

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÓNOMA**



**“COMPARATIVO DE RENDIMIENTO DE TRES CLONES DE  
CAMOTE (*Ipomoea batatas* L.) BAJO CUATRO DENSIDADES  
DE SIEMBRA EN EL VALLE DEL SANTA – ANCASH”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO  
AGRÓNOMO**

**AUTORES:**

**Br. FRANK IVAN ARANA TUESTA**

**Br. WILDER ANTONIO VILQUINICHE HUANCA**

**ASESORA:**

**Ing. GLORIA PATRICIA QUISPE SILVA**

**Chimbote – Perú**

**2017**

## HOJA DE CONFORMIDAD DEL ASESOR

El presente trabajo de tesis titulado: **“COMPARATIVO DE RENDIMIENTO DE TRES CLONES DE CAMOTE (*Ipomoea batatas* L.) BAJO CUATRO DENSIDADES DE SIEMBRA EN EL VALLE DEL SANTA – ANCASH”**, ha sido elaborado según el Reglamento para obtener el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo, mediante la modalidad de Tesis, por tal motivo firmo en calidad de asesora. Designada mediante Resolución Decanal N° 624 - 2016 - UNS – FI de fecha 12 de agosto del 2016.



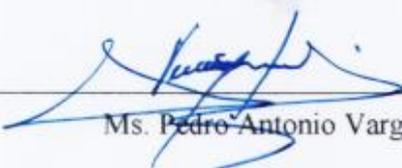
---

Ing. Gloria Patricia Quispe Silva  
ASESORA

## HOJA DE CONFORMIDAD DEL JURADO

Terminada la sustentación de la tesis titulada: **“COMPARATIVO DE RENDIMIENTO DE TRES CLONES DE CAMOTE (*Ipomoea batatas L.*) BAJO CUATRO DENSIDADES DE SIEMBRA EN EL VALLE DEL SANTA – ANCASH”**. Se considera aprobados por unanimidad a los Bachilleres: Frank Ivan Arana Tuesta con código 201015036, y Wilder Antonio Vilquiniche Huanca con código 201015033.

Revisado y aprobado el día 17 de agosto del 2017 por el jurado evaluador designado mediante Resolución Decanal N° 061-2017-UNS-CFI.



---

Ms. Pedro Antonio Vargas Linares  
Presidente



---

Ing. Maximo Vidal Vega Miranda  
Secretario



---

Ing. Gloria Patricia Quispe Silva  
Integrante



"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

A los diecisiete días del mes de agosto del año dos mil diecisiete, siendo las 11:00 a.m., se instaló en los ambientes del Edificio del CEPUNS Pool A – Aula A13, el Jurado Evaluador designado mediante Resolución N° 061-2017-UNS-CFI de fecha 03 de agosto del 2017, integrado por los siguientes docentes:

- Ms. Pedro Antonio Vargas Linares (Presidente)
Ing. Máximo Vidal Vega Miranda (Secretario)
Ing. Gloria Patricia Quispe Silva (Integrante)

Para dar inicio a la Sustentación y Evaluación de la Tesis, titulada: COMPARATIVO DE RENDIMIENTO DE TRES CLONES DE CAMOTE (Ipomoea batatas L.) BAJO CUATRO DENSIDADES DE SIEMBRA EN EL VALLE DEL SANTA-ANCASH, perteneciente a los Bachilleres en Ingeniería Agrónoma FRANK IVAN ARANA TUESTA, código N° 201015036 y WILDER ANTONIO VILQUINICHE HUANCA, código N° 201015033. Teniendo como Asesor a la docente Ing. GLORIA PATRICIA QUISPE SILVA, designada con Resolución Decanal N° 624-2016-UNS-FI de fecha 16.08.2016.

Terminada la sustentación, los Bachilleres respondieron las preguntas formuladas por los miembros del Jurado y el público presente.

El Jurado, después de deliberar sobre aspectos relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo y con las sugerencias pertinentes, en concordancia con los artículos 103° y 104° del Reglamento General para Obtener el Grado Académico de Bachiller y Título Profesional de la Universidad Nacional del Santa, declara APROBADO al:

Table with 3 columns: BACHILLER, PROMEDIO, PONDERACIÓN. Row 1: FRANK IVAN ARANA TUESTA, Dieciocho (18), Muy Bueno

El Siendo las 12:00 m. del mismo día, se da por terminado el acto de Sustentación, firmando los integrantes del Jurado en señal de conformidad.

Handwritten signature of Ms. Pedro Antonio Vargas Linares

Ms. Pedro Antonio Vargas Linares
Presidente

Handwritten signature of Ing. Máximo Vidal Vega Miranda
Ing. Máximo Vidal Vega Miranda
Integrante

Handwritten signature of Ing. Gloria Patricia Quispe Silva

Ing. Gloria Patricia Quispe Silva
Integrante



"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

A los diecisiete días del mes de agosto del año dos mil diecisiete, siendo las 11:00 a.m., se instaló en los ambientes del Edificio del CEPUNS Pool A – Aula A13, el Jurado Evaluador designado mediante Resolución N° 061-2017-UNS-CFI de fecha 03 de agosto del 2017, integrado por los siguientes docentes:

- Ms. Pedro Antonio Vargas Linares (Presidente)
Ing. Máximo Vidal Vega Miranda (Secretario)
Ing. Gloria Patricia Quispe Silva (Integrante)

Para dar inicio a la Sustentación y Evaluación de la Tesis, titulada: COMPARATIVO DE RENDIMIENTO DE TRES CLONES DE CAMOTE (Ipomoea batatas L.) BAJO CUATRO DENSIDADES DE SIEMBRA EN EL VALLE DEL SANTA-ANCASH, perteneciente a los Bachilleres en Ingeniería Agrónoma FRANK IVAN ARANA TUESTA, código N° 201015036 y WILDER ANTONIO VILQUINICHE HUANCA, código N° 201015033. Teniendo como Asesor a la docente Ing. GLORIA PATRICIA QUISPE SILVA, designada con Resolución Decanal N° 624-2016-UNS-FI de fecha 16.08.2016.

Terminada la sustentación, los Bachilleres respondieron las preguntas formuladas por los miembros del Jurado y el público presente.

El Jurado, después de deliberar sobre aspectos relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo y con las sugerencias pertinentes, en concordancia con los artículos 103° y 104° del Reglamento General para Obtener el Grado Académico de Bachiller y Título Profesional de la Universidad Nacional del Santa, declara APROBADO al:

Table with 3 columns: BACHILLER, PROMEDIO, PONDERACIÓN. Row 1: WILDER ANTONIO VILQUINICHE HUANCA, Dieciocho (18), Muy Bueno

El Siendo las 12:00 m. del mismo día, se da por terminado el acto de Sustentación, firmando los integrantes del Jurado en señal de conformidad.

Signature of Ms. Pedro Antonio Vargas Linares, Presidente

Signature of Ing. Máximo Vidal Vega Miranda, Integrante

Signature of Ing. Gloria Patricia Quispe Silva, Integrante

## **DEDICATORIA**

Con inmenso cariño a mis padres:

**Segundo Arana S. y Dalila Tuesta H.,**

por su ejemplo de sacrificio y bondad,

por haberme inculcado un espíritu de

superación, por sus sabios consejos y

por hacer de mí una persona de bien.

**Frank Ivan Arana Tuesta**

### **A Dios y a mi familia:**

A Dios por haberme otorgado una familia maravillosa, quienes han creído en mí siempre, dándome ejemplo de superación, humildad y sacrificio; enseñándome a valorar todo lo que tengo. A todos ellos dedico esta investigación.

**Wilder A. Vilquiniche Huanca**

## **AGRADECIMIENTO**

Al terminar nuestra investigación queremos expresar nuestro más sincero agradecimiento a las siguientes instituciones y personas:

A toda la plana docente de la E.A.P. Ingeniería Agrónoma de la Universidad Nacional del Santa (UNS), en especial a la Ing. Gloria Patricia Quispe Silva, quien en calidad de asesora nos orientó durante la ejecución del experimento así como en la redacción del informe final.

Al Ing. Jorge Domínguez Castañeda por el apoyo en el análisis estadístico, elaboración de resultados y por las facilidades brindadas en los laboratorios de Análisis y Composición de Productos Agroindustriales - UNS.

Al Ing. Pedro Antonio Vargas Linares, por facilitarnos la información meteorológica del Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA) - Ancash.

Al Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) - Estación Experimental Agraria Donoso, en la persona del Ing. Rafael Calderón Espinoza, por el análisis de caracterización del suelo.

Al Técnico Agropecuario Darío Rodríguez y a los señores agricultores: Tomás López, y Antonio Cano, por su valioso apoyo en la realización de las labores agronómicas.

Finalmente a todos nuestros familiares por su apoyo material y espiritual desde los inicios de nuestra formación universitaria hasta la culminación.

# ÍNDICE GENERAL

**RESUMEN**

**ABSTRACT**

**PRESENTACIÓN**

<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.1. Antecedentes.....	1
1.2. Formulación del problema.....	3
1.3. Objetivos.....	4
1.3.1. Objetivo General.....	4
1.3.2. Objetivos Específicos.....	4
1.4. Hipótesis.....	4
1.5. Justificación.....	4
1.6. Limitaciones del trabajo de investigación.....	5
<b>II. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>6</b>
2.1. Cultivo del camote.....	6
2.2. Condiciones agroecológicas para el cultivo.....	19
2.3. Tecnología del cultivo.....	21
2.4. Densidades de siembra en el cultivo de camote.....	29
2.5. Clones y variedades de camote.....	31
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>34</b>
3.1. Localización del campo experimental.....	34
3.2. Materiales.....	34
3.3. Metodología.....	36
3.4. Observaciones meteorológicas.....	39
3.5. Análisis de suelo.....	41
3.6. Factores en estudio.....	42
3.7. Tratamientos.....	42

3.8.	Diseño experimental y análisis estadístico.....	43
3.9.	Características del campo experimental.....	45
3.10.	Establecimiento y conducción del trabajo experimental.....	47
3.10.1.	Preparación del terreno.....	47
3.10.2.	Preparación de la semilla.....	47
3.10.3.	Siembra.....	47
3.10.4.	Abonamiento.....	48
3.10.5.	Riegos.....	48
3.10.6.	Aporque.....	49
3.10.7.	Control de malezas.....	49
3.10.8.	Control fitosanitario.....	49
3.10.9.	Cosecha.....	52
<b>IV.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>53</b>
4.1.	Análisis de las características vegetativas y de rendimiento.....	53
4.1.1.	Porcentaje de prendimiento.....	53
4.1.2.	Vigor de planta.....	54
4.1.3.	Porcentaje de cobertura foliar.....	56
4.1.4.	Altura de planta.....	61
4.1.5.	Número de raíces reservantes por planta.....	67
4.1.6.	Peso de raíces reservantes por planta.....	69
4.1.7.	Diámetro de raíces reservantes.....	73
4.1.8.	Longitud de raíces reservantes.....	79
4.1.9.	Rendimiento total de raíces reservantes.....	83
4.1.10.	Rendimiento de raíces reservantes por categoría.....	91
4.2.	Análisis de materia seca.....	107
4.3.	Correlaciones y regresiones entre la densidad de siembra (x) y las características vegetativas y de rendimiento (y).....	110
4.4.	Análisis económico.....	112
<b>V.</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>118</b>
<b>VI.</b>	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>120</b>
<b>VII.</b>	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>121</b>
<b>VIII.</b>	<b>ANEXOS.....</b>	<b>126</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> Fases de crecimiento y desarrollo del camote.....	17
<b>Tabla 2:</b> Escala para el vigor de planta.....	36
<b>Tabla 3:</b> Categorías para el peso de raíces reservantes.....	38
<b>Tabla 4:</b> Observaciones meteorológicas registradas durante el cultivo.....	40
<b>Tabla 5:</b> Características físico – químicas del suelo.....	41
<b>Tabla 6:</b> Tratamientos estudiados .....	43
<b>Tabla 7:</b> Esquema del análisis de varianza.....	44
<b>Tabla 8:</b> ANAVA para porcentaje de prendimiento a los 15 días de cultivo.....	53
<b>Tabla 9:</b> Porcentaje de prendimiento a los 15 días de cultivo.....	54
<b>Tabla 10:</b> ANAVA para vigor de planta.....	55
<b>Tabla 11:</b> Prueba de Tukey para Clon en el vigor de planta.....	55
<b>Tabla 12:</b> ANAVA para porcentaje de cobertura foliar a los 30 dds.....	56
<b>Tabla 13:</b> Prueba de Tukey para Densidad de siembra en el porcentaje de cobertura foliar a los 30 dds .....	57
<b>Tabla 14:</b> ANAVA para porcentaje de cobertura foliar a los 60 dds.....	57
<b>Tabla 15:</b> Prueba de Tukey para la interacción Clon por Densidad de siembra en el porcentaje de cobertura foliar a los 60 dds.....	58
<b>Tabla 16:</b> Prueba de Tukey para Clon en el porcentaje de cobertura foliar a los 60 días de cultivo.....	59
<b>Tabla 17:</b> Prueba de Tukey para Densidad de siembra en el porcentaje de cobertura foliar a los 60 días de cultivo.....	59

<b>Tabla 18:</b> Valores promedio de altura de planta (cm) a los 30, 60, 90 y 120 días de cultivo.....	61
<b>Tabla 19:</b> ANAVA para altura de planta a los 30 dds.....	62
<b>Tabla 20:</b> ANAVA para altura de planta a los 60 dds.....	62
<b>Tabla 21:</b> ANAVA para altura de planta a los 90 dds.....	63
<b>Tabla 22:</b> ANAVA para altura de planta a los 120 dds.....	63
<b>Tabla 23:</b> Prueba de Tukey para Clon en la altura de planta a los 30 dds.....	64
<b>Tabla 24:</b> Prueba de Tukey para Clon en la altura de planta a los 60 dds.....	64
<b>Tabla 25:</b> Prueba de Tukey para Clon en la altura de planta a los 90 dds.....	64
<b>Tabla 26:</b> Prueba de Tukey para Clon en la altura de planta a los 120 dds.....	65
<b>Tabla 27:</b> ANAVA para número de raíces por planta.....	67
<b>Tabla 28:</b> Prueba de Tukey para Clon en el número de raíces reservantes por planta a la cosecha.....	68
<b>Tabla 29:</b> ANAVA para peso de raíces reservantes por planta.....	69
<b>Tabla 30:</b> Prueba de Tukey para Clon en el peso de raíces por planta.....	70
<b>Tabla 31:</b> ANAVA para Diámetro de raíces reservantes por planta.....	73
<b>Tabla 32:</b> Prueba de Tukey para Clon en el diámetro de raíces.....	74
<b>Tabla 33:</b> Prueba de Tukey para la Densidad de siembra en el diámetro de raíces reservantes a la cosecha.....	75
<b>Tabla 34:</b> Prueba de Tukey para la interacción Clon por Densidad de siembra en el diámetro de raíces reservantes.....	77
<b>Tabla 35:</b> ANAVA para longitud de raíces reservantes.....	79
<b>Tabla 36:</b> Prueba de Tukey para los Clon y su efecto en la longitud de raíces reservantes.....	80

<b>Tabla 37:</b> Prueba de Tukey para Densidad de siembra en la longitud de raíces reservantes.....	81
<b>Tabla 38:</b> ANAVA para rendimiento total de raíces reservantes.....	83
<b>Tabla 39:</b> Prueba de Tukey para Clon y su efecto en el rendimiento total de raíces reservantes .....	84
<b>Tabla 40:</b> Prueba de Tukey para Densidad de siembra en el rendimiento total de raíces reservantes.....	85
<b>Tabla 41:</b> Prueba de Tukey para la interacción Clon por Densidad de siembra en el rendimiento total de raíces reservantes.....	87
<b>Tabla 42:</b> Rendimiento de raíces reservantes por categoría.....	92
<b>Tabla 43:</b> ANAVA para el rendimiento de raíces reservantes de primera.....	92
<b>Tabla 44:</b> Prueba de Tukey para Clon en el rendimiento de raíces reservantes de primera.....	93
<b>Tabla 45:</b> Prueba de Tukey para Densidad de siembra en el rendimiento de raíces reservantes de primera.....	94
<b>Tabla 46:</b> Prueba de Tukey para la interacción Clon por Densidad de siembra en el rendimiento de raíces reservantes de primera.....	95
<b>Tabla 47:</b> ANAVA para el rendimiento de raíces reservantes de segunda.....	97
<b>Tabla 48:</b> Prueba de Tukey para Clon en el rendimiento de raíces reservantes de segunda.....	98
<b>Tabla 49:</b> Prueba de Tukey para Densidad de siembra en el rendimiento de raíces reservantes de segunda.....	99
<b>Tabla 50:</b> Prueba de Tukey para la interacción Clon por Densidad de Siembra y su efecto en el rendimiento de raíces reservantes de segunda.....	100
<b>Tabla 51:</b> ANAVA para el rendimiento de raíces reservantes de descarte.....	102

<b>Tabla 52:</b> Prueba de Tukey para Clon en el rendimiento de raíces reservantes de descarte.....	103
<b>Tabla 53:</b> Prueba de Tukey para Densidad de siembra en el rendimiento de raíces reservantes de descarte.....	104
<b>Tabla 54:</b> Prueba de Tukey para la interacción Clon por Densidad de siembra en el rendimiento de raíces reservantes de descarte.....	105
<b>Tabla 55:</b> ANAVA para porcentaje de materia seca.....	107
<b>Tabla 56:</b> Prueba de Tukey para Clon en el porcentaje de materia seca.....	108
<b>Tabla 57:</b> Producción de materia seca t/ha.....	109
<b>Tabla 58:</b> Coeficientes de correlación, de determinación y de regresión.....	111
<b>Tabla 59:</b> Costos de producción fijos/ha de cultivo de camote.....	113
<b>Tabla 60:</b> Costos variables/ha de cultivo de camote.....	115
<b>Tabla 61:</b> Análisis económico de los tratamientos en estudio.....	117

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Tipos de hábito de crecimiento.....	10
<b>Figura 2:</b> Sistema radicular del camote.....	11
<b>Figura 3:</b> Partes del tallo del camote.....	12
<b>Figura 4:</b> Perfil y tipos de lóbulos de la hoja de camote.....	13
<b>Figura 5:</b> Partes de la flor del camote.....	14
<b>Figura 6:</b> Fruto y semillas del camote.....	15
<b>Figura 7:</b> Desarrollo fenológico del camote en días.....	18
<b>Figura 8:</b> Intenciones de siembra de camote campaña 2015 – 2016.....	22
<b>Figura 9:</b> Interacción Clon y Densidad de siembra en el porcentaje de cobertura foliar a los 60 días de cultivo.....	60
<b>Figura 10:</b> Altura de planta de los clones en estudio a los 30, 60, 90 y 120 días de cultivo.....	66
<b>Figura 11:</b> Efecto del Clon en el número de raíces reservantes por planta.....	68
<b>Figura 12:</b> Efecto del Clon en el peso de raíces reservantes por planta.....	71
<b>Figura 13:</b> Efecto de la interacción Clon por Densidad de siembra en el peso de raíces reservantes por planta.....	72
<b>Figura 14:</b> Efecto del Clon en el diámetro de raíces reservantes.....	74
<b>Figura 15:</b> Efecto de la Densidad de siembra en el diámetro de raíces reservantes.....	76
<b>Figura 16:</b> Interacción Clon y Densidad de siembra en el diámetro de raíces reservantes.....	78
<b>Figura 17:</b> Efecto del Clon en la longitud de raíces reservantes.....	81

<b>Figura 18:</b> Efecto de la Densidad en la longitud de raíces reservantes.....	82
<b>Figura 19:</b> Efecto del Clon en el rendimiento total de raíces reservantes.....	84
<b>Figura 20:</b> Efecto de la Densidad de siembra en el rendimiento total de raíces reservantes.....	86
<b>Figura 21:</b> Efecto de la interacción Clon por Densidad de siembra en el rendimiento total de raíces reservantes.....	88
<b>Figura 22:</b> Interacción clon por densidad de siembra en el rendimiento total de raíces reservantes.....	89
<b>Figura 23:</b> Efecto del Clon en el rendimiento de raíces reservantes de primera.....	93
<b>Figura 24:</b> Efecto de la Densidad de siembra en el rendimiento de raíces reservantes de primera.....	94
<b>Figura 25:</b> Interacción Clon por Densidad de siembra en el rendimiento de raíces reservantes de primera.....	96
<b>Figura 26:</b> Efecto del Clon en el rendimiento de raíces reservantes de segunda.....	98
<b>Figura 27:</b> Efecto de la Densidad de siembra en el rendimiento de raíces reservantes de segunda.....	99
<b>Figura 28:</b> Interacción Clon por Densidad de siembra en el rendimiento de raíces reservantes de segunda.....	101
<b>Figura 29:</b> Efecto del Clon en el rendimiento de raíces reservantes de descarte.....	103
<b>Figura 30:</b> Efecto de la Densidad de siembra en el rendimiento de raíces reservantes de descarte.....	104
<b>Figura 31:</b> Interacción Clon por Densidad de siembra en el rendimiento de raíces reservantes de descarte (t/ha).....	106
<b>Figura 32:</b> Porcentaje de materia seca en promedio por Clones.....	108

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1:</b> Diagramas de dispersión de correlaciones y regresiones entre la densidad de siembra y las características vegetativas y de rendimiento.....	126
<b>Anexo 2:</b> Análisis de caracterización del suelo.....	128
<b>Anexo 3:</b> Mapa de distribución de tratamientos en la parcela.....	129
<b>Anexo 4:</b> Ficha técnica de abono “Mallki”.....	130
<b>Anexo 5:</b> Panel fotográfico.....	131

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en el fundo “Santa Rosa” ubicado en el sector San Luis a 28 m.s.n.m., en el distrito de Santa, provincia del Santa, departamento de Ancash, durante los meses de diciembre 2016 a mayo 2017. Con el objetivo de determinar el efecto de cuatro densidades de siembra (50,000, 55556, 62500 y 83,333 plantas/ha) en el rendimiento de tres clones de camote (*Ipomoea batatas* L.): Jonathan, Sauce y Milagroso. Se empleó un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) en arreglo factorial 4x3, con 12 tratamientos producto de la interacción clon por densidad.

Los resultados señalan que las densidades de siembra evaluadas tuvieron influencia significativa y correlación positiva para: el porcentaje de cobertura foliar y rendimiento total. Y para las características de longitud y diámetro de raíces reservantes se determinó que dichas correlaciones son negativas.

El tratamiento con el mejor rendimiento fue el T1 (Clon Jonathan a 83.333 plantas/ha) que obtuvo 38.71 t/ha, con el menor costo por kilogramo producido de camote con S/. 0.18 y una relación Beneficio/Costo de 4,61.

La densidad de siembra más apropiada para el clon Sauce es 55.556 plantas/ha (0.90 m x 0.20 m) y para el clon Milagroso 50.000 plantas/ha (0.80 m x 0.25 m).

El clon Milagroso superó a los Clones Sauce (29.79%) y Jonathan (26.53%) con un contenido promedio de 30.40% materia seca.

## ABSTRACT

This research work was carried out in the "Santa Rosa" area, located in the San Luis sector at 28 masl, in the district of Santa, province of Santa, department of Ancash, during the months of December 2016 to May 2017. (50,000, 55556, 62500 and 83,333 plants / ha) yield of three sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) clones: Jonathan, Sauce and Milagroso. A Full Batch Block Design (DBCA) was used in a 4x3 factorial arrangement, with 12 treatments produced by clone interaction by density.

The results indicate that the seed densities evaluated had a significant influence and positive correlation for: the percentage of leaf cover and total yield. And for the characteristics of length and diameter of reservoir roots it was determined that such correlations are negative.

The treatment with the best yield was T1 (Clon Jonathan at 83,333 plants / ha), which obtained 38.71 t / ha, with the lowest cost per kilogram of sweetpotato produced with S / . 0.18 and a Profit / Cost ratio of 4.61.

The most appropriate seed density for the Sauce clone is 55,556 plants / ha (0.90 mx 0.20 m) and for the Miracle clone 50,000 plants / ha (0.80 mx 0.25 m).

The Milagroso clone surpassed the Clones Sauce (29.79%) and Jonathan (26.53%) with an average content of 30.40% dry matter.

## PRESENTACIÓN

Señores miembros del Jurado:

En cumplimiento a las disposiciones legales vigentes en el Reglamento General para obtener el grado académico de Bachiller y el Título Profesional en la Universidad Nacional del Santa y las disposiciones normativas contenidas en el currículo de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Agrónoma adscrita a la Facultad de Ingeniería, presentamos a vuestra disposición la tesis titulada: “COMPARATIVO DE RENDIMIENTO DE TRES CLONES DE CAMOTE (*Ipomoea batatas* L.) BAJO CUATRO DENSIDADES DE SIEMBRA EN EL VALLE DEL SANTA – ANCASH”.

Esperando que la presente cubra las expectativas y características solicitadas, ponemos a su disposición señores miembros del Jurado este informe para su revisión y evaluación.

Los Autores

# I. INTRODUCCIÓN

## 1.1. Antecedentes

El camote es una planta cuyo origen geográficamente se localiza en la región Maya de América central y el Noreste de Sudamérica, se ha determinado que los países que cuentan con mayor diversidad genética de esta especie son: Colombia, Ecuador y el Norte de Perú como centros primarios; y México, Guatemala y el Sur de Perú como centros secundarios (Accatino y Larenas, 1994). Una evidencia de su origen es que el material más antiguo que se conoce hasta hoy son los camotes fósiles que descubrió F. Engel en las cuevas de la Puna de Chilca, Perú, cuya edad estimada mediante la prueba de Carbono 14 se remota a unos 8000 o 1000 años de antigüedad (Folquer, 1978).

El camote es una especie hexaploide (6x) con 90 cromosomas. Es importante destacar esta condición debido a que otras especies también pertenecientes al género *Ipomoea* únicamente tienen 30 cromosomas, y esta sería la principal razón que ha permitido que a largo del tiempo exista una amplia variabilidad genética (Accatino y Larenas, 1994).

El camote tiene múltiples bondades agronómicas, que lo convierten en un cultivo interesante, como son: su gran rusticidad, un bajo requerimiento de agua, un desarrollo rápido y vigoroso, poca exigencia de recursos pudiéndose cultivar incluso en suelos marginales con problemas de salinidad y sometido a estrés hídrico. Presenta un buen potencial de rendimiento y para implementarse requiere bajos costos de inversión (Rabines, 1993).

El camote se consume como alimento fresco, como forraje para el ganado, se emplea en la industria para la elaboración de: harinas, vino, alcohol y otros productos procesados, y contribuye a enfrentar la deficiencia de vitamina A en los niños de las regiones más pobres del mundo (Peñarrieta, 2001).

Es el séptimo cultivo alimenticio más importante del mundo en términos de producción y el tercero de raíces reservantes después de la papa y la yuca (Alvarado, 2015). La República Popular de China es el primer productor con más de 121 millones de toneladas, que representa el 92 % de la producción mundial y solo el 1.7% es cultivado en América Latina (2,4 millones de toneladas), y se estima que la producción promedio mundial es de 14.50 t/ha (Bonilla, 2009).

En el Perú, el camote es sembrado en los valles de la costa, en los valles interandinos y en la selva. El Ministerio de Agricultura y Riego - MINAGRI (2014) refiere que se siembran en promedio un total de 17000 hectáreas al año, con una producción de 278 mil toneladas, la que está concentrada en su mayoría en los valles costeros del país, siendo las regiones de: Lima, Lambayeque, Ancash y las que tienen la mayor superficie de área sembrada con 7200, 2800 y 1700 has/año respectivamente. Con una producción promedio a nivel nacional es de 15.80 t/ha.

Rabines (1993) señala que existe una tendencia a reducir los distanciamientos entre surcos y entre plantas en el cultivo de camote. El incremento de las densidades de siembra por hectárea ha permitido obtener mayores rendimientos y raíces reservantes de tamaño mediano que tienen una mayor demanda comercial, con lo que se está llegando a poblaciones de: 55, 555 plantas/ha (0.90 m entre surcos x 0.20 m entre plantas) y 83, 333 plantas/ha (0.80 m entre surcos x 0.15 m entre plantas).

El CIP (1988) indica que se ha comprobado la conveniencia de cultivar el camote a mayor densidad, bajo los siguientes parámetros: 0.80 m y 0.90 m entre surcos, y entre golpes de 0.15 m a 0.25 m, utilizándose un esqueje por golpe. Y Paneque (1990), en una investigación realizada en el Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria (CENSA) - Cuba, obtuvo un mejor rendimiento del cultivo de camote 30 t/ha a un distanciamiento de siembra de 0.90 m x 0.20 m.

## 1.2. Formulación del problema

El 92% del total de superficie sembrada de camote en la región Ancash se concentra en el valle del Santa con 1,563 ha/año, con un rendimiento promedio de 16 t/ha (MINAGRI, 2015).

Si bien el rendimiento promedio del valle del Santa se encuentra por encima del promedio mundial y nacional, este continua siendo bajo dado el potencial productivo, la disponibilidad de agua y el medio ecológico favorable con el que se cuenta. Países como Australia, Egipto, y Senegal que tienen rendimientos promedio de 33.60, 32.50 y 32.20 t/ha respectivamente nos incitan a plantear alternativas para mejorar este cultivo.

Los principales problemas que han ocasionado una desventaja productiva para el cultivo de camote en el Valle del Santa son: el uso de semilla común, es decir, esquejes de camote que muchas veces tienen problemas fitosanitarios y por ende no responden favorablemente a las dosis de fertilización. Asimismo no se ha realizado investigación para la introducción de nuevos clones que se adapten a las condiciones agroclimáticas del valle, y no se han establecido densidades de siembra que permitan obtener altos rendimientos y disminuir los costos de producción.

Por las consideraciones antes descritas, el equipo investigador formula la siguiente pregunta:

¿Cuál será el efecto de cuatro densidades de siembra en el rendimiento de 3 clones de camote (*Ipomoea batatas* L.) bajo las condiciones agroclimáticas del Valle del Santa - Ancash?

### 1.3. Objetivos

#### 1.3.1. Objetivo general

- Determinar el rendimiento de tres clones de camote bajo cuatro densidades de siembra en el valle del Santa.

#### 1.3.2. Objetivos específicos

- Identificar el tratamiento con mejor rendimiento.
- Determinar la mejor densidad de siembra para cada uno de los clones en estudio.
- Determinar la interacción clon por densidad en la producción de camote.
- Determinar la rentabilidad de los tratamientos en estudio.

### 1.4. Hipótesis

El incremento de la densidad de siembra tiene un efecto directo y significativo sobre el rendimiento de los clones de camote (*Ipomoea batatas* L.) bajo las condiciones agroclimáticas del Valle del Santa.

### 1.5. Justificación

Existe en el país, particularmente en el valle del Santa, una producción ininterrumpida de camote durante todo el año, que ha generado una intensa actividad comercial, de la raíz y el follaje, constituyéndose en una fuente de ingresos y empleo para las familias sin tierra y trabajadores eventuales (Rabines, 1993).

Flores (2005) señala que el cultivo de camote se encuentra asociado con la agricultura de subsistencia: al no tener altos costos de producción, siendo apropiado para pequeñas extensiones, soporta condiciones marginales, su rendimiento es aceptable, y en cuanto a su manejo agronómico es muy rústico.

El camote tiene un crecimiento rápido, invasivo, con el que logra que cubrir el total del campo en menos de dos meses, reduciendo la necesidad de herbicidas y de labores culturales; se desarrolla muy bien en suelos de fertilidad media y de diferentes valores de pH; desarrollándose eficientemente con pequeñas dosis de fertilización; con un uso mínimo de pesticidas.

Por estas consideraciones, el Centro Internacional de la Papa (CIP), considera al camote como un cultivo estratégico y desde 1985 lo ha incluido en su estrategia de investigación. Presentando avances en lo referente a la ampliación de la colección del germoplasma, a las evaluaciones sistemáticas de esta colección, al mejoramiento genético y a los estudios socioeconómicos del camote.

Los resultados de la presente investigación son un aporte importante para aproximadamente 4,500 agricultores del valle del Santa que anualmente siembran más de 1,500 hectáreas de camote, constituyéndose en los potenciales beneficiarios directos; siendo una información valiosa para incrementar los rendimientos del cultivo mediante la introducción de nuevos clones y el incremento de las densidades de siembra.

#### 1.6. Limitaciones del trabajo de investigación.

La principal limitación durante la ejecución del ensayo fueron las condiciones climatológicas, siendo una variable no controlada. Se presentaron cambios en la temperatura, humedad relativa y precipitación debido a la ocurrencia del fenómeno del niño costero.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Cultivo del camote

#### 2.1.1. Nombres nativos y otras nominaciones

En nuestro país el camote tiene los siguientes nombres nativos “Apichu”, “Cumar”, “Kumara”. Existiendo otras nominaciones, como son: “Batata” o “Chaco” (Venezuela), “Boniato” (Cuba), “Batata Douce”, “Cara” o “Jetica” (Brasil), “Sweet Potato” o “patata dulce” (USA, Europa y Asia); siendo la nominación de “Camote” la más empleada en los países de Perú, Chile, México, Bolivia, Colombia, Costa Rica y Ecuador (Reina, 2015).

#### 2.1.2. Usos comerciales del camote

Salinas y Vásquez (2010) indican que el camote puede usarse de manera industrial de tres formas:

Producción de almidón.- Las raíces de camote contienen entre un 20-30% de almidón haciendo de este cultivo una de las principales fuentes. Los productos obtenidos a partir del proceso industrial o directamente del almidón son: pulpa de almidón, glucosa, jarabe de glucosa, jarabe de almidón y ácido cítrico. Los principales destinos de estos productos serían: ración para animales, edulcorantes, medicinas, químicos para industrias textiles.

Productos de la fermentación.- A través de procesos de fermentación de las raíces de este cultivo es posible la producción de alcohol, aguardiente de camote (grapa) y vinagre. Con la utilización de variedades adecuadas se pueden lograr rendimientos de 100 g de etanol por kilo de raíces frescas, además se conoce que su uso como combustible fue importante durante la crisis del petróleo.

