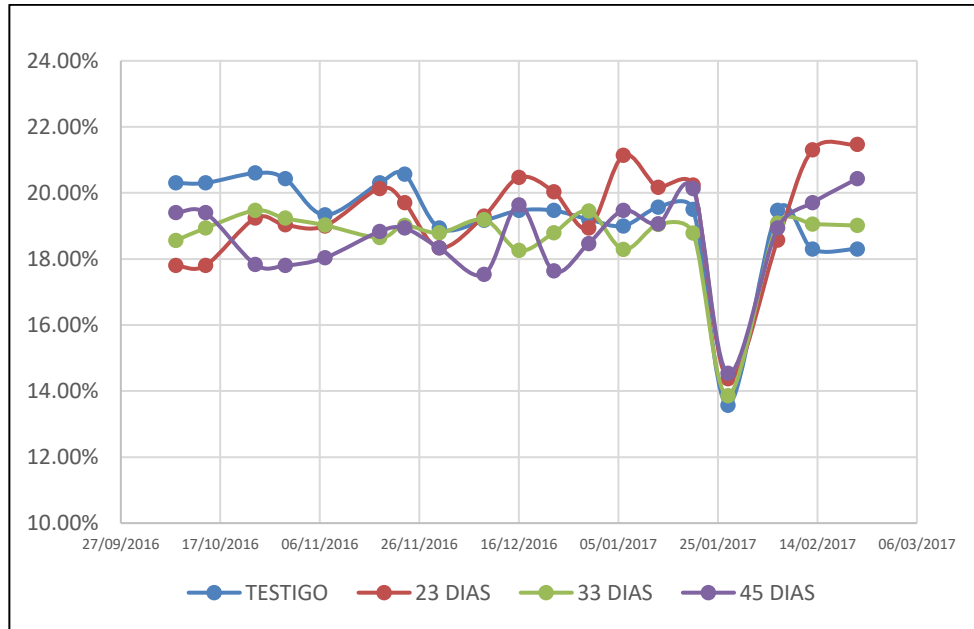


Figura 25: Variación de la humedad en la repetición 1 - Huambachero

FUENTE: Elaboración propia

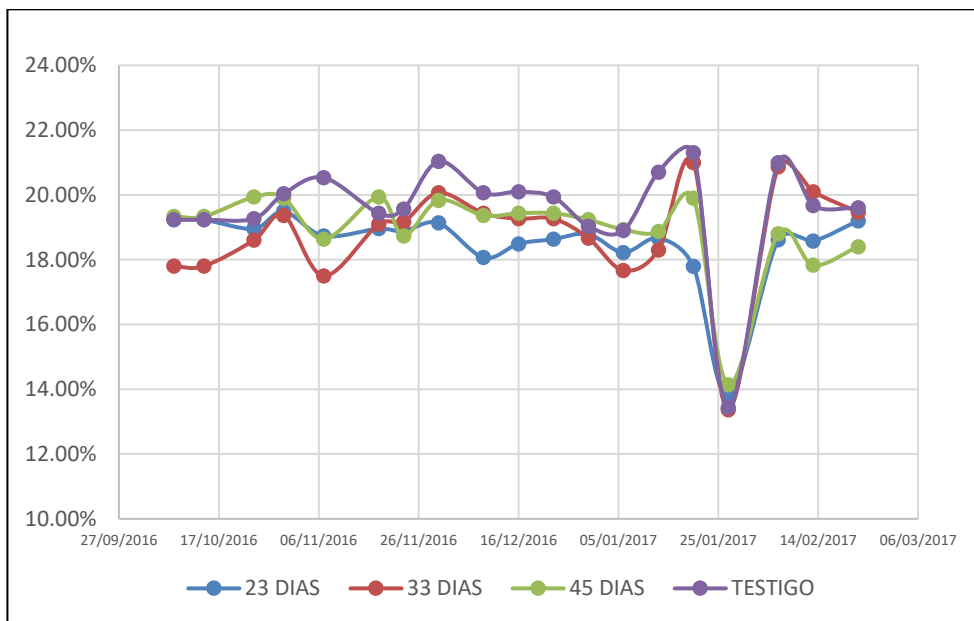


Figura 26: Variación de la humedad en la repetición 2 - Huambachero

FUENTE: Elaboración propia

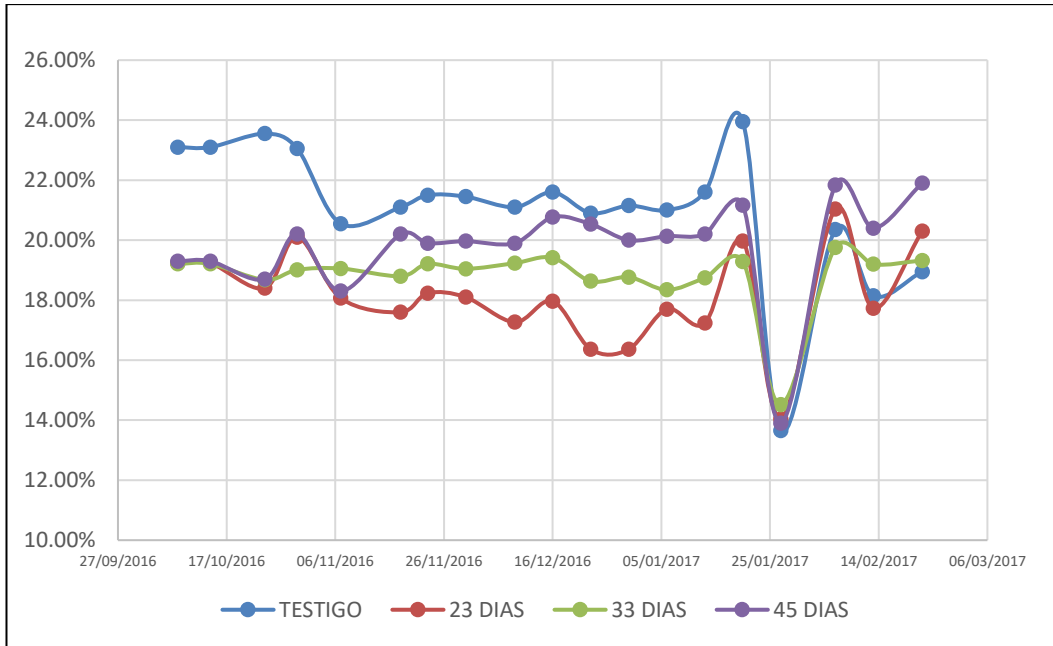


Figura 27: Variación de la humedad en la repetición 3 - Huambachero

FUENTE: Elaboración propia

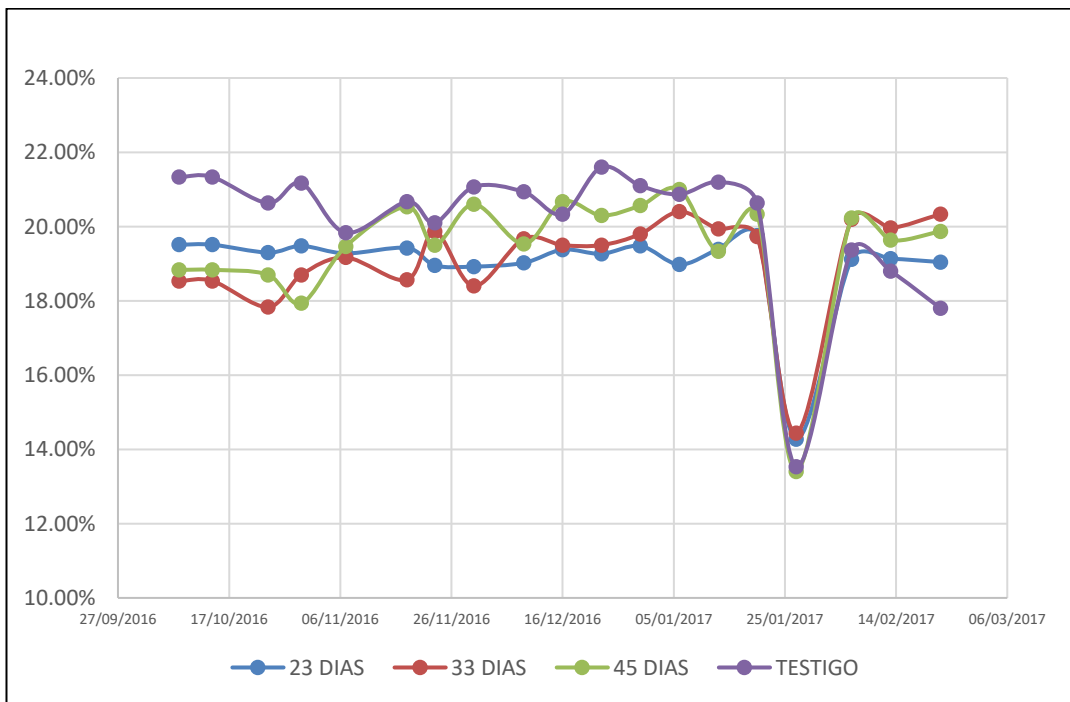


Figura 28: Variación de la humedad en la repetición 4 - Huambachero

FUENTE: Elaboración propia

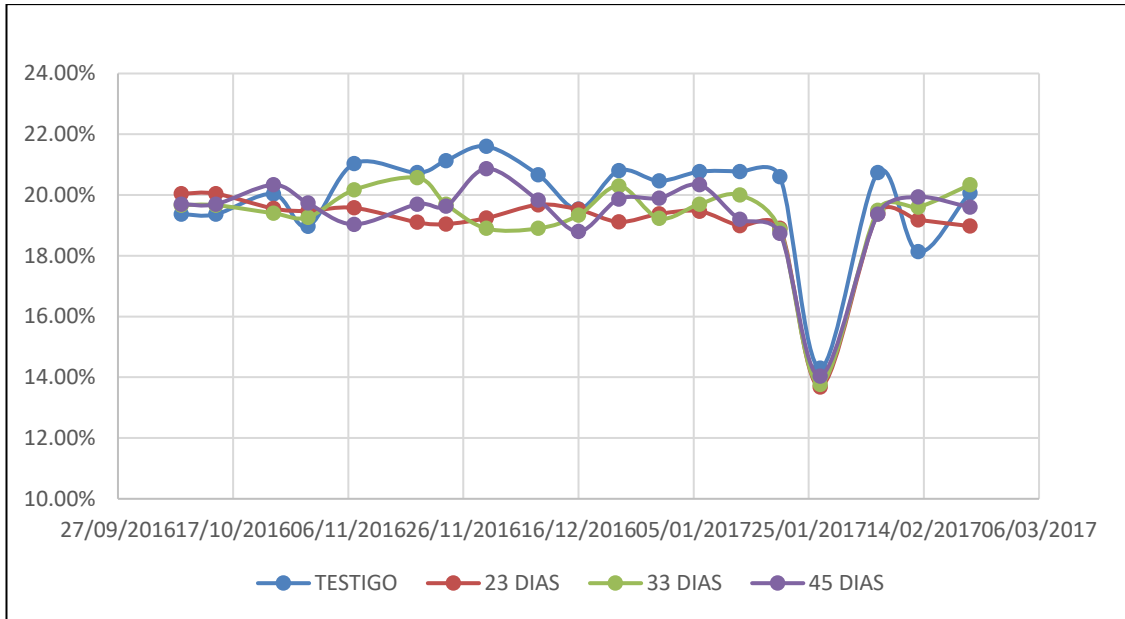


Figura 29: Variación de la humedad en la repetición 5 - Huambachero

FUENTE: Elaboración propia

Variedad Paramunguino

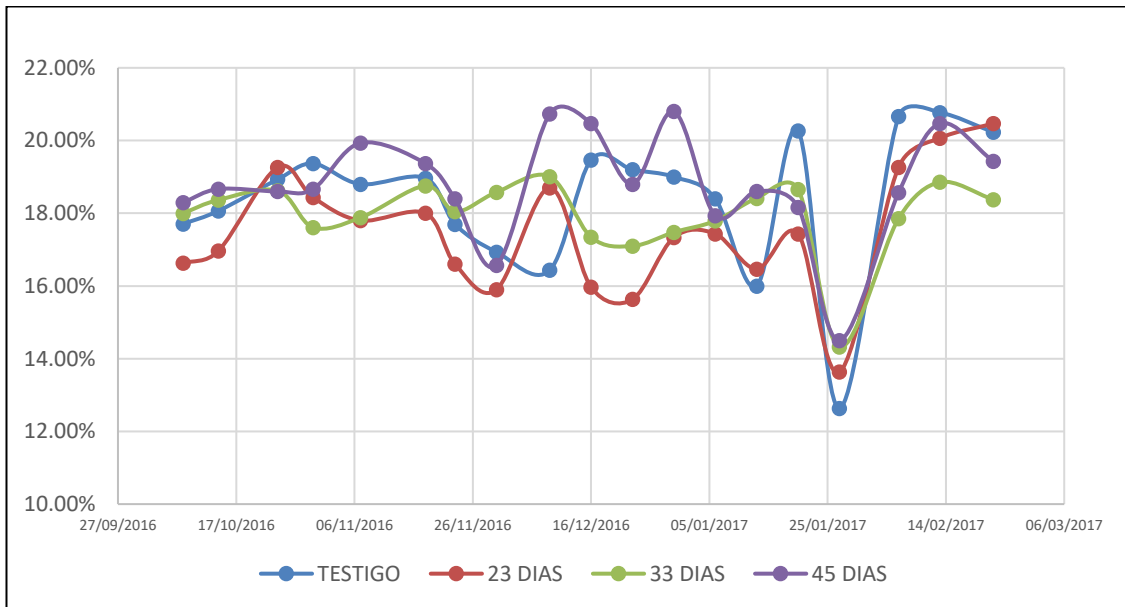


Figura 30: Variación de la humedad en la repetición 1 - Paramunguino

FUENTE: Elaboración propia

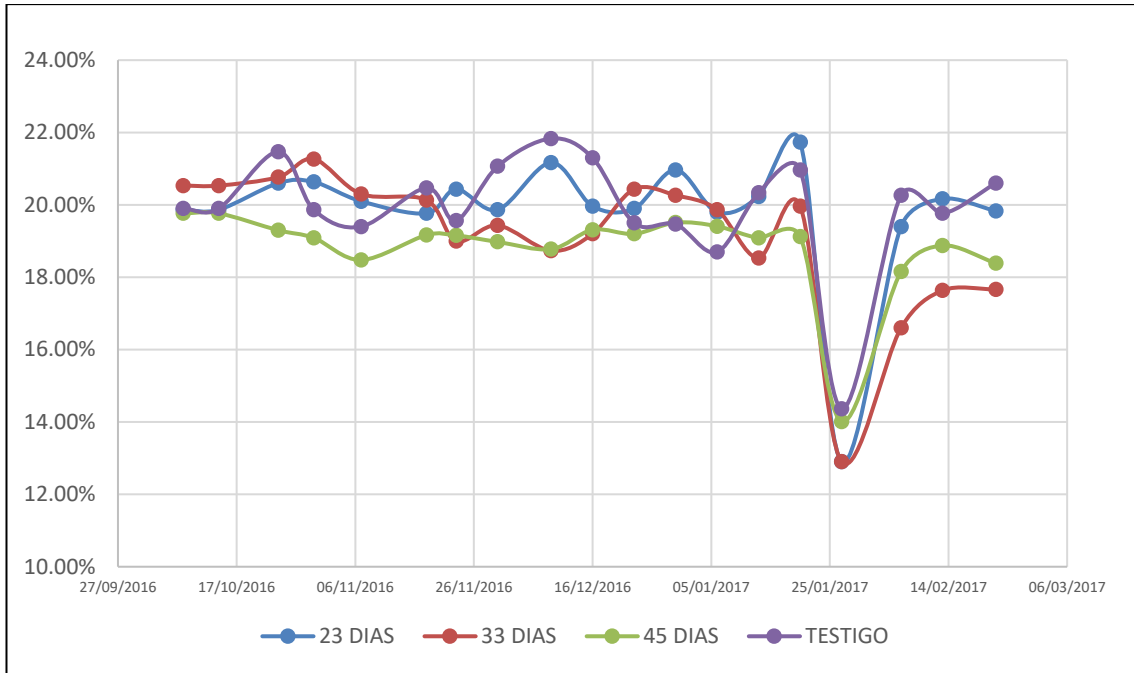


