

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA**

**LA MOLINA**

**ESCUELA DE POSGRADO**

**DOCTORADO EN AGRICULTURA SUSTENTABLE**



**“SOSTENIBILIDAD DEL CULTIVO DE CAMOTE (*Ipomoea batatas* L.) EN EL VALLE DE CAÑETE, PERÚ”**

**Presentada por:**

**NORMA CAROLINA VALVERDE REYES**

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE DOCTOR**

***DOCTORIS PHILOSOPHIAE* EN AGRICULTURA SUSTENTABLE**

**Lima - Perú**

**2023**

## Document Information

---

<b>Analyzed document</b>	Tesis final carolina.pdf (D153218735)
<b>Submitted</b>	12/13/2022 12:27:00 PM
<b>Submitted by</b>	Raul Blas Sevillano
<b>Submitter email</b>	rblas@lamolina.edu.pe
<b>Similarity</b>	1%
<b>Analysis address</b>	rblas.unalm@analysis.arkund.com

## Sources included in the report

---

<b>SA</b>	<b>Universidad Nacional Agraria La Molina / 2. Tesis doctorado - Jacquelyn Pacheco Jimenez.pdf</b>	
	Document 2. Tesis doctorado - Jacquelyn Pacheco Jimenez.pdf (D149668832)	
	Submitted by: abeyer@lamolina.edu.pe	 <b>1</b>
	Receiver: abeyer.unalm@analysis.arkund.com	

---

## Entire Document

---

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA ESCUELA DE POSGRADO DOCTORADO EN AGRICULTURA SUSTENTABLE “  
SOSTENIBILIDAD DEL CULTIVO DE CAMOTE (Ipomoea batatas L.)  
EN EL VALLE DE CAÑETE, PERU” Presentada por: NORMA CAROLINA VALVERDE REYES  
TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE DOCTOR DOCTORIS PHILOSOPHIAE EN AGRICULTURA SUSTENTABLE Lima-Perú  
2022  
UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA  
DOCTORADO EN AGRICULTURA SUSTENTABLE “SOSTENIBILIDAD DEL CULTIVO DE CAMOTE (Ipomoea batatas L.) EN  
EL VALLE DE CAÑETE, PERU”  
TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE DOCTOR DOCTORIS PHILOSOPHIAE (Ph.D.) Presentado por: NORMA CAROLINA  
VALVERDE REYES Sustentada y aprobada ante el siguiente jurado: Dra. Luz Gómez Pando Dr. Raúl Blas Sevillano  
PRESIDENTE ASESOR Dr. Jorge Jiménez Dávalos Dr. Oscar Loli Figueroa MIEMBRO MIEMBRO Ph. D.  
Sergio Eduardo Contreras Liza MIEMBRO EXTERNO  
UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA ESCUELA DE POSGRADO “Año del Fortalecimiento de la Soberanía  
Nacional” Av. La Molina s/n La Molina, Lima – Perú 614 7800 anexos 209 – 200 / 614 7142 escuela@lamolina.edu.pe  
www.lamolina.edu.pe/posgrado ACTA DE SUSTENTACIÓN ASTD-EPG-UNALM: N° 22/2022 Los Miembros del Jurado  
que suscriben, reunidos para evaluar la sustentación de tesis presentada por la alumna  
NORMA CAROLINA VALVERDE REYES, titulada: “SOSTENIBILIDAD DEL CULTIVO DE CAMOTE (Ipomea batatas L.) EN EL  
VALLE DE CAÑETE, PERÚ”,