Productos procesados.- Quizás en este momento sea este el uso de mayor incremento a nivel mundial, básicamente los productos son: Puré (fresco o deshidratado), camotes deshidratados, chips y en menor importancia harina de camote como sustitutivo en parte de la harina blanca (de importancia en países en desarrollo). Como destino fundamental tenemos comidas procesadas y de la alimentación en general (comidas preparadas para bebe, copos para el desayuno y snack).

### 2.1.3. Contenido nutricional

Como alimento funcional se le reconoce: una actividad antioxidante y anticancerígena, debido a su contenido de antocianinas, fenoles y carotenoides; su alto contenido de fibras mejora el tracto digestivo; posee un bajo índice glicémico y su consumo disminuye la hipertensión y los infartos (Quispe, 2014).

La inclusión del camote en la dieta de las personas es muy importante. Como lo vienen alertando las diferentes autoridades de la salud, el bajo consumo de raíces y tubérculos con relación a los cereales ha sido perjudicial para la salud humana porque al pasar de una dieta de alimentos frescos, ricos en fibras y nutrientes a una basada en arroz elaborado y harinas refinadas, ha incidido en la proliferación de enfermedades cardiovasculares, diabetes y anemia.

Según Horton (citado por Peñarrieta, 2001) el contenido nutricional por cada 100 g de camote comprende en mayor proporción agua 71%, fibra 1.2%, lípidos 0.2%, proteínas 1.2%, grasas 0.6 g, carbohidratos 21.5 g, azúcar 9.7 g, almidones 11.8 g, sodio 41 mg, potasio 385 mg, fósforo 47 mg, calcio 32 mg, hierro 0.7 mg; también magnesio cobre, zinc y cloro. Asimismo, el camote contiene vitamina C 17 mg; tiamina 0.09 mg; riboflavina 0.06 mg; niacina 0.6 mg; vitamina B3 52 mg y un aporte de energía de 114 kcal.

Dicho valor nutritivo es mayor en comparación con el de la papa (...) bastan de tres a seis rebanadas de un camote para garantizar la cantidad de vitamina necesaria para el hombre cada día. Por esta razón, su uso como alimento-medicamento está indicado contra la deficiencia de vitamina A, reconocida por los síntomas de atraso en el crecimiento infantil, la piel áspera, la ceguera nocturna y la úlcera de córnea que puede provocar la pérdida total de la visión. Estos malestares se observan con frecuencia entre la población infantil de las zonas marginales y de mayor pobreza de los países del tercer mundo. (Linares, E., Bye, R., Ramírez, D., Pereda, R., 2008, p.15)

#### 2.1.4. Aspectos botánicos

El camote es una planta perenne que se propaga vegetativamente y se cultiva como planta anual. Debido a que no tiene una madurez definida, puede cosecharse siguiendo periodos de cultivo de duración ampliamente variable.

##### 2.1.4.1. Posición taxonómica

Es una planta que pertenece a la familia de *Convolvulaceae*, denominada científicamente *Ipomoea batatas* L. Respecto del producto comercial de esta planta, a diferencia de la papa que es un tubérculo, el camote es una raíz reservante.

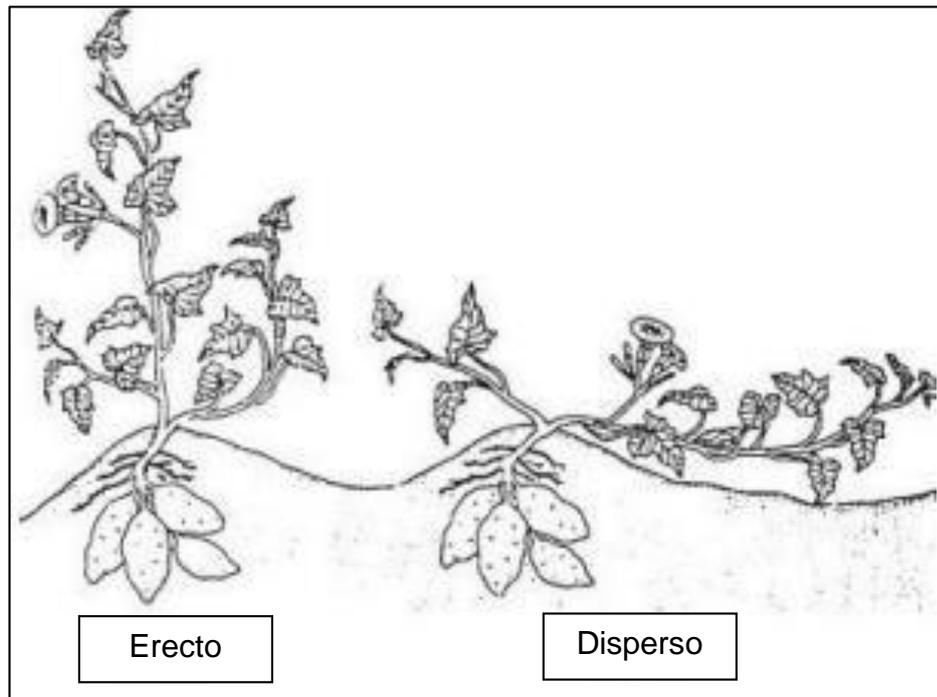
Según Reyes (2011) la posición taxonómica del camote es como se indica:

Reino: *Viridiplantae*  
Sub Reino: *Embryophyta*  
División: *Magnoliophyta*  
Sub División: *Angiospermae*  
Clase: *Magnoliopsida*  
Sub Clase: *Asteridae*  
Orden: Solanales  
Familia: *Convolvulaceae*.  
Género: *Ipomoea*  
Sección: *Batatas*  
Especie: *Ipomoea batatas L.*

#### 2.1.4.2. Hábito de crecimiento

Accatino y Larenas (1994) señalan que se pueden diferenciar cuatro tipos de hábitos de crecimiento en la diversidad de genotipos de las plantas de camote, como son: erecto, semi erecto, extendido y muy extendido o disperso. Para estos hábitos de crecimiento, son tres las variaciones más importantes que se presentan a nivel de planta: la longitud de los entrenudos, el esquema de ramificación y el tamaño general de la planta.

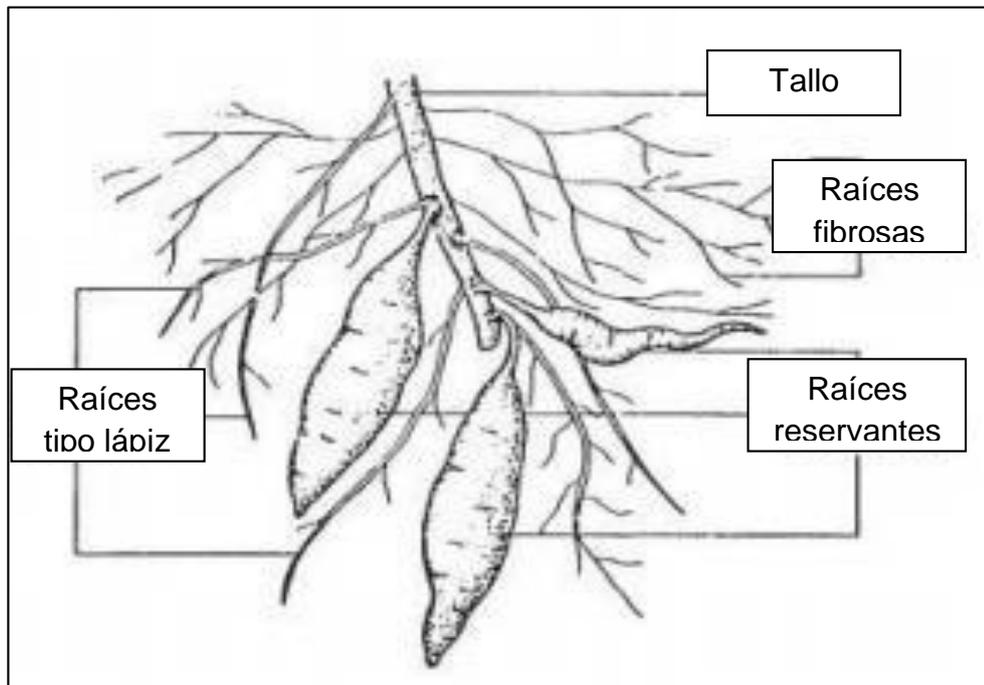
La planta de camote tiene un crecimiento que predominantemente es postrado, con tallos que se extienden horizontalmente sobre el suelo en forma acelerada, pudiendo cubrir la totalidad del área del campo en menos de sesenta días, dependiendo de la zona de cultivo y la influencia de las condiciones agroclimáticas.



**Figura 01.** Tipos de hábito de crecimiento (Huamán, 1992).

#### 2.1.4.3. Morfología del camote

A) Sistema radicular.- Se diferencian tres tipos de raíces: raíces tipo lápiz, raíces fibrosas y raíces reservantes. Las últimas son el producto comercial de la planta, que se originan en los nudos del tallo que se encuentran bajo tierra, es fibrosa, con alto contenido de almidón, de sabor generalmente dulce y presenta una gran variación de color de pulpa y cáscara. Llegando a medir hasta 30 cm de largo y 20 cm de diámetro. (Alvarado, 2015).



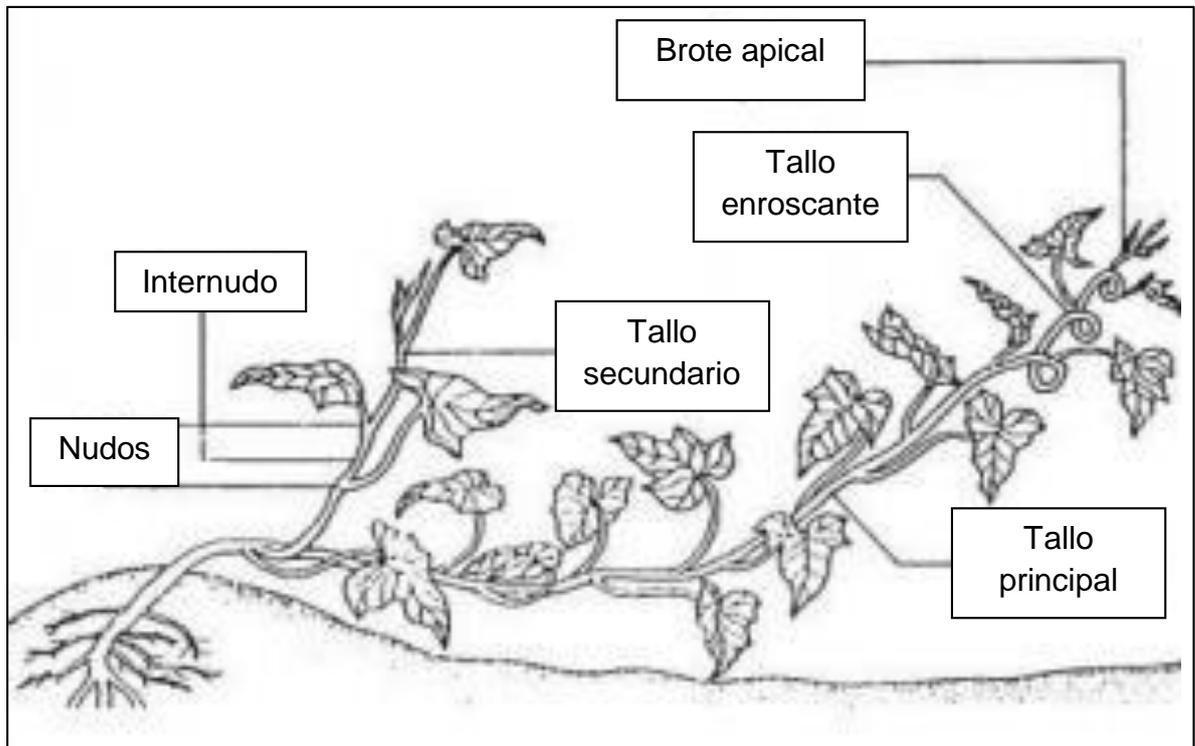
**Figura 02.** Sistema radicular del camote. (Huamán, 1992).

Jones (1961) determinó que el 81% del sistema radicular se encuentra en los primeros 46 centímetros de profundidad del suelo. En plantas producidas a partir de guías, plantines o pequeños camotes, se desarrolla un vigoroso sistema radicular que puede llegar hasta 1.60 m de profundidad (Folquer, 1978).

Accatino y Larenas (1994) indican que el desarrollo radicular del camote se inicia con las raíces fibrosas primarias que se ramifican lateralmente y que conforme la planta madura se produce raíces tipo lápiz que tienen alguna lignificación. Otras raíces no lignifican, son carnosas, engruesan bastante y se les llama raíces reservantes.

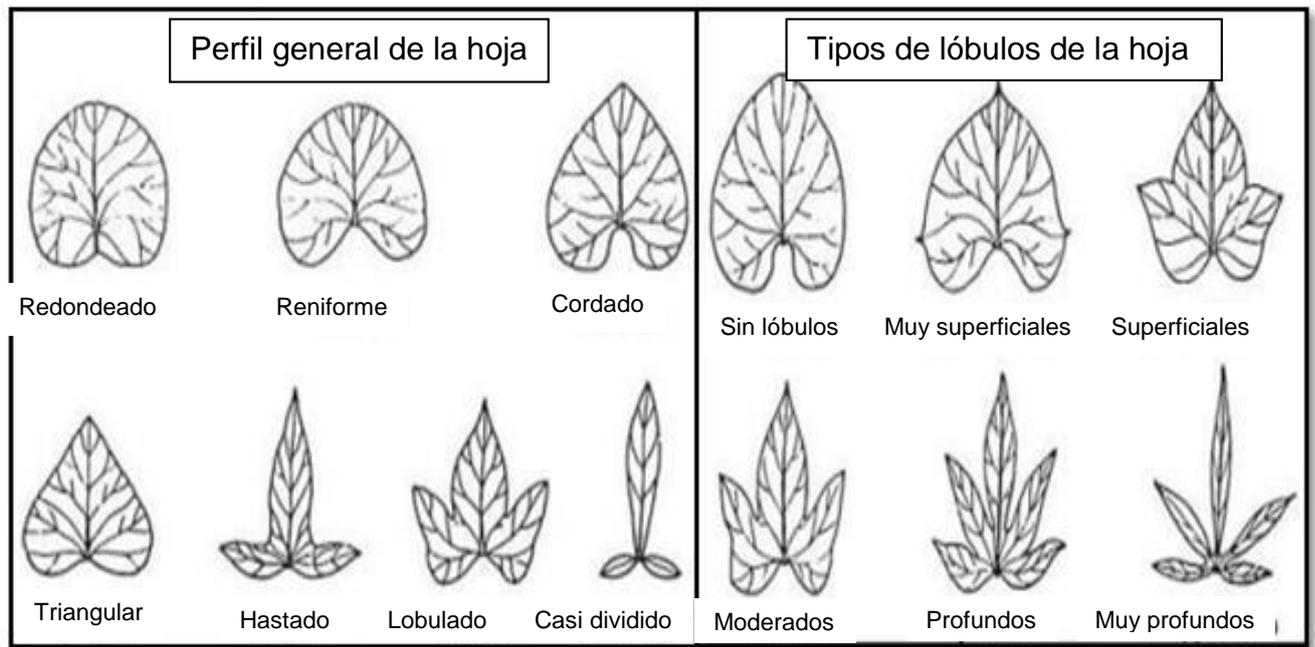
B) Tallo.- comúnmente denominados como “guías” o “bejucos” son cilíndricos, de superficie glabra o pubescente, con abundantes lenticelas, la cantidad de ramificaciones está condicionada a una mayor o menor dominancia apical, el color de los tallos varía en función del cultivar siendo verde, rojizo púrpura o totalmente pigmentado con antocianinas (color rojo a morado).

Con la particularidad que cuando se emplean los esquejes para la propagación del camote, son los nudos y entrenudos del tallo de donde se origina el sistema radicular (López, 2016).



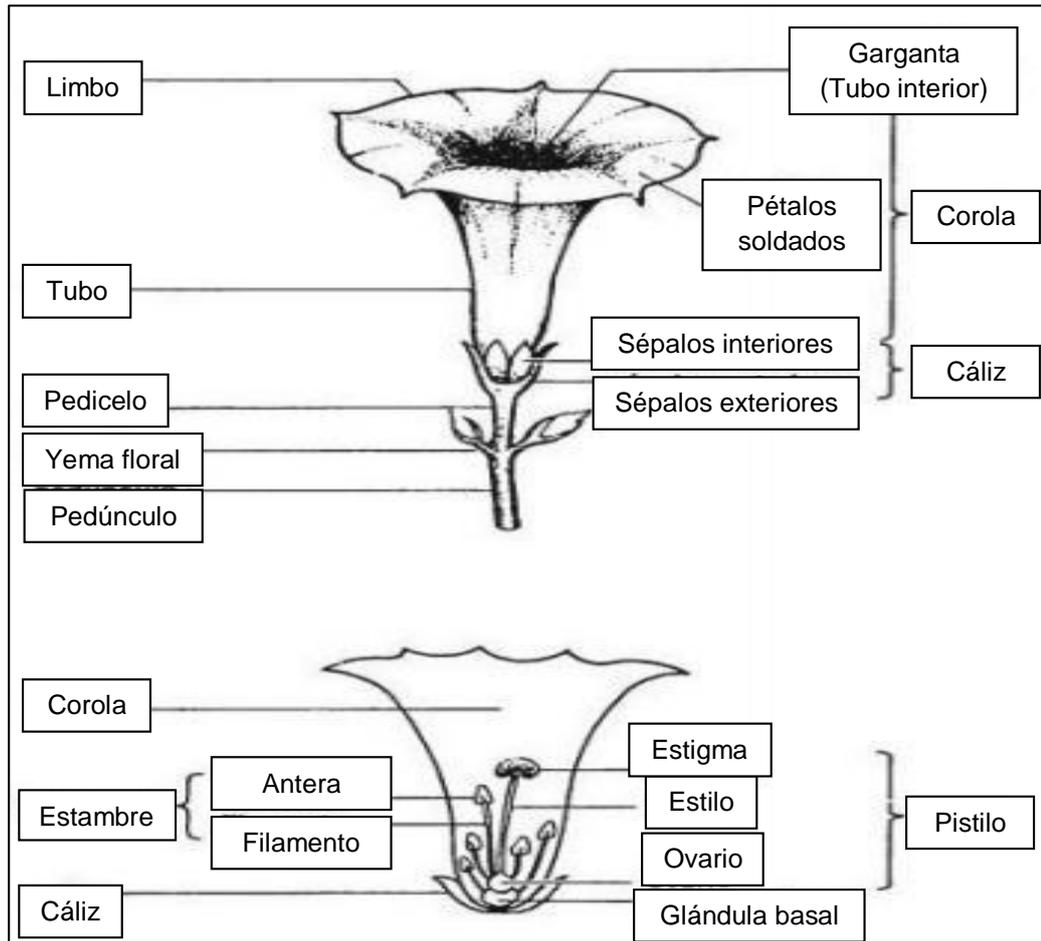
**Figura 03.** Partes del tallo del camote. (Huamán, 1992).

C) Hojas.- El follaje del camote se encuentra altamente influenciado por la variedad que se siembra. Las hojas son simples, alternas y tienen una longitud entre 4 – 20 cm; el borde de la lámina de las hojas puede ser entero, lobulado o dentado; el perfil general de las hojas puede ser reniforme, redondeado, cordado, triangulado, hastado, lobulados y casi divididos; asimismo las hojas presentan heteroblastía, a veces las hojas jóvenes están teñidas de púrpura o rojo por antocianina y al madurar la planta el follaje se vuelve pálido – amarillento (Reyes, 2011).



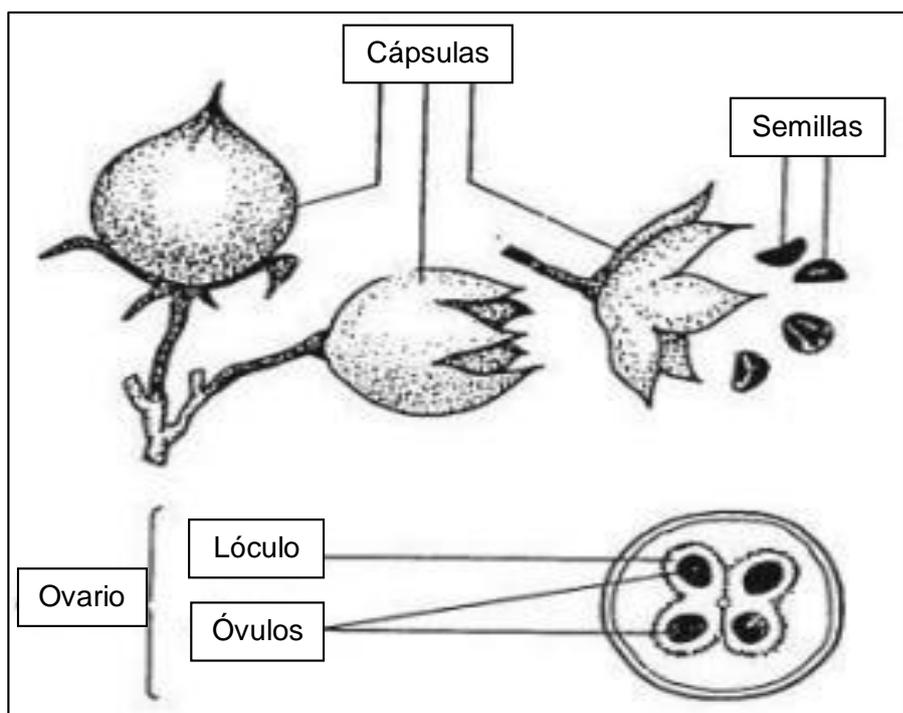
**Figura 04.** Perfil y tipos de lóbulos de la hoja de camote. (Huamán, 1992).

D) Flor.- Según los cultivares estas varían en su hábito de floración. Algunos no florecen, otras producen muy pocas flores y otros profusamente florecen. Se encuentran agrupadas en inflorescencias, con pedúnculos de 5 – 20 cm de longitud, los botones florales tienen color característico desde el verde pálido hasta el verde intenso. Presenta un cáliz de 5 sépalos y corola de 5 pétalos; el androceo presenta 5 estambres con anteras blanquecinas, amarillas o rosadas y los granos de polen son esféricos, y el gineceo presenta un pistilo de ovario superior, con dos carpelos y dos lóbulos que contienen uno o dos óvulos, el estilo es corto y termina en estigma ancho (López, 2016).



**Figura 05.** Partes de la flor del camote. (Huamán, 1992).

E) Fruto.- es una cápsula más o menos esférica con una punta terminal, puede ser pubescente o glabro. La cápsula contiene de 1 a 4 semillas. La forma de la semilla puede ser irregular, ligeramente angular o, redondeada. El color varía de marrón a negro y el tamaño es de 3mm aproximadamente. La germinación de la semilla es difícil y requiere de escarificación por desgaste mecánico u otro tratamiento químico. (López, 2016).



**Figura 06.** Fruto y semillas del camote. (Huamán, 1992).

#### 2.1.5. Crecimiento y desarrollo fenológico

Paneque (1990) indica que el ciclo de crecimiento del camote varía entre 3.5 a 7 meses desde la siembra hasta la cosecha, dicho tiempo puede variar según la influencia de la precocidad de la variedad, el manejo agronómico del cultivo y del ambiente. Según Villagarcía (citado por Rabines, 1993) el crecimiento y desarrollo de la planta de camote comprende tres fases más o menos definidas:

a) Fase inicial o de "ajuste".- Consiste en el desarrollo lento de las guías y un rápido desarrollo de las raíces absorbentes. Cuando la propagación del camote se realiza por esquejes las plantas forman varias raíces adventicias que se originan de los nudos, empezando el engrosamiento de dichas raíces de 1 a 3 meses. Durante esta fase la planta hace uso de casi todos los carbohidratos que se están produciendo.

b) Fase intermedia.- Se caracteriza por el desarrollo rápido de guías y raíces absorbentes simultáneamente con el desarrollo inicial de las raíces reservantes, varía de 2 a 3 meses, el follaje desarrolla rápidamente siguiendo una curva sigmoide, conforme el desarrollo del follaje comience a declinar, la acumulación de materia seca en la raíz reservante se incrementa. Asimismo, en esta etapa pueda darse lugar la formación y desarrollo de la flor y el fruto, lo cual está influenciado tanto por un carácter ambiental así como varietal. Existen variedades que florecen temprano, otras tardíamente, otras que lo hacen sin interrupción y otras que no florecen.

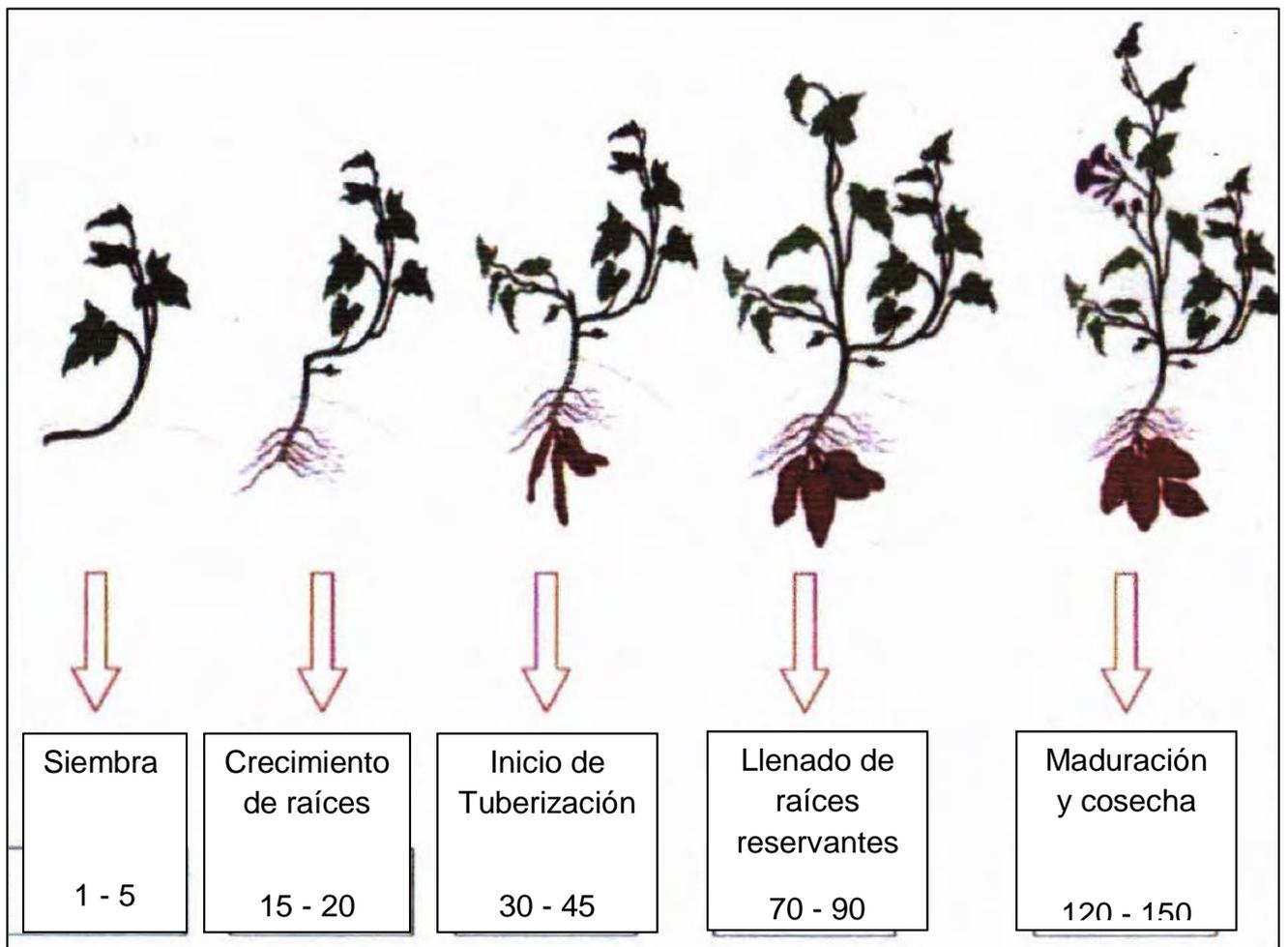
c) Fase Final.- Se presenta un desarrollo rápido de las raíces reservantes. En esta etapa cesa el crecimiento del follaje, el que se debilita. Algunos autores indican que teóricamente la raíz puede desarrollar indefinidamente. Sin embargo, en la práctica debe alcanzar un tamaño óptimo de desarrollo, el mismo que se encuentra en función de la forma y calidad de la raíz reservante requerida para el mercado, dado que si la raíz reservante permanece más tiempo del recomendado en el campo, se obtiene camotes de formas irregulares y con cuarteaduras.

Por su parte Molina (citado por Rivera, 2015) establece que las etapas de crecimiento de camote, está determinada por la aparición de distintas estructuras de la planta, las que se presentan en la tabla 01:

**Tabla 01.** Fases de crecimiento y desarrollo del camote.

<b>Fase</b>	<b>Característica</b>
1. Establecimiento del cultivo.	Brotación y crecimiento inicial, cuando la superficie del suelo está cubierta apenas o nada por el cultivo (10% de cobertura).
2. Inicio de formación de raíces reservantes	Empieza desde el final de la fase inicial hasta que se llega a un 70 u 80% de la cobertura, lo que no significa que el cultivo haya llegado a su maduración.
3. Llenado de raíces reservantes	Desde que se obtiene la cubierta sombreada efectiva completa hasta el momento de iniciarse la maduración, tal como se pone de manifiesto por la decoloración de las hojas o su caída. Es equivalente al periodo en que la planta obtiene su 100% de cobertura.
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.

**FUENTE:** Rivera, 2015.



**Figura 07.** Desarrollo fenológico del camote en días (Rivera, 2015).

## 2.2. Condiciones agroecológicas para el cultivo

### 2.2.1. Clima

a) Temperatura.- Desde el punto de vista agronómico el camote prefiere días soleados calientes y noches frías, los cuales son muy favorables para la translocación de carbohidratos y la formación de raíces reservantes (Rabines, 1993). No tolera temperaturas bajas, la temperatura mínima de crecimiento es de 12°C” (Flores, 2005, p.32). “La temperatura óptima para el desarrollo y producción del camote se encuentra entre 24 a 27 °C” (Rivera, 2015, p.6).

b) Radiación.- Según Villagarcía (citado por Rabines, 1993) tres son los componentes más importantes de la radiación en el camote así como en otros cultivos: intensidad, calidad y duración. Con relación a la Intensidad de luz, el camote desarrolla bien bajo condiciones de alta intensidad, no tolera mucha sombra por lo que no prospera en siembras intercaladas, debido a que se debilita la actividad de las raíces las que permanecen en estado juvenil por un periodo prolongado. Muchas variedades de camote son sensibles al fotoperiodo, de esta forma días cortos promueven el engrosamiento de raíces y la floración; días largos mayores a 13.5 horas, favorecen el desarrollo de las guías a expensas del engrosamiento de las raíces inhibiendo la floración.

c) Humedad.- El camote prospera de manera óptima en ambientes húmedos, cuyos valores oscilen entre 80 – 85% HR (Humedad Relativa).

d) Altitud y Latitud.- Reyes (2011) indica que este cultivo se adapta desde el nivel del mar hasta los 2,500 m de altitud, sin embargo se obtienen mejores rendimientos entre los 0 – 900 msnm. “Su cultivo se extiende desde los 40 grados de latitud norte a 40 grados de latitud sur” (Rabines, 1993, p.12).

e) Vientos.- El camote es una planta que tolera los vientos, se observa que esta tolerancia es mayor en las variedades que tienen porte rastrero y flexibilidad en los tallos. “La presencia de vientos cálidos y secos puede producir la caída de hojas” (Rabines, 1993, p.12). Por lo que es recomendable que se implementen cortinas rompe vientos u otros mecanismos que disminuyan esta fuente de estrés para la plantación.

En concordancia a ello Folquer (1978) indica que el camote es un cultivo que se adapta bien a las regiones con fuertes vientos que ocasionan la destrucción de otros cultivos. Y que esta sería una de las razones por la cual se ha difundido ampliamente en las regiones costeras de China, Japón y Taiwán, que son países que frecuentemente son castigadas por tifones.

#### 2.2.2. Suelo

Según Reina (2015) el camote puede cultivarse en gran diversidad de suelos, pero los óptimos son los franco-arenosos o arcillo-arenosos finos, con profundidad de 30 a 60 cm, rico en nutrientes, con buena permeabilidad, bien drenados y buena aireación. Puede crecer en suelos con pH que oscilan entre 4.5 – 7.5, aunque el nivel óptimo oscila entre 5.6 a 6.5. Los suelos ricos en nitrógeno y materia orgánica son impropios para esta planta ya que provocan el *vicio*, es decir, un excesivo desarrollo vegetativo en detrimento de la tuberización (Folquer, 1978).

En el valle del Santa el camote se cultiva en suelos francos, franco arenosos e inclusive terrenos marginales como son aquellos que se encuentran con problemas de salinidad, en los que antes de la siembra de los esquejes se espera que por efecto de la humedad las sales encimen por capilaridad al lomo del surco, de donde los agricultores con un raspado de palana los retiran.

### 2.2.3. Requerimiento hídrico

Rivera (2015) indica que debido a la profundidad de las raíces adventicias, de hasta 1.60 m, el camote puede tolerar a condiciones de escasez de agua. Y que en suelos de valle cultivado con riego por gravedad el requerimiento hídrico llega a 5000 m<sup>3</sup> por campaña, sin embargo en suelos arenosos con riego presurizado se puede llegar a 7000 m<sup>3</sup>.