Figura 31: Variación de la humedad en la repetición 2 - Paramunguino

FUENTE: Elaboración propia

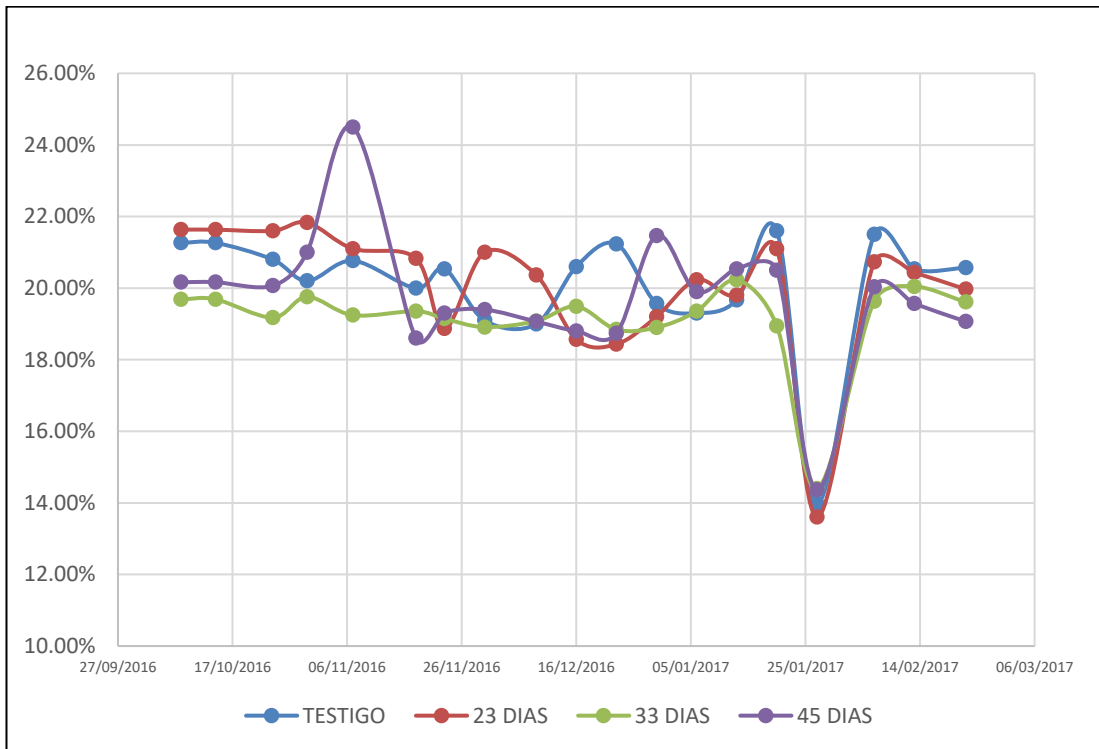


Figura 32: Variación de la humedad en la repetición 3 - Paramunguino

FUENTE: Elaboración propia

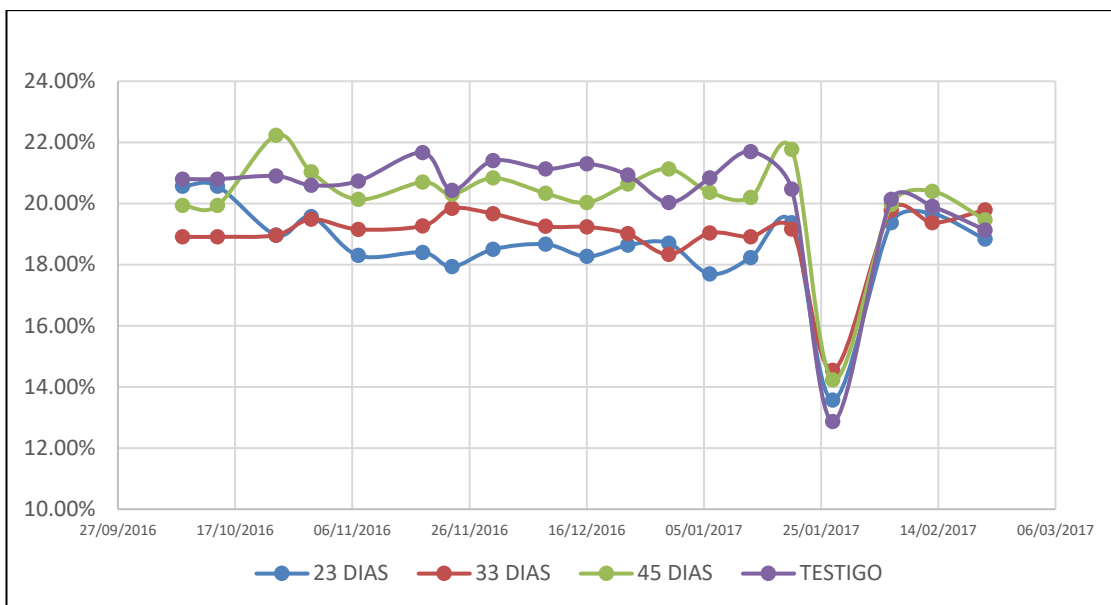


Figura 33: Variación de la humedad en la repetición 4 - Paramunguino

FUENTE: Elaboración propia

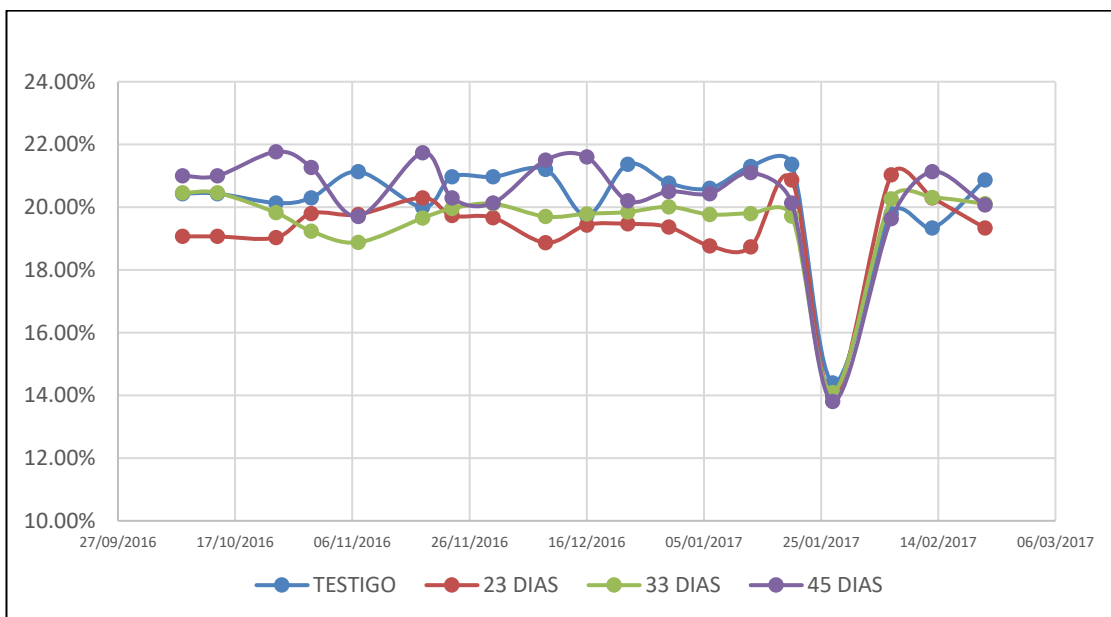


Figura 34: Variación de la humedad en la repetición 5 - Paramunguino

FUENTE: Elaboración propia

Los valores de humedad para las parcelas testigo fueron mayores en comparación con los tratamientos de riego parcial pero son cercanas a la capacidad de campo lo que nos asegura una humedad adecuada para la planta, los valores de humedad fueron bajas en el mes de enero debido a problemas con el agua riego. Gracias a la rusticidad de la planta del camote pudo soportar a estos cambios de humedad bruscos.