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA**

**LA MOLINA**

**DOCTORADO EN AGRICULTURA SUSTENTABLE**

**“SOSTENIBILIDAD DEL CULTIVO DE CAMOTE (*Ipomoea batatas* L.) EN EL VALLE DE CAÑETE, PERÚ”**

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE DOCTOR**

***DOCTORIS PHILOSOPHIAE (Ph.D.)***

**Presentada por:**

**NORMA CAROLINA VALVERDE REYES**

**Sustentada y aprobada ante el siguiente jurado:**

Dra. Luz Gómez Pando  
**PRESIDENTE**

Dr. Raúl Blas Sevillano  
**ASESOR**

Dr. Jorge Jiménez Dávalos  
**MIEMBRO**

Dr. Oscar Loli Figueroa  
**MIEMBRO**

Ph. D. Sergio Eduardo Contreras Liza  
**MIEMBRO EXTERNO**

## **DEDICATORIA**

- ❖ A Dios por brindarme salud, vida, sabiduría y ser mi guía en todas mis decisiones.
- ❖ A mis padres Felix Valverde y Norma Reyes, por su apoyo en el presente trabajo de tesis, ambos me inculcaron respeto, humildad, honradez, ser justo y ante adversidades siempre seguir adelante.

## **AGRADECIMIENTOS**

Al Dr. Raúl Blas Sevillano, patrocinador de la tesis, por su valiosa orientación al trabajo de investigación, y por su acompañamiento en todo el proceso de desarrollo del presente trabajo.

A los miembros del Comité Consejero, Dr. Oscar Loli Figueroa, Dr. Jorge Jiménez Dávalos, por el conocimiento recibido durante los cursos y orientación otorgada, en beneficio del desarrollo del presente trabajo de investigación y así poder culminar la presente tesis.

Agradecimiento especial a los docentes del programa de Doctorado de Agricultura Sustentable por transmitir sus conocimientos, experiencias que han fortalecido mis competencias profesionales, así también el reconocimiento a un buen amigo Rember Pinedo por su enorme aporte durante la etapa de la investigación en campo.

A todo el personal administrativo de la Escuela de Postgrado de la Universidad Nacional Agraria La Molina, por las facilidades y apoyo en todos los trámites durante el desarrollo del plan de estudios del PDAS-UNALM.

# ÍNDICE GENERAL

I.	INTRODUCCIÓN .....	1
II.	REVISIÓN DE LITERATURA .....	4
2.1.	Cultivo de camote.....	4
2.1.1.	Importancia del cultivo de camote .....	4
2.1.2.	Taxonomía y morfología .....	5
2.1.3.	Denominación .....	5
2.1.4.	Origen.....	5
2.1.5.	Condiciones agroclimáticas.....	5
2.1.6.	Principales variedades comerciales de camote en el Peru.....	6
2.1.7.	La adopción de variedades .....	7
2.1.8.	Descripción botánica y agronómica .....	7
2.1.8.1.	Morfología.....	7
2.1.8.2.	Aspectos agronómicos.....	8
2.1.8.2.1.	Propagación.....	8
2.1.8.2.2.	Preparación de terreno.....	8
2.1.8.2.3.	Siembra .....	9
2.1.8.2.4.	Fertilización.....	9
2.1.8.2.5.	Aporque y limpia.....	10
2.1.8.2.6.	Cosecha .....	10
2.1.8.3.	Insectos plaga del cultivo de camote.....	11
2.1.8.4.	Rendimiento del camote.....	11
2.1.8.5.	Selección .....	12
2.1.8.6.	Almacenaje.....	12
2.1.8.7.	Comercialización.....	12
2.1.9.	Valor nutricional.....	12
2.1.10.	Distribución geográfica .....	14
2.1.11.	Evolución y perspectivas del cultivo de camote.....	14
2.1.11.1.	Producción mundial.....	14
2.1.11.2.	Producción del Perú.....	15
2.1.12.	Camote en el valle de Cañete .....	17
2.2.	Desarrollo agrícola sustentable .....	18
2.3.	Modelos metodológicos para evaluar la sustentabilidad de la agricultura .....	18
2.4.	Indicadores para la evaluación de la sustentabilidad de la agricultura.....	19
2.5.	Metodología para evaluar la sustentabilidad de cultivos con uso de indicadores ...	20
III.	MATERIALES Y MÉTODOS .....	22
3.1.	Ubicación geográfica.....	22
3.2.	Descripción de la metodología del estudio.....	23