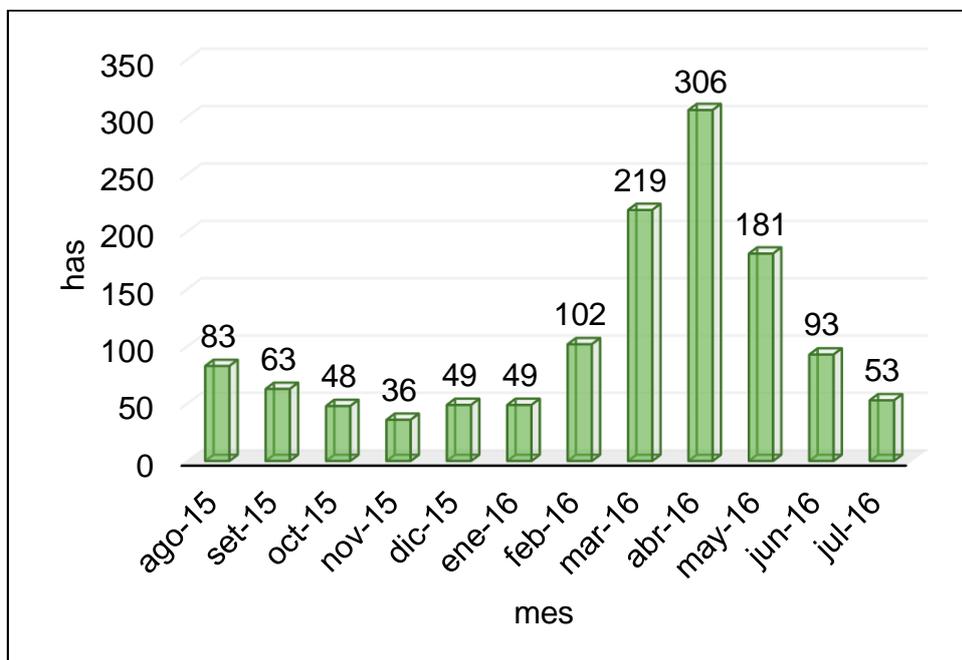
Villagarcía (citado por Rabines, 1993) indica que en zonas de precipitación, se busca que la primera fase del cultivo coincida con la época de lluvia y la fase de engrosamiento de la raíz con la época seca (...). En zonas con riego, se ha determinado épocas críticas de necesidad de humedad los primeros días después de trasplantados los esquejes y los últimos 40 días del ciclo de desarrollo. Y que si las condiciones de sequía se dan en los primeros meses de cultivo, pueden reducirse los rendimientos hasta en 80% debido a estreses de humedad presentados en la iniciación del proceso de tuberización.

## 2.3. Tecnología del cultivo

### 2.3.1. Época de siembra

Por la variabilidad climatológica del Perú, se siembra y cosecha camote durante todos los meses del año, sin embargo hay una preferencia por parte de los agricultores a instalar sus cultivos de camote en los valles costeros entre los meses de junio a setiembre; en el valle de Cañete se presentan dos campañas de camote al año: la de invierno (se siembra en el mes de abril) y la de verano (se siembra en el mes de setiembre), en promedio se obtienen rendimientos de 20 t/ha en invierno y 25 t/ha en verano (Flores, 2005).

En el valle del Santa la siembra de camote se realiza mayormente en la campaña de invierno, lo cual se puede corroborar en la Figura 08, según el MINAGRI (2015) entre febrero y junio se estima que se sembraron un total de 901 hectáreas que representan el 70% de la siembra realizada durante la campaña 2015 – 2016.



**Figura 08.** Intenciones de siembra de camote campaña 2015 – 2016, Provincia del Santa, Región Ancash.

### 2.3.2. Preparación del terreno

Para la preparación del terreno se emplean tractores de 80 H.P. de potencia como mínimo y de preferencia 120 H.P. para el barbecho de los terrenos. Los suelos para la preparación deben estar en capacidad de campo, para lo cual el agricultor asegura un riego machaco con 7 – 10 días de anticipación a las labores con tractor. Ningún campo se debe barbechar en seco, con la excepción de los que tengan problemas con malezas perennes. La incorporación de materia orgánica se realizará solo en suelos de textura “arena franca” a razón de 10 t/ha, al voleo antes del gradeo o arrastre. Los discos del

arado deben ser de 28” suficiente para arar 30 cm de profundidad. El arrastre o gradeo se debe de realizar de acuerdo al tipo de suelo: en suelos arenosos se realizará el arrastre de puntas rígidas; en suelos francos se usan gradas pesadas (Flores, 2005).

### 2.3.3. Selección de semilla

La propagación de camote es asexual, se emplean los esquejes del tercio superior de la planta, las cuales deben tener entre 3 a 5 meses de edad, entre 20-40 cm de longitud. Y se deben tomar de plantas sanas con buen historial de rendimiento.

En el valle del Santa las variedades comerciales se eligen de acuerdo a la época de siembra, por preferencias del mismo agricultor así como por recomendación de las comercializadoras de agroquímicos y proveedores de semilla, actualmente las variedades más sembradas son: Yema de huevo, Milagroso, Huambachero, Limeño, Imperial y otros. Generalmente los agricultores emplean semilla común para la siembra, con esquejes que en promedio tienen 30 cm de longitud, que provienen de campos de la zona. Siendo éste el principal problema en la producción de camote, dado que dichas sementeras muchas veces se encuentran afectadas por plagas y enfermedades, que no garantizan buenos rendimientos.

López (2016) refiere que la siembra de semilla común y el uso indiscriminado de pesticidas al no tratar de manera técnica y oportuna la enfermedad “El Rojo” (conjunto de hongos asociados) y el complejo viral SPDV redujeron por completo la siembra de la variedad Boca de Chisco, de excelente calidad culinaria y que fuese considerado producto bandera del valle del Santa ocasionando pérdidas económicas a los agricultores.

#### 2.3.4. Siembra

Reina (2015) señala que el camote no se debe sembrar bajo sombra, porque no produce raíces reservantes. La siembra se debe realizar en horas frescas ya sea muy temprano por la mañana o por la tarde. El suelo debe estar húmedo. Y al efectuar la siembra, se debe asegurar que los nudos de la guía hagan contacto con el suelo, para garantizar su prendimiento, debiendo quedar por lo menos enterrados dos nudos de la guía en el suelo.

Flores (2005) y Rabines (1993) dan cuenta de que en el valle de Cañete se siembra el camote en surcos separados entre 0.80 – 0.90 m y entre 20 – 30 cm entre plantas, modificándose según el hábito de crecimiento de la planta.

#### 2.3.5. Riego

Se debe regar de manera oportuna para mantener una adecuada capacidad de campo. El camote es susceptible al déficit de agua al momento del prendimiento de las guías y durante la formación y engrosamiento de las raíces (Reina, 2015). En el valle del Santa no se acostumbra regar el cultivo después de la siembra, los suelos retienen mucha humedad, por lo que los agricultores han determinado que es suficiente con el riego machaco que se da al campo durante su preparación.

#### 2.3.6. Fertilización

En términos generales este cultivo es poco exigente, produce en suelos pobres siempre que exista humedad suficiente. Sin embargo, se debe mantener un equilibrio entre las características físico-químicas en los suelos, respondiendo bien a una fertilización moderada. Flores (2005) señala que para las condiciones del valle de Cañete la recomendación de fertilización fluctúa en 100 kg/ha de N, 60 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 120 kg/ha de K<sub>2</sub>O.

En el valle del Santa usualmente no realizan análisis de suelo antes de iniciar la campaña, los agricultores no incorporan materia orgánica a los campos cultivables y no incluyen fertilizantes con contenido de fósforo (P) y potasio (K) dentro de su programa de fertilización, únicamente emplean sulfato de amonio  $(\text{NH}_4)_2 \text{SO}_4$  (entre 15 -17 bolsas/ha) para la fertilización del cultivo.

Bonilla (2009) precisa que Países como Nicaragua y Honduras donde se producen camote de primera calidad y con fines de exportación poseen programas de fertilización completos para el cultivo de camote, en donde para la obtención de 30 t/ha de raíces se suministra al cultivo: 188 kg/ha de N, 98 kg/ha de  $\text{P}_2\text{O}_5$ , 304 kg/ha de  $\text{K}_2\text{O}$ , 181 kg/ha de Ca, 65 kg/ha de Mg, 49 kg/ha de S y 3.2 kg/ha de B.

#### 2.3.7. Aporque

Se debe de realizar el primer aporque entre los 20 - 30 días de la siembra, después de un riego. Y se debe aprovechar esta labor para abonar y desmalezar; de ser posible se puede efectuar un segundo aporque antes que las plantas cubran los surcos, pudiendo emplearse tracción animal o mecanizada (Rivera, 2015).

#### 2.3.8. Control de malezas

El periodo crítico de competencia de malezas va desde el alargamiento de las guías hasta el inicio del engrosamiento de las raíces reservantes. Por lo tanto los primeros 25-45 días después de la siembra es muy importante mantener el cultivo sin malezas, pero lo cual se recomiendan controles manuales o con azadón, siendo que posteriormente el cultivo cierra los espacios con su follaje y no permite que las malezas se desarrollen.

El cultivo de camote es utilizado por los agricultores como controlador de malezas, debido a que presenta un crecimiento indeterminado, invasivo, que le permite tener buena cobertura al suelo, especialmente para *Cyperus rotundus* “coquito” (Reina, 2015).

En el valle del Santa el control de malezas se efectúa con palanas una o dos veces durante todo el cultivo, de preferencia en las primeras etapas. Y no se utilizan herbicidas ya que no hay productos selectivos para este cultivo.

#### 2.3.9. Cosecha

Folquer (1978) señala que para el caso del Perú, los agricultores consideran que los camotes están listos para ser cosechados cuando el follaje de la planta adquiere un tono verde – pálido. Y este es el momento en que los camotes tienen la mejor presentación del mercado, la mayor conservación y resistencia al manipuleo.

El momento de la cosecha del camote se determina por muestreo de raíces, por periodo vegetativo de la variedad o por inspección del follaje para determinar senescencia. Normalmente se extrae el follaje un día antes cortándolo a mano y luego se usa el tractor con un arado de vertedera para la cosecha. Una vez sacado del suelo el camote se coloca en costales y se transporta al área de selección donde se le calibra en tamaños: pequeño (170 – 200 g), mediano (200 – 300 g) y grande (más de 300 g). El resto de camote dañado, o de menor peso se clasifica como descarte (en el campo a este camote se le denomina chancho) (Chuquipiondo, 1994).

#### 2.3.10. Curado

En los países que exportan camote el tratamiento post cosecha se caracteriza por la limpieza, desinfección, clasificación y empaque de las raíces reservantes. Posteriormente se efectúa el curado.

PYMERURAL (2013) refiere que el curado no es más que darle un poco de tiempo al camote para que vuelva a formar piel en las áreas peladas, ya que esta protege al tubérculo de infestaciones por patógenos que pueda causar una pudrición. Este procedimiento se debe realizar a una temperatura de 29.6 °C con 90 a 95% de humedad relativa por 3 a 7 días. El área de curado debe tener un recambio de aire en un 100% para evitar problemas de saturación de humedad y así prevenir pudriciones.

#### 2.3.11. Principales problemas fitosanitarios

a) Plagas.- Dentro de las plagas de mayor importancia en el cultivo de camote Flores (2005) reporta las siguientes: *Omnyodes indicata*, es el gusano pegador de hojas que ocasionalmente el área foliar de la planta; *Euscepes posfasciatus*, gorgojo chacarero que es una plaga clave del camote y cuyas larvas afectan el producto comercial con cavidades que disminuyen la calidad y *Bemisia tabaci* o Mosca blanca, que ocasiona daño al follaje encarrujando las hojas y transmite virus, lo que afecta la producción de esquejes sanos.

b) Enfermedades.- Dentro de las enfermedades de mayor importancia en el cultivo de camote, Flores (2005) reporta las siguientes: *Meloydogyne incognita*, es un nematodo que desmerece la calidad ocasionando rajaduras y deformaciones en las raíces y reduce el rendimiento comercial; Complejo Viral del SPDV, un conjunto de virus que son transmitidos por insectos vectores como los áfidos, cigarritas (Cicadélidos) y mosca blanca. Reduciendo la producción y calidad de raíces hasta 60%.

### 2.3.12. Enfermedades fisiogénicas

Folquer (1978), menciona 4 enfermedades fisiogénicas por causas no parásitas:

a) Agrietado.- También llamado "*cracking*", que es la ruptura de los tejidos exteriores inactivos que no pueden seguir el ritmo de crecimiento del anillo vascular en expansión, seguidamente se produce la actividad de los meristemos accidentales que cicatrizan la superficie de las grietas. Estos agrietamientos, que desmerecen la calidad de los camotes se originan por: largos periodos de sequía durante el verano, temperaturas bajas al fin del periodo de crecimiento y ciertas características histológicas que proporcionan resistencia o susceptibilidad al agrietado. Se pueden controlar evitando los cambios bruscos en la humedad del suelo, mediante el uso oportuno del riego y con la siembra de variedad resistentes.

b) Escaldadura.- Es causada por los "*golpes de sol*" o por las heladas. La superficie de los camotes que han quedado expuestos a esos factores, se ablandan y posteriormente se descomponen. Se puede controlar este daño cubriendo los camotes cosechados con pasto o el mismo follaje de la plantación.

c) Decaimiento interno.- También llamado "*internal breakdown*", como consecuencia de las bajas temperaturas la pulpa del camote se torna esponjosa, de color marrón y luego se descompone. Se ha comprobado que este deterioro es rápido cuando la temperatura desciende por debajo de 4 ° C.

d) Corazón duro.- También llamado "*hardcore*", consiste en un notable endurecimiento de la pulpa del camote, que no se ablanda ni aún con largo tiempo de ebullición o horneado, resultando inaptas para el consumo. Se produce cuando los camotes se mantienen durante dos días a 6 ° C.

#### 2.4. Densidades de siembra en el cultivo de camote

Rabines (1993) realizó un comparativo de rendimiento de cinco clones de camote bajo dos densidades de siembra (0.90 m x 0.15 m) y (0.90 m x 0.20 m), en el valle de Cañete. Donde las densidades de siembra influyeron significativamente en el peso y número de raíces reservantes por planta, siendo éste mayor a la menor densidad de siembra. Y no existió significancia para las variables de: cobertura foliar, número y longitud de tallos por planta, notándose que éste último tuvo una tendencia a ser mayor a la menor densidad de siembra.

Rabines (1993) reporta que el mayor rendimiento total y comercial de raíces reservantes de camote en su ensayo, lo obtuvo el clon LM 88.007, seguido de los clones SR 88.050 y Jonathan a quien empleo como testigo; recomienda no sembrar éstos clones de camote a más de 0.20 m entre plantas, para evitar obtener raíces reservantes de tamaño no comercial (muy grande).

Flores (2005), refiere que en un marco de siembra de (0.90 m x 0.20 m). se siembra alrededor de 55,000 plantas/ha para producción de camote; y que de acuerdo al hábito de crecimiento de la planta, arbustivo o determinado, la densidad de siembra puede alcanzar 66, 000 plantas/ha (0.90 m x 0.15 m). La cantidad de esquejes por hectárea depende ciertamente de la densidad de siembra y de la variedad. Estimándose que se necesitan unos 200 tercios, cada uno con alrededor de 300 esquejes para la siembra de una hectárea de camote a escala comercial, esto es 60,000 plantas/ha.

Reyes (2011) evaluó la respuesta del cultivo de camote a la aplicación de bioestimulantes, con una densidad de 41, 666 plantas/ha (0.80 m entre surcos x 0.30 m entre plantas), obteniendo como máximo rendimiento 14.01 t/ha.

Los resultados del ensayo desarrollado por Wubanechi (2014) al norte de Etiopía, en donde se midió el efecto de seis densidades de siembra: 25,000 plantas/ha, 33,333 plantas/ha, 44,444 plantas/ha, 55,555 plantas/ha, 66,666 plantas/ha y 83,333 plantas/ha; y tres clones de camote: Belella, Birtukanne y Jari, indican que el rendimiento total de la raíz del camote aumentó significativamente en relación a una mayor densidad de plantación. Donde la variedad Birtukanne tuvo un rendimiento de 36,63 t/ha se obtuvo con la variedad Birtukanne con la mayor densidad de siembra (83, 333 plantas/ha). Concluyendo que para las condiciones del ensayo efectuado una mayor densidad de siembra en el cultivo de camote dio como resultado mayores rendimientos y a la vez el incremento del porcentaje de raíces de tamaño pequeño.

Flores (2005) señala que en el valle de Cañete la siembra de semilla de camote libre de virus, con plantaciones instaladas a densidades entre 55000 – 66000 plantas/ha permitió alcanzar rendimientos promedios de 25 t/ha.

Reina (2015) evaluó la respuesta del cultivo de camote a la aplicación de cuatro tipos de abonos orgánicos, con una baja densidad de siembra, 20,000 plantas/ha (1.00 m entre surcos x 0.50 m entre plantas), obteniendo como máximo rendimiento 14.70 t/ha.

En la actualidad los agricultores del valle del Santa siembran el camote empleando un esqueje por golpe, a una densidad de 50,000 plantas/ha (0.80 m entre surcos x 0.25 m entre plantas), con un rendimiento promedio de 16 t/ha. Lo cual al ser contrastado con los antecedentes estudiados, incitan a que se realicen investigaciones para medir el efecto que tendría el incremento de la densidad de siembra, en los rendimientos de las principales variedades de camote, con las condiciones agroclimáticas de la zona.

## 2.5. Clones y variedades de camote

Ecuador es el país que conserva en el CIP la colección más grande de germoplasma de camote, con un total 3,096 clones provenientes de 18 países latinoamericanos y del Caribe. Y el Perú cuenta con 2,016 entradas” (Reyes, 2015).

Fonseca, Molina, Walker y Zuger (2002) indican que en el Perú, aproximadamente el 56% de la colección nacional de genotipos de camote fue donada por el ingeniero Rómulo del Carpio Burga, dicha colección consta de 289 variedades nativas, 49 ingresos foráneos, 137 ingresos transformados y 660 clones avanzados. Siendo que algunas variedades nativas mutaron, se recombinaron por polinización libre, y posteriormente se originaron nuevas variedades a través del mejoramiento genético.

Según Quispe (2014) se pueden agrupar las variedades de camote en dos tipos:

a) Tipo Apichu.- cultivares con alto contenido de betacaroteno y proteínas, su pulpa generalmente es húmeda y de color anaranjado, susceptibles al ataque de nematodos, requieren un alto abonamiento en la preparación del suelo, de reconocida calidad culinaria, las variedades más difundidas y sembradas en los valles costeros del Perú son: Conchucano, Jewell, Melchorita, Cañetano, INIA 320 – Amarillo Benjamín, Jonathan y INA 100-INA.

b) Tipo Kumara.- Cultivares con contenido de antocianina, su pulpa generalmente es seca y de color morado, se les considera como cultivos más rústicos, se puede almacenar por periodos más prolongados que los camotes tipo apichu, las variedades más difundidas y sembradas en los valles costeros del Perú son: Maleño, Boca de Chisco, Pierna de viuda y Milagroso.

El único antecedente de investigación en el valle del Santa, respecto de los clones de camote, es una prueba de 22 cultivares efectuada por Capa (1992), con material genético proporcionado por el CIP, instalados a una densidad de siembra de 37, 037 plantas/ha (0.90 m entre surcos x 0.30 m entre plantas) donde el mayor rendimiento se obtuvo con la variedad "Zapallo Cuzqueño" con 11.27 t/ha. Capa (1992) refiere que los rendimientos obtenidos se encuentran por debajo del promedio del valle, que el material genético empleado en su mayoría son de periodo vegetativo tardío, no siendo aceptables a las condiciones climáticas de la zona y recomienda seguir investigando, seleccionando cultivos precoces y semi precoces con características industriales y para consumo directo.

A continuación se describen las principales características del material genético empleado en la presente investigación:

a) Clon Jonathan.- camote tipo Apichu, de piel y pulpa color naranja. Hábito de crecimiento tipo semi erecto. La conformación de raíces reservantes es superficial. Tiene hojas de perfil lobulado con lóbulos moderados, el color del tallo es verde tierno. Se encuentra identificado con el N° CIP 420014, fue seleccionado en Chincha, en la Cooperativa Agraria de Producción Huayna Capac y proviene de semilla sexual del cruzamiento de Nemañete y DC-79. Destacando su rusticidad, rendimiento y relativa precocidad, con buena aceptación en el mercado, presenta una resistencia genética específica contra nematodos. Se puede cosechar a partir de los 125 días de cultivo. Respecto de su rendimiento los agricultores obtienen entre 20 - 25 t/ha en el valle de Cañete y a nivel experimental se han obtenido rendimientos de 31.9 y 41.6 t/ha (Rabines, 1993).

b) Clon Sauce.- camote tipo Kumara, con la piel de color morado, con la particularidad que su pulpa es de color naranja claro. Hábito de crecimiento tipo semi erecto. La conformación de raíces reservantes en relación a la profundidad del suelo, es media. Tiene hojas de perfil casi dividido,

con lóbulos muy profundos, el color del tallo es verde con pigmentación morada. Se encuentra identificado con el CIP N° 453122, fue seleccionado por técnicos del CIP en el valle de Huaral y proviene de semilla sexual del cruzamiento de OT-95 y Variedad Silvestre. Destacando su tolerancia a la salinidad. Se puede cosechar a partir de los 140 días de cultivo. Respecto de su rendimiento los agricultores obtienen 15 – 20 t/ha en el valle de Huaral y ha nivel experimental se han obtenido rendimientos de 25 t/ha.

c) Clon Milagroso.- camote tipo Kumara, con la piel color morada y pulpa amarillo cremosa. Hábito de crecimiento tipo extendido. La conformación de las raíces reservantes es profunda del nivel del suelo, Tiene hojas de perfil lobulado con lóbulos muy profundos, el color del tallo es verde con pigmentaciones moradas. Se encuentra identificado con el N° CIP 431214, fue seleccionado por técnicos del INIA en la región Lambayeque, se presume que proviene del cruzamiento de la variedad San Pedro y Variedad Silvestre. Los agricultores del valle del Santa la siembran ampliamente después de la desaparición de la variedad Boca de Chisco, dado que es la que más se asemeja a su apariencia y calidad culinaria. Se cosecha a los 150 días de cultivo. Y respecto de su rendimiento los agricultores han obtenido entre 13 – 18 t/ha, se desconocen rendimientos a nivel experimental.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Localización del campo experimental

El presente trabajo se realizó en el fundo “Santa Rosa”, perteneciente a la Universidad Nacional del Santa, que se encuentra ubicado en el sector San Luis, entre 8°59'37” latitud sur y 78°37'3” longitud oeste, a 28 m.s.n.m., en el distrito de Santa, provincia del Santa, región Ancash. La siembra se realizó el 14 de diciembre del 2016.

#### 3.2. Materiales

##### 3.2.1. Material de campo

En el campo se utilizaron los siguientes materiales:

- Herramientas de campo: palanas, picota, machete y rastrillos
- Carretilla
- Bomba de mochila
- Baldes de 20 y 5 litros
- Estacas de madera
- Plástico
- Cordel
- Sacos de polietileno

##### 3.2.2. Insumos

- Esquejes de tres clones de camote
- Fertilizantes
  - Abono mejorador de suelos “Malki”
  - Sulfato de amonio
  - Multiphos
  - Cloruro de potasio
  - Wuxal potasio y calcio (Fertilizantes foliares)

- Pesticidas
  - Bazuka (Glifosato)
  - Piboxim 500 SC (Carbendazim)
  - Dethomil 90 Ps (Methomyl)
  - Agrispon (Bioestimulante)
  - Greenzit pH (Regulador de pH)
  - Bamectin EC (Abamectina)
  - Lasser 600 SL (Metamidophos)
  - Pantera 720 SC (Azufre)
  - Tifon 4E EC (Chlorpyrifos)

3.2.3. Material de recolección y procesamiento de datos

- Cuaderno de campo
- Material de escritorio
- Computadora
- Calculadora
- Cámara fotográfica
- Balanzas
- Vernier
- Cinta métrica
- Regla

3.2.4. Material de laboratorio

- Balanza de precisión
- Estufa
- Placas Petri
- Cúter
- Agua destilada
- Guantes

### 3.3. Metodología

Se evaluaron las siguientes características agronómicas en el ensayo:

a) Porcentaje de prendimiento.- se evaluó a los 15 días después de la siembra, y para ello se realizó un conteo del número de esquejes que habían “prendido” por cada tratamiento, dicho número se dividió entre la cantidad inicial de esquejes sembrados. Los resultados se expresaron en porcentaje.

b) Vigor de planta.- se determinó a los 30 días después de la siembra, teniendo en consideración para ello el color, lozanía, daños por insectos, estructura y apariencia en general, de acuerdo a la escala que se muestra en la Tabla 02.

**Tabla 02.** Escala para el vigor de planta.

Malo	Regular	Bueno	Muy bueno	Excelente
1	2	3	4	5

**FUENTE:** Sigüeñas (2004).

c) Porcentaje de cobertura foliar.- se evaluó a los 30 y 60 días de cultivo, se midieron 5 plantas marcadas al azar en los 02 surcos centrales, para ello se usó un marco de madera cuyas dimensiones son de 0.90 m x 0.50 m. El área dentro del marco de madera fue separada por pabilos cada 5 cm tanto a lo largo como a lo ancho, quedando dividido en 180 sectores cuadrados de 5 x 5 cm. Posteriormente este cobertor se puso suspendido en el aire sobre las plantas a evaluar, donde se contó el número de cuadros que la planta llenaba con su follaje. (cuadrículas que tenían más del 50 % de área verde) y se dividió ese valor entre el número total de cuadrículas (180). Los resultados se expresaron en porcentaje.

d) Altura de planta.- se efectuaron 4 evaluaciones de altura de planta a los 30, 60, 90 y 120 días después de la siembra. Para ello se midió desde el cuello de la planta hasta el ápice del tallo principal. Se midieron 5 plantas marcadas al azar en los 02 surcos centrales de cada tratamiento. Los resultados se expresaron en cm.

e) Número de raíces reservantes por planta.- se determinó a la cosecha, para ello se contabilizó el número de raíces de 5 plantas tomadas al azar en los 02 surcos centrales de cada tratamiento.

f) Peso de raíces por planta.- se determinó a la cosecha, para ello se pesaron las raíces de 5 plantas tomadas al azar en los 02 surcos centrales de cada tratamiento. Los resultados se expresaron en kg/planta.

g) Diámetro de raíces.- se determinó a la cosecha, para ello se tomaron las medidas de diámetro de 10 raíces reservantes con características tipo comercial por cada tratamiento. Los resultados se expresaron en mm.

h) Longitud de raíces.- se determinó a la cosecha, para ello se tomaron las medidas de longitud de 10 raíces reservantes con características tipo comercial (las mismas raíces en las que se evaluó la variable diámetro de raíces) por cada tratamiento. Los resultados se expresaron en cm.

i) Rendimiento total de raíces reservantes.- se determinó a la cosecha, para ello se pesaron el total de raíces cosechadas en los dos surcos centrales de cada tratamiento. Los resultados se expresaron en t/ha. Estimándose según la siguiente fórmula adaptada de Rivera (2015).

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

j) Rendimiento de raíces reservantes por categoría.- se determinó a la cosecha, una vez evaluado el rendimiento total de raíces reservantes se procedió a clasificar las raíces de acuerdo a su peso, según las categorías mostradas en la tabla 03.

**Tabla 03.** Categorías para el peso de raíces reservantes.

PRIMERA		SEGUNDA		DESCARTE
Extra:	400 - 266 g.	Comercial:	86 – 134 g.	Coco: > 400g
Selecta:	135 – 265 g.	Doméstica:	37 – 85 g.	Baby: < 36 g.

**FUENTE:** Rivera (2015).

Precisar que las raíces de camote deformes, que presentaron plagas, enfermedades, cortes y rajaduras fueron consideradas como descarte. Los resultados se expresaron en t/ha y también en porcentaje.

k) Materia seca.- este parámetro se determinó en laboratorio en una etapa de post cosecha, para ello se tomó 3 raíces reservantes de tamaño comercial de cada uno de los tratamientos (1 por repetición) los cuales se pesó inicialmente (peso fresco) y a continuación se sometieron al calor seco en una estufa a una temperatura promedio 70°C por 24 horas; al término del mismo en base al peso inicial y final obtenidos en una balanza de precisión se logró determinar el porcentaje de materia seca.

l) Análisis económico.- Se determinó post cosecha, en función del rendimiento alcanzado, el valor de la producción y los costos fijos y variables de cada tratamiento en estudio, luego se obtuvo la relación costo – beneficio (C/B) y se identificó el mejor tratamiento en términos económicos.

### 3.4. Observaciones meteorológicas

Se tomó como referencia los datos de la estación meteorológica del Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA), ubicada en el distrito de Nuevo Chimbote en el campus universitario de la Universidad Nacional del Santa, correspondiente al periodo de diciembre 2016 a mayo del 2017. Las cuales se indican en la tabla 04.

Se puede observar que el rango de la temperatura media mensual oscilo entre 22.01 °C inicial en diciembre, con una tendencia a incrementarse en los meses de verano: enero (25.01 °C), febrero (27.30 °C) y excepcionalmente se prolongó hasta marzo (27.20 °C); descendiendo a partir del mes de abril (23.80 °C) y mayo (22.60 °C). Dichos valores alcanzados se encuentra de los niveles óptimos para el desarrollo del cultivo, que Según Rivera (2015) es entre 24 -27 °C.

Por otro lado se puede apreciar que la Humedad Relativa (HR) se mantuvo alta durante todo el experimento, como en gran parte de los valles costeros del país, con 82.49 % de HR en promedio. Salvo el mes de febrero que registró el nivel más bajo con 77.70% de HR., por lo que de manera general este factor se comportó de manera favorable para el cultivo.

Sin embargo es importante precisar que la coincidencia de las máximas temperaturas de los meses de enero (28.8 °C), febrero (31.4 °C) y marzo (30.7 °C) con las fluctuaciones de la HR propició un mayor crecimiento del follaje en los clones y la aparición de algunas plagas, que se analizarán más adelante.

En relación a las horas de sol, los días fueron soleados presentando 6.70 horas/día en promedio durante todo el experimento agrícola, con una tendencia a incrementarse desde el mes de diciembre (6.4 horas/días) hasta marzo (7.2 horas/día), ya en abril y mayo los valores registrados disminuyeron hasta 5.80 horas/día.

Los valores de precipitación pluvial, particularmente del mes de marzo con 112 mm, nos indican una condición climática singular dado que normalmente no se registran lluvias de esa magnitud en el valle del Santa. El Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología - SENAMHI (2017), definió esta condición climatológica como “Fenómeno del Niño Costero”, que se caracteriza por el calentamiento del agua en el mar, evaporación de grandes masas de nubes que se concentran en las zonas costeras del país, donde se registraron altas precipitaciones.

Particularmente en el valle del Santa, las lluvias más fuertes fueron el 14 y 16 de marzo, y ocasionaron la destrucción del canal de derivación IRCHIM, huaycos que perjudicaron campos de cultivo, caída de puentes y la obstrucción de las vías de comunicación.

Se observó que el suelo del campo experimental se compactó y acumuló suficiente humedad por lo que solo fue necesario un riego adicional más.

**Tabla 04.** Observaciones meteorológicas registradas durante el desarrollo del cultivo.

Meses	Temperaturas en °C			Humedad relativa del aire en %	Horas de sol en promedio por día	Precipitación Total en mm
	Máxima	Mínima	Media			
dic-16	26.01	18.00	22.01	82.2	6.4	1.60
ene-17	28.8	21.4	25.1	83.1	6.7	2.10
feb-17	31.4	23.2	27.3	77.7	7.5	4.00
mar-17	30.7	23.7	27.2	81.3	7.2	112.00
abr-17	26.6	20.9	23.8	84.8	6.5	1.20
may-17	25.9	19.3	22.6	85.8	5.8	Trazas

**FUENTE:** SENASA, 2017.

### 3.5. Análisis de suelo

El análisis de suelo se realizó con dos meses de anticipación a la fecha de siembra, para ello se tomaron doce sub muestras de la capa arable (profundidad de 0.30 m), cuatro por cada bloque, formándose luego una muestra compuesta de todo el campo experimental. La misma que fue enviada para el respectivo análisis a un laboratorio.

Los resultados indican que el suelo no presenta peligro de sales, es de textura franca, ligeramente alcalino, libre de carbonatos, con un contenido medio de materia orgánica, niveles medios de fósforo, contenido bajo de potasio, y una baja CIC (Capacidad de Intercambio Catiónico). Ver Tabla 05 y Anexo N° 02.

**Tabla 05.** Características físico – químicas del suelo en donde se realizó el ensayo.

pH	C.E.	M.O.	N	P	K	Arena	Limo	Arcilla
1:2.5	1:2.5 mS/cm	%	%	ppm	ppm	%	%	%
7.57	0.67	2.45	0.12	10	34	37.64	38.92	23.44
Lig. Alcalino	Sin peligro de sales	Medio	Medio	Medio	Bajo	Clase de suelo: FRANCO		

### 3.6. Factores en estudio

En esta investigación se plantearon dos factores en estudio:

#### 3.6.1. Clones de camote (C)

- c1: Jonathan
- c2: Sauce
- c3: Milagroso

#### 3.6.2. Densidades de siembra (D)

- d1: 83,333 plantas/ha
- d2: 62,500 plantas/ha
- d3: 55,556 plantas/ha
- d4: 50,000 plantas/ha

### 3.7. Tratamientos

Se evaluaron 12 tratamientos, que resultan de la interacción de los dos factores en estudio, los que se detallan en la Tabla 06.

**Tabla 06.** Tratamientos estudiados.

Tratamiento	Interacción de los Factores	Factor 1: Clones de camote (C)	Factor 2: Densidad de siembra (D)		
			Distancia entre surcos (m)	Distancia entre plantas (m)	Total de plantas / ha
T1	c1 x d1	Jonathan	0.80	0.15	83,333
T2	c1 x d2	Jonathan	0.80	0.20	62,500
T3	c1 x d3	Jonathan	0.90	0.20	55,556
T4	c1 x d4	Jonathan	0.80	0.25	50,000
T5	c2 x d1	Sauce	0.80	0.15	83,333
T6	c2 x d2	Sauce	0.80	0.20	62,500
T7	c2 x d3	Sauce	0.90	0.20	55,556
T8	c2 x d4	Sauce	0.80	0.25	50,000
T9	c3 x d1	Milagroso	0.80	0.15	83,333
T10	c3 x d2	Milagroso	0.80	0.20	62,500
T11	c3 x d3	Milagroso	0.90	0.20	55,556
Testigo	c3 x d4	Milagroso	0.80	0.25	50,000

### 3.8. Diseño experimental y análisis estadístico

Se empleó un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) en arreglo factorial 4 x 3, con doce tratamientos y tres repeticiones. Los cuales se distribuyeron al azar en cada uno de los tres bloques (Ver Anexo 03). Las características evaluadas fueron sometidas al análisis de varianza - ANAVA (Tabla 07). Y para determinar la diferencia estadística entre las medias, se empleó la prueba discriminadora de Tukey al 5 % de probabilidad.