4.6. Área o cobertura foliar

a. Camote variedad Huambachero

El tratamiento PRD tuvo una menor cobertura en todas sus variaciones en comparación del tratamiento testigo, llegando a cubrir el 100 por ciento a los 108 días.

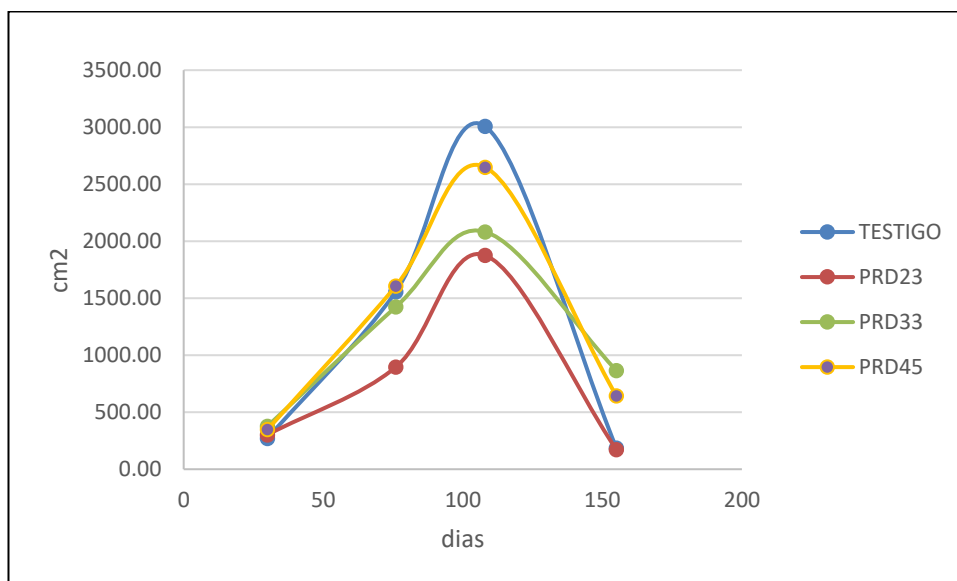


Figura 35: Comparación del área foliar - Huambachero

FUENTE: Elaboración propia

El análisis de varianza (ANVA) para la variable área foliar indica los siguientes resultados en cuanto al coeficiente de variabilidad (CV) y su interpretación.

Tabla 14: Interpretación estadística del área foliar – Huambachero

AREA FOLIAR		
Día	CV (%)	Observación
30	17.64	Hay diferencia significativa entre los tratamientos y repeticiones
76	14.4	No hay diferencia significativa entre los tratamientos y repeticiones
108	13.44	Hay diferencia significativa entre los tratamientos y repeticiones
155	39.49	Hay diferencia significativa entre los tratamientos y repeticiones

FUENTE: Elaboración propia

b. Camote variedad Paramonguino

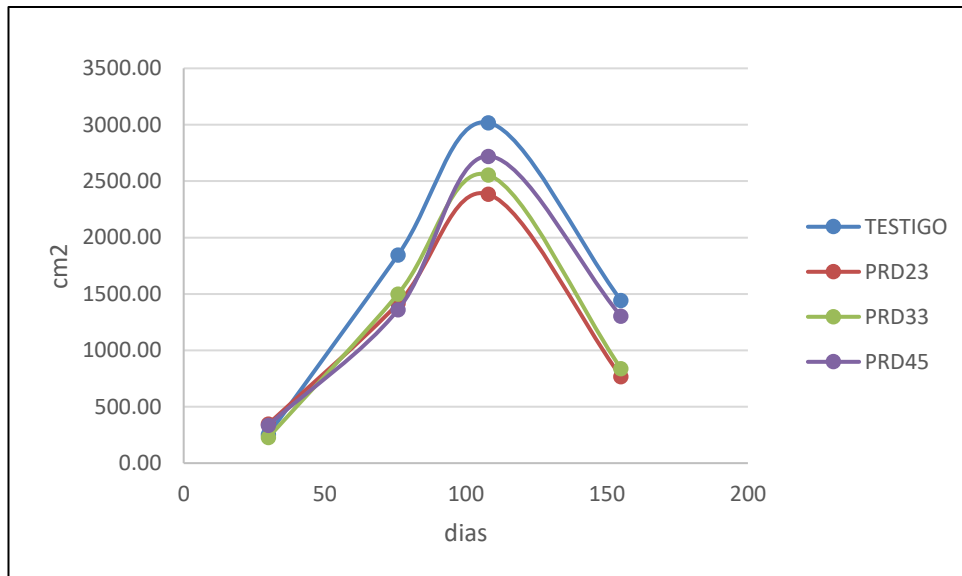


Figura 36: Comparación del área foliar - Paramonguino

FUENTE: Elaboración propia

El análisis de varianza (ANVA) para la variable área foliar indica los siguientes resultados en cuanto al coeficiente de variabilidad (CV) y su interpretación.

Tabla 15: Interpretación estadística del área foliar - Paramonguino

AREA FOLIAR		
Día	CV (%)	Observación
30	28.16	No existe diferencias significativas entre tratamientos y repeticiones
76	16.76	Existe diferencias significativas entre tratamientos y repeticiones
108	18.68	Existe diferencias significativas entre tratamientos y repeticiones
155	31.07	Existe diferencias significativas entre tratamientos y repeticiones

FUENTE: Elaboración propia

4.7. Longitud de tallo

a. Camote Huambachero

La longitud del tallo varía de acuerdo a los días siendo el testigo con una mayor longitud en los últimos días de la campaña del camote

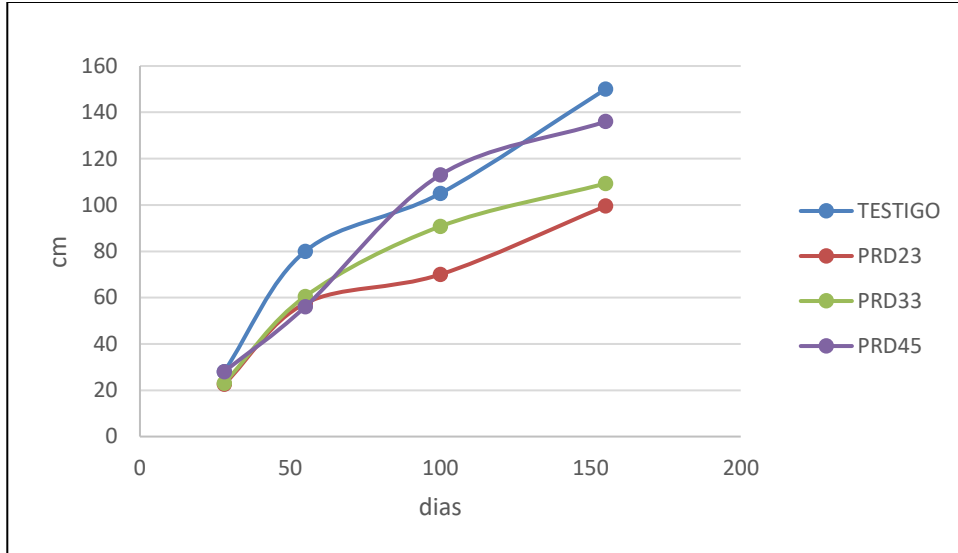


Figura 37: Comparación de longitud de tallo – Huambachero

FUENTE: Elaboración propia

El análisis de varianza (ANVA) para la variable Longitud de Tallo indica los siguientes resultados en cuanto al coeficiente de variabilidad (CV) y su interpretación.

Tabla 16: Interpretación estadística de la longitud de tallo - Huambachero

LONGITUD DE TALLO		
Día	CV (%)	Observación
28	9.56	No existe diferencias significativas entre tratamientos
55	15.21	No existe diferencias significativas entre tratamientos
100	11.63	Hay una alta significación en los tratamientos
155	6.05	Hay alta significación en los tratamientos

FUENTE: Elaboración propia

b. Camote Paramonguino

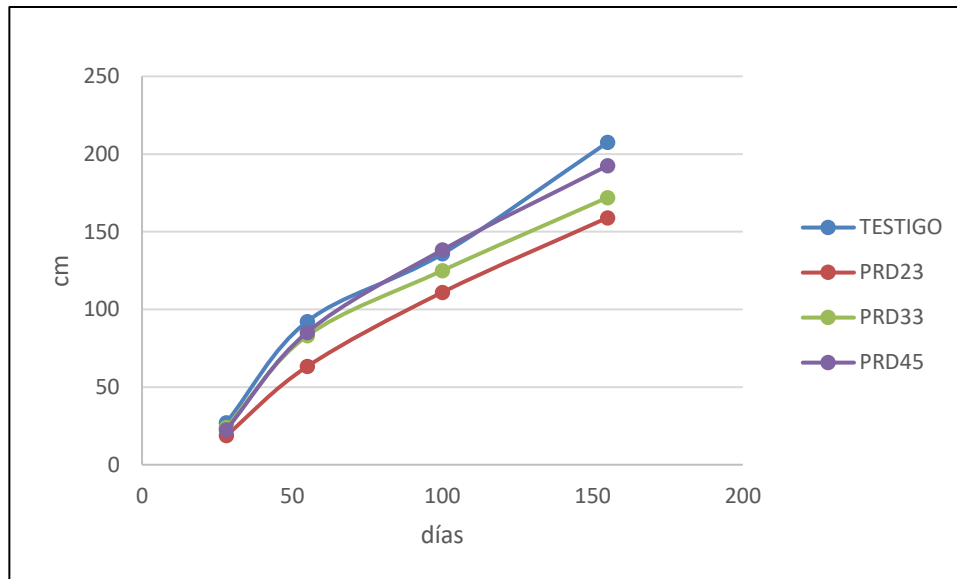


Figura 38: Comparación de longitud de tallo - Paramonguino

FUENTE: Elaboración propia

El análisis de varianza (ANVA) para la variable Longitud de Tallo indica los siguientes resultados en cuanto al coeficiente de variabilidad (CV) y su interpretación.