3.3.	Población y muestra.....	23
3.4.	Material vegetativo.....	23
3.5.	Equipos y herramientas.....	24
3.6.	Metodología según los objetivos del estudio.....	24
3.6.1.	Caracterización de las unidades de producción de camote en San Luis. Cañete .....	24
3.6.1.1.	La tipificación de sistemas productivos.....	24
3.6.1.2.	Procedimiento estadístico.....	25
3.6.2.	Evaluar los niveles d fertilización en el rendimiento de dos cultivares de camote .....	25
3.6.3.	Variabes en evaluación.....	26
3.6.4.	Sostenibilidad de la producción de camote con métodos de análisis multivariado en el distrito de San Luis- Cañete.....	28
3.6.4.1.	Construcción de indicadores.....	28
3.6.4.2.	Estandarización y ponderación de los indicadores.....	29
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	31
4.1.	Caracterización de las unidades de producción de camote en San Luis Cañete.....	31
4.1.1.	Aspecto social de las UAP.....	31
4.1.2.	Análisis de componentes principales (ACP).....	35
4.1.3.	Análisis de los conglomerados de los UAP de camote en Cañete.....	38
4.2.	Niveles de fertilización en el rendimiento de dos cultivares de camote.....	40
4.3.	Sostenibilidad de la producción de camote con métodos de análisis multivariado En el distrito de San Luis- Cañete.....	45
4.3.1.	Validación de consistencia interna de los datos.....	45
4.3.2.	Análisis de la dimensión económica.....	46
4.3.3.	Dimensión social.....	47
4.3.4.	Dimensión ambiental.....	48
4.3.5.	Índice de sostenibilidad general (ISGgen).....	49
V.	CONCLUSIONES.....	51
5.1.	Caracterización de las unidades de producción de camote en San Luis- Cañete.....	51
5.2.	Niveles de fertilización en el rendimiento de dos cultivares de camote.....	51
5.3.	Sostenibilidad de la producción de camote con métodos de análisis multivariado en el distrito de San Luis- Cañete.....	53
VI.	RECOMENDACIONES.....	53
VII.	REFERENCIS BIBLIOGRÁFICAS.....	54
VIII.	ANEXOS.....	63

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Principales plagas de la planta de camote.....	11
Tabla 2: Composición química de la raíz reservante de camote en 100 gramos demuestra.....	13
Tabla 3: Intención de siembras por región según campaña, agosto 2013-julio 2017.....	16
Tabla 4: Rendimiento promedio de principales cultivos de raíces y tuberosas.....	17
Tabla 5: Población muestra para la realización de la encuesta, según el objetivo de estudio.....	23
Tabla 6: Cultivares y dosis de fertilización utilizados en el experimento.....	26
Tabla 7: Criterios y valor de los indicadores para evaluar la sostenibilidad económica, ambiental y sociocultural de las unidades de producción de camote en San Luis- Cañete.....	28
Tabla 8: Principales plagas en el cultivo de camote en San Luis-Cañete.....	35
Tabla 9: Eigenvalues y total de varianza explicada.....	36
Tabla 10: Matriz de componentes rotados con eigen vectores de la matriz de correlación para los cinco componentes principales de mayor relevancia.....	37
Tabla 11: Características del clúster 1 y 2 en agroecosistemas de San Luis- Cañete.....	39
Tabla 12: Análisis de variancia de dos cultivares en cuatro niveles de fertilización para altura de planta, peso de follaje, rendimiento total y rendimiento comercial.....	41
Tabla 13: Prueba de comparación de medias de rango múltiple Duncan al 0,05 de cultivares en promedio de nivel de fertilización para altura de planta, peso de follaje, rendimiento total y rendimiento comercial.....	42