**Tabla 07.** Esquema del análisis de varianza.

Fuente de variación (FV)	Grados de libertad (GL)	Suma de Cuadrados (SC)	Cuadrados Medios (CM)	Razón F <sub>o</sub>
Bloque	r - 1	$(\sum Y_i^2 / ab) - FC$	$SC_{\text{bloque}} / r - 1$	$CM_{\text{bloque}} / CM_{\text{error}}$
Factor A (Clones de camote)	a - 1	$(\sum Y_j^2 / rb) - FC$	$SC_A / a - 1$	$CM_A / CM_{\text{error}}$
Factor B (Densidades de siembra)	b - 1	$(\sum Y_k^2 / ra) - FC$	$SC_B / b - 1$	$CM_B / CM_{\text{error}}$
Efecto de interacción AxB	(a - 1)(b - 1)	$(\sum \sum Y_{JK}^2 / r) - SC_A - SC_B - FC$	$SC_{AxB} / (a - 1)(b - 1)$	$CM_{AxB} / CM_{\text{error}}$
Error experimental	ab(r - 1) - r + 1	Diferencia	$SC_{\text{error}} / ab(r - 1) - r + 1$	
Total	abr - 1	$\sum \sum \sum Y_{ijk}^2 - FC$		

Donde:

$$FC = \sum \sum \sum Y_{ijk}^2 / abr$$

r = número de bloques

a = niveles del factor A

b = niveles del factor B

### 3.9. Características del campo experimental

#### Tratamientos

- N° de tratamientos	36.00
- Ancho de tratamiento	03.60 m
- Largo de tratamiento	05.00 m
- Área de cada tratamiento	18.00 m <sup>2</sup>
- Área total de tratamientos	648.00 m <sup>2</sup>

#### Bloques o repeticiones

- N° de repeticiones	03.00
- N° de tratamientos por repetición	12.00
- Longitud por repetición	71.00 m
- Ancho de repetición	03.60 m
- Área de repetición	255.60 m <sup>2</sup>
- Área total de repeticiones	766.80 m <sup>2</sup>

#### Surcos

- N° de surcos por tratamiento	04.00
- Longitud de surcos	05.00 m
- Distanciamiento	0.80 y 0.90 m

#### Golpes

- N° de esquejes por golpe	01.00
- N° de golpes por surco	80, 100 y 133
- Distanciamiento	0.15, 0.20 y 0.25 m

### Calles

- N° de calles	02.00
- Ancho de calle	01.00 m
- Largo de calle	71.00 m
- Área total de calles	142.00 m <sup>2</sup>

### Bordes

- Metros lineales	171.60 m
- Ancho	01.00 m
- Área total de bordes	171.60 m <sup>2</sup>

### Resumen de área

- Área neta del experimento	648.00 m <sup>2</sup>
- Área Total	1,080.40 m <sup>2</sup>

### 3.10. Establecimiento y conducción del trabajo experimental

#### 3.10.1. Preparación del terreno

La preparación del terreno se inició con un mes de anticipación a la siembra, para ello se realizó la aplicación de herbicida BAZUKA (Glifosato) a una dosis 3Lt/cilindro, en dos oportunidades con intervalo de 10 días. Posteriormente se efectuó la limpieza y quema de rastrojos, luego se procedió a efectuar el riego machaco durante 24 horas. Pasados cuatro días del riego machaco se continuó con las operaciones de: gradeo, desterronado, delimitación de unidades experimentales y surcado (según el distanciamiento de cada tratamiento).

#### 3.10.2. Preparación de la semilla

El material vegetativo empleado fue semilla básica de 3 clones de camote procedentes del INIA – Donoso, se recolectaron los esquejes 2 días antes de la siembra y se trasladaron hacia el fundo Santa Rosa, donde se conservaron bajo sombra. Los esquejes de tres meses de cultivo fueron tomados del tercio superior de las plantas y tenían en promedio una longitud de 30 cm.

#### 3.10.3. Siembra

Se realizó el 14 de diciembre del 2016. En forma manual, bajo el sistema denominado “acodo”, que consiste en colocar el esqueje en el lomo del surco en forma semicurvada con el ápice basal del tallo en dirección del sentido de la circulación del riego. Y para que los tratamientos tengan las densidades de siembra requeridas en el experimento se emplearon cordeles que indicaban las distancias de separación de: 15, 20 y 25 cm entre una y otra. Los tratamientos se instalaron según el croquis diseñado previamente (Ver Anexo N° 03).

#### 3.10.4. Abonamiento

El fertilizante se aplicó empleándose la fórmula 90 – 80 – 200 kg/ha de N.P.K respectivamente; como fuente de nitrógeno se empleó sulfato de amonio, de fósforo múltiplos y para el potasio cloruro de potasio.

Se aplicó un día antes de la siembra a chorro continuo al fondo del surco el abono orgánico “Mallki” (Ver Ficha Técnica en el Anexo 04) a razón de 4 T/ha junto con el 50% de la fuente nitrogenada así como el 100% del P y K. El 50% restante de sulfato de amonio se incorporó al suelo a los 30 días después de la siembra (dds) durante las labores de aporque.

#### 3.10.5. Riegos

Los riegos se aplicaron acorde a las necesidades del cultivo y las condiciones ambientales, mediante el sistema de riego por gravedad. Después del riego machaco se efectuaron cuatro riegos adicionales:

- 1er. Riego. Se aplicó a los 27 días (03 días antes del aporque).
- 2do. Riego. A los 50 días de cultivo.
- 3er. Riego. A los 70 días de cultivo.
- 4to. Riego. A los 122 días de cultivo.

Se precisa que debido a las condiciones ambientales por el denominado “Fenómeno del Niño Costero”, se presentaron dos fuertes precipitaciones los días 14 y 16 de marzo del 2017 (91 y 93 días de cultivo respectivamente) lo cual permitió a los tratamientos contar con la humedad suficiente para continuar con su desarrollo y recién a los 122 días de cultivo aplicar el cuarto y último riego.

### 3.10.6. Aporque

Se realizó a los 30 días de cultivo, se empleó la fuerza de tracción de un caballo, que al pasar el arado por medio de los surcos formó un montículo de tierra sobre las plantas de camote con el fin de que los esquejes adquieran firmeza y puedan emitir brotes y raíces.

### 3.10.7. Control de malezas

Se efectuó el desmalezado con palana a los 15 dds para todas las unidades experimentales, posteriormente se sacaban las malezas manualmente. Notándose una notable reducción de las mismas luego de instalado el cultivo, debido a que los tratamiento cubrieron el 70% del área con su follaje a los 30 dds. Las malezas de mayor incidencia en el ensayo fueron: “coquito” *Cyperus rotundus*, “chamico” *Datura stramonium*, “bledo” *Amaranthus spinosus*, “grama china” *Sorghum halepense*, “grama dulce” *Cynodon dactylo*, “verdolaga” *Portulaca oleracea* y “rabo de zorro” *Setaria sp.*

Asimismo durante la conducción del ensayo también se realizó la limpieza de malezas en los bordes y calles de la parcela experimental para evitar que se convirtieran en refugio de plagas y enfermedades.

### 3.10.8. Control fitosanitario

El control fitosanitario del cultivo fue cultural, etológico y químico.

A los 07 días después de la siembra se realizó una aplicación preventiva de productos químicos como son: Piboxim 500 SC (CARBENDAZIM) a la dosis de 20 cc / mochila 20 L, Dethomil 90 PS (METHOMYL) a la dosis de 10g / mochila 20 L, Agrispon (BIOETIMULANTE) a la dosis de 25 cc / mochila de 20 L y Greenzit pH (REGULADOR DE pH) a la dosis de 15 cc / mochila 20 L. Con la finalidad de evitar problemas de pudrición

de los esquejes de camote, daños por gusano de tierra y también estimular el prendimiento y crecimiento radicular de las plantas.

A los 28 días, posterior a una evaluación del campo y al evidenciarse presencia y daños de “mosca blanca” *Bemisia sp.*, “cigarritas” *Empoasca kraemeri* y *Peregrinus maidis*, “gusano ejército” *Spodoptera eridania*, “acaró hialino” *Polyphagotarsonemus latus* y “mosca minadora” *Liriomyza huidobrensis.*, se realizó un control químico empleando: Bamectin EC (ABAMECTINA) a la dosis de 25 cc / mochila de 20 L, Lasser 600 SL (METHAMIDOPHOS) a la dosis de 50 cc / mochila de 20 L y Agrispon (BIOESTIMULANTE) a la dosis de 25 cc / mochila de 20 L. Con lo que se redujo los daños y las poblaciones de las plagas indicadas.

Se precisa que los tratamientos T-1, T-2, T-9 y T-10 fueron los más afectados, los mismos que corresponden a los clones Jhonatan (c1) y Milagroso (c3) sembrados a las densidades de 83,333 y 62,500 plantas/ha respectivamente.

A los 35 días se procedió a implementar el control etológico consistente en la instalación de 12 trampas de melaza distribuidas alrededor de la parcela experimental y 10 trampas pegantes con aceite agrícola de color amarillo que se encontraban ubicadas entre las unidades experimentales en dirección del sentido del viento.

Las trampas de melaza resultaron muy eficientes en la captura de adultos de noctuidos, por ello continuamente se le dio mantenimiento y se registraron las evaluaciones durante todo el periodo de crecimiento del cultivo. Esto permitió que las plantas continúen con su desarrollo fenológico con una menor incidencia de posturas y larvas en los brotes y hojas, también se controló la presencia de mosca blanca y cigarritas.

A los 50 días las condiciones climáticas del verano favorecieron el incremento poblacional del ácaro hialino (*Poliphagotarsonemus latus*), encontrándose individuos adultos y siendo visibles los daños en las hojas

jóvenes. Notándose en el ensayo que los tratamientos T-5 y T-6 del clon Sauce presentaban una afectación en comparación al resto de los tratamientos. Por lo que se hizo un control químico con Pantera 720 SC (AZUFRE MICRONIZADO) a la dosis de 100 cc / mochila de 20 L y Tifon 4E EC (CHLORPYRHOS) a la dosis de 60 cc / mochila de 20 L, resultaron eficientes en su control.

A los 75 días, al contar con una cobertura foliar promedio de 97.50 % en el clon Jonathan, 89.03 % en el Sauce y 100 % en el clon Milagroso, se realizó la primera aplicación foliar de Wuxal en Suspensión (FERTILIZANTES FOLIARES DE K y Ca) a la dosis de 100 cc / mochila de 20 L respectivamente, con la finalidad de iniciar la translocación de fotosintatos desde las hojas hacia las raíces reservantes así como mejorar la estructura celular de las plantas.

A los 95 días de cultivo, previa evaluación del campo, se realizó un control químico con Lasser 600 SL (METHAMIDOPHOS) a la dosis de 60 cc / mochila de 20 L para disminuir la población de larvas de *Spodoptera eridania* que estaban afectando en todas las unidades experimentales, observándose mayor incidencia de daños (larvas alimentándose en las hojas del tercio superior de la planta, comportamiento gregario y excretas) en los tratamientos T-9 y T-10 ambos del clon Milagroso sembrados a 83,333 y 62,500 plantas/ha. En esta misma actividad se incluyó la segunda aplicación foliar de Wuxal en Suspensión (FERTILIZANTES FOLIARES DE K y Ca) a la dosis de 100 cc / mochila de 20 L respectivamente.

Finalmente a los 120 días del cultivo se realizó la última fumigación debido a la presencia de larvas comedoras y/o raspadoras de las raíces reservantes, se controló con Cipermax super 10 CE a la dosis de 25 cc / mochila de 20 L (ALFACIPERMETRINA) y Lannate 90 SP (METHOMYL) a la dosis de 10 g /mochila de 20 L. En esta misma aplicación se incluyó la tercera y última aplicación foliar de Wuxal en Suspensión (FERTILIZANTE FOLIAR DE K y Ca) a la dosis de 50 cc / mochila de 20 L.

### 3.10.9. Cosecha

Se realizó a los cinco meses después de la siembra (150 días), siendo ésta de forma manual; un día antes se cortó el follaje. Las raíces reservantes se recolectaron en sacos debidamente identificados y se trasladaron a un ambiente acondicionado en el fundo para su inmediata evaluación.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSION

### 4.1. Análisis de las características vegetativas y de rendimiento

#### 4.1.1. Porcentaje de prendimiento

En la tabla 08 se presenta el Análisis de varianza para el porcentaje de prendimiento que indica que no existen diferencias significativas para ninguna de las fuentes de variabilidad.

**Tabla 08.** Análisis de varianza para porcentaje de prendimiento (%) a los 15 días después de la siembra.

Fuente de Variabilidad	GL	SC	CM	FC	F <sub>0.05</sub>	F <sub>0.01</sub>	Sig.
Bloque	2	1.05	0.52	0.28	3.44	5.72	ns
Clon "C"	2	1.82	0.91	0.49	3.44	5.72	ns
Densidad de siembra "D"	3	9.41	3.14	1.70	3.05	4.82	ns
Interacción C x D	6	9.09	1.51	0.82	2.55	3.76	ns
Error Experimental	22	40.56	1.84				
Total	35	61.93					

C.V.= 1.41 %

El promedio del porcentaje de prendimiento del ensayo fue de 96.34% (tabla 09), siendo muy aceptable en un experimento de campo, debido a que los esquejes sembrados fueron seleccionados con la madurez fisiológica adecuada, presentando buenas condiciones físicas y de sanidad (Chuquipiondo, 1994). En general todos los tratamientos mostraron muy buen prendimiento, coincidiendo con Reina (2015) quien en un experimento con camote obtuvo valores superiores al 95.00% de porcentaje de prendimiento para todos sus tratamientos, no encontrando diferencias significativas. Por lo que no fue necesario realizar resiembras.

**Tabla 09.** Porcentaje de prendimiento a los 15 días de cultivo.

Orden	Tratamiento	Porcentaje de prendimiento
1	T6 (c2 x d2)	97.33
2	T5 (c2 x d1)	97.24
3	T9 (c3x d1)	97.24
4	Testigo (c3 x d4)	97.08
5	T1 (c1 x d1)	96.74
6	T10 (c3 x d2)	96.33
7	T2 (c1 x d2)	96.00
8	T3 (c1 x d3)	96.00
9	T7 (c2 x d3)	96.00
10	T11(c3 x d3)	95.67
11	T4 (c1 x d4)	95.42
12	T8 (c2 x d4)	95.00
x		96.34

#### 4.1.2. Vigor de planta

En la tabla 10 se presenta el Análisis de varianza para el vigor de planta que indica que existen diferencias significativas para la fuente de variabilidad Clon (C). Realizada la prueba de Tukey al 95% de probabilidad (tabla 11) se determinó que el clon Milagroso (c3) presentó un vigor excelente con un valor de 5.00 que supera numéricamente a los clones Sauce (c2) y Jonathan (c1), ambos con similitud estadística.

**Tabla 10.** Análisis de varianza para vigor de planta a los 30 días de cultivo.

Fuente de Variabilidad	GL	SC	CM	FC	F <sub>0.05</sub>	F <sub>0.01</sub>	Sig.
Bloque	2	0.50	0.25	1.57	3.44	5.72	ns
Clon "C"	2	1.50	0.75	4.71	3.44	5.72	*
Densidad de siembra "D"	3	0.75	0.25	1.57	3.05	4.82	ns
Interacción C x D	6	0.50	0.08	0.52	2.55	3.76	ns
Error Experimental	22	3.50	0.16				
Total	35	6.75					

C.V. 8.40 %

El vigor de planta promedio de todo el experimento es de 4.75 (Muy bueno - Excelente). Al respecto Sigüeñas (2004) señala que el vigor de los clones está directamente relacionado con el rendimiento final, pues los genotipos que tienen un muy buen vigor generalmente destacan en sus rendimientos.

**Tabla 11.** Prueba de Tukey para Clon en el vigor de planta a los 30 días de cultivo.

Orden	Clon	Vigor de planta	Sig. Tukey
1	c3: Milagroso	5.00	a
2	c2: Sauce	4.75	ab
3	c3: Jonathan	4.50	b
X		4.75	
ALS(T) 0.05		0.47	

#### 4.1.3. Porcentaje de cobertura foliar

El análisis de varianza efectuado (tabla 12) señala que la densidad de siembra influye de manera significativa en el porcentaje de cobertura foliar a los 30 días de cultivo.

**Tabla 12.** Análisis de varianza para porcentaje cobertura foliar a los 30 días de cultivo.

Fuente de Variabilidad	GL	SC	CM	FC	F <sub>0.05</sub>	F <sub>0.01</sub>	Sig.
Bloque	2	347.34	173.67	2.66	3.44	5.72	ns
Clon "C"	2	376.82	188.41	2.88	3.44	5.72	ns
Densidad de siembra "D"	3	669.52	223.17	3.42	3.05	4.82	*
Interacción C x D	6	33.83	5.64	0.09	2.55	3.76	ns
Error Experimental	22	1,436.74	65.31				
Total	35	2,864.25					

C.V. 11.62 %

Realizada la prueba de Tukey al 95% de probabilidad (tabla 13) se determinó que la densidad de siembra de 83,333 plantas/ha (d1) con un porcentaje de cobertura foliar promedio de 75.92% supera numéricamente a las otras tres densidades. Y a su vez es estadísticamente similar a d2 (62,5000 plantas/ha) y d3 (55,556).

El ensayo tuvo en promedio 69.56 % de cobertura foliar, lo cual evidencia el carácter invasivo del camote y del rápido crecimiento de su follaje. En general los tratamientos fueron poco afectados por malezas. Y se observa que a medida que se incrementa la densidad de siembra, el porcentaje de cobertura foliar también aumenta.

**Tabla 13.** Prueba de Tukey para Densidad de siembra en el porcentaje de cobertura foliar a los 30 días de cultivo.

Orden	Densidad de siembra	% Cobertura foliar	Sig. Tukey
1	d1: 83,333 plantas/ha	75.92	a
2	d2: 62,500 plantas/ha	70.62	ab
3	d3: 55,556 plantas/ha	67.43	ab
4	d4: 50,000 plantas/ha	64.25	b
X		69.56	
ALS(T) 0.05		8.89	

A los 60 días de cultivo el ensayo tuvo en promedio 95.51 % de cobertura foliar. El Análisis de varianza efectuado (tabla 14) indica que los clones, las densidades de siembra y la interacción de ambos influyen de manera altamente significativa en esta característica agronómica.

**Tabla 14.** Análisis de varianza para porcentaje cobertura foliar a los 60 días de cultivo.

Fuente de Variabilidad	GL	SC	CM	FC	F <sub>0.05</sub>	F <sub>0.01</sub>	Sig.
Bloque	2	1.26	0.63	1.44	3.44	5.72	ns
Clon "C"	2	793.20	396.60	907.31	3.44	5.72	**
Densidad de siembra "D"	3	88.47	29.49	67.46	3.05	4.82	**
Interacción C x D	6	46.58	7.76	17.76	2.55	3.76	**
Error Experimental	22	9.62	0.44				
Total	35	2,864.25					

C.V. 6.90 %

Se realizó la prueba de Tukey al 95% de probabilidad para las interacciones entre los valores promedios obtenidos por los tratamientos (tabla 15). Se observa que los tratamientos: T9, T10, T11, Testigo (del clon Milagroso) y T1 (clon Jonathan sembrado a 83,333 plantas/ha) mostraron los mayores porcentajes de cobertura foliar con 100 y 99.23 %, seguidos de los tratamientos T2 y T3 los cuales mostraron similitud estadística, y éstos a su vez son estadísticamente superiores a cinco tratamientos, de cuatro grupos diferentes, cuyos valores fluctuaron entre 93.63% (T4) y 85.83% (T8).

**Tabla 15.** Prueba de Tukey para la interacción Clon por Densidad de siembra en el porcentaje de cobertura foliar a los 60 días de cultivo.

Orden	Tratamiento	Porcentaje de Cobertura foliar (%) 60 dds	Sig. Tukey
1	T9 (c3x d1)	100.00	a
2	T10 (c3 x d2)	100.00	a
3	T11 (c3 x d3)	100.00	a
4	Testigo (c3 x d4)	100.00	a
5	T1 (c1 x d1)	100.00	a
6	T2 (c1 x d2)	99.23	ab
7	T3 (c1 x d3)	97.13	b
8	T4 (c1 x d4)	93.63	c
9	T5 (c2 x d1)	92.06	cd
10	T6 (c2 x d2)	89.92	de
11	T7 (c2 x d3)	88.32	e
12	T8 (c2 x d4)	85.83	f
x		95.51	
ALS (T) 0.05		2.37	

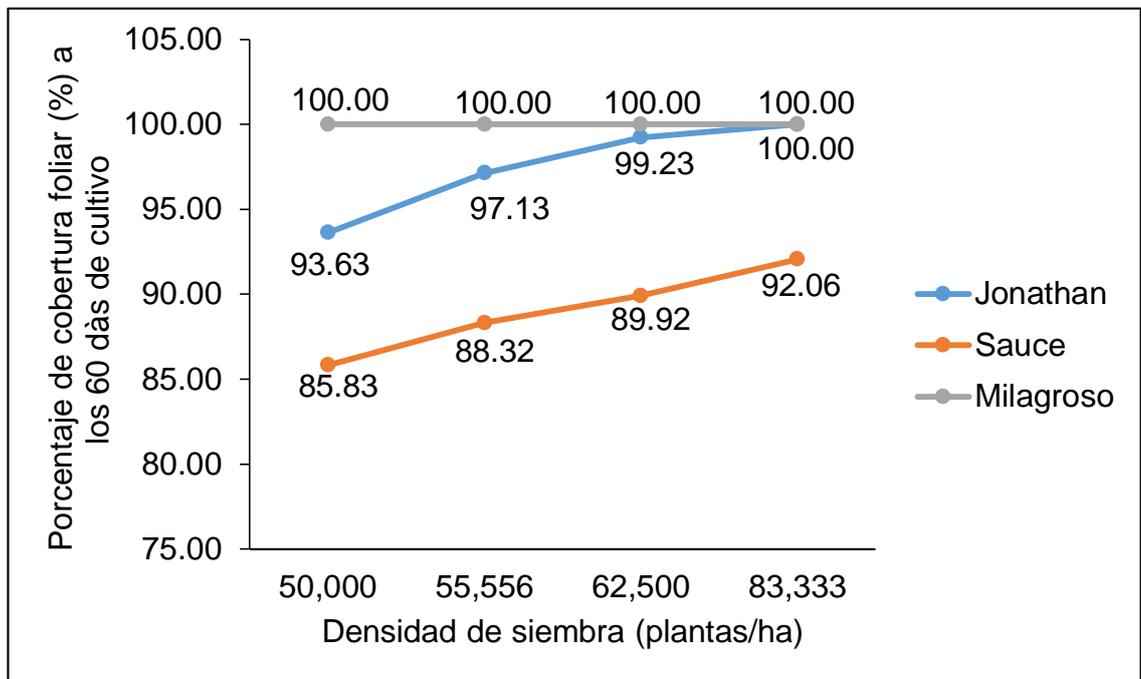
Asimismo las pruebas de Tukey al 95% de probabilidad de las tablas 16 y 17 indican que el clon Milagroso (c3) y la densidad de siembra de 83,333 plantas/ha (d1) presentan los mayores valores del porcentaje de cobertura foliar a los 60 días de cultivo, difiriendo estadísticamente de los demás niveles de cada factor evaluado. Y en la figura 09 se observa que para los clones Jonathan (c1) y Sauce (c2) a medida que se incrementan los niveles de densidad de siembra el porcentaje de cobertura foliar también aumenta.

**Tabla 16.** Prueba de Tukey para Clon en el porcentaje de cobertura foliar a los 60 días de cultivo.

Orden	Clon	% Cobertura foliar	Sig. Tukey
1	Milagroso	100.00	a
2	Jonathan	97.50	b
3	Sauce	89.03	c
X		95.51	
ALS(T) 0.05		1.36	

**Tabla 17.** Prueba de Tukey para Densidad de siembra en el porcentaje de cobertura foliar a los 60 días de cultivo.

Orden	Densidad de siembra	% Cobertura foliar	Sig. Tukey
1	d1: 83,333 plantas/ha	97.35	a
2	d2: 62,500 plantas/ha	96.38	ab
3	d3: 55,556 plantas/ha	95.15	bc
4	d4: 50,000 plantas/ha	93.16	d
X		95.51	
ALS(T) 0.05		1.51	



**Figura 9.** Interacción Clon y Densidad de siembra en el porcentaje de cobertura foliar a los 60 días de cultivo.

Del análisis de la figura 09 se desprende que, el clon Milagroso (c3) alcanzó el 100% de cobertura foliar bajo las cuatro densidades de siembra debido a una mayor producción de hojas y tallos influenciado por la temperatura del verano, lo cual indicaría según Folquer (1978) un indicador de “Vicio”, es decir, un excesivo crecimiento de la parte aérea de la planta en detrimento del llenado de raíces reservantes.

La capacidad del camote de cubrir rápidamente el suelo con su follaje ha sido estudiada y validada como estrategia para controlar malezas, como alimento forrajero para el ganado e inclusive Pastor (1992) obtuvo resultados satisfactorios al emplear el camote en alta densidad de siembra (83,333 plantas/ha) como cobertura vegetal para disminuir la erosión hídrica.

#### 4.1.4. Altura de planta

En la tabla 18 se presentan los resultados de la altura de planta, para las evaluaciones que se realizaron a los 30, 60, 90 y 120 días de cultivo. Y los análisis de varianza realizados para esta característica agronómica (tablas 19, 20, 21 y 22) indican que únicamente el factor Clon influye de manera significativa.

**Tabla 18.** Valores promedio de la altura de planta (cm) a los 30, 60, 90 y 120 días de cultivo.

Tratamiento	Clon	Densidad de siembra Plantas/ha	Altura de planta en (cm)			
			30 dds	60 dds	90 dds	120 dds
T1 (c1 x d1)	Jonathan	83,333	39.87	86.42	121.44	161.00
T2 (c1 x d2)	Jonathan	62,500	38.07	82.13	115.89	153.55
T3 (c1 x d3)	Jonathan	55,556	36.27	81.75	114.54	147.89
T4 (c1 x d4)	Jonathan	50,000	35.47	81.36	113.33	145.89
T5 (c2 x d1)	Sauce	83,333	41.33	79.91	106.89	141.22
T6 (c2 x d2)	Sauce	62,500	37.60	77.69	100.67	136.11
T7 (c2 x d3)	Sauce	55,556	35.47	77.33	92.33	125.67
T8 (c2 x d4)	Sauce	50,000	32.47	75.11	88.44	116.89
T9 (c3x d1)	Milagroso	83,333	47.87	90.91	125.67	185.89
T10 (c3 x d2)	Milagroso	62,500	45.67	88.18	121.44	173.44
T11(c3 x d3)	Milagroso	55,556	46.00	83.85	119.33	167.78
Testigo (c3 x d4)	Milagroso	50,000	42.73	80.82	115.11	165.33
Promedio			39.90	82.12	111.26	151.72

**Tabla 19.** Análisis de varianza para altura de planta a los 30 días de cultivo.

Fuente de Variabilidad	GL	SC	CM	FC	F <sub>0.05</sub>	F <sub>0.01</sub>	Sig.
Bloque	2	23.93	11.96	0.65	3.44	5.72	ns
Clon "C"	2	580.94	290.47	15.81	3.44	5.72	**
Densidad de siembra "D"	3	175.87	58.62	3.03	3.05	4.82	ns
Interacción C x D	6	24.48	4.08	0.22	2.55	3.76	ns
Error Experimental	22	404.18	18.37				
Total	35	1,209.40					

C.V. 10.74 %

**Tabla 20.** Análisis de varianza para altura de planta a los 60 días de cultivo.

Fuente de Variabilidad	GL	SC	CM	FC	F <sub>0.05</sub>	F <sub>0.01</sub>	Sig.
Bloque	2	39.92	19.96	0.50	3.44	5.72	ns
Clon "C"	2	437.67	218.84	5.49	3.44	5.72	**
Densidad de siembra "D"	3	215.13	71.71	1.80	3.05	4.82	ns
Interacción C x D	6	50.50	8.42	0.21	2.55	3.76	ns
Error Experimental	22	876.51	39.84				
Total	35	1,619.74					

C.V. 7.69 %

**Tabla 21.** Análisis de varianza para altura de planta a los 90 días de cultivo.

Fuente de Variabilidad	GL	SC	CM	FC	F <sub>0.05</sub>	F <sub>0.01</sub>	Sig.
Bloque	2	788.29	394.14	2.16	3.44	5.72	ns
Clon "C"	2	3,716.49	1858.25	10.17	3.44	5.72	**
Densidad de siembra "D"	3	769.37	256.46	1.40	3.05	4.82	ns
Interacción C x D	6	138.74	23.12	0.13	2.55	3.76	ns
Error Experimental	22	4,019.45	182.70				
Total	35	9,432.34					

C.V. 12.15 %

**Tabla 22.** Análisis de varianza para altura de planta a los 120 días de cultivo.

Fuente de Variabilidad	GL	SC	CM	FC	F <sub>0.05</sub>	F <sub>0.01</sub>	Sig.
Bloque	2	1,121.32	560.66	1.66	3.44	5.72	ns
Clon "C"	2	11,168.71	5584.36	16.57	3.44	5.72	**
Densidad de siembra "D"	3	2,071.91	690.64	2.05	3.05	4.82	ns
Interacción C x D	6	160.06	26.68	0.08	2.55	3.76	ns
Error Experimental	22	7,413.70	336.99				
Total	35	21,935.69					

C.V. 12.10 %

Realizado los análisis de Tukey para la altura de planta al 95 % de probabilidad (tabla 23, 24, 25 y 26) se determinó que el clon Milagroso (c3) muestra superioridad numérica sobre los clones Jonathan y Sauce y a su vez es estadísticamente similar al clon Jonathan en la altura de planta. Lo que se también se observa en la figura 10.

**Tabla 23.** Prueba de Tukey para Clon en la altura de planta a los 30 días de cultivo.

Orden	Clon	Altura de planta (cm)	Sig. Tukey
1	c3: Milagroso	45.57	a
2	c1: Jonathan	37.42	ab
3	c2: Sauce	36.72	b
X		39.90	
ALS(T) 0.05		8.78	

**Tabla 24.** Prueba de Tukey para Clon en la altura de planta a los 60 días de cultivo.

Orden	Clon	Altura de planta (cm)	Sig. Tukey
1	c3: Milagroso	85.94	a
2	c1: Jonathan	82.92	ab
3	c2: Sauce	77.51	b
X		82.12	
ALS(T) 0.05		7.47	

**Tabla 25.** Prueba de Tukey para Clon en la altura de planta a los 90 días de cultivo.

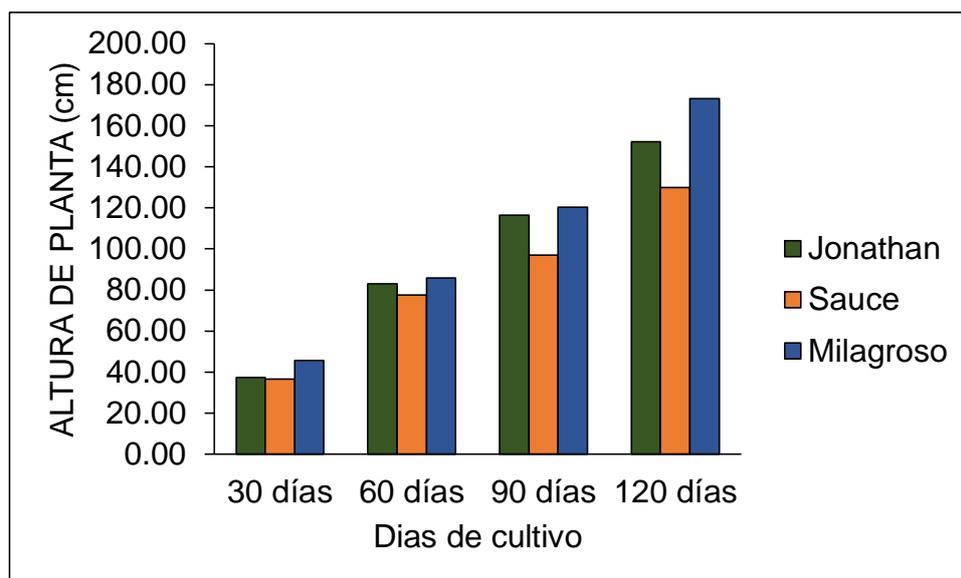
Orden	Clon	Altura de planta (cm)	Sig. Tukey
1	c3: Milagroso	120.39	a
2	c1: Jonathan	116.30	a
3	c2: Sauce	97.08	b
X		111.26	
ALS(T) 0.05		15.99	

**Tabla 26.** Prueba de Tukey para Clon en la altura de planta a los 120 días de cultivo.

Orden	Clon	Altura de planta (cm)	Sig. Tukey
1	c3: Milagroso	173.11	a
2	c1: Jonathan	152.08	ab
3	c2: Sauce	129.97	b
X		151.72	
ALS(T) 0.05		37.62	

Las pruebas de Tukey efectuadas muestran que el clon Milagroso (c3) es superior en cuanto al tamaño de planta en todas las evaluaciones realizadas y si bien mantiene similitud estadística con el clon Jonathan (c1), la diferencia numérica de 21 cm existente aun a los 120 días de cultivo dan cuenta que este clon ha tenido un proceso de “vicio” que es independiente de las densidades de siembra, demostrando una sensibilidad al fotoperiodo y altas temperaturas del verano.

Asimismo a diferencia de los clones Jonathan (c1) y Sauce (c2) el clon Milagroso (c3) no floreció y según Villagarcía (citado por Rabines, 1993) éste sería un indicador más de vicio en el crecimiento y sensibilidad al fotoperiodo en el cultivo de camote.



**Figura 10.** Altura de planta de los clones en estudio a los 30, 60, 90 y 120 días de cultivo.

#### 4.1.5. Número de raíces reservantes por planta

El Análisis de varianza efectuado para el número de raíces reservantes por planta (tabla 27) indica que solamente el factor Clon influye de forma altamente significativa para este carácter agronómico.