Tabla 17: Interpretación estadística de la longitud de tallo - Paramonguino

LONGITUD DE TALLO		
Día	CV (%)	Observación
28	18.05	No existe diferencias significativas entre tratamientos
55	7.76	Existe alta significancia entre tratamientos
100	8.03	Hay una alta significación entre los tratamientos
155	2.42	Hay alta significación entre los tratamientos

FUENTE: Elaboración propia

4.8. Longitud de raíz

a. Camote Huambachero

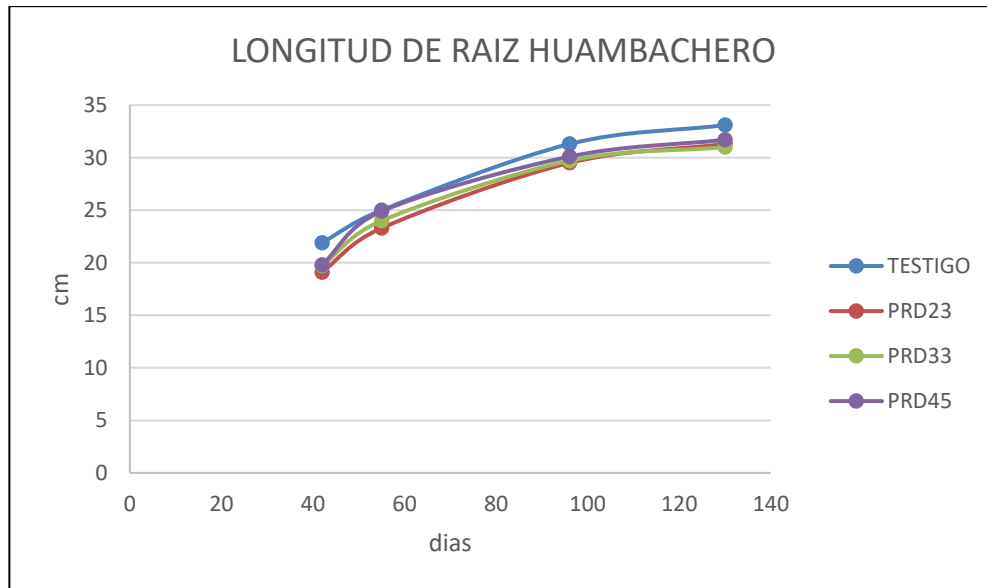


Figura 39: Comparación de longitud de raíz - Huambachero

FUENTE: Elaboración propia

El análisis de varianza (ANVA) para la variable Longitud de Raíz indica los siguientes resultados en cuanto al coeficiente de variabilidad (CV) y su interpretación.

Tabla 18: Interpretación estadística de la longitud de raíz - Huambachero

LONGITUD DE RAIZ		
Día	CV (%)	Observación
42	24.07	No existe diferencias significativas entre tratamientos
55	3.06	Existe alta diferencias significativas entre tratamientos
96	3.25	Hay una alta significación en los tratamientos
130	1.38	Hay alta significación en los tratamientos

FUENTE: Elaboración propia

b. Camote Paramonguino

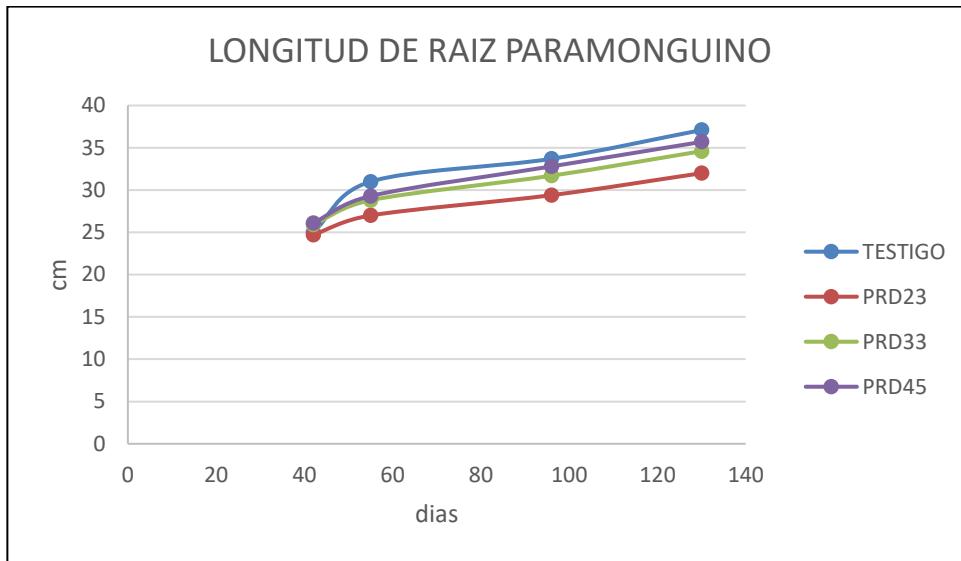


Figura 40: Comparación de longitud de raíz - Paramonguino

FUENTE: Elaboración propia

El análisis de varianza (ANVA) para la variable Longitud de Raíz indica los siguientes resultados en cuanto al coeficiente de variabilidad (CV) y su interpretación.

Tabla 19: Interpretación estadística de la longitud de raíz - Paramonguino

LONGITUD DE RAIZ		
Día	CV (%)	Observación
42	2.18	Existe alta diferencias significativas entre tratamientos
55	3.49	Existe alta diferencias significativas entre tratamientos
96	2.55	Hay una alta significación en los tratamientos
130	1.87	Hay alta significación en los tratamientos

FUENTE: Elaboración propia

V. CONCLUSIONES

- El momento de inicio de riego parcial más adecuado es a los 23 días después de la siembra, de acuerdo a las productividades de agua y rendimiento los cuales fueron 9.42 kg m^{-3} y 30 tha^{-1} en la variedad Paramonguino y de 10.91 kg m^{-3} y 34.7 tha^{-1}
- Los rendimientos obtenidos en el variedad Huambachero fueron: testigo 42.1 tha^{-1} , a los 23 días 34.7 tha^{-1} , a los 33 días 32.7 tha^{-1} y a los 45 días 35.1 tha^{-1} , y en la variedad Paramonguino fueron: testigo 39.2 tha^{-1} , a los 23 días 30 tha^{-1} , a los 33 días 31.4 tha^{-1} , y a los 45 días 32.6 tha^{-1}
- El rendimiento en el tratamiento “testigo” fue mayor para ambas variedades en tanto que el PRD representa un ahorro de agua siendo el más eficiente el tratamiento de 23 días con un ahorro de agua de 40.67 por ciento cuyo rendimiento es de 34.7 tha^{-1} para la variedad Huambachero y un ahorro de agua de 40.67 por ciento con rendimiento de 30 tha^{-1} para la variedad Paramonguino
- No se encontraron diferencias significativas en cuanto a los tratamientos y repeticiones en las variedades Huambachero y Paramonguino con un coeficientes de variabilidad (CV) de 24.07 por ciento y 19.05 por ciento respectivamente.
- La prueba de comparación múltiple de medias de Tukey nos indica que en la variedad Huambachero no hay diferencias significativas entre el testigo y PRD. Sin embargo, en la variedad Paramonguino nos indica que no hay diferencias significativas entre los tratamientos PRD, existiendo diferencia significativa del testigo en comparación a PRD.
- Los valores de productividad del agua para el camote Huambachero fueron de: testigo: 7.85 kgm^{-3} , tratamiento de 23 días: 10.91 kgm^{-3} . Tratamiento de 33 días: 9.52 kgm^{-3} y tratamiento de 45 días: 9.46 kgm^{-3} y para el camote Paramonguino fueron de: testigo: 7.30 kgm^{-3} , tratamiento de 23 días: 9.42 kgm^{-3} . Tratamiento de 33 días: 9.15 kgm^{-3} y tratamiento de 45 días: 8.78 kgm^{-3}

VI. RECOMENDACIONES

- Plantear el mismo experimento con otros cultivos utilizando lisímetros y medidores de caudal en cada parcela experimental
- Hacer el experimento en época de invierno y a diferentes alturas sobre el nivel del mar

VII. BIBLIOGRAFÍA

- Allen, G. R.; Pereira, L.; Raes, D.; Smith, M. 2006. Estudio FAO Riego y drenaje 56. Evapotranspiración del cultivo: Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos. Serie Cuadernos Técnicos. Roma, Italia. FAO. 298 p.
- Belehu, T. (2003). *Agronomical and physiological factors affecting growth, development and yield of sweet potato in Ethiopia*. University of Pretoria. Pretoria.
- Centro Internacional de la Papa (CIP). (1988). Mejoramiento de la batata (*Ipomoea batatas*) en Latinoamérica. Memorias del “seminario sobre mejoramiento de la batata (*Ipomoea batatas*) en Latinoamérica”. IP, Lima, junio 9-12, 1987.
- Fernández, R.; Trapero, A.; Domínguez, J. (2010). Experimentación en agricultura. Junta de Andalucía, Consejería de Agricultura y Pesca, Sevilla, España.
- Fonseca, C.; Zuger, R.; Walker, T.; Molina, J. (2002). *Estudio de impacto de la adopción de las nuevas variedades de camote liberadas por el INIA, en la costa central, Perú. Caso del valle de Cañete*. Centro Internacional de la Papa (CIP). 11 pp.
- García, I. & Briones, G. (2007). Sistema de riego por aspersión y goteo. (2a ed.). México: Trillas. 182 pp.
- Gisper, J.R.; García, 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.
- Huamán, Z. (1992). Botánica sistemática y morfología de la planta de batata o camote. Boletín de Información Técnica 25, Centro Internacional de la Papa, Lima, Perú 22 pp.

- Kang, S.; Zhang, J. (2004). Controlled alternate partial root-zone irrigation: its physiological consequences and impact on water use efficiency. *Journal of Experimental Botany*, Vol. 55, No. 407
- La Rosa Loli, R. (2008). Respuestas fisiológicas de camote *Ipomoea batatas* (L.) Lam. A diferentes frecuencias de riego. (Tesis Magister). Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Fernández, M.D.; Gallardo, M.; Magán, J.J.; Thompson, R.B. (2007). Productividad del agua en cultivos bajo invernadero en la costa mediterránea. *Vida Rural* N° 259: 48- 51.
- Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI). (2015). *Manual del cálculo de eficiencia para sistemas de riego*. Lima, Perú. Dirección General de Infraestructura Agraria y Riego. pp. 8.
- Medina San Juan, J.A. (2000). Riego por goteo. (4a ed). Madrid, España: Ediciones Mundi-Prensa. pp. 13-14
- Molina, J. (2010). El cultivo de camote en el Perú. Huaral, Perú. Estación Experimental Agraria Donoso. Serie Manual, no. 1-10. 50 pp.
- Pizarro Cabello, F. (1996). Riego localizado de alta frecuencia. (3a ed). Madrid, España: Ediciones Mundi-Prensa. 163 pp.
- Razuri, R. (1988). *Diseño de riego por goteo*. Centro Interamericano de desarrollo integral de aguas tierras. 167 p.
- Sánchez-Blanco, J. & Torrecillas, A. (1995). *Riego deficitario controlado*. Madrid, España: Ediciones Mundi-Prensa. 50 pp.
- Shock, C.C. & Welch, T. (2013). El riego por goteo: una introducción, técnicas para la agricultura sostenible. En. EM 8782-S. Disponible en <https://catalog.extension.oregonstate.edu/sites/catalog/files/project/pdf/em8782-s.pdf>

Villagómez, V. 2017. El cultivo de camote. Programa de Raíces y Tuberosas. Universidad Nacional Agraria La Molina, Peru.44 p.

Yañez Amayo, V., 2002. Aislamiento y caracterización de marcadores moleculares microsatélites a partir de la construcción de librerías genómicas enriquecidas de camote. Tesis (biólogo). Mención: Genética. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Facultad de Ciencias Biológicas. EAP de Ciencias Biológicas. 17 pp.