Tabla 14: Prueba de comparación de medias de rango múltiple Duncan al 0,05 de dosis de fertilización en promedio de cultivares para altura de planta, peso de follaje, rendimiento total y rendimiento comercial.....44

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Porcentaje de área sembrada del cultivo de camote en el valle de cañete.....	7
Figura 2: Producción mundial de camote por continente entre el 2000-2014.....	15
Figura 3: Intensión de siembras del cultivo de camote agrupadas por zonas de mayor producción.....	15
Figura 4: Localización de las unidades productoras de camote en el distrito de San Luis Cañete.....	22
Figura 5: Unidad de producción agropecuaria.....	32
Figura 6: Rango de edades de productores del valle de Cañete.....	32
Figura 7: Nivel de educación de los productores de camote.....	33
Figura 8: Clasificación de tenencia de tierras (ha) de UAP de camote en San Luis- Cañete, 2018.....	33
Figura 9: Fuente de mano de obra.....	34
Figura 10: Diversificación de cultivos.....	35
Figura 11: Agrupamiento de pequeños y medianos productores de camote en San Luis, Cañete.....	38
Figura 12: 2A = Nube de puntos de casos analizados en agroecosistemas del distrito de San Luis, Cañete. 2B = Medidas discriminantes de los sub indicadores analizados en agroecosistemas del distrito de San Luis Cañete.....	45
Figura 13: Diagrama tipo ameba de representación de nivel de sostenibilidad de subindicadores económicos.....	46
Figura 14: Diagrama de representación de nivel de sostenibilidad de sub indicadores sociales.....	47
Figura 15: Diagrama de representación tipo ameba de nivel de sostenibilidad de sub indicadores ambientales.....	48

Figura 16: Indicadores de sostenibilidad económica, social y ambiental e índice de sostenibilidad general de las unidades de producción de camote en agroecosistemas del distrito de San Luis Cañete.....49

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Encuesta estructurada para la caracterización y evaluación de las unidades productoras del cultivo de camote en el distrito de San Luis, Cañete, Lima- Perú.....	63
Anexo 2: Relación de tratamiento en estudio y número de repeticiones por tratamiento....	68
Anexo 3: Parcela experimental.....	68
Anexo 4: Características del campo.....	69
Anexo 5: Vistas fotográficas.....	69

## RESUMEN

El camote (*Ipomoea batata* (L.) Lam) es una especie de doble propósito (alimento humano y animal), cultivada en gran parte del mundo por su raíz tuberosa comestible, reconocido por su valor nutricional, económico y agronómico. En Perú, se cultiva principalmente en la costa, por ello, se plantearon los objetivos siguientes: 1) caracterizar las unidades de producción de camote en San Luis- Cañete, 2) evaluar los niveles de fertilización en el rendimiento de dos cultivares de camote y 3) determinar la sostenibilidad de la producción de camote en el distrito de San Luis- Cañete. Los datos para el análisis de la caracterización y sostenibilidad de la producción fueron obtenidos a través de encuestas realizadas a los productores de camote, los cuales fueron analizados por técnicas de estadística multivariadas, empleando una escala ordinal de 1 a 5 (1 se consideró como el menos sostenible y 5 en la escala valor ideal de sostenibilidad). En la fase experimental se evaluaron cuatro niveles de fertilización en el rendimiento de dos cultivares de camote bajo un diseño experimental de bloque completo al azar con arreglo factorial 2x4 con cuatro réplicas. Para el factor fertilizantes se emplearon cuatro niveles: D1 (60-40-100), D2 (80-60-120), D3 (120-80-80) y D4 (120-110-140); en el factor varietal se emplearon cultivares mejoradas Jonathan y Huambachero. Se encontraron pequeños productores que manejan hasta 3.42 ha de cultivo de camote y medianos productores que manejan en promedio 6.11 ha. En la fase experimental, el mayor rendimiento total y comercial de camote se alcanzó con el cultivar Jonathan con 28072.92 kg/ha<sup>-1</sup> y 23085.94 kg/ha<sup>-1</sup> respectivamente. Con el nivel de fertilización D4 (120-110-80) se encontró el mayor rendimiento total y comercial de raíces reservantes con 29947.92 kg/ha<sup>-1</sup> y 24869.79 kg/ha<sup>-1</sup>. El Índice de Sostenibilidad General (ISGen) para las 50 unidades agrícolas es 2.93; por consiguiente, no califican como sistemas sostenibles, aun cuando el indicador Económico (IE) y el Indicador Social (IS) superan el umbral mínimo de sostenibilidad con 3.18 y 3.22 respectivamente. El Indicador Ambiental (IA) alcanzó el menor valor de sostenibilidad de 2.39; por lo tanto, de acuerdo a la propuesta metodológica multidimensional utilizada las unidades productoras de camote se encuentran en desequilibrio por los modelos de producción predominantes basados en monocultivo con alta dependencia de insumos externos que pueden deteriorar los recursos del agroecosistema en estudio.