**Tabla 27.** Análisis de varianza para el número de raíces reservantes por planta a la cosecha.

Fuente de Variabilidad	GL	SC	CM	FC	F <sub>0.05</sub>	F <sub>0.01</sub>	Sig.
Bloque	2	8.40	4.20	3.42	3.44	5.72	ns
Clon "C"	2	68.88	34.44	26.81	3.44	5.72	**
Densidad de siembra "D"	3	3.11	1.04	0.81	3.05	4.82	ns
Interacción C x D	6	0.34	0.06	0.04	2.55	3.76	ns
Error Experimental	22	28.26	1.28				
Total	35	109.00					

C.V. 13.81 %

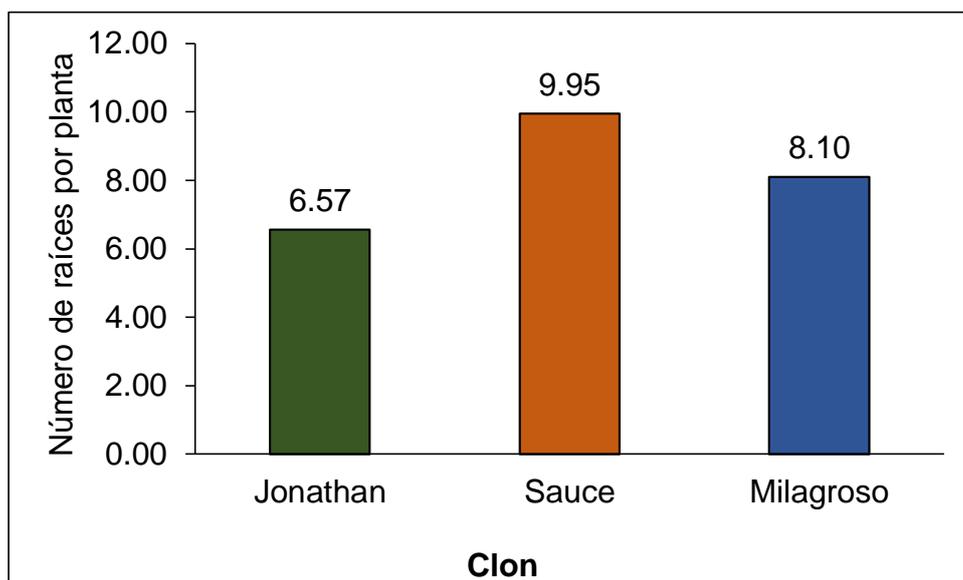
Realizada la prueba discriminadora de Tukey al 95% de probabilidad (tabla 28) se determinó que el Clon Sauce (c2) presenta el mayor número de raíces reservantes por planta con un valor promedio de 9.95, seguido del clon Milagroso (c1) con 8.10 con quien muestra similitud estadística y supera tanto estadística como numéricamente al clon Jonathan con 6.57 lo que también se observa en la figura 11.

Wubanechi (2014) indica que el número de raíces reservantes es un factor importante en el rendimiento de camotes si y solo si éstas raíces tengan tamaño y peso de calibre comercial.

**Tabla 28.** Prueba de Tukey para Clon en el número de raíces reservantes por planta a la cosecha.

Orden	Clon	Número de raíces/planta	Sig. Tukey
1	c2: Sauce	9.95	a
2	c1: Milagroso	8.10	ab
3	c2: Jonathan	6.57	b
X		8.21	
ALS(T) 0.05		2.32	

El promedio general obtenido es de 8.21 raíces reservantes por planta en la presente investigación, supera a los resultados obtenidos por Reina (2015) con un promedio de 7.82.



**Figura 11.** Efecto del Clon en el número de raíces reservantes por plantas a la cosecha.

#### 4.1.6. Peso de raíces reservantes por planta

El Análisis de varianza efectuado para el peso de raíces reservantes por planta (tabla 29) indica que estadísticamente solo el factor Clon influye de forma altamente significativa para este carácter agronómico. Con un coeficiente de variación de 18.25%.

**Tabla 29.** Análisis de varianza para el peso de raíces reservantes por planta a la cosecha.

Fuente de Variabilidad	GL	SC	CM	FC	F <sub>0.05</sub>	F <sub>0.01</sub>	Sig.
Bloque	2	0.01	0.01	0.14	3.44	5.72	ns
Clon "C"	2	4.96	2.48	58.63	3.44	5.72	**
Densidad de siembra "D"	3	0.33	0.11	2.58	3.05	4.82	ns
Interacción C x D	6	0.22	0.04	0.86	2.55	3.76	ns
Error Experimental	22	0.93	0.04				
Total	35	6.45					

C.V. 18.25 %

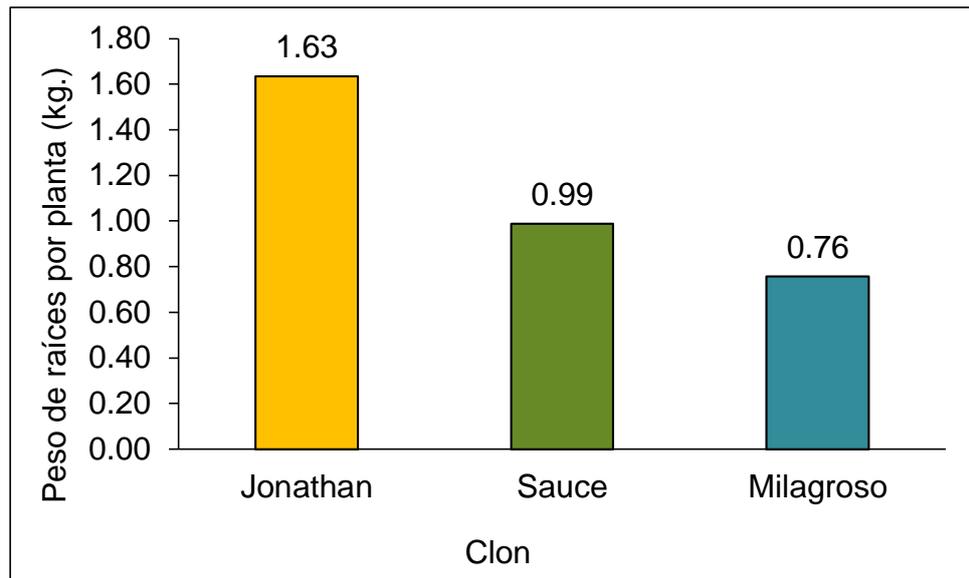
Realizada la prueba discriminadora de Tukey al 95% de probabilidad (tabla 30) se determinó que el Clon Jonathan (c1) presenta el mayor peso de raíces reservantes por planta con un valor promedio de 1.63, superando estadística y numéricamente a los clones Sauce (c2) y Milagroso (c3) con 0.99 y 0.76 respectivamente. Lo que se grafica en la figura 12.

**Tabla 30.** Prueba de Tukey para Clon en el peso de raíces reservantes por planta a la cosecha.

Orden	Clon	Peso de raíces/planta (kg)	Sig. Tukey
1	C1: Jonathan	1.63	a
2	C2: Sauce	0.99	b
3	C3: Milagroso	0.76	b
X		1.13	
ALS(T) 0.05		0.41	

El promedio de todo el ensayo para este carácter es de 1.13 kg/planta, el mayor peso de raíces reservantes lo presentó el tratamiento T1 (Clon Jonathan a 83.333 plantas/ha) con 1.98 y el menor promedio Testigo (Clon Milagroso a 50.000 plantas/ha) con 0.71 respectivamente.

El tratamiento T1 (Clon Jonathan a 83.333 plantas/ha), con un valor promedio (1.98 kg/planta) supera al mayor valor obtenido por Wubanechi (2014) de 1.35 kg/planta a una densidad de siembra de 66.666 plantas/ha.

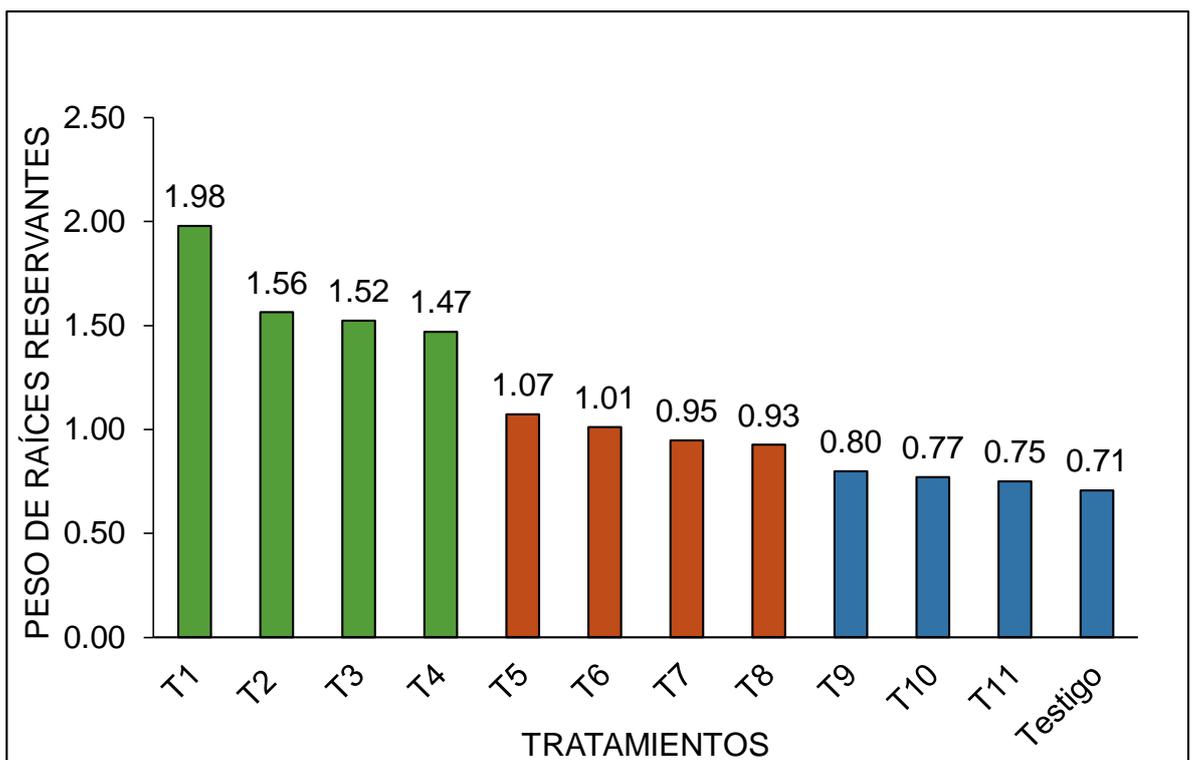


**Figura 12.** Efecto del Clon en el peso de raíces reservantes por planta (Kg) a la cosecha.

Estos resultados demuestran que si bien los tratamientos de los clones Sauce (c2) y Milagroso (c3) fueron superiores en el número de raíces, el peso de los mismos fue superado por el clon Jonathan que presentó una mayor cantidad de raíces de tamaño comercial.

Esta prevalencia del factor genético y la variación entre los clones en el peso de raíces reservantes por planta se debe a la distribución radicular que presentan. El clon Jonathan presentó una mayor eficiencia para traslocar los fotosintatos del follaje hacia las raíces reservantes; siendo que durante la ejecución del experimento las condiciones ambientales (Niño costero) produjeron la compactación del suelo y ello afectó en mayor intensidad a los clones cuya conformación de raíces reservantes es más profunda (Clones Milagroso y Sauce).

Si bien los resultados indican que no existe influencia de la densidad de siembra en el peso de raíces por planta, en la figura 13 se observa que existe una diferencia numérica entre los tratamientos. Siendo relevante que para los tres clones en estudio son las interacciones: T1 (Clon Jonathan a 83.333 plantas/ha), T5 (Clon Sauce a 83.333 plantas/ha) y T9 (Clon Milagroso a 83.333 plantas/ha) que tienen el mayor peso de raíces reservantes con 1.98, 1.07 y 0.80 kg/planta respectivamente y a medida que disminuye la densidad de siembra también decrece el peso.



**Figura 13.** Efecto de la Interacción Clon por Densidad de siembra en el peso de raíces reservantes por planta (Kg) a la cosecha.

#### 4.1.7. Diámetro de raíces reservantes

El Análisis de varianza efectuado para el diámetro de raíces reservantes por planta (tabla 31) indica existe diferencia altamente significativa para los clones y densidades de siembra; asimismo se detecta diferencia significativa para la interacción de ambos factores. Con un coeficiente de variación de 6.88%.

**Tabla 31.** Análisis de varianza para diámetro de raíces reservantes por planta a la cosecha.

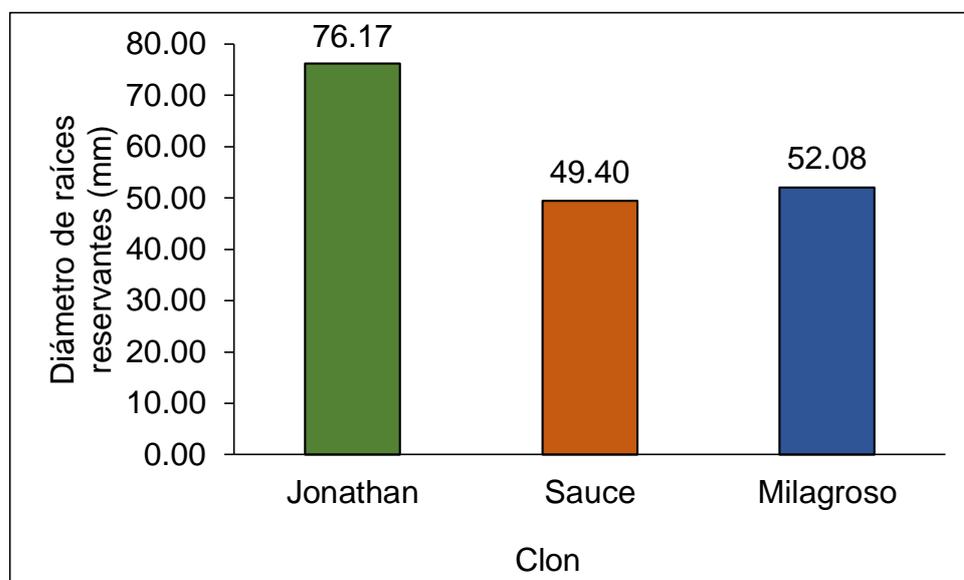
Fuente de Variabilidad	GL	SC	CM	FC	F <sub>0.05</sub>	F <sub>0.01</sub>	Sig.
Bloque	2	52.52	26.26	1.58	3.44	5.72	ns
Clon "C"	2	5,215.24	2607.62	156.96	3.44	5.72	**
Densidad de siembra "D"	3	1,083.86	361.29	21.75	3.05	4.82	**
Interacción C x D	6	328.12	54.69	3.29	2.55	3.76	*
Error Experimental	22	365.50	16.61				
Total	35	7,045.23					

C.V. 6.88 %

Realizada la prueba discriminatoria de Tukey al 95% de probabilidad (tabla 32) para la fuente de variabilidad clon, se determinó que el Clon Jonathan (c1) presenta el mayor diámetro de raíces reservantes con un valor promedio de 76.17 mm, superando estadística y numéricamente a los clones Sauce (c2) y Milagroso (c3) con 52.08 y 49.40 mm respectivamente. Lo que se representa en la figura 15.

**Tabla 32.** Prueba de Tukey para Clon en el diámetro de raíces reservantes a la cosecha.

Orden	Clon	Diámetro de raíces (mm)	Sig. Tukey
1	C1: Jonathan	76.17	a
2	C3: Milagroso	52.08	b
3	C2: Sauce	49.40	b
X		59.22	
ALS(T) 0.05		8.35	



**Figura 14.** Efecto del Clon en el diámetro de raíces reservantes.

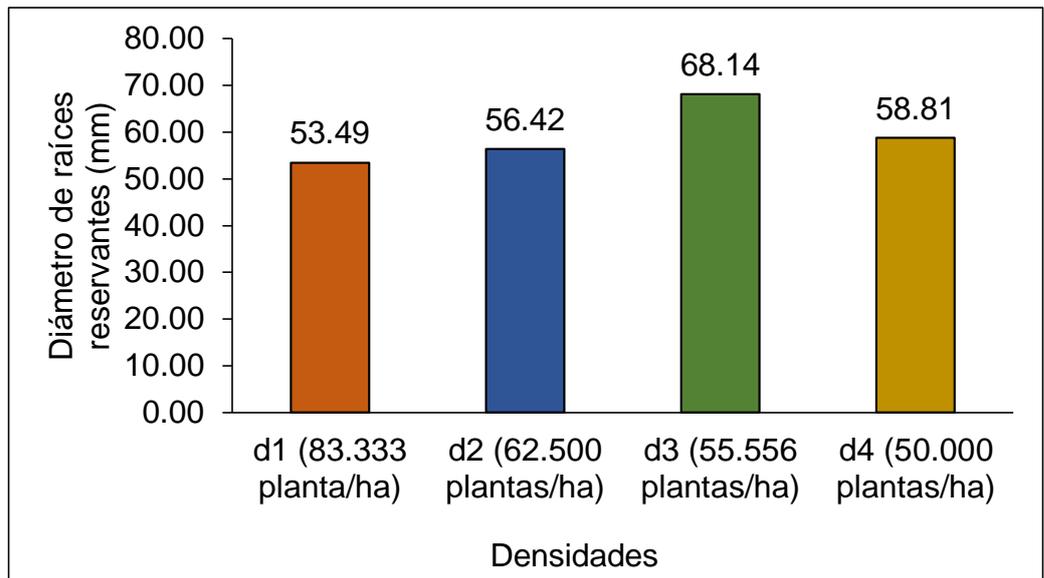
La prueba de Tukey al 95% de probabilidad (tabla 33) para la fuente de variabilidad densidad de siembra, indica que a 55.556 plantas/ha (d3) se obtienen los mayores diámetros de raíces reservantes en promedio con 68.14 mm dado que supera numérica y estadísticamente a las demás densidades.

**Tabla 33.** Prueba de Tukey para la Densidad de siembra en el diámetro de raíces reservantes a la cosecha.

Orden	Densidad de siembra	Diámetro de raíces (mm)	Sig. Tukey
1	d3: 55,556 plantas/ha	68.14	a
2	d4: 50,000 plantas/ha	58.81	b
3	d2: 62,500 plantas/ha	56.42	b
4	d1: 83,333 plantas/ha	53.49	b
X		59.22	
ALS(T) 0.05		9.25	

Los promedios de diámetro de raíces reservantes obtenidos en el presente trabajo de investigación son superiores a los resultados de Reyes (2011) quien obtuvo con una densidad de siembra de 41,667 plantas/ha 51.80 mm en promedio, 61.80 mm como máximo y 43.00 como mínimo.

Los resultados obtenidos son relevantes, se representan en la figura 15, dado que el diámetro de raíces reservantes por planta está influenciado por la densidad de siembra, coincidiendo con Rabines (1993) quien en un comparativo de rendimiento de cinco clones de camote bajo dos densidades de siembra en el valle de Cañete estableció que no se debe sembrar el camote a una densidad de 55.556 plantas/ha (0.90 m x 0.20 m) porque se obtienen gran cantidad de raíces reservantes de tamaño no comercial.



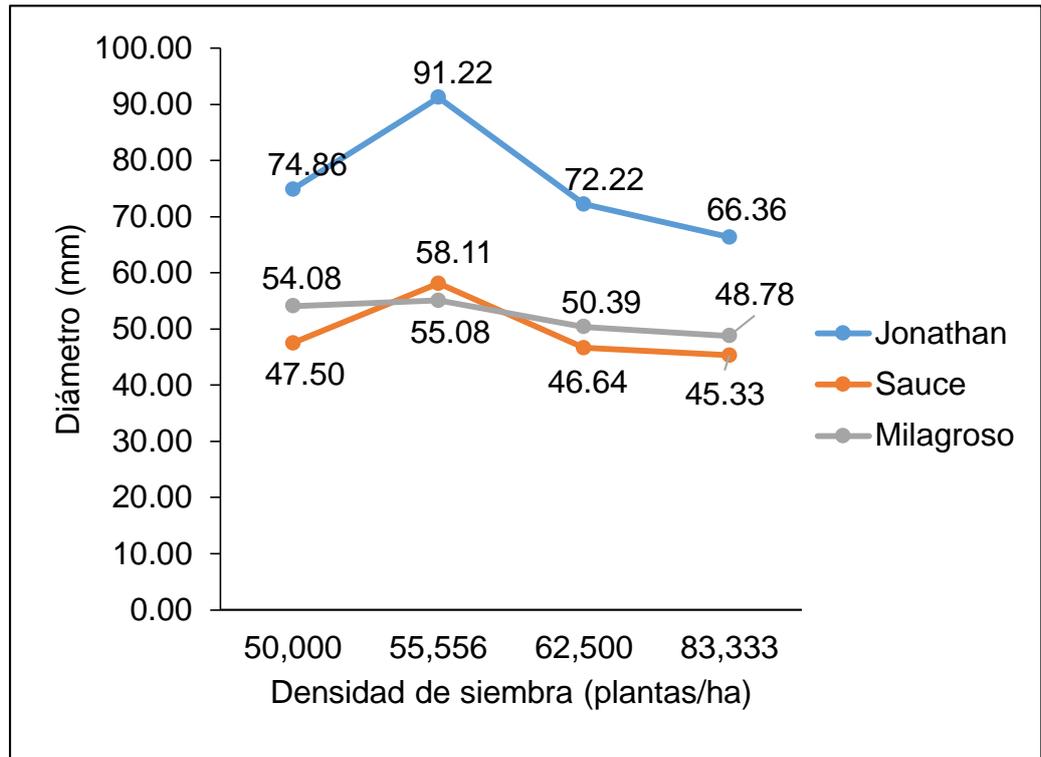
**Figura 15.** Efecto de la Densidad de siembra en el diámetro de raíces reservantes.

Al realizar la prueba discriminadora de Tukey al 95% de probabilidad para la interacción clon por densidad de siembra en el diámetro de raíces reservantes, se determinó que el tratamiento T3 (clon Jonathan a 55.556 plantas/ha) mostró superioridad numérica y estadística con un valor de 91.22 mm superando a los demás tratamientos en estudio (tabla 34).

**Tabla 34.** Prueba de Tukey para la interacción Clon por Densidad de siembra en el diámetro de raíces reservantes.

Orden	Tratamiento	Diámetro de raíces/planta (mm)	Sig. Tukey
1	T3 (c1xd3)	91.22	a
2	T4 (c1xd4)	74.86	b
3	T2 (c1xd2)	72.22	b
4	T1 (c1xd1)	66.36	bc
5	T7 (c2xd3)	58.11	cd
6	T11 (c3xd3)	55.08	cd
7	Testigo (c3xd4)	54.08	de
8	T10 (c3xd2)	50.39	de
9	T9 (c3xd1)	48.78	de
10	T8 (c2xd4)	47.50	de
11	T6 (c2xd3)	46.64	de
12	T5 (c2xd1)	45.33	e
x		59.22	
ALS (T) 0.05		12.09	

Los diámetros de las raíces reservantes tienden a ser menores según se incrementa la densidad de siembra, coincidiendo con Saabedra (1981) quien explica esta relación inversamente proporcional debido a una mayor competencia de las plantas por agua y nutrientes



**Figura 16.** Interacción Clon y Densidad de siembra en el diámetro de raíces reservantes.

La superioridad en diámetro de la raíz del tratamiento T3 (clon Jonathan a 55,556 plantas/ha) en relación a los demás tratamientos en estudio se debe a dos factores principalmente: a un mayor distanciamiento entre surcos (0.90m) y la conformación radicular del clon Jonathan que no es muy profunda a comparación de los clones Milagroso (c3) y Sauce (c2) que se vieron más afectados con la compactación del suelo, sin embargo dicho diámetro superior a 70 mm no cuenta con aceptación debido a su tamaño no comercial. Lo que indica la no conveniencia de sembrar el clon Jonathan a dicha densidad (Rabines, 1993).

#### 4.1.8. Longitud de raíces reservantes

El Análisis de varianza efectuado para la longitud de raíces reservantes (tabla 35) indica que existe diferencia altamente significativa para los clones y densidades de siembra; con un coeficiente de variación de 4.46%.

**Tabla 35.** Análisis de varianza para la longitud de raíces reservantes.

Fuente de Variabilidad	GL	SC	CM	FC	F <sub>0.05</sub>	F <sub>0.01</sub>	Sig.
Bloque	2	0.74	0.37	0.95	3.44	5.72	ns
Clon "C"	2	31.46	15.73	40.57	3.44	5.72	**
Densidad de siembra "D"	3	51.66	17.22	44.41	3.05	4.82	**
Interacción C x D	6	5.05	0.84	2.17	2.55	3.76	ns
Error Experimental	22	8.53	0.39				
Total	35	97.45					

C.V. 4.46 %

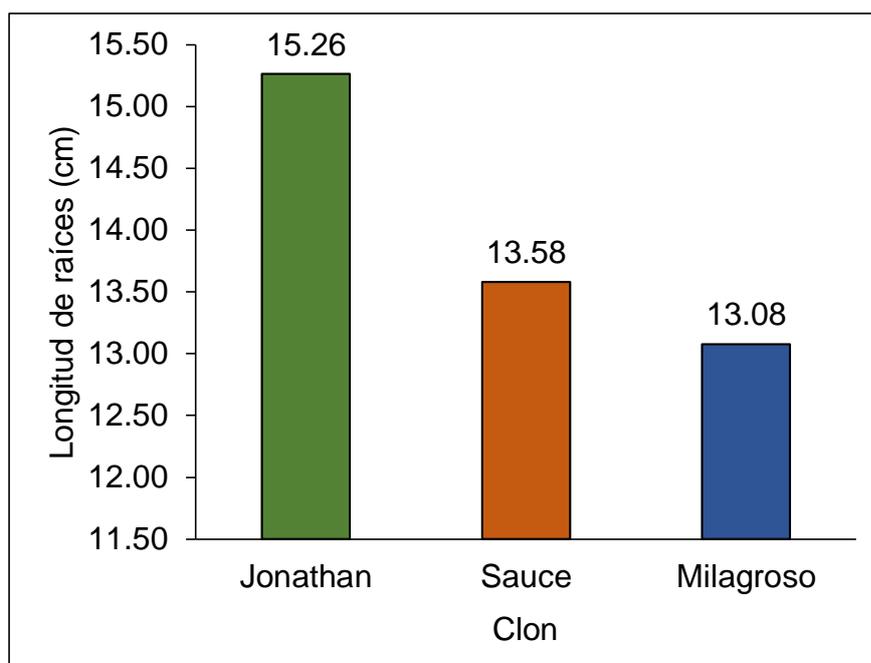
Realizada la prueba discriminadora de Tukey al 95% de probabilidad (tabla 36) para la fuente de variabilidad Clones, se determinó que el Clon Jonathan (c1) presenta la mayor longitud de raíces reservantes con un valor promedio de 15.26 cm, superando estadística y numéricamente a los clones Sauce (c2) y Milagroso (c3) con 13.58 y 13.08 respectivamente. Lo que se grafica en la figura 17.

**Tabla 36.** Prueba de Tukey para Clon y su efecto en la longitud de raíces reservantes.

Orden	Clon	Longitud de raíces reservantes (cm)	Sig. Tukey
1	C1: Jonathan	15.26	a
2	C2: Sauce	13.58	b
3	C3: Milagroso	13.08	b
X		13.97	
ALS(T) 0.05		1.28	

Se observa que los clones Sauce y Milagroso se encuentran en el segundo grado de significancia con valores de 13.58 y 13.08 cm respectivamente, dichas longitudes son aceptables para el mercado local, sin embargo según los resultados presentados del diámetro de raíces reservantes éstas tendrían menores calibres comerciales incrementando la cantidad de camotes de segunda y descarte.

La longitud de raíces reservantes es un carácter importante cuando la cosecha está destinada hacia el mercado local por esta razón camotes con una longitud superior a 15 cm no cuentan con mucha aceptación para su consumo en fresco, sin embargo, Ninaquispe (1998) refiere que los camotes de piel y pulpa amarilla, como el Clon Jonathan tienen aceptación para uso industrial (productos snacks y otros) incluso con longitudes superiores a 15 cm de longitud. Por lo que los tratamientos del presente ensayo tienen longitudes comerciales.



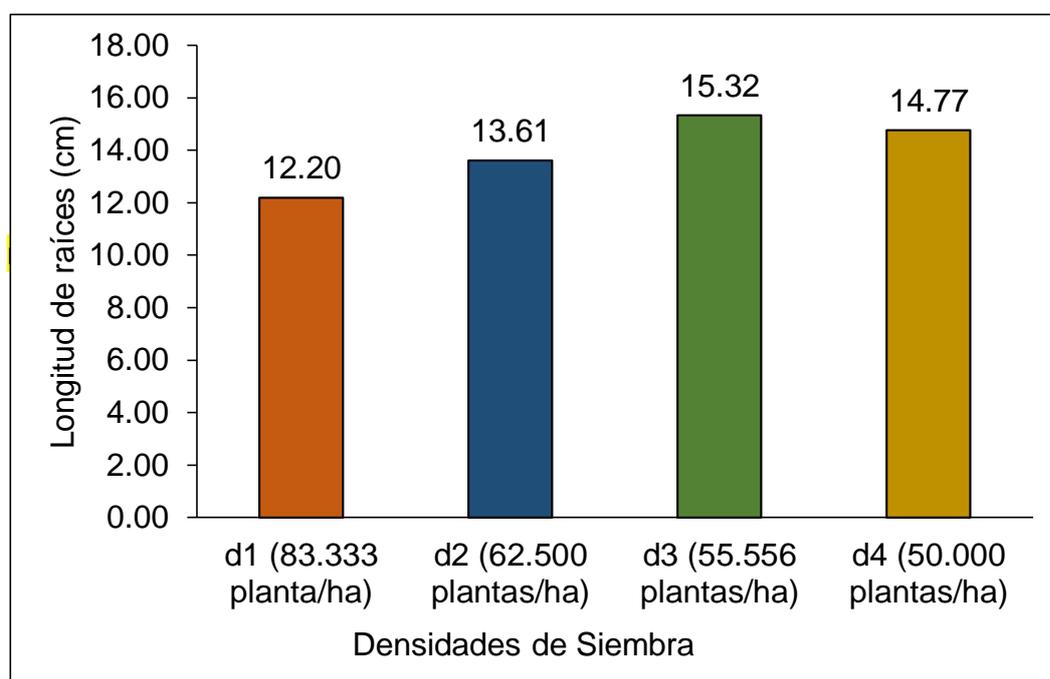
**Figura 17.** Efecto del Clon en la longitud de raíces reservantes.

La prueba de Tukey al 95% de probabilidad para la fuente de variabilidad densidad de siembra (tabla 37) indica que d3 (55,556 plantas/ha) supera numéricamente con 15.32 cm de longitud en promedio a las demás densidades y muestra similitud estadística con d4 (50,000 plantas/ha).

**Tabla 37.** Prueba de Tukey para Densidad de siembra en la longitud de raíces reservantes.

Orden	Densidad de siembra	Longitud de raíces reservantes (cm)	Sig. Tukey
1	d3: 55,556 plantas/ha	15.32	a
2	d4: 50,000 plantas/ha	14.77	ab
3	d2: 62,500 plantas/ha	13.61	b
4	d1: 83,333 plantas/ha	12.20	c
X		13.97	
ALS(T) 0.05		1.42	

En este carácter evaluado se obtuvo un promedio de 13.97 cm y la menor longitud con 83,333 plantas/ha (d1) con 12.20 cm. Dichos valores son superiores a los de Reyes (2011) quien para este mismo carácter obtuvo como longitud promedio 10.33 cm, longitud máxima de 12.73 cm y una mínima de 7.85 cm.



**Figura 18.** Efecto de la Densidad de siembra en la longitud de raíces reservantes.

#### 4.1.9. Rendimiento total de raíces reservantes

El Análisis de varianza efectuado para el rendimiento total de raíces reservantes (tabla 38) indica que existe diferencia altamente significativa para los clones, densidades de siembra y la interacción entre ambos factores en estudio, con un coeficiente de variación de 16.08%.

**Tabla 38.** Análisis de varianza para el rendimiento total de raíces reservantes.

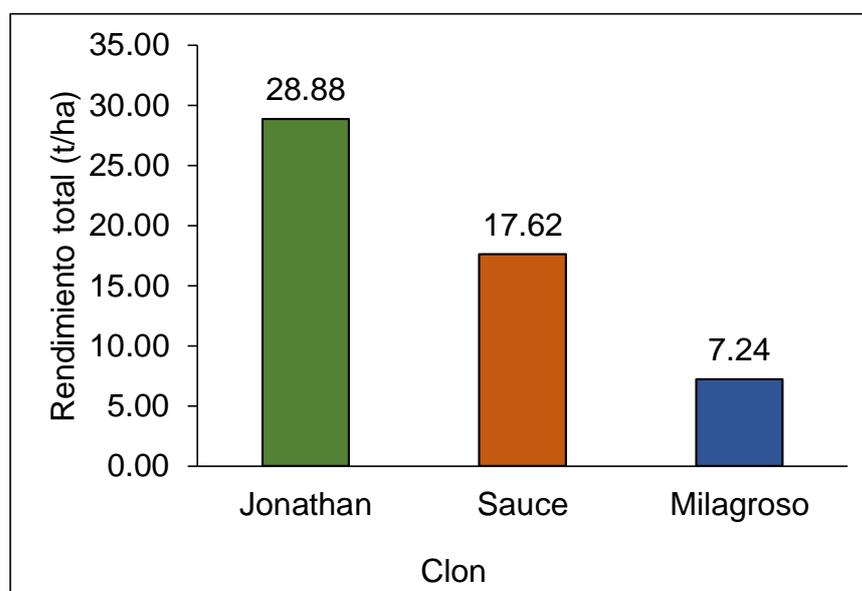
Fuente de Variabilidad	GL	SC	CM	FC	F <sub>0.05</sub>	F <sub>0.01</sub>	Sig.
Bloque	2	3.02	1.51	0.18	3.44	5.72	ns
Clon "C"	2	2,811.89	1405.94	169.53	3.44	5.72	**
Densidad de siembra "D"	3	240.25	80.08	9.66	3.05	4.82	**
Interacción C x D	6	294.36	49.06	5.92	2.55	3.76	**
Error Experimental	22	182.45	8.29				
Total	35	3,531.97					

C.V. 16.08 %

Realizada la prueba discriminadora de Tukey al 95% de probabilidad (tabla 39) se determinó que el Clon Jonathan (c1) presenta el mayor rendimiento total con un valor promedio de 28.88 t/ha, superando estadística y numéricamente a los clones Sauce (c2) y Milagroso (c3) con 17.62 y 7.24 t/ha respectivamente. Lo que se grafica en la figura 19.