VIII. ANEXOS

ANEXO 1: Panel fotográfico



Preparación de los accesorios de riego



Colocación de tuberías



Colocación de los arcos de riego



Medición de la longitud de raíz



Cosecha del camote

ANEXO 2: Análisis de agua



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA
DEPARTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS DRH
LABORATORIO DE AGUA, SUELO, MEDIO AMBIENTE Y FERTIRRIEGO



Av. La Molina s/n. Telefax: 6147800 Anexo 226 Lima. E-mail: las-fia@lamolina.edu.pe **Nº 007877**

ANALISIS DE AGUA - RUTINA

SOLICITANTE : MIGUEL SANCHEZ
UBICACIÓN : Unalm
RESPONSABLE ANALISIS : Ing. Nore Arévalo Flores
FECHA DE ANALISIS : La Molina, 15 de Junio del 2017

Nº LABORATORIO	7877
Nº DE CAMPO	Agua
CE dS/m	0.66
pH	7.52
Calcio meq/l	4.90
Magnesio meq/l	0.83
Sodio meq/l	0.89
Potasio meq/l	0.05
SUMA DE CATIONES	6.67
Cloruro meq/l	1.13
Sulfato meq/l	2.67
Bicarbonato meq/l	2.83
Nitratos meq/l	0.00
Carbonatos meq/l	0.00
SUMA DE ANIONES	6.62
SAR	0.52
CLASIFICACION	C2-S1
Boro ppm	0.57

LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUA Y SUELO

Ing. Msc. Teresa Velásquez Bejarano
JEFE DE LABORATORIO



ANEXO 3: Resumen de los análisis estadísticos en el rendimiento de ambas variedades

	Coefficiente de variabilidad	Pr > F
Huambachero	24.07964	0.3718
Paramonguino	19.04866	0.1467

Tratamiento	Media Huambachero	Media Paramonguino	Tukey	Duncan
Testigo	42.108	39.178	A	A
23 días	34.738	30.004	A	A
33 días	32.658	31.376	A	A
45 días	35.116	32.618	A	A

Análisis del ANVA en la longitud de tallo - Huambachero

	Coefficiente de Variabilidad	Pr > F
Día 28	9.563	0.0091
Día 55	15.219	0.3115
Día 100	11.634	< 0.0001
Día 155	6.051	< 0.0001

Resultados prueba de Tukey y Duncan – longitud de tallo - Huambachero

Tratamiento	Día 28	Día 55	Día 100	Día 155
Testigo	26.916 - A	64.1 – A	90.00 – A	150.5 – A
23 días	27.8 – A	70.7 – A	114.05 – A	140.9 – A
33 días	24.2 – B	64.7 – A	96.65 – B	114.15 – B
45 días	22.3 – C	58.5 – A	69.6 – C	96.5 – C

Análisis del ANVA en el área foliar - Huambachero

	Coefficiente de Variabilidad	Pr > F
Día 30	17.64	0.0029
Día 76	14.40	0.0112
Día 108	13.44	0.0049
Día 155	39.48	0.0014

Resultados prueba de Tukey y Duncan – Área foliar - Huambachero

Tratamiento	Día 30	Día 76	Día 108	Día 155
Testigo	227.08 – B	1468.6 – A	2697.4 – A	465.3 – B
23 días	388.94 – A	1563.1 – A	2008.7 – B	345.7 – B
33 días	336.90 – A	1398.1 – A	2126.2 – B	860.7 – A
45 días	332.65 - A	1096.8 - B	1987.9 - B	307.3 - B

Análisis del ANVA en longitud de raíz - Huambachero

	Coefficiente de Variabilidad	Pr > F
Día 42	24.01	0.4423
Día 55	3.04	< 0.0001
Día 96	3.24	0.0021
Día 130	1.38	0.0021

Análisis del ANVA en la longitud de tallo - Paramonguino

	Coefficiente de Variabilidad	Pr > F
Día 28	18.05	0.3469
Día 55	7.75	< 0.0001
Día 100	8.03	0.0003
Día 155	2.45	< 0.0001

Resultados prueba de Tukey y Duncan – longitud de tallo - Paramonguino

Tratamiento	Día 30	Día 55	Día 100	Día 155
Testigo	27.4 – A	89.95 – A	137.65 – A	208.9 – A
23 días	23.9 – A	84.95 – A	142.35 – A	193.9 – B
33 días	25.1 – A	77.2 – B	118.00 – B	170.7 – C
45 días	22.25 – A	64.55 – C	110.6 – B	162.2 – D

Análisis del ANVA en el area foliar - Paramonguino

	Coefficiente de Variabilidad	Pr > F
Día 30	28.16	0.1626
Día 76	16.76	0.0346
Día 108	18.68	0.0453
Día 155	31.07	0.0261

Resultados prueba de Tukey y Duncan – area foliar - Paramonguino

Tratamiento	Día 30	Día 76	Día 108	Día 155
Testigo	246.71 – A	1871.6 – A	3546.0 – A	1378.4 – A
23 días	275.87 – A	1446.7 – B	2776.7 – B	1126.6 – A
33 días	227.03 – A	1518.1 – B	2753.0 – B	1025.2 – A
45 días	336.49 – A	1365.9 – B	2533.8 – B	671.9 – B

Análisis del ANVA en longitud de raíz - Paramonguino

	Coefficiente de Variabilidad	Pr > F
Día 42	2.12	0.0029
Día 55	2.49	0.0062
Día 96	2.54	0.0021
Día 130	1.86	< 0.0001

Resultados prueba de Tukey y Duncan – area foliar - Paramonguino

Tratamiento	Día 42	Día 55	Día 96	Día 130
Testigo	26.18 – A	30.10 – A	33.26 – A	36.38 – A
23 días	25.64 – A	28.86 – A	31.98 – B	34.62 – B
33 días	25.62 – A	27.76 – B	31.46 – B	34.06 – B
45 días	24.62 – B	27.84 – B	30.9 – B	32.86 – C

Resultados prueba de Duncan – Longitud de raíz - Huambachero

Tratamiento	Día 42	Día 55	Día 96	Día 130
Testigo	24.814 – A	21.96 – A	26.08 – A	31.0 – A
23 días	20.844 – A	20.34 – B	25.12 – A	30.42 – B
33 días	19.594 – A	19.9 – B	24.48 – B	29.92 – B
45 días	21.054 – A	19.38 – C	23.72 - C	29.90 - B

Resultados prueba de Tukey – Longitud de raíz - Huambachero

Tratamiento	Día 42	Día 55	Día 96	Día 130
Testigo	24.814 – A	21.96 – A	26.08 – A	31.0 – A
23 días	20.844 – A	20.34 – B	25.12 – A	30.42 – A
33 días	19.594 – A	19.9 – B	24.48 – B	29.92 – B
45 días	21.054 – A	19.38 – B	23.72 - B	29.90 - B

ANEXO 4: Reporte estadístico del Software SAS 9.1 en el rendimiento de ambas variedades de camote

OBS	TRATAMIENTO	HUAMBACHERO	PARAMONGUINO
		(t/ha)	(t/ha)
1	TESTIGO	33.57	30.54
2	TESTIGO	44.39	32.83
3	TESTIGO	38.15	41.76
4	TESTIGO	46.87	47.43
5	TESTIGO	47.56	43.33
6	T23	20.82	26.79
7	T23	29.59	23.09
8	T23	39.81	36.19
9	T23	39.92	35.64
10	T23	43.55	28.31
11	T33	25.28	26.88
12	T33	26.45	26.83
13	T33	42.20	34.73
14	T33	34.66	32.06
15	T33	34.70	36.38
16	T45	26.20	22.96
17	T45	26.95	26.02
18	T45	27.39	36.64
19	T45	45.25	39.00
20	T45	49.79	38.47

ANEXO 5: Análisis estadístico del rendimiento en el camote Huambachero

The ANOVA Procedure

Class Level Information

Class	Levels	Values
TRAT	4	T23 T33 T45 TESTIGO
Number of Observations Read		20
Number of Observations Used		20

The ANOVA Procedure

Dependent Variable: RENDIMIENTOHUAMBACHERO

Source	DF	Squares	Sum of Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	253.773140	84.591047	1.12	0.3718
Error	16	1212.709560	75.794347		
Corrected Total	19	1466.482700			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	RENDIMIENTOHUAMBACHERO Mean
0.173049	24.07964	8.705995	36.15500

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	3	253.7731400	84.5910467	1.12	0.3718

The ANOVA Procedure

Duncan's Multiple Range Test for RENDIMIENTOHUAMBAC

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	16
Error Mean Square	75.79435

Number of Means	2	3	4
Critical Range	11.67	12.24	12.60

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	TRAT
A	42.108	5	TESTIGO
A	35.116	5	T45
A	34.738	5	T23
A	32.658	5	T33

OJO

DCA - RENDIMIENTOS

The ANOVA Procedure

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for RENDIMIENTOHUAMBAC

NOTE: This test controls the Type I experimentwise error rate, but it generally has a higher Type II error rate than REGWQ.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	16
Error Mean Square	75.79435
Critical Value of Studentized Range	4.04609
Minimum Significant Difference	15.753

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	TRAT
A	42.108	5	TESTIGO
A	35.116	5	T45
A	34.738	5	T23
A	32.658	5	T33J

ANEXO 6: Análisis estadístico del rendimiento en el camote Paramonguino

The ANOVA Procedure

Dependent Variable: RENDIMIENTO PARAMONGUINO

Sum of Source	DF	Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	247.9062800	82.6354267	2.05	0.1467
Error	16	643.5476000	40.2217250		
Corrected Total	19	891.4538800			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	RENDIMIENTOPARAMONGUINO Mean
0.278092	19.04866	6.342060	33.29400

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	3	247.9062800	82.6354267	2.05	0.1467

The ANOVA Procedure

Duncan's Multiple Range Test for RENDIMIENTOPARAM

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	16
Error Mean Square	40.22173

Number of Means	2	3	4
Critical Range	8.503	8.917	9.175

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	TRAT
A	39.178	5	TESTIGO
A	32.618	5	T45
A	31.376	5	T33
A	30.004	5	T23

DCA - RENDIMIENOS

The ANOVA Procedure

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for RENDIMIENTOPARAM

NOTE: This test controls the Type I experimentwise error rate, but it generally has a higher Type II error rate than REGWQ.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	16
Error Mean Square	40.22173
Critical Value of Studentized Range	4.04609
Minimum Significant Difference	11.476

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	TRAT
----------------	------	---	------

A	39.178	5	TESTIGO
A			
A	32.618	5	T45
A			
A	31.376	5	T33
A			
A	30.004	5	T23

OJO

ANEXO 7: Reporte estadístico del Software SAS 9.1 en la longitud de tallo y área foliar del camote Huambachero

OBS	TRAT	Long tallo Dia28	Long tallo Dia55	Long tallo Dia100	Long tallo Dia155	Area Foliar Dia30	Area Foliar Dia76	Area Foliar Dia108	Area Foliar dia 155
1	TESTIGO	27	57	91	147	271.2	1557.19	3007.18	186.64
2	TESTIGO	27.58	68.5	98	148.5	226.52	1594.14	2731.13	503.97
3	TESTIGO	28	80	105	150	181.85	1631.09	2455.09	821.31
4	TESTIGO	25	58	65	160	184.63	1003.22	2286.62	628.08
5	TESTIGO	27	57	91	147	271.2	1557.19	3007.18	186.64
6	T23	27	66.5	113.75	139.5	391.43	1545.59	1722.6	220.3
7	T23	28	77	114.5	143	422.74	1572.1	2226.54	424.25
8	T23	30	80	104	136	497.81	1537.76	1803.77	205.06
9	T23	28	56	113	136	285.05	1553.43	1641.43	235.55
10	T23	26	74	125	150	347.68	1606.43	2649.31	643.43
11	T33	23	60.5	90.75	109.25	368.54	1406.46	2043.23	858.26
12	T33	26	71	105.5	121.5	318.61	1398.15	2194.4	864.99
13	T33	29	84	106	120	376.92	1423.37	2082.13	866.37
14	T33	20	50	76	97	360.16	1389.55	2004.34	850.15
15	T33	23	58	105	123	260.29	1372.93	2306.66	863.6
16	T45	22.5	57.5	70	99.5	302.17	895.79	1875.87	172.95
17	T45	22	60	69	92	349.53	1241.04	2142.23	409.4
18	T45	18	65	72	91	291.85	926.29	2114.58	210.35
19	T45	23	55	71	107	312.49	865.3	1637.17	135.56
20	T45	26	55	66	93	407.21	1555.8	2169.89	608.45