**Palabras clave:** cultivar, *Ipomoea batatas*, raíces reservantes, sostenibilidad agrícola, sistema de producción.

## ABSTRACT

The sweet potato (*Ipomoea batata* (L.) Lam) is a dual-purpose species, cultivated in most of the world for its edible tuberous root, recognized for its nutritional, economic and agronomic value. In Peru, it is grown mainly on the coast, therefore, the following objectives were proposed: 1) Characterize the sweet potato production units in San Luis-Cañete, 2) Evaluate the levels of fertilization in the yield of two sweet potato cultivars and 3) and determine the sustainability of sweet potato production in the San Luis-Cañete district. The data for the analysis of the characterization and sustainability of production were obtained through surveys of sweet potato producers, which were analyzed by multivariate statistical techniques, using an ordinal scale of 1 to 5 (1 was considered as the less sustainable and 5 on the ideal sustainability value scale). In the experimental phase, four levels of fertilization were evaluated in the yield of two sweet potato cultivars under a design experimental randomized complete block with 2x4 factorial arrangement with four replications. Four levels were used for the fertilizer factor: D1 (60-40-100), D2 (80-60-120), D3 (120-80-80) and D4 (120-110-140); in the varietal factor, the improved cultivars Jonathan and Huambachero were used. Small producers were found to manage up to 3.42 ha of sweet potato cultivation and medium producers managed an average of 6.11 ha. In the experimental phase, the highest total and commercial yields of sweet potato were reached with the cultivar Jonathan of 28072.92 kg/ha<sup>-1</sup> and 23085.94 kg/ha<sup>-1</sup> respectively. With the fertilization level D4 (120-110-80) the highest total and commercial yield of storage roots were found at 29947.92 kg/ha<sup>-1</sup> and 24869.79 kg/ha<sup>-1</sup>. The General Sustainability Index (ISGen) for the 50 agricultural units is 2.93; therefore, they do not qualify as sustainable systems, even though the Economic Indicator (IE) and the Social Indicator (SI) exceed the minimum sustainability threshold of 3.18 and 3.22 respectively. The Environmental Indicator (IA) reached the lowest sustainability value of 2.39; Therefore, according to the multidimensional methodological proposal used, the sweet potato producing units are in imbalance due to the predominant production models based on monoculture with high dependence on external inputs that can deteriorate the resources of the agroecosystem under study.

**Keywords:** cultivar, *Ipomoea batatas*, storage roots, agricultural sustainability, production system.

## I. INTRODUCCIÓN

El camote (*Ipomoea batatas* L.) se cultiva en más de 100 países y es considerado el quinto alimento más importante en los países en desarrollo (Cusumano y Zamudio 2013, Basurto *et al.* 2016, Taiz y Zeiger 2002 citado por Figueroa 2015), asimismo, es visto como una alternativa que pueden contribuir a solucionar problemas de seguridad alimentaria (Basurto *et al.* 2016, Vidal *et al.* 2018, Huamán 1992, Figueroa 2015). El camote de pulpa anaranjada (OFSP) ha ganado un interés considerable por su capacidad para aliviar la deficiencia de vitamina A mediante su biofortificación (Low *et al.* 2007, Islam *et al.* 2016).