**Tabla 39.** Prueba de Tukey para Clon y su efecto en el rendimiento total de raíces reservantes.

Orden	Clon	Rendimiento total (t/ha)	Sig. Tukey
1	C1: Jonathan	28.88	a
2	C2: Sauce	17.62	b
3	C3: Milagroso	7.24	c
X		17.91	
ALS(T) 0 .05		5.90	



**Figura 19.** Efecto del Clon en el rendimiento total de raíces reservantes.

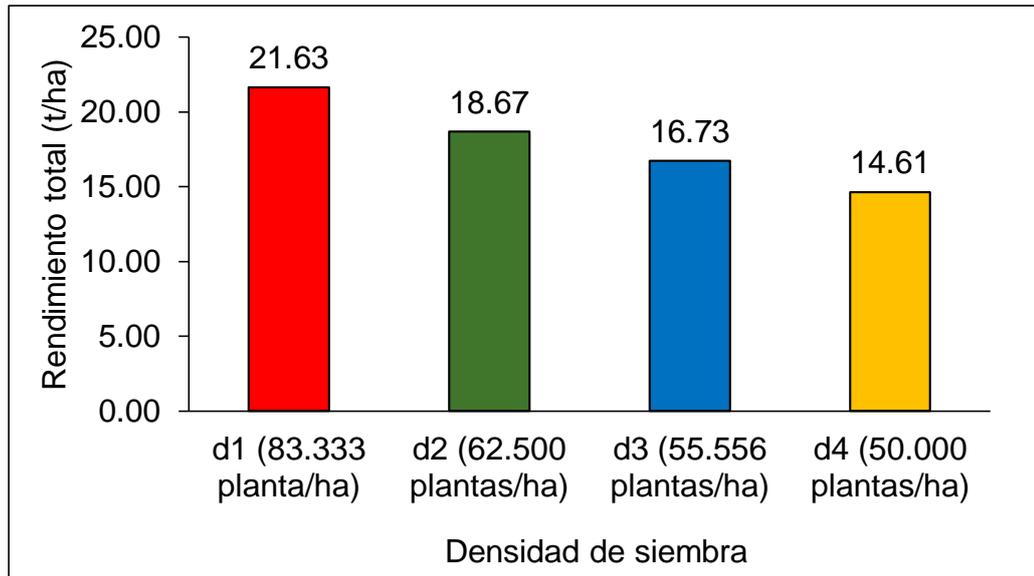
Esta influencia del factor genético sobre el rendimiento en el presente ensayo se debe a dos aspectos: La conformación radicular, el Clon Jonathan cuya conformación de raíces reservantes es superficial (25 cm) fue superior a los Clones Milagroso (c3) y Sauce (c2) que son de conformación radicular más profunda (30 a 40 cm) que se vieron afectados por la compactación del suelo; la precocidad del Clon, el Clon Jonathan debido a su precocidad inició su proceso

de tuberización cuarenta días antes que los clones Sauce (c2) y Milagroso (c3). Y el clon Milagroso (c3) tuvo un crecimiento excesivo del follaje y raíces reservantes que no engrosaron.

Realizada la prueba de Tukey al 95% de probabilidad para la fuente de variabilidad densidad de siembra (tabla 40), se determinó que con d1 (83,333 plantas/ha) se obtienen los mayores rendimientos totales con 21.63 t/ha superando numéricamente a las demás densidades. El menor rendimiento se obtuvo con d4 (50,000 plantas/ha) con 14.61 t/ha. Este resultado es relevante dado que es la densidad empleada por los agricultores en el valle del Santa (Figura 20).

**Tabla 40.** Prueba de Tukey para Densidad de siembra en el rendimiento total de raíces reservantes.

Orden	Densidad de siembra	Rendimiento total (t/ha)	Sig. Tukey
1	d1: 83,333 plantas/ha	21.63	a
2	d2: 62,500 plantas/ha	18.67	ab
3	d3: 55,556 plantas/ha	16.73	ab
4	d4: 50,000 plantas/ha	14.61	b
X		17.91	
ALS(T) 0.05		6.63	



**Figura 20.** Efecto de la Densidad de siembra en el rendimiento total de raíces reservantes.

En la tabla 41 se presentan los resultados de la prueba discriminadora de Tukey al 95% de probabilidad, que se efectuó para la interacción de las 2 fuentes de variabilidad (clon por densidad de siembra) en el rendimiento total de raíces reservantes. Los valores para dicho carácter fluctúan entre 38.71 a 6.77 t/ha respectivamente, el rendimiento promedio de raíces reservantes fue 17.91 t/ha, existiendo la particularidad de que los tratamientos T1, T2, T3 y T4 que ocupan el orden de mérito del 1 al 4 lo cual evidencia la superioridad del Clon Jonathan (c1) sobre los clones Sauce (c2) y Milagroso (c3).

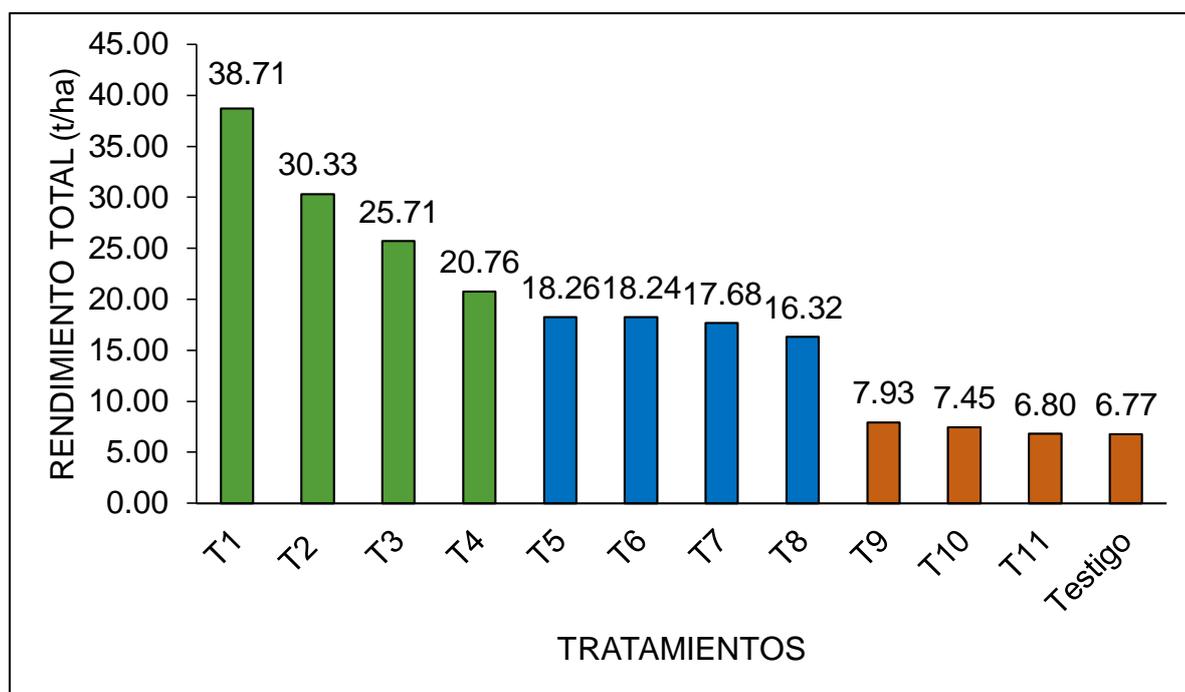
**Tabla 41.** Prueba de Tukey para la interacción Clon por Densidad de siembra en el rendimiento total de raíces reservantes.

Orden	Tratamiento	Rendimiento t/ha	Sig. Tukey
1	T1 (c1xd1)	38.71	a
2	T2 (c1xd2)	30.33	ab
3	T3 (c1xd3)	25.71	bc
4	T4 (c1xd4)	20.76	cd
5	T5 (c2xd1)	18.26	cd
6	T6 (c2xd2)	18.24	cd
7	T7 (c2xd3)	17.68	cde
8	T8 (c2xd4)	16.32	cde
9	T9 (c3xd1)	7.93	ef
10	T10 (c3xd2)	7.45	f
11	T11 (c3xd3)	6.80	f
12	Testigo (c3xd4)	6.77	f
x		17.91	
ALS (T) 0.05		8.54	

Se observa que el tratamiento T1 (clon Jonathan a 83,333 plantas/ha) mostró el mayor rendimiento con 38.71 t/ha, superando numéricamente a los demás tratamientos, y solo tiene similitud estadística con T2 (clon Jonathan a 62,500 plantas/ha), sin embargo, existe una diferencia numérica entre ambos de 8.38 t/ha que brindaría una mayor rentabilidad al momento de hacer el análisis económico.

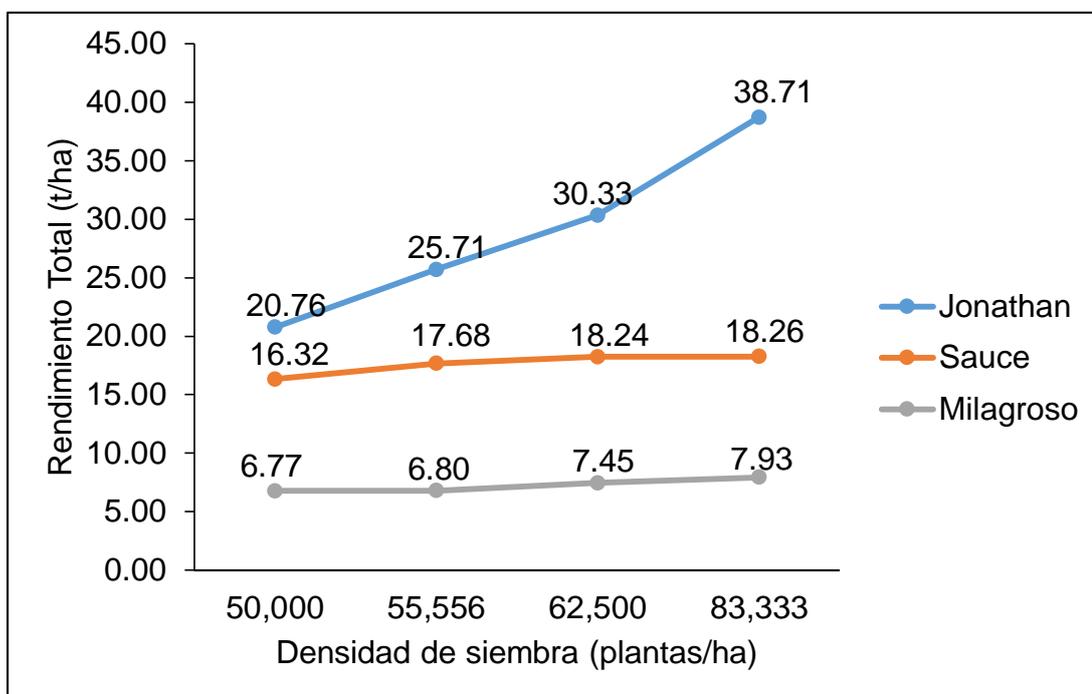
Los tratamientos del T2 al T9 conforman cuatro grupos de significancia, cuyos valores fluctúan entre 30.33 t/ha y 7.93 t/ha. Y los tratamientos T9, T10, T11 y Testigo, todos del Clon Milagroso comparten similitud estadística entre sí en el último grupo de

significancia, sus rendimientos totales son los más bajos de todo el ensayo, cuyos valores fluctúan entre 7.93 y 6.77 t/ha (Figura 21).



**Figura 21.** Efecto de la interacción Clon por Densidad de siembra en el rendimiento total de raíces reservantes.

Coincidiendo con Wubanechi (2014) quien en un comparativo de rendimiento de tres variedades de camote bajo seis densidades de siembra, obtuvo un rendimiento máximo de raíces reservantes de 36.63 t/ha, a la densidad de 83.333 plantas/ha con la variedad Burtukunne, y un mínimo rendimiento de 15.90 t/ha, a una densidad de 25.000 plantas/ha con la misma variedad.



**Figura 22.** Interacción clon por densidad de siembra en el rendimiento total de raíces reservantes.

A partir de la figura 22 se establece que los rendimientos de los tres clones en estudio se encuentran influenciados de manera directa y positiva a las densidades de siembra, ya que al incrementarse los niveles de densidad de siembra también aumenta el rendimiento de acuerdo a cada Clon.

Así el Clon Jonathan (c1) supera en rendimiento en todos los niveles de distanciamiento de siembra a los Clones Sauce (c2) y Milagroso (c3); porque responde mejor a niveles altos de densidad de siembra por su gran capacidad de almacenamiento de sustancias de reserva, coincidiendo con Rabines (1993) que indica la conveniencia de sembrar el Clon Jonathan a un distanciamiento de 15 cm entre plantas.

El rendimiento total de raíces reservantes es la característica agronómica más importante al momento de establecer la rentabilidad del cultivo. Resulta relevante que el tratamiento T1 (clon Jonathan a 83,333 plantas/ha) que obtuvo el mayor rendimiento de todo el ensayo, supera en 31.94 t/ha al tratamiento Testigo (clon Milagroso a 50,000 plantas/ha) que es la variedad más difundida en el valle del Santa y que actualmente emplean los agricultores.

La diferencia entre los valores promedios de los tratamientos se debe según lo observado en el experimento de campo a las siguientes características: la compactación del suelo, excesiva frondosidad y el factor genético de cada Clon.

La compactación del suelo influyó en la obtención de los rendimientos totales, debido a que después de las lluvias propiciadas en el mes de marzo, el suelo una vez drenado se compactó dificultando el engrosamiento de las raíces reservantes, tal como lo indican Salinas y Vásquez (2010) se requiere de suelos sueltos con buena profundidad para la obtención de camotes con peso y tamaño comercial sin deformaciones. Asimismo Folquer (1978) señala que la compactación del suelo disminuye la aireación necesaria para el proceso de tuberización y que los suelos muy húmedos durante el crecimiento provocan un gran desarrollo de las guías pero una escasa producción de camotes.

Asimismo se observó tropicalización en los tratamientos (T9, T10, T11 y Testigo) pertenecientes al Clon Milagroso, es decir hubo crecimiento excesivo de tallos, ramas y hojas, en detrimento de la producción de raíces reservantes. La excesiva frondosidad del camote paraliza la fotosíntesis en las hojas de las capas inferiores del follaje (sombreados), que se convierten así en "hojas parásitas", pues consumen en su proceso respiratorio sustancias de reserva elaboradas por las hojas superiores. A esto suele agregarse la condición de alta humedad y materia orgánica en el suelo que

aumenta su contenido de anhídrido carbónico, si el  $\text{CO}_2$  en el suelo llega a 60%, la intensidad respiratoria de las raíces puede elevarse en un 200%, con el consiguiente consumo de sustancias de reserva (Folquer, 1978).

#### 4.1.10. Rendimiento de raíces reservantes por categoría

En la tabla 42 se muestra el rendimiento de raíces reservantes de cada tratamiento según su categoría: Primera, Segunda y Descarte, así como, sus respectivos porcentajes. Se observa que los rendimientos más altos de Camote de primera se consiguió con el tratamiento T1 (Clon Jonathan a 83,333 plantas/ha) 64.90 % seguido del tratamiento T2 (Clon Jonathan a 62,500 plantas/ha) 57.30 %, con 25.12 y 17.38 t/ha respectivamente. Los tratamientos T10 (2.98 t/ha) y T9 (2.84 t/ha) produjeron los más bajos rendimientos de camote de primera.

El análisis de varianza de la tabla 43, efectuado para el camote de primera indica que existe diferencias altamente significativas para la fuente de variabilidad: Clones, Densidades de siembra así como para la interacción de ambos, con un coeficiente de variabilidad de 3.72%.

**Tabla 42.** Rendimiento de raíces reservantes (t/ha) por categoría.

Tratamiento	Rendimiento (tn)	Primera (tn)	%	Segunda (tn)	%	Descarte (tn)	%
T1	38.71	25.12	64.90	12.43	32.10	1.16	3.00
T2	30.33	17.38	57.30	11.59	38.20	1.36	4.50
T3	25.71	12.29	47.80	10.00	38.90	3.42	13.30
T4	20.76	10.83	52.15	8.46	40.74	1.48	7.11
T5	18.26	8.05	44.11	7.15	39.16	3.05	16.73
T6	18.24	8.83	48.43	7.47	40.95	1.94	10.62
T7	17.68	9.76	55.22	5.41	30.58	2.51	14.20
T8	16.32	7.36	45.13	7.54	46.22	1.41	8.65
T9	7.93	2.84	35.80	3.15	39.74	1.94	24.46
T10	7.45	2.98	40.03	2.23	29.95	2.24	30.02
T11	6.80	3.40	50.03	1.51	22.20	1.89	27.77
Testigo	6.77	3.12	46.14	2.04	30.12	1.61	23.74

**Tabla 43.** Análisis de varianza para el rendimiento de raíces reservantes de primera.

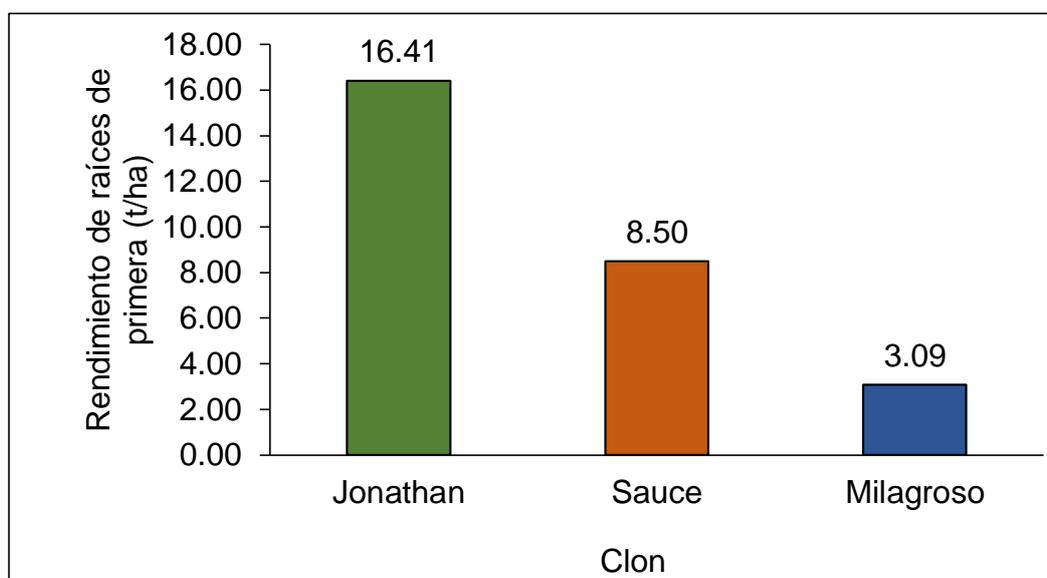
Fuente de Variabilidad	GL	SC	CM	FC	F <sub>0.05</sub>	F <sub>0.01</sub>	Sig.
Bloque	2	0.06	0.03	0.27	3.44	5.72	ns
Clon "C"	2	1,077.22	538.61	4474.63	3.44	5.72	**
Densidad de siembra "D"	3	116.80	38.93	323.44	3.05	4.82	**
Interacción C x D	6	268.27	44.71	371.46	2.55	3.76	**
Error Experimental	22	2.65	0.12				
Total	35	1,465.00					

C.V. 3.72 %

Realizada la prueba discriminadora de Tukey al 95% de probabilidad (tabla 44) se determinó que el Clon Jonathan (c1) presenta el mayor rendimiento de raíces reservantes de primera con un valor promedio de 16.41 t/ha, superando estadística y numéricamente a los clones Sauce (c2) y Milagroso (c3) con 8.50 y 3.09 t/ha respectivamente. Lo que se representa en la figura 23.

**Tabla 44.** Prueba de Tukey para Clon en el rendimiento de raíces reservantes de primera.

Orden	Clon	Rendimiento de raíces de primera	Sig. Tukey
1	C1: Jonathan	16.41	a
2	C2: Sauce	8.50	b
3	C3: Milagroso	3.09	c
X		9.33	
ALS(T) 0.05		0.71	

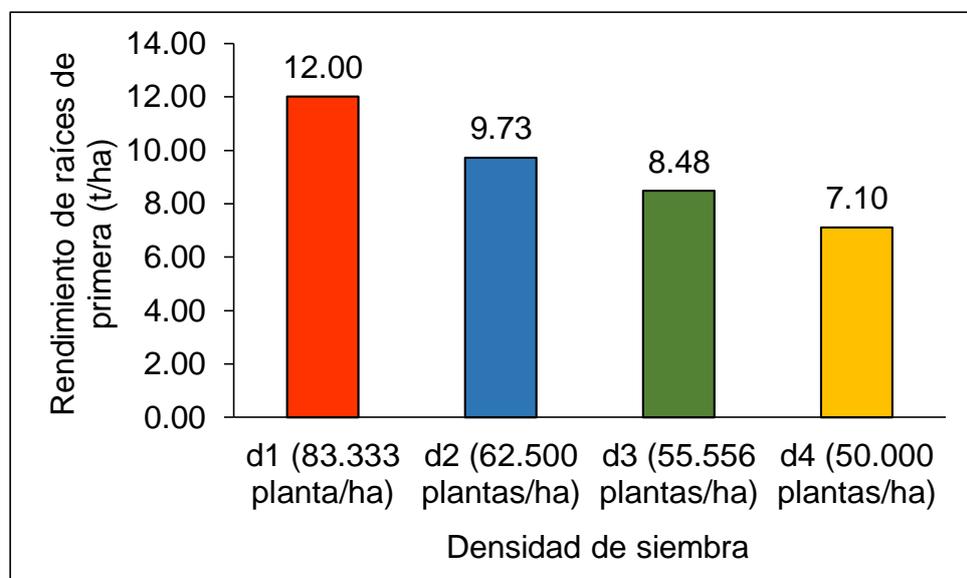


**Figura 23.** Efecto del Clon en el rendimiento de raíces reservantes de primera.

Realizada la prueba discriminadora de Tukey al 95% de probabilidad (tabla 45) se determinó que la densidad de siembra d1 (83,333 plantas/ha) presenta el mayor rendimiento de raíces reservantes de primera con un valor promedio de 12.00 t/ha, superando estadística y numéricamente a d2, d3 y d4 con 9.73, 8.48, y 7.10 t/ha respectivamente. Lo que se representa en la figura 24.

**Tabla 45.** Prueba de Tukey para Densidad de siembra en el rendimiento de raíces reservantes de primera.

Orden	Densidad de siembra	Rendimiento de raíces de primera	Sig. Tukey
1	d1: 83,333 plantas/ha	12.00	a
2	d2: 62,500 plantas/ha	9.73	b
3	d3: 55,556 plantas/ha	8.48	c
4	d4: 50,000 plantas/ha	7.10	d
X		9.33	
ALS(T) 0.05		0.79	

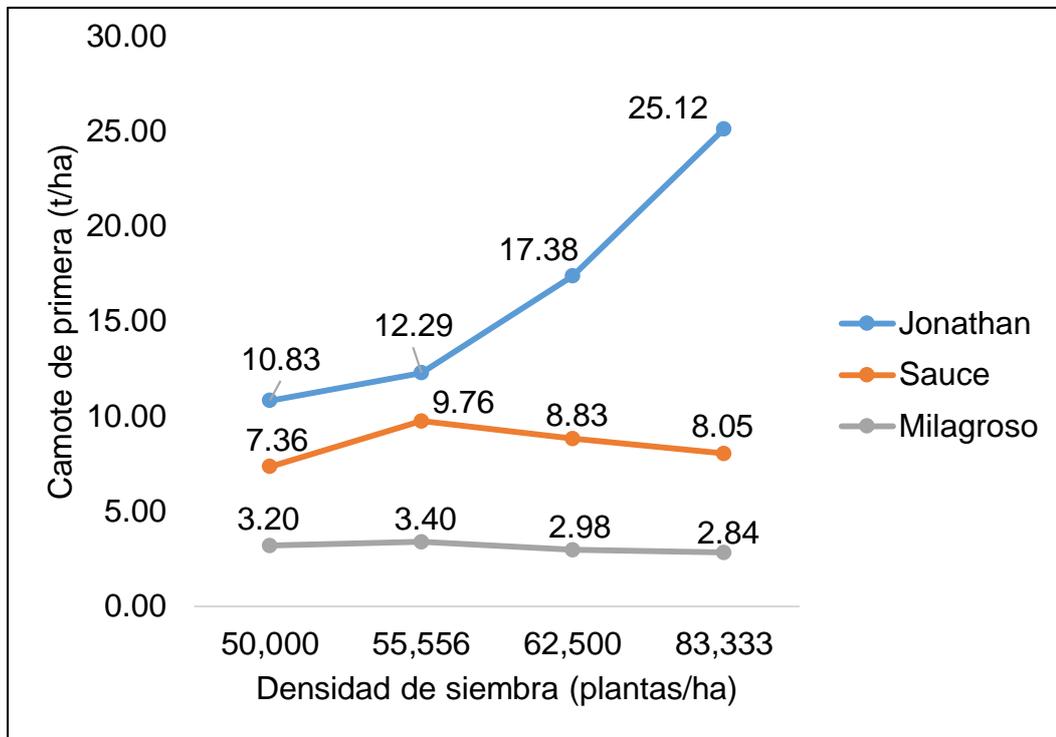


**Figura 24.** Efecto de la Densidad de siembra en el rendimiento de raíces reservantes de primera.

La prueba de significancia de Tukey al 95% de probabilidad muestra que el tratamiento T1 supera numérica y estadísticamente a los demás tratamientos. Además establece que los tratamientos T9, T10, T11 y Testigo ocupan el último grupo de significación, siendo todos ellos del Clon Milagroso (tabla 46).

**Tabla 46.** Prueba de Tukey para la interacción Clon por Densidad de siembra en el rendimiento de raíces reservantes de primera.

Orden	Tratamiento	Promedio	Sig. Tukey
1	T1	25.12	a
2	T2	17.38	b
3	T3	12.29	c
4	T4	10.83	d
5	T7	9.76	e
6	T6	8.83	ef
7	T5	8.05	fg
8	T8	7.36	g
9	T11	3.40	h
10	Testigo	3.12	h
11	T10	2.98	h
12	T9	2.84	h
x		9.33	
ALS (T) 0.05		1.03	



**Figura 25.** Interacción Clon por Densidad de siembra en el rendimiento de raíces reservantes de primera.

Al analizar la figura 25, se observa que el Clon Jonathan (c1) tiene una respuesta directa y positiva al incremento de los niveles de las densidades de siembra en cuanto a la producción de camote de primera, de este modo a la densidad más baja de 50,000 plantas/ha (d4) se obtienen 10.83 t/ha y el mejor rendimiento se obtiene a la más alta densidad de siembra 83,333 plantas/ha (d1) con 25.12 t/ha superando a los Clones Sauce (c2) y Milagroso (c3) debido a que el Clon Jonathan responde mejor a niveles de densidad altos coincidiendo con Rabines (1993) sobre la conveniencia de sembrar el Clon Jonathan a un distanciamiento de 15 cm entre plantas dado que es el más adecuado.

Por otra parte se observa que los clones Sauce (c2) y Milagroso (c3) tienen una respuesta directa, pero negativa al incremento de los niveles de densidad de siembra en cuanto a la producción de camotes de primera. Siendo que sus máximos valores se obtienen a 55,556 plantas/ha (d3) con 9.76 y 3.40 t/ha y a la

máxima densidad de siembra de 83,333 plantas/ha (d1) obtienen 8.05 y 2.24 t/ha respectivamente, corroborándose una tendencia decreciente.

El análisis de varianza de la tabla 47, efectuado para el camote de segunda indica que existen diferencias altamente significativas entre los clones, densidades así como en la interacción de ambos. Con un coeficiente de variabilidad de 3.88%

**Tabla 47.** Análisis de varianza para el rendimiento de raíces reservantes de segunda.

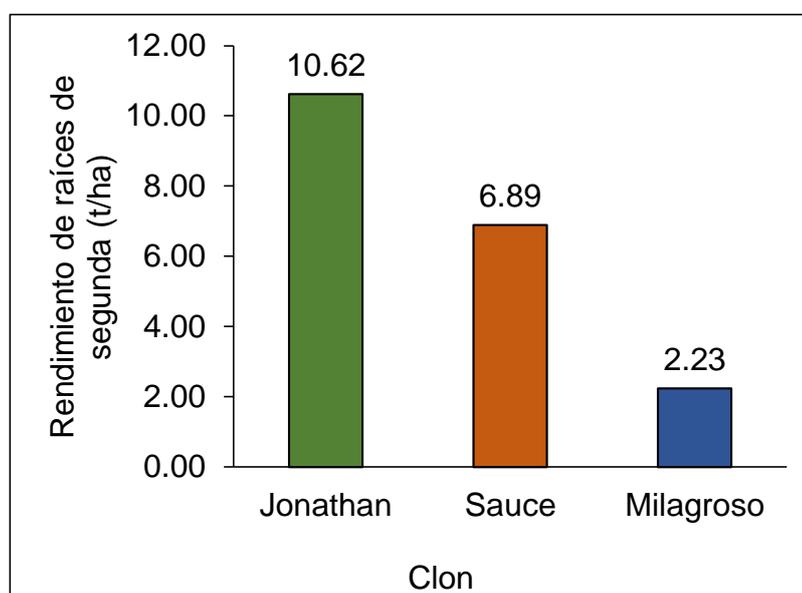
Fuente de Variabilidad	GL	SC	CM	FC	F <sub>0.05</sub>	F <sub>0.01</sub>	Sig.
Bloque	2	0.01	0.00	0.07	3.44	5.72	ns
Clon "C"	2	423.84	211.92	3242.17	3.44	5.72	**
Densidad de siembra "D"	3	22.21	7.40	113.29	3.05	4.82	**
Interacción C x D	6	18.83	3.14	48.01	2.55	3.76	**
Error Experimental	22	1.44	0.07				
Total	35	466.33					

C.V. 3.88 %

Así al efectuarse la prueba de Tukey al 95% de probabilidad se estableció que el clon Jonathan (c1) presenta el mayor rendimiento de raíces reservantes de segunda con un valor promedio de 10.62 t/ha, superando estadística y numéricamente a los clones Sauce (c2) y Milagroso (c3) con 6.89 y 2.23 t/ha respectivamente (tabla 48 y figura 26).

**Tabla 48.** Prueba de Tukey para Clon en el rendimiento de raíces reservantes de segunda.

Orden	Clon	Rendimiento de raíces de segunda	Sig. Tukey
1	C1: Jonathan	10.62	a
2	C2: Sauce	6.89	b
3	C3: Milagroso	2.23	c
X		6.58	
ALS(T)		0.54	



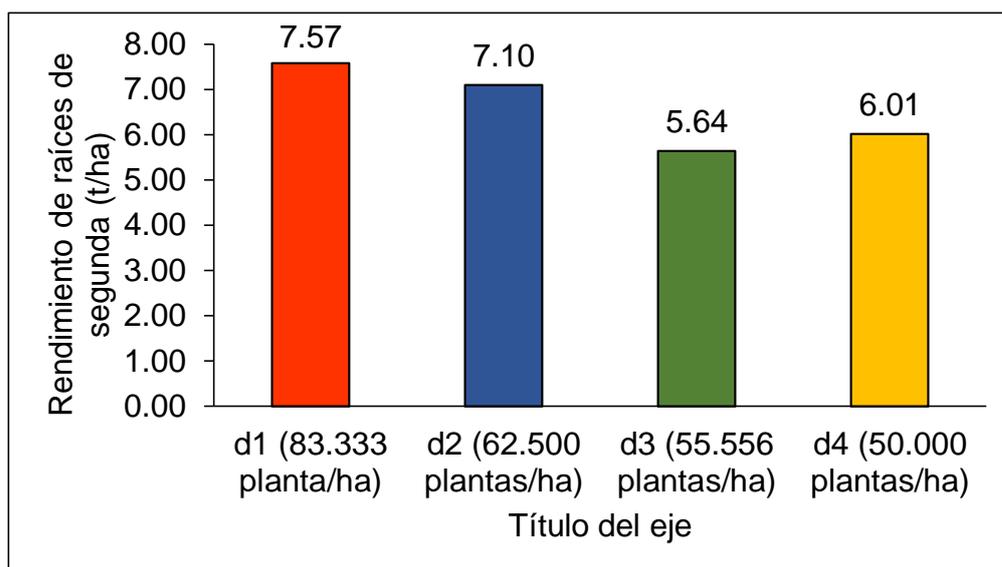
**Figura 26.** Efecto del Clon en el rendimiento de raíces reservantes de segunda.

Al efectuarse la prueba de Tukey al 95% de probabilidad para las densidades de siembra, se determinó que d1 (83,333 plantas/ha) y d2 (62,500 plantas/ha) tienen los mayores rendimientos de raíces reservantes de segunda con 5.57 t/ha y 7.10 t/ha siendo estadísticamente similares, los mismos que superan a d4 (62,500

plantas/ha) y d3 (55,556 plantas/ha) que tienen rendimientos inferiores de 6.01 y 5.64 t/ha respectivamente (tabla 49 y figura 27).