The ANOVA Procedure

Class Level Information

Class	Levels	Values
TRAT	4	T23 T33 T45 TESTIGO

Number of Observations Read	20
Number of Observations Used	20

ANEXO 8: Análisis Estadístico de la Longitud de Tallo en el Camote Huambachero

The ANOVA Procedure

Dependent Variable: LongTallodia28

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	95.3569600	31.7856533	5.43	0.0091
Error	16	93.7011200	5.8563200		
Corrected Total	19	189.0580800			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	LongTallodia28 Mean
0.504379	9.563640	2.419983	25.30400

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	3	95.35696000	31.78565333	5.43	0.0091

The ANOVA Procedure

Dependent Variable: LongTallodia55

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	373.200000	124.400000	1.29	0.3115
Error	16	1541.800000	96.362500		
Corrected Total	19	1915.000000			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	LongTallodia55 Mean
0.194883	15.21929	9.816440	64.50000

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	3	373.2000000	124.4000000	1.29	0.3115

The ANOVA Procedure

Dependent Variable: LongTallodia100

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	5061.312500	1687.104167	14.54	<.0001
Error	16	1856.200000	116.012500		
Corrected Total	19	6917.512500			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	LongTallodia100 Mean
0.731667	11.63479	10.77091	92.57500

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	3	5061.312500	1687.104167	14.54	<.0001

The ANOVA Procedure

Dependent Variable: LongTallodia155

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	9159.90938	3053.30313	52.93	<.0001
Error	16	922.90000	57.68125		
Corrected Total	19	10082.80938			

R-Square Coeff Var Root MSE LongTallodia155 Mean
0.908468 6.051045 7.594817 125.5125

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	3	9159.909375	3053.303125	52.93	<.0001

OJO

ANEXO 9: Prueba de Duncan y Tukey en el análisis estadístico de la longitud de tallo en el camote Huambachero

The ANOVA Procedure

Duncan's Multiple Range Test for LongTallodia28

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha 0.05
 Error Degrees of Freedom 16
 Error Mean Square 5.85632

Number of Means 2 3 4
 Critical Range 3.245 3.402 3.501

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	TRAT
A	27.800	5	T23
A			
B	26.916	5	TESTIGO
B			
B	24.200	5	T33
C			
C	22.300	5	T45

The ANOVA Procedure

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for LongTallodia28

NOTE: This test controls the Type I experimentwise error rate, but it generally has a higher Type II error rate than REGWQ.

Alpha 0.05
 Error Degrees of Freedom 16
 Error Mean Square 5.85632
 Critical Value of Studentized Range 4.04609
 Minimum Significant Difference 4.3789

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	TRAT
A	27.800	5	T23
A			
A	26.916	5	TESTIGO
A			
B	24.200	5	T33
B			
B	22.300	5	T45

The ANOVA Procedure

Duncan's Multiple Range Test for LongTallodia55

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha 0.05
 Error Degrees of Freedom 16
 Error Mean Square 96.3625

Number of Means 2 3 4

Critical Range 13.16 13.80 14.20

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	TRAT
A	70.700	5	T23
A			
A	64.700	5	T33
A			
A	64.100	5	TESTIGO
A			
A	58.500	5	T45

The ANOVA Procedure

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for LongTallodia55

NOTE: This test controls the Type I experimentwise error rate, but it generally has a higher Type II error rate than REGWQ.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	16
Error Mean Square	96.3625
Critical Value of Studentized Range	4.04609
Minimum Significant Difference	17.763

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	TRAT
A	70.700	5	T23
A			
A	64.700	5	T33
A			
A	64.100	5	TESTIGO
A			
A	58.500	5	T45

DCA - HUAMBACHERO: RENDIMIENTO-LONGITUD TALLO - AREA FOLIAR

The ANOVA Procedure

Duncan's Multiple Range Test for LongTallodia100

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	16
Error Mean Square	116.0125

Number of Means	2	3	4
Critical Range	14.44	15.14	15.58

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	TRAT
A	114.050	5	T23
B	96.650	5	T33
B	90.000	5	TESTIGO

C 69.600 5 T45

The ANOVA Procedure

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for LongTallodia100

NOTE: This test controls the Type I experimentwise error rate, but it generally has a higher Type II error rate than REGWQ.

Alpha 0.05
Error Degrees of Freedom 16
Error Mean Square 116.0125
Critical Value of Studentized Range 4.04609
Minimum Significant Difference 19.49

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	TRAT
A	114.050	5	T23
A			
B	96.650	5	T33
B			
B	90.000	5	TESTIGO
C	69.600	5	T45

The ANOVA Procedure

Duncan's Multiple Range Test for LongTallodia155

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha 0.05
Error Degrees of Freedom 16
Error Mean Square 57.68125

Number of Means	2	3	4
Critical Range	10.18	10.68	10.99

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	TRAT
A	150.500	5	TESTIGO
A			
A	140.900	5	T23
B	114.150	5	T33
C	96.500	5	T45

The ANOVA Procedure

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for LongTallodia155

NOTE: This test controls the Type I experimentwise error rate, but it generally has a higher Type II error rate than REGWQ.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	16
Error Mean Square	57.68125
Critical Value of Studentized Range	4.04609
Minimum Significant Difference	13.743

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	TRAT
A	150.500	5	TESTIGO
A	140.900	5	T23
B	114.150	5	T33
C	96.500	5	T45

Resultados prueba de Tukey Y Duncan – longitud de tallo - Huambachero

ANEXO 10: Análisis estadístico del área foliar en el camote Huambachero

The ANOVA Procedure

Dependent Variable: AreaFoliarDia30

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	69125.6027	23041.8676	7.17	0.0029
Error	16	51429.6122	3214.3508		
Corrected Total	19	120555.2149			

R-Square Coeff Var Root MSE AreaFoliarDia30 Mean
 0.573394 17.64042 56.69524 321.3940

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	3	69125.60268	23041.86756	7.17	0.0029

The ANOVA Procedure

Dependent Variable: AreaFoliarDia76

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	609247.507	203082.502	5.13	0.0112
Error	16	633411.107	39588.194		
Corrected Total	19	1242658.614			

R-Square Coeff Var Root MSE AreaFoliarDia76 Mean
 0.490277 14.40083 198.9678 1381.641

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	3	609247.5074	203082.5025	5.13	0.0112

The ANOVA Procedure

Dependent Variable: AreaFoliarDia108

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	1671738.130	557246.043	6.34	0.0049
Error	16	1406532.806	87908.300		
Corrected Total	19	3078270.937			

R-Square Coeff Var Root MSE AreaFoliarDia108 Mean
 0.543077 13.44600 296.4933 2205.068

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	3	1671738.130	557246.043	6.34	0.0049

The ANOVA Procedure

Dependent Variable: AreaFoliarDia155

Sum of

Source	DF	Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	960491.612	320163.871	8.39	0.0014
Error	16	610725.443	38170.340		
Corrected Total	19	1571217.054			

R-Square Coeff Var Root MSE AreaFoliarDia155 Mean
0.611304 39.48786 195.3723 494.7655

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	3	960491.6119	320163.8706	8.39	0.0014

ANEXO 11: Prueba de Duncan y Tukey en análisis estadístico del área foliar en el camote Huambachero

The ANOVA Procedure

Duncan's Multiple Range Test for AreaFoliarDia30

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	16
Error Mean Square	3214.351

Number of Means	2	3	4
Critical Range	76.01	79.71	82.02

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	TRAT
A	388.94	5	T23
A			
A	336.90	5	T33
A			
A	332.65	5	T45
B	227.08	5	TESTIGO

The ANOVA Procedure

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for AreaFoliarDia30

NOTE: This test controls the Type I experimentwise error rate, but it generally has a higher Type II error rate than REGWQ.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	16
Error Mean Square	3214.351
Critical Value of Studentized Range	4.04609
Minimum Significant Difference	102.59

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	TRAT
A	388.94	5	T23
A			
A	336.90	5	T33
A			
A	332.65	5	T45
B	227.08	5	TESTIGO

The ANOVA Procedure

Duncan's Multiple Range Test for AreaFoliarDia76

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha 0.05
 Error Degrees of Freedom 16
 Error Mean Square 39588.19

Number of Means 2 3 4
 Critical Range 266.8 279.7 287.8

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan
 Grouping Mean N TRAT
 A 1563.1 5 T23
 A
 A 1468.6 5 TESTIGO
 A
 A 1398.1 5 T33
 B 1096.8 5 T45

The ANOVA Procedure

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for AreaFoliarDia76

NOTE: This test controls the Type I experimentwise error rate, but it generally has a higher Type II error rate than REGWQ.

Alpha 0.05
 Error Degrees of Freedom 16
 Error Mean Square 39588.19
 Critical Value of Studentized Range 4.04609
 Minimum Significant Difference 360.03

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey
 Grouping Mean N TRAT
 A 1563.1 5 T23
 A
 A 1468.6 5 TESTIGO
 A
 B A 1398.1 5 T33
 B
 B 1096.8 5 T45

The ANOVA Procedure

Duncan's Multiple Range Test for AreaFoliarDia108

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha 0.05
 Error Degrees of Freedom 16
 Error Mean Square 87908.3
 Number of Means 2 3 4
 Critical Range 397.5 416.9 428.9

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan
 Grouping Mean N TRAT
 A 2697.4 5 TESTIGO
 B 2126.2 5 T33
 B

B 2008.7 5 T23
 B
 B 1987.9 5 T45
 DCA - HUAMBACHERO: RENDIMIENTO-LONGITUD TALLO - AREA FOLIAR

The ANOVA Procedure

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for AreaFoliarDial108

NOTE: This test controls the Type I experimentwise error rate, but it generally has a higher Type II error rate than REGWQ.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	16
Error Mean Square	87908.3
Critical Value of Studentized Range	4.04609
Minimum Significant Difference	536.5

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	TRAT
A	2697.4	5	TESTIGO
B	2126.2	5	T33
B	2008.7	5	T23
B	1987.9	5	T45

The ANOVA Procedure

Duncan's Multiple Range Test for AreaFoliarDial155

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	16
Error Mean Square	38170.34

Number of Means	2	3	4
Critical Range	261.9	274.7	282.6

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	TRAT
A	860.7	5	T33
B	465.3	5	TESTIGO
B	345.7	5	T23
B	307.3	5	T45

The ANOVA Procedure

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for AreaFoliarDial155

NOTE: This test controls the Type I experimentwise error rate, but it generally has a higher Type II error rate than REGWQ.