En 2017, la superficie cultivada y la producción total en el mundo fueron de 9,2 millones de hectáreas y 112,8 millones de toneladas (FAOSTAT 2017). En el año 2050 se menciona que la población seguirá crecimiento a más de 9000 millones de personas y que para amortizar la creciente demanda de alimentos será necesario incrementar la producción en un 60 por ciento a nivel mundial y en países en desarrollo en un 100 por ciento (FAO 2015), lo cual nos expresa que el desafío será identificar especies de cultivos variables principales que sostenga la seguridad alimentaria.

En el Perú la geografía agropecuaria es heterogénea, con una multitud de climas y pisos altitudinales utilizados para la agricultura, separados entre sí por otras clases de tierras (desierto costero, selva tropical o zonas de alta montaña) donde se distribuyen distintos sistemas de producción (Maletta 2017). A nivel de costa existe una estrecha franja irrigada por ríos que discurren por cuencas desde las partes altas de las cordilleras del lado occidental y gracias a la disponibilidad de agua los valles ubicados en la costa han desarrollado sistemas de producción con mediana y gran tecnología. Uno de ellos es el valle de Cañete en el departamento de Lima, zona agrícola con más de 20 mil hectáreas de las cuales anualmente se siembran entre 5000 a 7000 ha de camote, principalmente por los pequeños agricultores, que conforman el 75 por ciento del total de agricultores del valle (MINAGRI 2016).

El cultivo de camote se realiza desde los valles de la costa hasta los valles interandinos y parte de la selva entre 500 a 2000 msnm (Villagómez 2015). En la costa, particularmente en la provincia de Cañete el cultivo se inicia marginalmente. En los últimos 30 años la superficie de cultivo se incrementó en 24 por ciento, los rendimientos en 37 por ciento y la producción en 61 por ciento. Según Achata *et al.* (1990), este incremento pudo ser por la factibilidad técnica para la producción del cultivo durante todo el año y adaptabilidad climática (Fonseca *et al.* 2002).

Los modelos de producción prevalentes (productivistas) dificultan procesos de sostenibilidad y la resiliencia de los agroecosistemas (Altieri y Toledo, 2011; Sarandón y Flores 2014). La sostenibilidad, requiere redefinir la agricultura y el desarrollo rural de forma sistémica, incorporando los diferentes contextos sociales, económicos, ecológicos y tecnológicos de cada región (Sarandón y Flores 2014, FAO 2014).

Se considera minifundistas a todos aquellos productores cuyas unidades agropecuarias tienen un tamaño menor a 5 hectáreas, y en el Perú representan el 89 por ciento del total de agricultores. El mediano productor representa el 10 por ciento y el gran productor el 0.1 por ciento (Vásquez 2016). Maletta (2017) afirma que, a nivel nacional 2,13 millones son unidades clasificables convencionalmente como pequeña agricultura familiar (PAF), mientras que 61.000 UAP son clasificables como ajenas a la pequeña agricultura familiar por su tamaño o por el empleo de trabajo asalariado

Actualmente existen técnicas y propuestas metodológicas para medir la sostenibilidad a través de indicadores. Por ejemplo, la OECD (1993) plantea el modelo de presión-estado-respuesta (OECD 1993), el cual se basa en el establecimiento de variables que permiten medir hasta qué punto el sistema es afectado por las variables asociadas con la presión sobre el medio ambiente. Asimismo, el marco metodológico para evaluar la sostenibilidad de diferentes sistemas agropecuarios y de manejo de recursos naturales a escala local (MESMIS) (Astier *et al.* 2008, Smyth y Dumanski 1995)

Sarandón (2002) plantea una propuesta metodológica para medir los niveles de sostenibilidad a través de indicadores económicos, ambientales y sociales procesando datos de encuestas con preguntas estructuradas; estos resultados se muestran en una representación gráfica apropiada, identificando puntos críticos y proponer medidas o alternativas de solución para los problemas identificados (Barrantes *et al.* 2018).