**Tabla 49.** Prueba de Tukey para Densidad de siembra en el rendimiento de raíces reservantes de segunda.

Orden	Densidad de siembra	Rendimiento de raíces de segunda	Sig. Tukey
1	d1: 83,333 plantas/ha	7.57	a
2	d2: 62,500 plantas/ha	7.10	a
3	d4: 50,000 plantas/ha	6.01	b
4	d3: 55,556 plantas/ha	5.64	b
X		6.58	
ALS(T) 0.05		0.60	



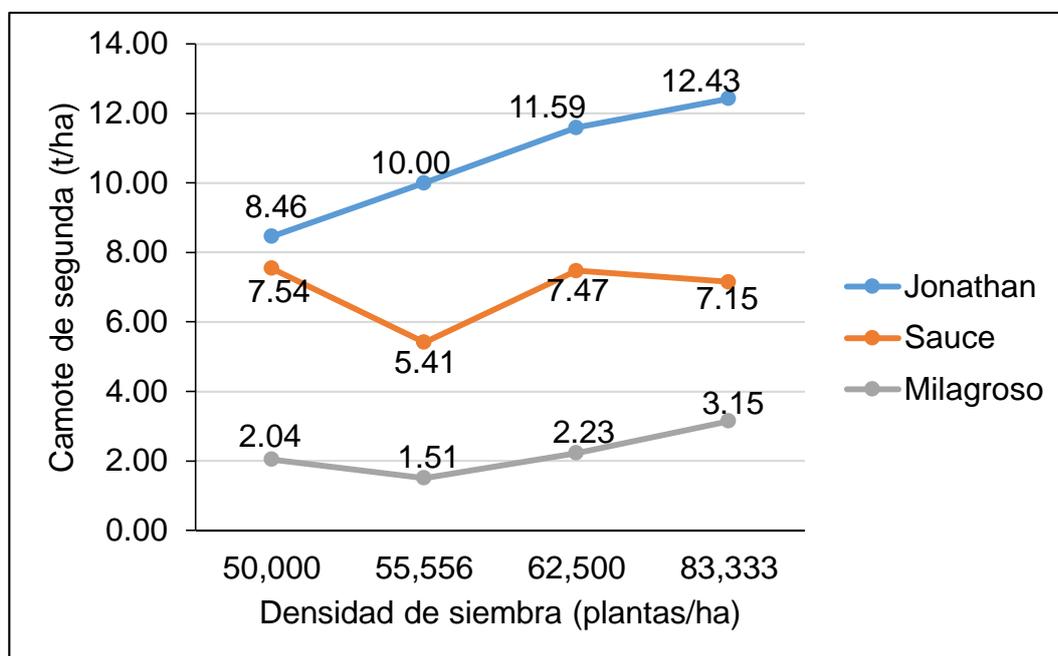
**Figura 27.** Efecto de la Densidad de siembra en el rendimiento de raíces reservantes de segunda.

La prueba de significancia de Tukey al 95% de probabilidad muestra que el los tratamientos T1 y T2 son similares estadísticamente, superando numérica y estadísticamente en rendimiento de raíces reservantes de segunda a los demás tratamientos (tabla 50). Además establece que los tratamientos T10, Testigo y T11 ocupan los dos últimos grupo de significación, siendo todos ellos del Clon Milagroso.

**Tabla 50.** Prueba de Tukey para la interacción Clon por Densidad de Siembra y su efecto en el rendimiento de raíces reservantes de segunda.

Orden	Tratamiento	Promedio	Sig. Tukey
1	T1	12.43	a
2	T2	11.59	a
3	T3	10.00	b
4	T4	8.46	c
5	T8	7.54	d
6	T6	7.47	d
7	T5	7.15	d
8	T7	5.41	e
9	T9	3.15	f
10	T10	2.23	g
11	Testigo	2.04	g
12	T11	1.51	g
x		6.58	
ALS (T) 0.05		0.79	

Asimismo se observa que los rendimientos más altos de Camote de segunda, se consiguió con el tratamiento T1 (Clon Jonathan a 83,333 plantas/ha) seguido del tratamiento T2 (Clon Jonathan a 62,500 plantas/ha) con 12.43 y 11.59 t/ha respectivamente. Los tratamientos Testigo (2.04 t/ha) y T11 (1.51 t/ha) produjeron los más bajos rendimientos de camote de segunda.



**Figura 28.** Interacción Clon por Densidad de siembra en el rendimiento de raíces reservantes de segunda.

Al analizar la figura 28, se observa que el Clon Jonathan (c1) tiene una respuesta directa y positiva al incremento de los niveles de las densidades de siembra en cuanto a la producción de camote de segunda, de este modo con a la densidad d4 (50,000 plantas/ha) se obtienen 8.46 t/ha y el mejor rendimiento se obtiene a la más alta densidad de siembra 83,333 plantas/ha (d1) con 12.43 t/ha superando a los Clones Sauce (c2) y Milagroso (c3).

En tanto que la mejor respuesta del clon Sauce se presenta a menor densidad de siembra de 50,000 plantas/ha con 7.54 t/ha de camote de segunda; y el clon Milagroso cuenta como mejor resultado 3.15 t/ha a la máxima densidad de siembra de 83,333 plantas/ ha (d1).

Finalmente el análisis de varianza de la tabla 51, efectuado para el camote de descarte indica que existen diferencias altamente significativas entre los clones, las densidades y la interacción de ambos. Con un coeficiente de variabilidad de 1.30%

**Tabla 51.** Análisis de varianza para el rendimiento de raíces reservantes de descarte.

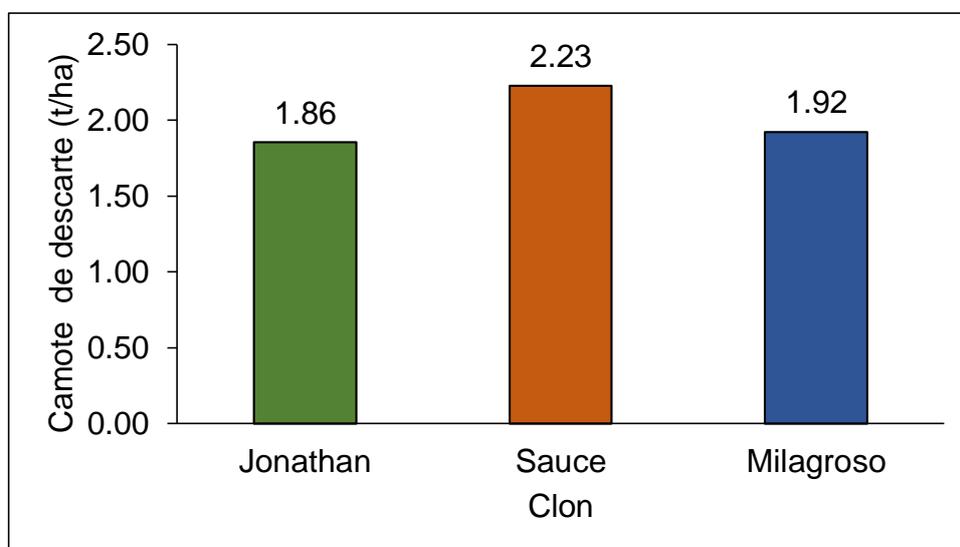
Fuente de Variabilidad	GL	SC	CM	FC	F <sub>0.05</sub>	F <sub>0.01</sub>	Sig.
Bloque	2	0.00	0.00	0.26	3.44	5.72	ns
Clon "C"	2	0.95	0.47	700.26	3.44	5.72	**
Densidad de siembra "D"	3	5.82	1.94	2874.92	3.05	4.82	**
Interacción C x D	6	9.23	1.54	2279.46	2.55	3.76	**
Error Experimental	22	0.01	0.00				
Total	35	16.01					

C.V. 1.30 %

La prueba de Tukey al 95% de probabilidad para los clones (tabla 52 y figura 29) muestra que el clon sauce obtuvo el mayor valor de raíces de descarte con 2.23 t/ha superando a los clones Milagroso (c3) y Jonathan (c1) con 1.92 y 1.86 t/ha respectivamente.

**Tabla 52.** Prueba de Tukey para Clon en el rendimiento de raíces reservantes de descarte.

Orden	Clon	Rendimiento de raíces de descarte	Sig. Tukey
1	C2: Sauce	2.23	a
2	C3: Milagroso	1.92	b
3	C1: Jonathan	1.86	c
X		2.00	
ALS(T) 0.05		0.05	

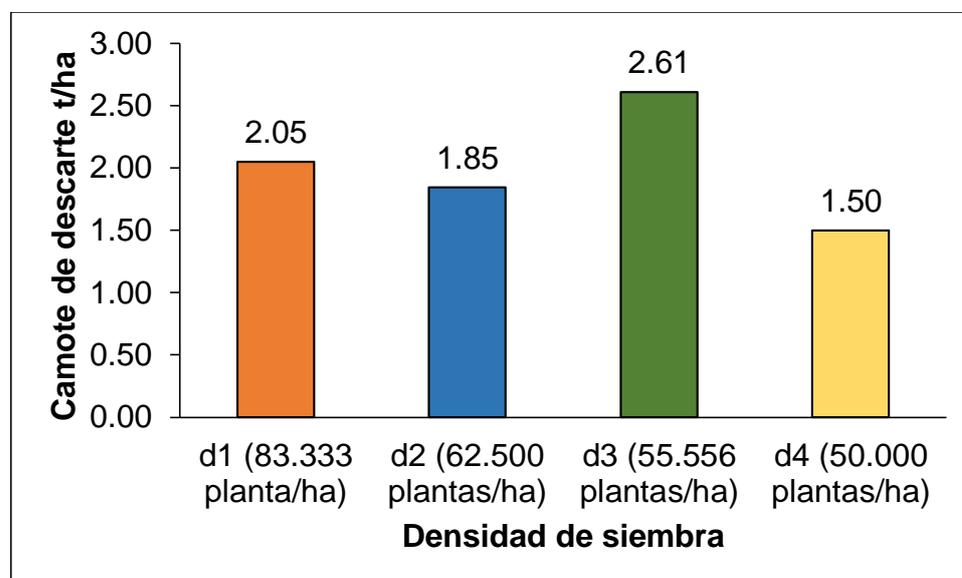


**Figura 29.** Efecto del Clon en el rendimiento de raíces reservantes de descarte.

Al efectuarse la prueba de Tukey al 95% de probabilidad para las densidades de siembra, se determinó que d3 (55,556 plantas/ha) tiene la mayor cantidad de raíces reservantes de descarte con 2.61 t/ha superando numérica y estadísticamente a las demás densidades de siembra (tabla 53 y figura 30).

**Tabla 53.** Prueba de Tukey para Densidad de siembra en el rendimiento de raíces reservantes de descarte.

Orden	Densidad de siembra	Rendimiento de raíces de descarte	Sig. Tukey
1	d3: 55,556 plantas/ha	2.61	a
2	d1: 83,333 plantas/ha	2.05	b
3	d2: 62,500 plantas/ha	1.85	c
4	d4: 50,000 plantas/ha	1.50	d
X		2.00	
ALS(T) 0.05		0.06	



**Figura 30.** Efecto de la Densidad de siembra en el rendimiento de raíces reservantes de descarte.

La prueba de significancia de Tukey al 95% de probabilidad (tabla 54) para la interacción clon por densidad muestra que el tratamiento T3 (clon Jonathan a 83,333 plantas/ha) con 3.42 t/ha de descarte supera numérica y estadísticamente a los demás tratamientos que se encuentran agrupados en siete grupos de significancia.

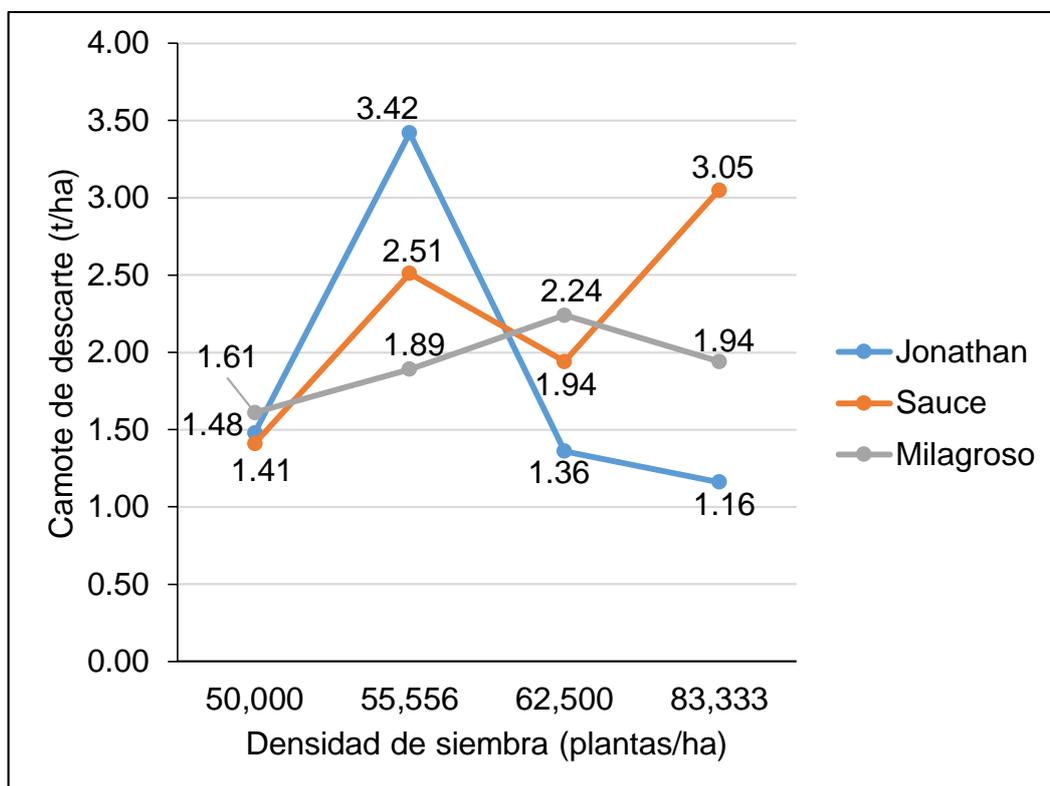
**Tabla 54.** Prueba de Tukey para la interacción Clon por Densidad de siembra en el rendimiento de raíces reservantes de descarte.

Orden	Tratamiento	Rendimiento de raíces de descarte	Sig. Tukey
1	T3	3.42	a
2	T5	3.05	b
3	T7	2.51	c
4	T10	2.24	d
5	T9	1.94	e
6	T6	1.94	e
7	T11	1.89	e
8	Testigo	1.61	f
9	T4	1.48	g
10	T8	1.41	g
11	T2	1.36	h
12	T1	1.16	i
x		2.00	
DLS 0.05		0.08	

Al analizar la figura 31, se observa que el Clon Jonathan (c1) tiene una respuesta directa y negativa al incremento de los niveles de las densidades de siembra en cuanto a la producción de camote de descarte, de este modo la mayor cantidad de camote de descarte se obtiene a la densidad de 55,556 plantas/ha (d3) coincidiendo con Rabines (1993) quien demostró que a un distanciamiento de 0.90m entre surcos y 0.20 entre plantas para este clon, se obtienen camotes de tamaño no comercial (que superan los 400 g.) e inclusive se presentan cuarteaduras en las raíces reservantes. Se aprecia también que para el mismo clon Jonathan se obtiene la mínima cantidad de descarte a 83,000 plantas/ha con 1.16 t/ha.

El clon Sauce (c2) presenta la mayor cantidad de camote de descarte a 83,333 plantas/ha (d1) con 3.05 t/ha, por lo que no sería conveniente su siembra en dicha densidad, porque las raíces no superan los 35g. Lo cual muestra que si bien el clon Sauce presentó la mayor cantidad de raíces por planta, éstos debido a la densidad de siembra resultaron ser descarte al no tener los calibres comerciales.

Por su parte el clon Milagroso (c3) obtiene lo menores valores de camote de descarte a los niveles de 50,000 plantas/ha (d4) y 55,556 plantas/ha (d3) con 1.89 y 1.48 t/ha respectivamente.



**Figura 31.** Interacción Clon por Densidad de siembra en el rendimiento de raíces reservantes de descarte (t/ha).

#### 4.2. Análisis de materia seca

El análisis de varianza efectuado para el porcentaje de materia seca (tabla 55) indica que existen diferencias significativas entre los clones.

Realizada la prueba de significancia de Tukey al 95% de probabilidad muestra que el clon Milagroso (c3) presenta el mayor porcentaje de materia seca con 30.40%, superando tanto estadística como numéricamente a los clones Sauce (c2) y Jonathan (c1) con 29.79 y 26.53% respectivamente (tabla 56).

Ninaquispe (1998) señala que las variedades de camote tienen diferente porcentaje de materia seca, teniendo como promedios 29.12% para el camote amarillo, 31.20% para el morado y 32.05% para el camote blanco. Ello explicaría la diferencia existente entre los clones materia del presente estudio.

**Tabla 55.** Análisis de varianza para porcentaje de materia seca.

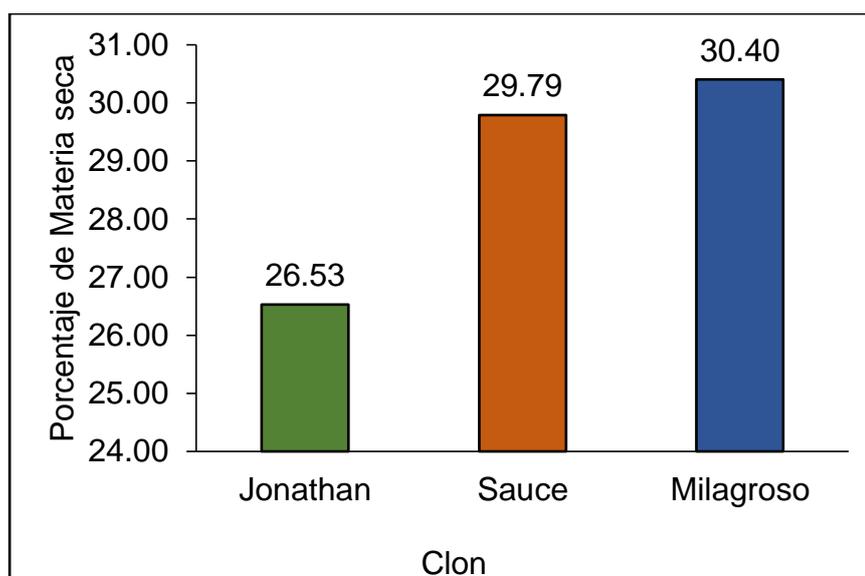
Fuente de Variabilidad	GL	SC	CM	FC	F <sub>0.05</sub>	F <sub>0.01</sub>	Sig.
Tratamientos	11	9.23	1.54	2,279.46	2.22	3.09	**
Error Experimental	24	0.01	0.36				
Total	35	16.01					

C.V. 2.07 %

**Tabla 56.** Prueba de Tukey para Clon en el porcentaje de materia seca.

Orden	Clon	Porcentaje de materia seca	Sig. Tukey
1	C3: Milagroso	30.40	a
2	C2: Sauce	29.79	b
3	C1: Jonathan	26.53	c
X		28.91	
ALS(T) 0.05		1.23	

En la figura 32 se indican los promedios del porcentaje de materia seca por cada clon en estudio. Evidenciando que existe una prevalencia del factor genético, dado que los camotes que obtuvieron los mejores porcentajes de materia seca son tipo Kumara (clones Sauce y Milagroso).



**Figura 32.** Porcentaje de materia seca en promedio por clones.

Según Salinas y Vásquez (2010) el porcentaje de materia seca del camote es importante, debido a que cerca del 70% de ese total es almidón y se ha demostrado su rentabilidad dado que puede ser utilizado como aditivo o materia prima principal en productos industriales.

En la tabla 57 se muestra la producción de materia seca en t/ha de los tratamientos en estudio, si bien el clon Jonathan (c1) tiene menor contenido de materia seca su producción por hectárea supera a los clones Sauce (c2) y Milagroso (c3).

**Tabla 57.** Producción de materia seca t/ha.

TRATAMIENTO	RENDIMIENTO (t/ha)	MATERIA SECA (%)	MATERIA SECA (t/ha)
T1 (c1xd1)	38.71	26.53	11.04
T2 (c1xd2)	30.33	26.53	8.65
T3 (c1xd3)	25.71	26.53	7.34
T4 (c1xd4)	20.76	26.53	5.92
T5 (c2xd1)	18.26	29.79	5.44
T6 (c2xd2)	18.24	29.79	5.43
T7 (c2xd3)	17.68	29.79	5.27
T8 (c2xd4)	16.32	29.79	4.86
T9 (c3xd1)	7.93	30.40	2.41
T10 (c3xd2)	7.45	30.40	2.26
T11 (c3xd3)	6.80	30.40	2.07
Testigo (c3xd4)	6.77	30.40	2.06

#### 4.3. Correlaciones y regresiones entre la densidad de siembra (x) y las características vegetativas y de rendimiento (y)

Al realizar las correlaciones simples (r.) que se muestran en la tabla 58. De las características vegetativas y de rendimiento evaluadas en la presente investigación que resultaron significativas estadísticamente al factor densidad de siembra (D), nos indican que la densidad de siembra se asoció positivamente con el porcentaje de cobertura foliar ( $r=0.8878^{**}$ ) y el rendimiento total de raíces reservantes ( $r=0.9728^{**}$ ).

Asimismo los resultados muestran que la densidad de siembra se asoció negativamente con el diámetro de raíces reservantes ( $r=0.6358^{**}$ ) y la longitud de raíces reservantes ( $r=0.9470^{**}$ ). Todo indica que las variaciones ocurridas en el rendimiento total de raíces reservantes se vio fuertemente influenciada por las características en mención.

Los coeficientes de regresión (b) presentados indican que al incrementar la densidad de siembra en una planta por hectárea también se incrementa: el porcentaje de cobertura foliar (0.0001) y el rendimiento total de raíces reservantes (0.0002). Con una dependencia exclusiva a la densidad de siembra, es decir, coeficientes de determinación ( $r^2 \times 100$ ) de 78.82% y 94.63%.

Asimismo los coeficientes de regresión (b) presentados indican que al incrementar la densidad de siembra en una planta por hectárea también se disminuye: el diámetro de raíces reservantes (-0.003) y la longitud de raíces reservantes (-0.00009). Con una dependencia exclusiva a la densidad de siembra, es decir, coeficientes de determinación ( $r^2 \times 100$ ) de 40.43% y 89.69 %.

**Tabla 58.** Coeficientes de correlación, de determinación y de regresión.

Características Vegetativas y de Rendimiento	Coeficiente de Correlación (r.)	Coeficiente de Determinación ( $r^2$ x 100)	Coeficiente de Regresión (b)
Porcentaje de cobertura foliar	0.8878**	78.82	0.0001**
Diámetro de raíces reservantes	0.6358**	40.43	-0.0003**
Longitud de raíces reservantes	0.9470**	89.69	- 0.00009**
Rendimiento total de raíces reservantes	0.9728**	94.63	0.0002**

Valores críticos de la r de Pearson para el ensayo:

$$r_{005} = 0.344$$

$$r_{001} = 0.472$$

Los diagramas de dispersión se muestran en el Anexo 01.

#### 4.4. Análisis económico

En la tabla 59 se presenta los costos fijos para una hectárea de cultivo de Camote (*Ipomoea batatas L.*) presentándose un costo fijo de inversión de S/. 4,214.10 y en la tabla 60 se aprecian los costos variables para una hectárea estimado para cada uno de los tratamientos en estudio, donde varía el costo de la semilla por las diferentes cantidades que se utilizan de acuerdo a la densidad de siembra, así como la mano de obra para la siembra y la cosecha. Se observa en dicho cuadro que los costos variables más altos se obtuvieron para los tratamientos T1 (Clon Jonathan a 83,333 plantas/ha), T5 (Clon Sauce a 83,333 plantas/ha) y T9 (Clon Milagroso a 83,333 plantas/ha) con un valor de S/. 2,874.99.

En la tabla 61 se observa que el tratamiento T1 (Clon Jonathan a 83,333 plantas/ha) presenta la mejor relación Beneficio/Costo (B/C) con 4.61, lo cual indica que por cada sol invertido se recupera la inversión y se obtiene una ganancia de S/. 3.61. En tanto que la menor relación B/C lo presentó el tratamiento T9 con 0.69; es decir que por cada sol invertido no se recupera la inversión y se obtiene una pérdida de S/. 0.31.

Asimismo la tabla 61 muestra que con el tratamiento T1 se obtiene el menor costo por kilogramo producido de camote con S/. 0.18 y el tratamiento T11 (Clon Milagroso a 55,556 plantas/ha) tiene el mayor costo por kilogramo producido con S/. 0.90.

**Tabla 59.** Costos de producción fijos para una hectárea del Cultivo de Camote.

RUBROS	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNIT. (S/.)	VALOR TOTAL (S/.)
<b>A. COSTOS DIRECTOS</b>				
<b>1. Maquinaria</b>				
1.1. Preparación del terreno				
- Arado, gradeo y surcado	H/M	6.00	80.00	480.00
1.2. Aporque				
- Aporque	H/M	2.00	80.00	160.00
1.3. Cosecha				
- Cosecha	H/M	4.00	80.00	320.00
Subtotal				960.00
<b>2. Mano de obra</b>				
2.1. Preparación del terreno				
- Riego machaco	Jornal	1.00	30.00	30.00
- Incorporación de materia orgánica	Jornal	2.00	30.00	60.00
- Limpieza de campo	Jornal	2.00	30.00	60.00
- Acondicionamiento de campo y apertura de regaderas	Jornal	1.00	30.00	30.00
2.2. Abonamiento				
- 1er Abonamiento	Jornal	2.00	30.00	60.00
- 2do Abonamiento	Jornal	1.00	30.00	30.00
2.3. Labores culturales				
- Deshierbo	Jornal	4.00	30.00	120.00
- Aporque	Jornal	1.00	30.00	30.00
- Riegos	Jornal	4.00	30.00	120.00
2.4. Control fitosanitario				
- Aplicación de pesticidas	Jornal	7.00	30.00	210.00
Subtotal				750.00
<b>3. Insumos</b>				
3.1. Abono				

- Abono Mallki	25 kg	40.00	13.00	520.00
<b>3.2. Fertilizantes (90 - 80 - 200)</b>				
- Sulfato de amonio	50 kg	8.00	36.00	288.00
- Multiphos	50 kg	5.00	88.00	440.00
- Cloruro de potasio	50 kg	7.00	72.00	504.00
<b>3.3. Pesticidas</b>				
- Bazuka (Glifosato)	lt	3.00	18.50	55.50
- Piboxim 500 SC (Carbendazim)	lt	1.00	55.00	55.00
- Dethomil 90 Ps (Methomyl)	kg	0.50	40.00	20.00
- Agrispon (Bioestimulante)	lt	0.50	90.00	45.00
- Greenzit pH (Regulador de pH)	lt	1.50	20.00	30.00
- Bamectin EC (Abamectina)	lt	0.50	90.00	45.00
- Lasser 600 SL (Metamidophos)	lt	3.00	35.00	105.00
- Pantera 720 SC (Azufre)	lt	2.00	16.00	32.00
- Tifon 4E EC (Chlorpyrifos)	lt	1.20	33.00	39.60
- Wuxal Potasio (Fertilizante Foliar)	lt	2.00	50.00	100.00
- Wuxal Calcio (Fertilizante Foliar)	lt	2.00	50.00	100.00
Subtotal				2379.10
Total de costos directos				4089.10
<b>B. COSTOS INDIRECTOS</b>				
Análisis de suelo	Unid.	1.00	75.00	75.00
Mantenimiento de equipo				
Equipos de fumigación y de campo	Unid.	2.00	25.00	50.00
Total de costos indirectos				125.00
<b>TOTAL</b>				<b>4,214.10</b>

**Tabla 60.** Costos variables para una hectárea del Cultivo de Camote.

COSTOS VARIABLES				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNIT. (S/.)	VALOR TOTAL (S/.)
T1 (c1xd1)				
Semilla (Esquejes)	Unidad	83333.00	0.03	2199.99
Siembra	Jornal	10.00	30.00	300.00
Cosecha	Jornal	12.50	30.00	375.00
TOTAL				2874.99
T2 (c1xd2)				
Semilla (Esquejes)	Unidad	62500.00	0.03	1650.00
Siembra	Jornal	7.50	30.00	225.00
Cosecha	Jornal	9.40	30.00	282.00
TOTAL				2157.00
T3 (c1xd3)				
Semilla (Esquejes)	Unidad	55556.00	0.03	1466.68
Siembra	Jornal	6.70	30.00	201.00
Cosecha	Jornal	8.30	30.00	249.00
TOTAL				1916.68
T4 (c1xd4)				
Semilla (Esquejes)	Unidad	50000.00	0.03	1320.00
Siembra	Jornal	6.00	30.00	180.00
Cosecha	Jornal	7.50	30.00	225.00
TOTAL				1725.00
T5 (c2xd1)				
Semilla (Esquejes)	Unidad	83333.00	0.03	2199.99
Siembra	Jornal	10.00	30.00	300.00
Cosecha	Jornal	12.50	30.00	375.00
TOTAL				2874.99
T6 (c2xd2)				
Semilla (Esquejes)	Unidad	62500.00	0.03	1650.00
Siembra	Jornal	7.50	30.00	225.00
Cosecha	Jornal	9.40	30.00	282.00
TOTAL				2157.00
T7 (c2xd3)				
Semilla (Esquejes)	Unidad	55556.00	0.03	1466.68
Siembra	Jornal	6.70	30.00	201.00
Cosecha	Jornal	8.30	30.00	249.00
TOTAL				1916.68
T8 (c2xd4)				
Semilla (Esquejes)	Unidad	50000.00	0.03	1320.00

Siembra	Jornal	6.00	30.00	180.00
Cosecha	Jornal	7.50	30.00	225.00
TOTAL				1725.00
T9 (c3xd1)				
Semilla (Esquejes)	Unidad	83333.00	0.03	2199.99
Siembra	Jornal	10.00	30.00	300.00
Cosecha	Jornal	12.50	30.00	375.00
TOTAL				2874.99
T10 (c3xd2)				
Semilla (Esquejes)	Unidad	62500.00	0.03	1650.00
Siembra	Jornal	7.50	30.00	225.00
Cosecha	Jornal	9.40	30.00	282.00
TOTAL				2157.00
T11 (c3xd3)				
Semilla (Esquejes)	Unidad	55556.00	0.03	1466.68
Siembra	Jornal	6.70	30.00	201.00
Cosecha	Jornal	8.30	30.00	249.00
TOTAL				1916.68
Testigo (c3xd4)				
Semilla (Esquejes)	Unidad	50000.00	0.03	1320.00
Siembra	Jornal	6.00	30.00	180.00
Cosecha	Jornal	7.50	30.00	225.00
TOTAL				1725.00

**Tabla 61.** Análisis económico de los tratamientos en estudio.

Tratamiento	Descripción	Rendimiento t/Ha	Costos Variables S/.	Costos Fijos S/.	Costo Total S/.	Costo/kg producido S/.	Beneficio Neto S/.	Utilidad S/.	Relación B/C
T - 1 (c1xd1)	Jonathan; 83,333 plantas/Ha	38.71	2,874.99	4,214.10	7,089.09	0.18	32,697.28	25,608.19	4.61
T - 2 (c1xd2)	Jonathan; 62,500 plantas/Ha	30.33	2,157.00	4,214.10	6,371.10	0.21	24,467.21	18,096.11	3.84
T - 3 (c1xd3)	Jonathan; 55,556 plantas/Ha	25.71	1,916.68	4,214.10	6,130.78	0.24	18,632.04	12,501.26	3.04
T - 4 (c1xd4)	Jonathan; 50,000 plantas/Ha	20.76	1,725.00	4,214.10	5,939.10	0.29	16,048.52	10,109.42	2.70
T - 5 (c2xd1)	Sauce; 83,333 plantas/Ha	18.26	2,874.99	4,214.10	7,089.09	0.39	12,650.35	5,561.25	1.78
T - 6 (c2xd2)	Sauce; 62,500 plantas/Ha	18.24	2,157.00	4,214.10	6,371.10	0.35	13,508.91	7,137.81	2.12
T - 7 (c2xd3)	Sauce; 55,556 plantas/Ha	17.68	1,916.68	4,214.10	6,130.78	0.35	13,257.88	7,127.10	2.16
T - 8 (c2xd4)	Sauce; 50,000 plantas/Ha	16.32	1,725.00	4,214.10	5,939.10	0.36	12,029.79	6,090.69	2.03
T - 9 (c3xd1)	Milagroso; 83,333 plantas/Ha	7.93	2,874.99	4,214.10	7,089.09	0.89	4,921.67	-2,167.42	0.69
T - 10 (c3xd2)	Milagroso; 62,500 plantas/Ha	7.45	2,157.00	4,214.10	6,371.10	0.86	4,542.62	-1,828.48	0.71
T - 11 (c3xd3)	Milagroso; 55,556 plantas/Ha	6.80	1,916.68	4,214.10	6,130.78	0.90	4,498.84	-1,631.94	0.73
Testigo (c3xd4)	Milagroso; 50,000 plantas/Ha	6.77	1,725.00	4,214.10	5,939.10	0.88	4,505.65	-1,433.45	0.76

Fecha del análisis : 20 de mayo del 2017

Precio de Kg. camote en campo : Primera (S/.1.00), Segunda (S/. 0.60) y Descarte (S/. 0.10)

## V. CONCLUSIONES

De acuerdo a los objetivos perseguidos y bajo las condiciones agroclimáticas en donde se ha llevado a cabo el trabajo de experimentación, se han obtenido las siguientes conclusiones:

1. Se determinó el rendimiento de cada uno de los tratamientos en estudio. Donde el tratamiento T1 (Clon Jonathan a 83,333 plantas/ha) presentó el mejor rendimiento con 38.71 t/ha siendo el 64.90% camote de primera (25.12 t/ha), el 32.10% camote de segunda (12.43 t/ha) y un mínimo descarte que representa el 3.00% (1.16 t/ha).
2. La densidad de siembra más apropiada para los Clones en estudio son: Para el Clon Jonathan 83.333 plantas/ha (0.80 m x 0.15 m), para el Clon Sauce 55.556 plantas/ha (0.90 m x 0.20 m) y para el Clon Milagroso 50.000 plantas/ha (0.80 m x 0.25 m).
3. Las densidades de siembra evaluadas (50,000, 55556, 62500 y 83,333 plantas/ha) tuvieron influencia significativa y correlación positiva para: el porcentaje de cobertura foliar y rendimiento total de raíces reservantes. Y para las características de longitud de raíces reservantes y diámetro de raíces reservantes se determinó que dichas correlaciones son negativas.
4. Producto de la interacción Clon por Densidad de siembra se determinó que al incrementar las densidades de siembra los rendimientos también aumentan, lo cual no necesariamente implica una mayor rentabilidad debido a que se obtiene un mayor porcentaje de raíces pequeñas que disminuyen la cantidad de raíces comerciales (Camote de primera y segunda).