Alpha	0.05
-------	------

Error Degrees of Freedom 16
Error Mean Square 38170.34
Critical Value of Studentized Range 4.04609
Minimum Significant Difference 353.52

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	TRAT
A	860.7	5	T33
B	465.3	5	TESTIGO
B	345.7	5	T23
B	307.3	5	T45

ANEXO 12: Reporte estadístico del Software SAS 9.1 en la longitud de raíz del camote

Huambachero

		Long raiz	Long raiz	Long raiz	Long raiz
OBS	TRAT	Dia 42	Dia 55	Dia 96	Dia 130
1	TESTIGO	20.14	21.9	25	31.3
2	TESTIGO	25.56	22.7	27.1	30
3	TESTIGO	22.89	20.5	25.3	31.1
4	TESTIGO	26.86	22.8	28	31.3
5	TESTIGO	28.62	21.9	25	31.3
6	T23	12.49	19.8	24.9	30.1
7	T23	17.76	21.3	25.8	29.9
8	T23	23.89	19.9	24.8	30.6
9	T23	23.95	20.6	25.1	30.7
10	T23	26.13	20.1	25	30.8
11	T33	15.17	19.9	23.8	29.5
12	T33	15.87	19.7	24	29.7
13	T33	25.32	19.8	24.7	30.1
14	T33	20.79	20	25	29.8
15	T33	20.82	20.1	24.9	30.5
16	T45	15.72	19.1	23.3	29.5
17	T45	16.09	18.8	23.2	29.9
18	T45	16.43	20	24.3	29.8
19	T45	27.15	19.9	23.7	30.1
20	T45	29.88	19.1	24.1	30.2

ANEXO 13: Análisis estadístico de la longitud de raíz en el camote Huambachero

DCA - HUAMBACHANO: LONGITUD RAIZ
The ANOVA Procedure

Class Level Information

Class	Levels	Values
TRAT	4	T23 T33 T45 TESTIGO

Number of Observations Read 20
Number of Observations Used 20

DCA - HUAMBACHANO: LONGITUD RAIZ

The ANOVA Procedure

Dependent Variable: LongRaizdia42

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	76.1063750	25.3687917	0.94	0.4423
Error	16	429.6380800	26.8523800		
Corrected Total	19	505.7444550			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	LongRaizdia42 Mean
0.150484	24.01654	5.181928	21.57650

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	3	76.10637500	25.36879167	0.94	0.4423

DCA - HUAMBACHANO: LONGITUD RAIZ
The ANOVA Procedure

Dependent Variable: LongRaizdia55

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	18.63750000	6.21250000	16.10	<.0001
Error	16	6.17200000	0.38575000		
Corrected Total	19	24.80950000			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	LongRaizdia55 Mean
0.751224	3.045294	0.621088	20.39500

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	3	18.63750000	6.21250000	16.10	<.0001

DCA - HUAMBACHANO: LONGITUD RAIZ
The ANOVA Procedure

Dependent Variable: LongRaizdia96

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	14.99800000	4.99933333	7.68	0.0021
Error	16	10.41200000	0.65075000		

Corrected Total 19 25.41000000

R-Square Coeff Var Root MSE LongRaizdia96 Mean
0.590240 3.246241 0.806691 24.85000

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	3	14.99800000	4.99933333	7.68	0.0021

DCA - HUAMBACHANO: LONGITUD RAIZ

The ANOVA Procedure

Dependent Variable: LongRaizdia130

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	4.04200000	1.34733333	7.66	0.0021
Error	16	2.81600000	0.17600000		
Corrected Total	19	6.85800000			

R-Square Coeff Var Root MSE LongRaizdia130 Mean
0.589385 1.384109 0.419524 30.31000

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	3	4.04200000	1.34733333	7.66	0.0021

ANEXO 14: Prueba de Duncan y Tukey de la longitud de raíz en el camote Huambachero

The ANOVA Procedure

Duncan's Multiple Range Test for LongRaizdia42

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	16
Error Mean Square	26.85238

Number of Means	2	3	4
Critical Range	6.948	7.286	7.497

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	TRAT
A	24.814	5	TESTIGO
A	21.054	5	T45
A	20.844	5	T23
A	19.594	5	T33

The ANOVA Procedure

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for LongRaizdia42

NOTE: This test controls the Type I experimentwise error rate, but it generally has a higher Type II error rate than REGWQ.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	16
Error Mean Square	26.85238
Critical Value of Studentized Range	4.04609
Minimum Significant Difference	9.3765

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	TRAT
A	24.814	5	TESTIGO
A	21.054	5	T45
A	20.844	5	T23
A	19.594	5	T33

The ANOVA Procedure

Duncan's Multiple Range Test for LongRaizdia55

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	16

Error Mean Square 0.38575

Number of Means	2	3	4
Critical Range	.8327	.8732	.8985

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	TRAT
A	21.9600	5	TESTIGO
B	20.3400	5	T23
B			
C	19.9000	5	T33
C			
C	19.3800	5	T45

The ANOVA Procedure
Tukey's Studentized Range (HSD) Test for LongRaizdia55

NOTE: This test controls the Type I experimentwise error rate, but it generally has a higher Type II error rate than REGWQ.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	16
Error Mean Square	0.38575
Critical Value of Studentized Range	4.04609
Minimum Significant Difference	1.1238

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	TRAT
A	21.9600	5	TESTIGO
B	20.3400	5	T23
B			
B	19.9000	5	T33
B			
B	19.3800	5	T45

The ANOVA Procedure

Duncan's Multiple Range Test for LongRaizdia96

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	16
Error Mean Square	0.65075

Number of Means	2	3	4
Critical Range	1.082	1.134	1.167

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	TRAT
A	26.0800	5	TESTIGO
A			
B	25.1200	5	T23
B			
B	24.4800	5	T33
C			
C			

C 23.7200 5 T45

The ANOVA Procedure

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for LongRaizdia96

NOTE: This test controls the Type I experimentwise error rate, but it generally has a higher Type II error rate than REGWQ.

Alpha 0.05
Error Degrees of Freedom 16
Error Mean Square 0.65075
Critical Value of Studentized Range 4.04609
Minimum Significant Difference 1.4597

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	TRAT
A	26.0800	5	TESTIGO
A			
B A	25.1200	5	T23
B			
B	24.4800	5	T33
B			
B	23.7200	5	T45

The ANOVA Procedure

Duncan's Multiple Range Test for LongRaizdia130

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha 0.05
Error Degrees of Freedom 16
Error Mean Square 0.176

Number of Means	2	3	4
Critical Range	.5625	.5898	.6069

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	TRAT
A	31.0000	5	TESTIGO
B	30.4200	5	T23
B			
B	29.9200	5	T33
B			
B	29.9000	5	T45

The ANOVA Procedure

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for LongRaizdia130

NOTE: This test controls the Type I experimentwise error rate, but it generally has a higher Type II error rate than REGWQ.

Alpha 0.05
Error Degrees of Freedom 16

Error Mean Square 0.176
 Critical Value of Studentized Range 4.04609
 Minimum Significant Difference 0.7591

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	TRAT
A	31.0000	5	TESTIGO
A			
B	30.4200	5	T23
B			
B	29.9200	5	T33
B			
B	29.9000	5	T45

ANEXO 15: Reporte estadístico de la longitud de tallo y área foliar en el camote

Paramonguino

		Long tallo	Long tallo	Long tallo	Long tallo	Area Foliar	Area Foliar	Area Foliar	Area Foliar
		Dia	Dia	Dia	Dia	Dia	Dia	Dia	Dia
Obs	TRAT	28	55	100	Dia155	Dia 30	Dia 76	Dia 108	Dia 155
1	TESTIGO	27	92.25	135.75	207.5	252.36	1846.66	3018.37	1442.95
2	TESTIGO	27	86.5	140.5	211	213.27	1881.12	3827.63	1221.49
3	TESTIGO	28	95	130	208	163.36	2625.12	2792.98	1101.1
4	TESTIGO	27	98	131	204	341.36	1468.19	3243.76	1784.79
5	TESTIGO	28	78	151	214	263.18	1537.12	4862.28	1341.88
6	T23	22.5	85.25	138.25	192.5	334.84	1360.64	2720.81	1302.07
7	T23	19	86	128	189	331.36	1458.19	3233.76	1764.79
8	T23	26	84.5	148.5	196	237.72	1471.62	2642.94	855.36
9	T23	24	85	137	194	338.31	1263.08	2207.86	839.35
10	T23	28	84	160	198	137.13	1680.15	3078.02	871.36
11	T33	24	83	125	172	125.13	1667.15	2898.02	851.36
12	T33	28	64	110	170	328.36	1423.19	3203.76	1759.79
13	T33	24.5	73	105	170.5	227.22	1500.12	2554.44	838.36
14	T33	25	83	125	169	329.31	1333.08	2210.86	825.35
15	T33	24	83	125	172	125.13	1667.15	2898.02	851.36
16	T45	18.75	63.25	111	159	346.98	1416.22	2383.33	766.74
17	T45	10	60	97	151	315.22	1526.86	2837.06	695.4
18	T45	27.5	66.5	125	167	340.08	1362.18	2482.85	632.51
19	T45	30	70	111	166	378.73	1305.57	1929.6	838.09
20	T45	25	63	109	168	301.43	1218.79	3036.1	426.93

The ANOVA Procedure

Class Level Information

Class	Levels	Values
TRAT	4	T23 T33 T45 TESTIGO

Number of Observations Read	20
Number of Observations Used	20

ANEXO 16: Análisis estadístico de la longitud de tallo del camote Paramunguino

The ANOVA Procedure

Dependent Variable: LongTallodia28

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	70.4343750	23.4781250	1.18	0.3469
Error	16	317.1000000	19.8187500		
Corrected Total	19	387.5343750			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	LongTallodia28 Mean
0.181750	18.05099	4.451825	24.66250

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	3	70.43437500	23.47812500	1.18	0.3469

The ANOVA Procedure

Dependent Variable: LongTallodia55

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	1836.209375	612.069792	16.22	<.0001
Error	16	603.700000	37.731250		
Corrected Total	19	2439.909375			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	LongTallodia55 Mean
0.752573	7.759453	6.142577	79.16250

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	3	1836.209375	612.069792	16.22	<.0001

The ANOVA Procedure

Dependent Variable: LongTallodia100

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	3494.575000	1164.858333	11.17	0.0003
Error	16	1668.600000	104.287500		
Corrected Total	19	5163.175000			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	LongTallodia100 Mean
0.676827	8.031557	10.21213	127.1500

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	3	3494.575000	1164.858333	11.17	0.0003

The ANOVA Procedure

Dependent Variable: LongTallodia155

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	6850.637500	2283.545833	114.90	<.0001
Error	16	318.000000	19.875000		
Corrected Total	19	7168.637500			

R-Square Coeff Var Root MSE LongTallodia155 Mean
0.955640 2.423889 4.458139 183.9250

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	3	6850.637500	2283.545833	114.90	<.0001

ANEXO 17: Prueba de Duncan y Tukey de la longitudde tallo en el camote Paramonguino

The ANOVA Procedure

Duncan's Multiple Range Test for LongTallodia28

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	16
Error Mean Square	19.81875

Number of Means	2	3	4
Critical Range	5.969	6.259	6.441

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	TRAT
A	27.400	5	TESTIGO
A			
A	25.100	5	T33
A			
A	23.900	5	T23
A			
A	22.250	5	T45

The ANOVA Procedure

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for LongTallodia28

NOTE: This test controls the Type I experimentwise error rate, but it generally has a higher Type II error rate than REGWQ.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	16
Error Mean Square	19.81875
Critical Value of Studentized Range	4.04609
Minimum Significant Difference	8.0554

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	TRAT
A	27.400	5	TESTIGO
A			
A	25.100	5	T33
A			
A	23.900	5	T23
A			
A	22.250	5	T45

The ANOVA Procedure

Duncan's Multiple Range Test for LongTallodia55

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	16
Error Mean Square	37.73125

Number of Means	2	3	4
Critical Range	8.236	8.636	8.887

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	TRAT
A	89.950	5	TESTIGO
A			
B	84.950	5	T23
B			
B	77.200	5	T33
C	64.550	5	T45

The ANOVA Procedure

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for LongTallodia55

NOTE: This test controls the Type I experimentwise error rate, but it generally has a higher Type II error rate than REGWQ.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	16
Error Mean Square	37.73125
Critical Value of Studentized Range	4.04609
Minimum Significant Difference	11.115

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	TRAT
A	89.950	5	TESTIGO
A			
B	84.950	5	T23
B			
B	77.200	5	T33
C	64.550	5	T45

The ANOVA Procedure

Duncan's Multiple Range Test for LongTallodia100

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	16
Error Mean Square	104.2875