5. Los clones Jonathan (c1) y Sauce (c2) tuvieron una adecuada cobertura foliar; los tratamientos: T9, T10, T11 y Testigo pertenecientes al Clon Milagroso (c3) cubrieron más prontamente el campo debido al crecimiento excesivo del follaje, en detrimento del rendimiento total.
6. El porcentaje de materia seca está influenciado por el factor genético, para el presente estudio el Clon Milagroso superó a los Clones Sauce (29.79%) y Jonathan (26.53%) con un contenido promedio de 30.40%.
7. Desde el punto de vista financiero el mejor tratamiento fue T1 (Clon Jonathan a 83,333 plantas/ha), puesto que el rendimiento potencial fue de 38.71 t/ha y presentó la más alta relación Beneficio/Costo con un valor de 4.61 y el menor costo por kilogramo producido de camote con S/. 0.18.

## VI. RECOMENDACIONES

1. Utilizar la densidad de siembra de 83,333 plantas/ha (0.80 m entre surcos y 0.15 m entre plantas) para el clon Jonathan porque con ésta se obtienen los mejores rendimientos y la mejor relación Beneficio/Costo.
2. No sembrar el Clon Jonathan a más de 20 cm entre plantas y 0.90 m entre surcos, para evitar obtener raíces reservantes de tamaño no comercial (muy grandes).
3. Replicar el experimento agrícola bajo condiciones climáticas normales cuya siembra sea efectuada durante la primavera preferentemente.
4. Investigar el efecto de la fertilización potásica y fosforada en el rendimiento del Camote, debido a que en el valle del Santa generalmente no se emplea dentro del programa de fertilización.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACCATINO, P., LARENAS, V. (1996). *Producción y uso de la batata o camote (Ipomoea batatas L.)*. Centro Internacional de la Papa, Serie La Platina, N° 58. Santiago, Chile. 82 p.

AGUILAR, P. (1970). *Estudio de tres modalidades de siembra y tres fórmulas de abonamiento en el cultivo de Camote* (tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria La Molina, Perú.

BONILLA, J. (2009). *Manual del cultivo de camote*. Proyecto de desarrollo de la cadena de valor y conglomerado agrícola. Chemonics International INC. Recuperado de internet el 15/06/2017 a las 15:20 de: <http://cenida.una.edu.ni>.

CALZADA, J. (1970). *Métodos estadísticos para la investigación*. (3era. Ed.). Lima, Perú: Editorial Jurídica S.A. 750p.

CAPA, J. (1992). *Prueba de 22 cultivares de camote (Ipomoea batatas L.), en el valle del Santa*. Manuscrito no publicado. Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional del Santa, Chimbote, Perú.4p.

CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA - CIP. (1988). *Informe anual CIP*. Lima, Perú. 232 p.

CHUQUIPIONDO, G. (1994). *Respuesta del cultivo de camote cv. Paramonguino a las modalidades de siembra, aporque y distanciamiento en el valle de cañete* (tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.

FAOSTAT (2014), *Estadística de la producción de camote en el mundo entre los años 2010 – 2014*. Recuperado de <http://faostat.fao.org>. El 19 de junio del 2017 a las 09:30 A.M.

FLORES, M. (2005). *Evaluación económica de la producción de camote mediante el empleo de semilla libre de virus en el valle de cañete* (tesis de maestría). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú. 67p.

FOLQUER, F. (1978). *La batata (camote) estudio de la planta y su producción comercial*. (1era. Ed). Buenos Aires, Argentina: Editorial Hemisferio Sur S.A. 122p.

FONSECA, R., MOLINA, J., ZUGER, R., Y WALKER, T. (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). 24 p.

HUAMÁN, Z. (1992). *Botánica sistemática y morfología de la planta de batata o camote*. Boletín de información técnica N<sup>o</sup> 25. CIP. Lima, Perú. 57p.

JONES, S. (1961). *Effect of irrigation on yield and evapotranspiration rate of sweet potatoes*. Proceeding of the American Society for Horticultural Science. 77: 458 – 462.

LINARES, E., BYE, R., RAMÍREZ, D. Y PEREDA, R., (2008). El camote. *Biodiversitas*, 81(1) ,11-15.

LÓPEZ, M. (2016). *Manejo fitosanitario y nutricional, como potencial de rendimiento del cultivo de camote (Ipomoea batatas L.) en el valle del Santa*. Manuscrito no publicado. E.A.P. Ingeniería Agrónoma de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional del Santa, Chimbote, Perú. 122p.

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO - MINAGRI. (2014). *Informe anual del MINAGRI*. Lima, Perú. 352 p.

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO - MINAGRI. (2015). *Intenciones de siembra, campaña agrícola 2015 –julio 2016*. Sistema Integrado de Estadística Agrícola. Lima, Perú. 859 p.

NINAQUISPE, P. (1998). *Determinación de las condiciones óptimas de fermentación en el proceso de enriquecimiento proteico del camote Amarillo (Ipomoea batatas L)*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional del Santa, Nuevo Chimbote, Perú.110p.

PANEQUE, G. (1990). Cultivation harvesting and storage of sweet potato products. *Roots, tuber, plantains and bananas in animal feeding*. 10(1), 203 – 215.

PASTOR, R. (1992). *Evaluación hídrica en la zona de Chanchamayo – Junín, utilizando como coberura vegetal el cultivo de camote* (tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. 157p.

PEÑARRIETA, R. (2001). *Evaluación de dos sistemas de producción de camote bajo condiciones del Zamorano* (tesis de pregrado). Universidad del Zamorano, Tegucigalpa, Honduras.

PYMERURAL (2013). *Manual de manejo de cultivo de camote*. Tegucigalpa, Honduras. 30 paginas, recuperado de [www.pymerural.org/camote](http://www.pymerural.org/camote). El 30 de mayo del 2017 a las 14:30 P.M.

QUISPE, P. (2014). *El camote – 6ta clase del curso de cultivos alimenticios*. Universidad nacional del Santa, Chimbote, Perú. 7 p.

RABINES, J. (1993). *Comparativo de rendimiento de cinco clones de camote (Ipomoea batatas L.), bajo dos densidades de siembra en condiciones de costa central* (tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú. 100 p.

REINA, O. (2015). *Respuesta del camote (Ipomoea batata L.) a la aplicación de cuatro tipos de abonos orgánicos en la zona de mira, provincia del Carchi* (tesis de pregrado). Universidad Técnica de Babahoyo, Carchi, Ecuador. 68p.

REYES, L. (2011). *Respuesta a la aplicación de bioestimulantes en el cultivo de camote (Ipomoea batata L.) en Yascón, cantón Bolivar, Provincia del Carchi* (tesis de pregrado). Universidad Técnica de Babahoyo, Carchi, Ecuador. 98p.

RIVERA, L. (2015). *Rendimiento del cultivo de camote INIA 320 aplicando el riego por goteo convencional e intermitente*. (tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú. 122p.

SAABEDRA, C. (1983). *Efecto de la densidad en la producción de papa (Solanum tuberosum) variedades Revolución y Huamachuco en el valle Santa*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca, Perú. 75p.

SALINAS, F., VASQUEZ, M. (2010). *Proyecto de diseño para la instalación de una planta procesadora de almidón de camote (Ipomoea batata)*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional del Santa, Nuevo Chimbote, Perú. 145p.

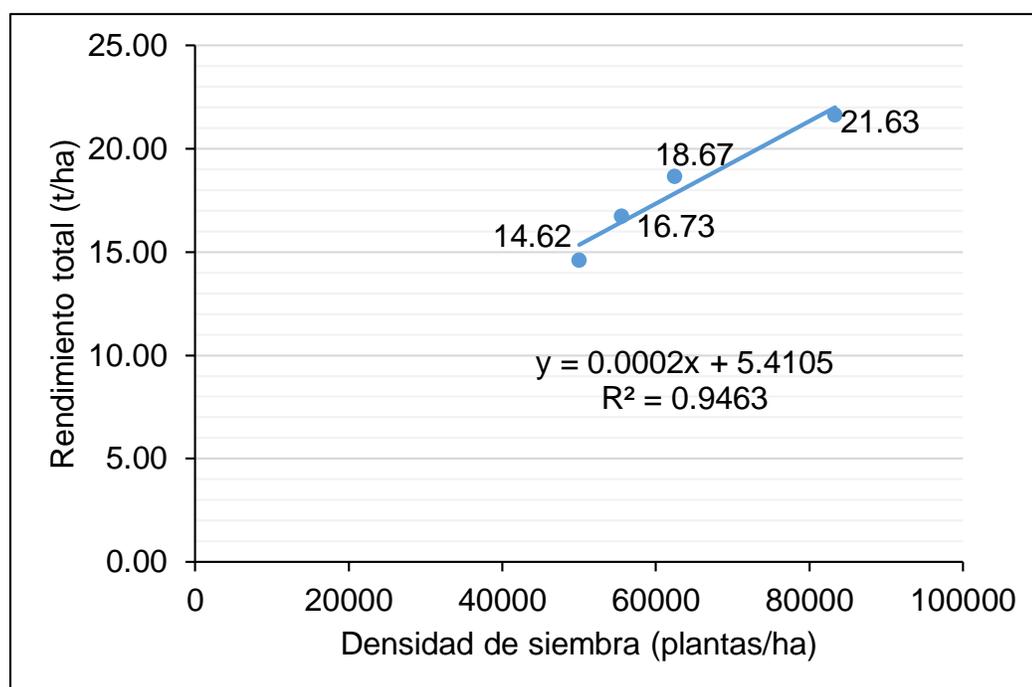
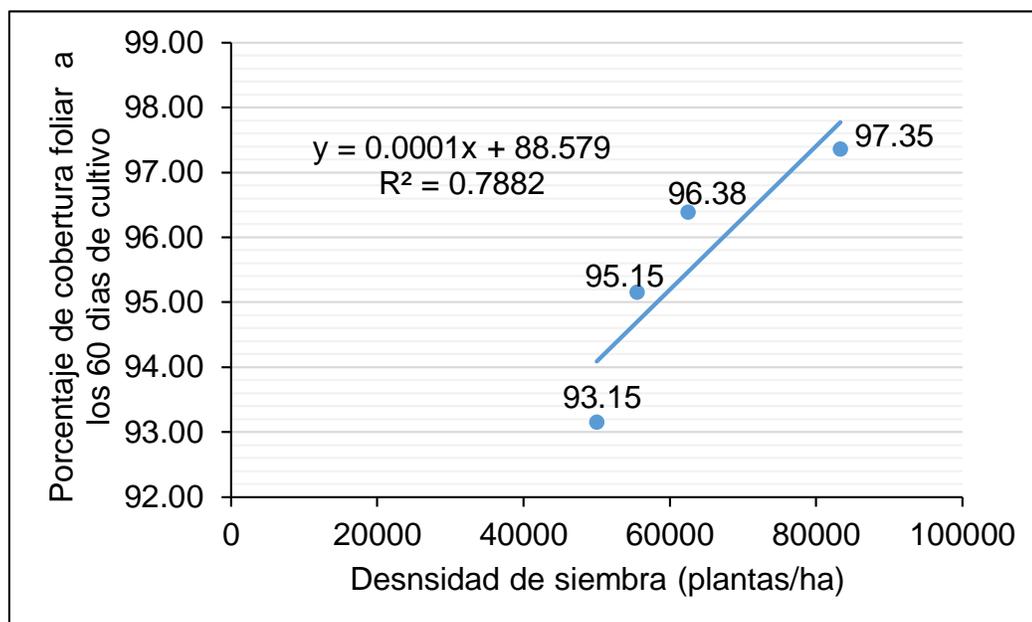
SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA – SENAMHI. (2017). *El fenómeno del niño costero*. Nota de prensa recuperada el 15/04/2017 de Internet a las 16:24 de [www.senamhi.gob.pe](http://www.senamhi.gob.pe)

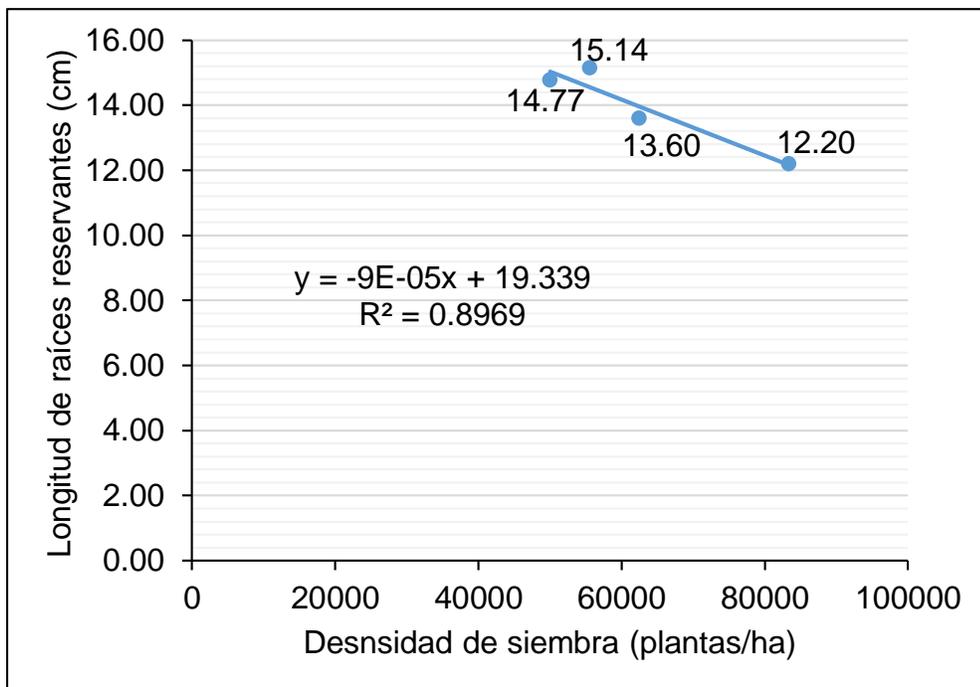
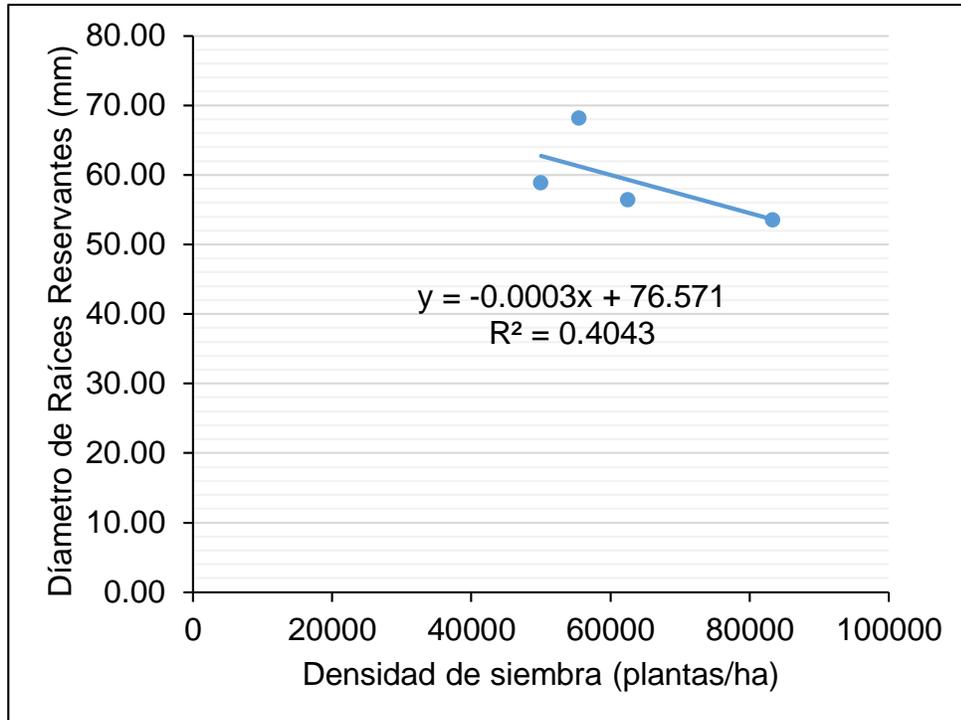
SIGUEÑAS, S. (2004). *Evaluación de clones de papa tolerantes al calor para procesamiento en la parte baja del valle de Chancay - Lambayeque*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque, Perú. 90p.

WUBANECHI, S. (2014). *Effect of planting density on growth and yield of Sweet potato [Ipomoea batatas (L) Lam] varieties in Habru district, northern Ethiopia* (Tesis de Maestría). Haramaya University, Haramaya, Etiopía. 98p.

## VIII. ANEXOS

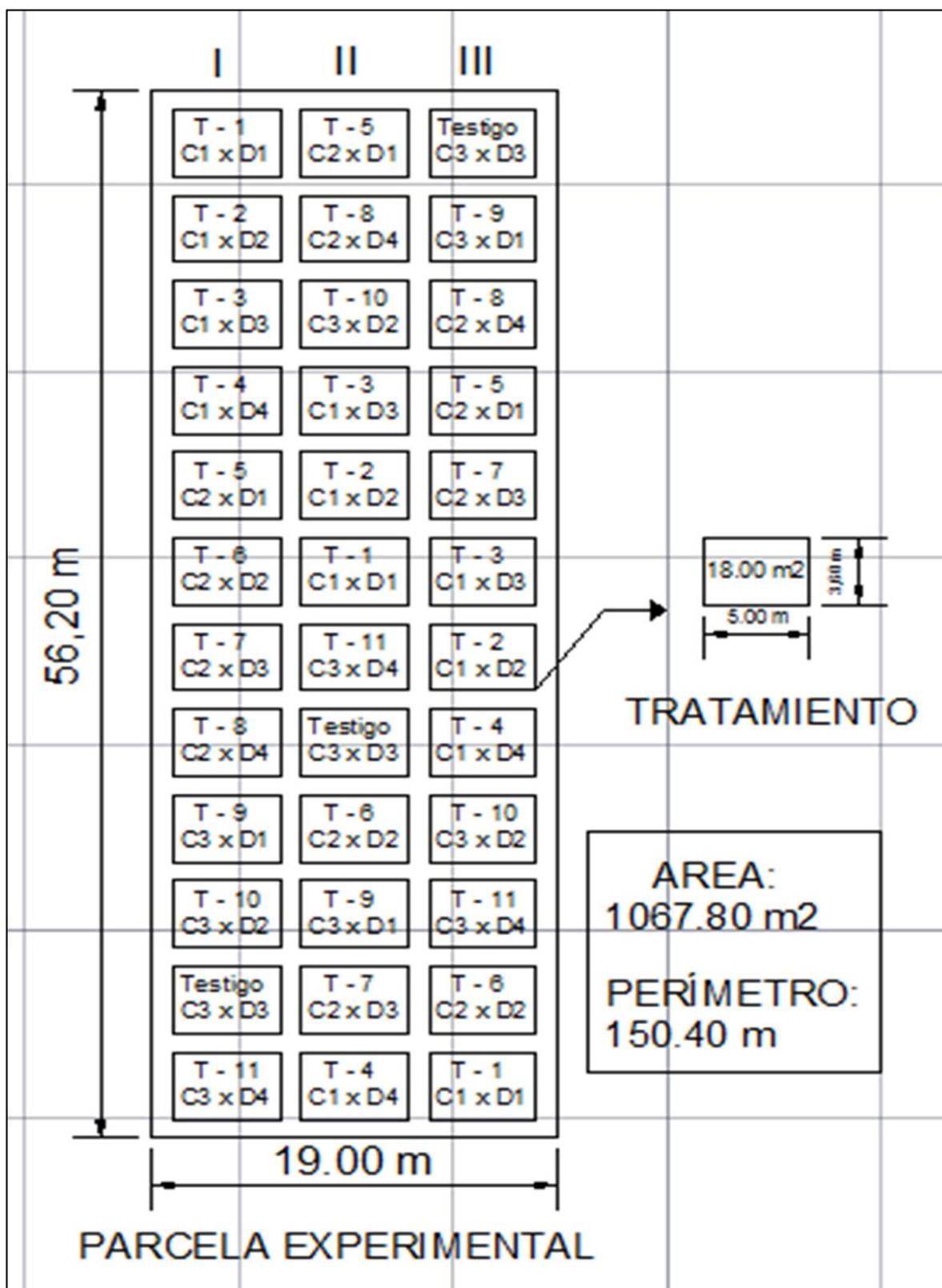
ANEXO 01. Diagramas de dispersión de correlaciones y regresiones entre la densidad de siembra (x) y las características vegetativas y de rendimiento (y).







ANEXO 03. Mapa de distribución de tratamientos en la parcela experimental



## ANEXO 04. Ficha técnica de abono "Mallki"



### Abono Mejorador de suelos 100% natural

obtenido de la degradación controlada de material orgánico seleccionado de primera calidad.



**Ingredientes**  
Residuos sólidos de la crianza de aves, restos vegetales y arcilla agrícola.

**Propiedades del producto**

- ✔ Alta capacidad de retención de agua.
- ✔ Es un producto estandarizado, procesado y libre de impurezas.
- ✔ No contiene organismos patógenos.
- ✔ Mejora la absorción de los fertilizantes y de los nutrientes del suelo.
- ✔ Contiene organismos benéficos que mejoran la fertilidad.

Macro Nutriente		%
Nitrógeno	(N)	1.0 - 2.0
Fósforo	(P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	2.2 - 3.0
Potasio	(K <sub>2</sub> O)	2.5 - 3.0
Calcio	(CaO)	2.4 - 3.5
Magnesio	(MgO)	1.0 - 1.7
Azufre	(S)	0.3 - 0.5

Micro Nutriente		ppm
Manganeso	(Mn)	500 - 800
Boro	(B)	40 - 60
Zinc	(Zn)	400 - 500
Cobre	(Cu)	70 - 100
Hierro	(Fe)	2000 - 2500

**Usos y aplicaciones**  
Se recomienda para todo tipo de cultivos, dosificando las cantidades dependiendo del cultivo y el tipo de terreno sobre el que se desea emplear. Su calidad permite su uso en agricultura convencional y orgánica.

**Propiedades Físicas**

Aspecto: Textura de polvo fino  
Color: Café oscuro  
Olor: Característico

**Propiedades Químicas**

Humedad: 20 a 25%  
Materia orgánica: 40 a 45%  
PH: 7.0 a 8.0  
C.E. (Ds/m): 17 a 22  
Retención de humedad: 100%

**Información sobre Seguridad:**

**Resumen de Riesgo**  
Producto NO tóxico ni irritante, es material orgánico biodegradable.

**Primeros auxilios**

Tras contacto con la piel:	Lavar con agua.
Tras contacto con los ojos:	Lavar con abundante agua.
Tras ingestión:	Beber abundante agua.
Inhalación:	No irritante.

**Medidas en caso de incendio**  
Producto NO TÓXICO ni inflamable.

**Medidas en caso de derrame accidental**

Precauciones personales:	Ninguna recomendación, sin riesgo alguno.
Método de limpieza:	Recoger lo derramado con escoba y/o pala.

**Manipulación y almacenamiento**

Manipulación:	Usar como precaución guantes, anteojos y mascarillas para el polvo.
Condiciones de almacenamiento:	Almacenar en ambiente ventilado bajo sombra.



Para mayor información contactarse con nuestro equipo técnico a los siguientes teléfonos:  
266-3385 / 268-4335 / 987526118.

ANEXO 05. Panel fotográfico



**Fotografía 01.** Aplicación de herbicida



**Fotografía 02.** Pasado de gradón



**Fotografía 03.** Surcado



**Fotografía 04.** Delimitación del área experimental.



**Fotografía 05.** Incorporación de abono de fondo "Mallki".



**Fotografía 06.** Siembra de esquejes 14/12/2016



**Fotografía 07.** Primera fumigación a los 7 días después de la siembra.



**Fotografía 08.** Evaluación del porcentaje de prendimiento a los quince días después de la siembra.



**Fotografía 09.** Desmalezado a los 15 días de cultivo.



**Fotografía 10.** Riego previo al aporque a los 27 días de cultivo.



**Fotografía 11.** Aporque a los 30 días de cultivo.



**Fotografía 12.** Evaluación del porcentaje de cobertura foliar a los 30 días de cultivo.



**Fotografía 13.** Evaluación de altura de planta a los 30 días de cultivo.



**Fotografía 14.** Instalación de trampas de melaza, a los 35 días de Cultivo.



**Fotografía 15.** Instalación de trampas amarillas, a los 35 días de Cultivo



**Fotografía 16.** Evaluación de trampas de melaza a los 3 días después de la instalación.



**Fotografía 17.** Daños ocasionados por *Spodoptera eridania*.



**Fotografía 18.** Evaluación de trampas de melaza 21 días después.



**Fotografía 19.** Evaluación de altura de planta a los 60 días de cultivo.



**Fotografía 20.** Evaluación del porcentaje de cobertura foliar a los 60 días de cultivo.



**Fotografía 21.** Vista panorámica del campo experimental a los 70 dds.



**Fotografía 22.** Raíz reservante de camote Jonathan a los 90 dds.



**Fotografía 23.** Aplicación de fertilizantes foliares de K y Ca a los 95 dds.



**Fotografía 24.** Vista panorámica del campo a los 145 días de cultivo.



**Fotografía 25.** Quitado de follaje a 1 día previo a la cosecha.



**Fotografía 26.** Cosecha de camotes a los 150 días de cultivo.



**Fotografía 27.** Clasificación de camotes cosechados.



**Fotografía 28.** Evaluación longitud y diámetro de raíces reservantes.



**Fotografía 29.** Tipos de hojas de los clones en estudio: Sauce, Milagroso y Jonathan.



**Fotografía 30.** Color de piel y pulpa de los clones en estudio: Sauce, Jonathan y Milagroso.



**Fotografía 31 y 32.** Análisis del porcentaje de materia seca realizado en el los laboratorios de Análisis y Composición de Productos Agroindustriales de la Universidad Nacional del Santa.

## **I. DATOS GENERALES (PRE GRADO):**

### **1.1. UNIVERSIDAD:**

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

### **1.2. ESCUELA O CARRERA PROFESIONAL:**

INGENIERIA AGRÓNOMA

### **1.3. TITULO DE TRABAJO:**

COMPARATIVO DE RENDIMIENTO DE TRES CLONES DE CAMOTE (*Ipomoea batatas L.*) BAJO CUATRO DENSIDADES DE SIEMBRA EN EL VALLE DEL SANTA – ANCASH.

### **1.4. AREA DE INVESTIGACION:**

EXPERIMENTAL Y APLICADO

### **1.5. AUTORES:**

DNI: 70476414, FRANK IVAN ARANA TUESTA

DNI: 47683891, VILQUINICHE HUANCA WILDER ANTONIO

### **1.6. TITULO PROFESIONAL AL QUE CONDUCE:**

INGENIERO AGRÓNOMO

### **1.7. AÑO DE APROBACION DE LA SUSTENTACION:**

2017

## **II. CONTENIDO DEL RESUMEN:**

### **2.1. PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO:**

#### **2.1.1. Formulación del Problema:**

¿Cuál será el efecto de cuatro densidades de siembra en el rendimiento de 3 clones de camote (*Ipomoea batatas L.*) bajo las condiciones agroclimáticas del Valle del Santa - Ancash?

### **2.2. OBJETIVOS:**

#### **2.2.1. Objetivo General:**

- Determinar el rendimiento de tres clones de camote bajo cuatro densidades de siembra en el valle del Santa.

#### **2.2.2. Objetivos Específicos:**

- Identificar el tratamiento con mejor rendimiento.
- Determinar la mejor densidad de siembra para cada uno de los clones en estudio.
- Determinar la interacción clon por densidad en la producción de camote.
- Determinar la rentabilidad de los tratamientos en estudio.

### **2.3. HIPOTESIS:**

- El incremento de la densidad de siembra tiene un efecto directo y significativo sobre el rendimiento de los clones de camote (*Ipomoea batatas L.*) bajo las condiciones agroclimáticas del Valle del Santa.

## **2.4. MARCO TEORICO:**

Rabines (1993) señala que existe una tendencia a reducir los distanciamientos entre surcos y entre plantas en el cultivo de camote. El incremento de las densidades de siembra por hectárea ha permitido obtener mayores rendimientos y raíces reservantes de tamaño mediano que tienen una mayor demanda comercial, con lo que se está llegando a poblaciones de: 55, 555 plantas/ha (0.90 m entre surcos x 0.20 m entre plantas) y 83, 333 plantas/ha (0.80 m entre surcos x 0.15 m entre plantas).

El CIP (1988) indica que se ha comprobado la conveniencia de cultivar el camote a mayor densidad, bajo los siguientes parámetros: 0.80 m y 0.90 m entre surcos, y entre golpes de 0.15 m a 0.25 m, utilizándose un esqueje por golpe. Y Paneque (1990), en una investigación realizada en el Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria (CENSA) - Cuba, obtuvo un mejor rendimiento del cultivo de camote 30 t/ha a un distanciamiento de siembra de 0.90 m x 0.20 m.

## **2.5. CONCLUSIONES:**

De acuerdo a los objetivos perseguidos y bajo las condiciones agroclimáticas en donde se ha llevado a cabo el trabajo de experimentación, se han obtenido las siguientes conclusiones:

- Se determinó el rendimiento de cada uno de los tratamientos en estudio. Donde el tratamiento T1 (Clon Jonathan a 83,333 plantas/ha) presentó el mejor rendimiento con 38.71 t/ha siendo el 64.90% camote de primera (25.12 t/ha), el 32.10% camote de segunda (12.43 t/ha) y un mínimo descarte que representa el 3.00% (1.16 t/ha).

- La densidad de siembra más apropiada para los Clones en estudio son: Para el Clon Jonathan 83.333 plantas/ha (0.80 m x 0.15 m), para el Clon Sauce 55.556 plantas/ha (0.90 m x 0.20 m) y para el Clon Milagroso 50.000 plantas/ha (0.80 m x 0.25 m).
- Las densidades de siembra evaluadas (50,000, 55556, 62500 y 83,333 plantas/ha) tuvieron influencia significativa y correlación positiva para: el porcentaje de cobertura foliar y rendimiento total de raíces reservantes. Y para las características de longitud de raíces reservantes y diámetro de raíces reservantes se determinó que dichas correlaciones son negativas.
- Producto de la interacción Clon por Densidad de siembra se determinó que al incrementar las densidades de siembra los rendimientos también aumentan, lo cual no necesariamente implica una mayor rentabilidad debido a que se obtiene un mayor porcentaje de raíces pequeñas que disminuyen la cantidad de raíces comerciales (Camote de primera y segunda).
- Los clones Jonathan (c1) y Sauce (c2) tuvieron una adecuada cobertura foliar; los tratamientos: T9, T10, T11 y Testigo pertenecientes al Clon Milagroso (c3) cubrieron más prontamente el campo debido al crecimiento excesivo del follaje, en detrimento del rendimiento total.
- El porcentaje de materia seca está influenciado por el factor genético, para el presente estudio el Clon Milagroso superó a los Clones Sauce (29.79%) y Jonathan (26.53%) con un contenido promedio de 30.40%.
- Desde el punto de vista financiero el mejor tratamiento fue T1 (Clon Jonathan a 83,333 plantas/ha), puesto que el rendimiento potencial fue

de 38.71 t/ha y presentó la más alta relación Beneficio/Costo con un valor de 4.61 y el menor costo por kilogramo producido de camote con S/. 0.18.

## **2.6. RECOMENDACIONES:**

- Utilizar la densidad de siembra de 83,333 plantas/ha (0.80 m entre surcos y 0.15 m entre plantas) para el clon Jonathan porque con ésta se obtienen los mejores rendimientos y la mejor relación Beneficio/Costo.
- No sembrar el Clon Jonathan a más de 20 cm entre plantas y 0.90 m entre surcos, para evitar obtener raíces reservantes de tamaño no comercial (muy grandes).
- Replicar el experimento agrícola bajo condiciones climáticas normales cuya siembra sea efectuada durante la primavera preferentemente.
- Investigar el efecto de la fertilización potásica y fosforada en el rendimiento del Camote, debido a que en el valle del Santa generalmente no se emplea dentro del programa de fertilización.

## **2.7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS:**

ACCATINO, P., LARENAS, V. (1996). Producción y uso de la batata o camote (*Ipomoea batatas* L.). Centro Internacional de la Papa, Serie La Platina, N° 58. Santiago, Chile. 82 p.

CALZADA, J. (1970). Métodos estadísticos para la investigación. (3era. Ed.). Lima, Perú: Editorial Jurídica S.A. 750p.

- CAPA, J. (1992). Prueba de 22 cultivares de camote (*Ipomoea batatas* L.), en el valle del Santa. Manuscrito no publicado. Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional del Santa, Chimbote, Perú. 4p.
- FLORES, M. (2005). Evaluación económica de la producción de camote mediante el empleo de semilla libre de virus en el valle de cañete (tesis de maestría). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú. 67p.
- FOLQUER, F. (1978). La batata (camote) estudio de la planta y su producción comercial. (1era. Ed). Buenos Aires, Argentina: Editorial Hemisferio Sur S.A. 122p.
- LÓPEZ, M. (2016). Manejo fitosanitario y nutricional, como potencial de rendimiento del cultivo de camote (*Ipomoea batatas* L.) en el valle del Santa. Manuscrito no publicado. E.A.P. Ingeniería Agrónoma de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional del Santa, Chimbote, Perú. 122p.
- RABINES, J. (1993). Comparativo de rendimiento de cinco clones de camote (*Ipomoea batatas* L.), bajo dos densidades de siembra en condiciones de costa central (tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú. 100 p.
- SALINAS, F., VASQUEZ, M. (2010). Proyecto de diseño para la instalación de una planta procesadora de almidón de camote (*Ipomoea batata*). (Tesis de pregrado). Universidad Nacional del Santa, Nuevo Chimbote, Perú. 145p.
- WUBANECHI, S. (2014). Effect of planting density on growth and yield of Sweet potato [*Ipomoea batatas* (L) Lam] varieties in Habru district, northern Ethiopia (Tesis de Maestría). Haramaya University, Haramaya, Etiopía. 98p.