Number of Means	2	3	4
Critical Range	13.69	14.36	14.77

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	TRAT
A	142.350	5	T23
A			
A	137.650	5	TESTIGO
B	118.000	5	T33
B			
B	110.600	5	T45

The ANOVA Procedure

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for LongTallodia100

NOTE: This test controls the Type I experimentwise error rate, but it generally has a higher Type II error rate than REGWQ.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	16
Error Mean Square	104.2875
Critical Value of Studentized Range	4.04609
Minimum Significant Difference	18.479

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	TRAT
A	142.350	5	T23
A	137.650	5	TESTIGO
B	118.000	5	T33
B	110.600	5	T45

The ANOVA Procedure

Duncan's Multiple Range Test for LongTallodia155

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	16
Error Mean Square	19.875

Number of Means	2	3	4
Critical Range	5.977	6.268	6.450

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	TRAT
A	208.900	5	TESTIGO
B	193.900	5	T23
C	170.700	5	T33
D	162.200	5	T45

The ANOVA Procedure

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for LongTallodia155

NOTE: This test controls the Type I experimentwise error rate, but it generally has a higher Type II error rate than REGWQ.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	16
Error Mean Square	19.875
Critical Value of Studentized Range	4.04609
Minimum Significant Difference	8.0669

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	TRAT
A	208.900	5	TESTIGO
B	193.900	5	T23
C	170.700	5	T33
D	162.200	5	T45

ANEXO 18: Análisis estadístico del área del foliar del camote Paramonguino

The ANOVA Procedure

Dependent Variable: AreaFoliarDia30

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	34174.3778	11391.4593	1.95	0.1626
Error	16	93571.8123	5848.2383		
Corrected Total	19	127746.1901			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	AreaFoliarDia30 Mean
0.267518	28.16465	76.47378	271.5240

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	3	34174.37780	11391.45927	1.95	0.1626

The ANOVA Procedure

Dependent Variable: AreaFoliarDia76

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	745073.511	248357.837	3.68	0.0346
Error	16	1081226.572	67576.661		
Corrected Total	19	1826300.083			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	AreaFoliarDia76 Mean
0.407969	16.76470	259.9551	1550.610

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	3	745073.5114	248357.8371	3.68	0.0346

The ANOVA Procedure

Dependent Variable: AreaFoliarDia108

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	2960449.285	986816.428	3.36	0.0453
Error	16	4706091.599	294130.725		
Corrected Total	19	7666540.884			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	AreaFoliarDia108 Mean
0.386152	18.68120	542.3382	2903.123

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	3	2960449.285	986816.428	3.36	0.0453

The ANOVA Procedure

Dependent Variable: AreaFoliarDia155

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	1286425.530	428808.510	4.02	0.0261
Error	16	1705116.845	106569.803		
Corrected Total	19	2991542.375			

R-Square Coeff Var Root MSE AreaFoliarDia155 Mean
0.430021 31.07418 326.4503 1050.552

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	3	1286425.530	428808.510	4.02	0.0261

ANEXO 19: Prueba de Duncan y Tukey del área foliar en el camote Paramonguino

The ANOVA Procedure

Duncan's Multiple Range Test for AreaFoliarDia30

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	16
Error Mean Square	5848.238

Number of Means	2	3	4
Critical Range	102.5	107.5	110.6

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	TRAT
A	336.49	5	T45
A			
A	275.87	5	T23
A			
A	246.71	5	TESTIGO
A			
A	227.03	5	T33

The ANOVA Procedure

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for AreaFoliarDia30

NOTE: This test controls the Type I experimentwise error rate, but it generally has a higher Type II error rate than REGWQ.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	16
Error Mean Square	5848.238
Critical Value of Studentized Range	4.04609
Minimum Significant Difference	138.38

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	TRAT
A	336.49	5	T45
A			
A	275.87	5	T23
A			
A	246.71	5	TESTIGO
A			
A	227.03	5	T33

The ANOVA Procedure

Duncan's Multiple Range Test for AreaFoliarDia76

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	16
Error Mean Square	67576.66

Number of Means	2	3	4
Critical Range	348.5	365.5	376.1

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	TRAT
A	1871.6	5	TESTIGO
B	1518.1	5	T33
B	1446.7	5	T23
B	1365.9	5	T45

The ANOVA Procedure

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for AreaFoliarDia76

NOTE: This test controls the Type I experimentwise error rate, but it generally has a higher Type II error rate than REGWQ.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	16
Error Mean Square	67576.66
Critical Value of Studentized Range	4.04609
Minimum Significant Difference	470.38

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	TRAT
A	1871.6	5	TESTIGO
B	1518.1	5	T33
B	1446.7	5	T23
B	1365.9	5	T45

The ANOVA Procedure

Duncan's Multiple Range Test for AreaFoliarDia108

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	16
Error Mean Square	294130.7

Number of Means	2	3	4
Critical Range	727.1	762.5	784.6

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	TRAT
A	3549.0	5	TESTIGO
B	2776.7	5	T23
B	2753.0	5	T33

Error Degrees of Freedom	16
Error Mean Square	106569.8
Critical Value of Studentized Range	4.04609
Minimum Significant Difference	590.7

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	TRAT
A	1378.4	5	TESTIGO
B	1126.6	5	T23
B	1025.2	5	T33
B	671.9	5	T45

ANEXO 20: Reporte estadístico de la longitud de raíz del camote Paramonguino

		Long raiz	Long raiz	Long raiz	Long raiz
OBS	TRAT	Día 42	Día 55	Día 96	Día 130
1	TESTIGO	26.3	29.8	32.9	36.1
2	TESTIGO	27.1	31.2	33.8	36.3
3	TESTIGO	26	28	32.8	36.4
4	TESTIGO	25	31	33.7	37.1
5	TESTIGO	26.5	30.5	33.1	36
6	T23	24.8	28	30.9	33.7
7	T23	25.6	28.9	31.8	34.7
8	T23	25.9	29	31.5	34.1
9	T23	25.8	29.1	32.9	34.9
10	T23	26.1	29.3	32.8	35.7
11	T33	25.9	28.8	31.7	34.6
12	T33	25.3	26.8	32.1	33.7
13	T33	25.9	26.5	29.9	33.5
14	T33	25.1	27.9	31.9	33.9
15	T33	25.9	28.8	31.7	34.6
16	T45	24.7	27	29.4	32
17	T45	24.8	28.5	31.9	32.7
18	T45	25	28.9	30.8	32.5
19	T45	23.9	26.7	31.5	33
20	T45	24.7	28.1	30.9	34.1

ANEXO 21: Análisis estadístico de la longitud de raíz del camote paramonguino

DCA - PARAMONGUINO: LONGITUD RAIZ

The ANOVA Procedure

Class Level Information

Class	Levels	Values
TRAT	4	T23 T33 T45 TESTIGO

Number of Observations Read	20
Number of Observations Used	20

DCA - PARAMONGUINO: LONGITUD RAIZ

The ANOVA Procedure

Dependent Variable: LongRaizdia42

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	6.34950000	2.11650000	7.18	0.0029
Error	16	4.71600000	0.29475000		
Corrected Total	19	11.06550000			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	LongRaizdia42 Mean
0.573810	2.127803	0.542909	25.51500

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	3	6.34950000	2.11650000	7.18	0.0029

The ANOVA Procedure

Dependent Variable: LongRaizdia55

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	17.97200000	5.99066667	5.98	0.0062
Error	16	16.01600000	1.00100000		
Corrected Total	19	33.98800000			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	LongRaizdia55 Mean
0.528775	3.493365	1.000500	28.64000

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	3	17.97200000	5.99066667	5.98	0.0062

The ANOVA Procedure

Dependent Variable: LongRaizdia96

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
--------	----	----------------	-------------	---------	--------

Model	3	15.24800000	5.08266667	7.69	0.0021
Error	16	10.57200000	0.66075000		
Corrected Total	19	25.82000000			

R-Square Coeff Var Root MSE LongRaizdia96 Mean
0.590550 2.548167 0.812865 31.90000

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	3	15.24800000	5.08266667	7.69	0.0021

The ANOVA Procedure
Dependent Variable: LongRaizdia130

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	32.15200000	10.71733333	25.90	<.0001
Error	16	6.62000000	0.41375000		
Corrected Total	19	38.77200000			

R-Square Coeff Var Root MSE LongRaizdia130 Mean
0.829258 1.865528 0.643234 34.48000

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	3	32.15200000	10.71733333	25.90	<.0001

ANEXO 22: Prueba de Duncan y Tukey de la longitud de raíz en el camote Paramonguino

The ANOVA Procedure

Duncan's Multiple Range Test for LongRaizdia42

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	16
Error Mean Square	0.29475

Number of Means	2	3	4
Critical Range	.7279	.7633	.7854

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	TRAT
A	26.1800	5	TESTIGO
A	25.6400	5	T23
A	25.6200	5	T33
B	24.6200	5	T45

The ANOVA Procedure

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for LongRaizdia42

NOTE: This test controls the Type I experimentwise error rate, but it generally has a higher Type II error rate than REGWQ.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	16
Error Mean Square	0.29475
Critical Value of Studentized Range	4.04609
Minimum Significant Difference	0.9824

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	TRAT
A	26.1800	5	TESTIGO
A	25.6400	5	T23
A	25.6200	5	T33
B	24.6200	5	T45

The ANOVA Procedure

Duncan's Multiple Range Test for LongRaizdia55

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	16

Error Mean Square	1.001		
Number of Means	2	3	4
Critical Range	1.341	1.407	1.447

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	TRAT
A	30.1000	5	TESTIGO
A			
B	28.8600	5	T23
B			
B	27.8400	5	T45
B			
B	27.7600	5	T33

The ANOVA Procedure

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for LongRaizdia55

NOTE: This test controls the Type I experimentwise error rate, but it generally has a higher Type II error rate than REGWQ.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	16
Error Mean Square	1.001
Critical Value of Studentized Range	4.04609
Minimum Significant Difference	1.8104

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	TRAT
A	30.1000	5	TESTIGO
A			
B	28.8600	5	T23
B			
B	27.8400	5	T45
B			
B	27.7600	5	T33

The ANOVA Procedure

Duncan's Multiple Range Test for LongRaizdia96

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	16
Error Mean Square	0.66075

Number of Means	2	3	4
Critical Range	1.090	1.143	1.176

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	TRAT
A	33.2600	5	TESTIGO
B	31.9800	5	T23

B			
B	31.4600	5	T33
B			
B	30.9000	5	T45

The ANOVA Procedure

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for LongRaizdia96

NOTE: This test controls the Type I experimentwise error rate, but it generally has a higher Type II error rate than REGWQ.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	16
Error Mean Square	0.66075
Critical Value of Studentized Range	4.04609
Minimum Significant Difference	1.4709

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	TRAT
A	33.2600	5	TESTIGO
A			
B	31.9800	5	T23
B			
B	31.4600	5	T33
B			
B	30.9000	5	T45

The ANOVA Procedure

Duncan's Multiple Range Test for LongRaizdia130

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	16
Error Mean Square	0.41375

Number of Means	2	3	4
Critical Range	.8624	.9044	.9306

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	TRAT
A	36.3800	5	TESTIGO
B	34.6200	5	T23
B			
B	34.0600	5	T33
C	32.8600	5	T45

The ANOVA Procedure

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for LongRaizdia130

NOTE: This test controls the Type I experimentwise error rate, but it generally has a higher Type II error rate than REGWQ.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	16

Error Mean Square 0.41375
Critical Value of Studentized Range 4.04609
Minimum Significant Difference 1.1639

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	TRAT
A	36.3800	5	TESTIGO
B	34.6200	5	T23
B	34.0600	5	T33
C	32.8600	5	T45