Por lo expuesto anteriormente, el objetivo general fue evaluar la sostenibilidad del cultivo de camote en el valle de Cañete, Perú con los siguientes tres objetivos específicos:

1. Caracterizar las unidades de producción de camote en el distrito de San Luis- Cañete.
2. Evaluar los niveles de fertilización en el rendimiento de dos cultivares de camote en el distrito de San Luis- Cañete.
3. Determinar la sostenibilidad de la producción de camote con métodos de análisis multivariado en el distrito de San Luis- Cañete.

## **II. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1 CULTIVO DEL CAMOTE**

#### **2.1.1 Importancia del cultivo de camote**

El cultivo de camote produce anualmente más de 105 millones de toneladas métricas en el mundo (Cusumano y Zamudio 2013). Por lo tanto, es uno de los cultivos alimenticios más importantes en términos de consumo humano y fuente de alimento para animales en muchos países tropicales y subtropicales como forraje (Gupta *et al.* 2018, Montaldo 1991), debido a que varias partes de la planta son comestibles (hojas, raíces) y sus variedades abarcan un amplio rango de colores de la cáscara y la pulpa (blanco, amarillo, naranja y morado intenso) (Huamán 1992, Figueroa 2015).

Asimismo, el camote, desempeña un rol importante en la alimentación de las poblaciones rurales, las raíces tuberosas son consideradas un buen aporte al déficit nutritivo por su bajo costo. Proporciona de 113 a 123 calorías y de 1.3 a 1.8 g de proteína por cada 100 gramos, así como un importante aporte en Beta caroteno (0.048 - 0.084 mg/100 g (CIP 2016a). El nivel de fibra es muy variable y está muy determinado por la edad del follaje; es también una fuente de vitaminas y minerales (Cusumano y Zamudio 2013).

Asimismo, se emplea como materia prima en la industria de la pastelería y repostería, incluso para la obtención de bebidas alcohólicas, dada su riqueza en sustancias amiláceas y azucaradas. También es utilizado para la elaboración de pan de camote, el que contiene 34 por ciento de harina de camote y 66 por ciento de harina de trigo. Es un cultivo poco exigente, presenta escasos problemas fitosanitarios y puede dar buenos rendimientos en terrenos de mediana calidad o poco preparados.

### **2.1.2 Taxonomía y morfología (Ruíz 2016, Cusumano y Zamudio 2013)**

División : Magnoliophyta  
Clase : Magnoliopsida  
Subclase : Asteridae  
Orden : Solanales  
Familia : Convolvulaceae  
Género : Ipomoea  
Especie : *Ipomoea batatas* (L.) Lam

### **2.1.3 Denominaciones**

El camote es conocido con las siguientes denominaciones: Batata (Venezuela, Argentina, Puerto Rico); camote (Perú, Ecuador, Chile, México, Bolivia, Panamá y Centroamérica); moniato (Cuba y Uruguay); batata doce (Brasil); patata douce (francés); patata dolce (italiano); sweet potato (inglés) (Montaldo 1991, Huamán 1992).

### **2.1.4 Origen**

Es originaria de la zona tropical sudamericana (Fuentemayor *et al.* 2004 citados por García *et al.* 2016). Al parecer, los navegantes españoles llevaron la batata a Filipinas y a las Molucas, donde los portugueses lo llevarían a la India, China y Japón (Lago 2011, Huamán 1992).

### **2.1.5 Condiciones agroclimáticas**

Su producción es durante todo el año, desplazándose en altitud desde el nivel del mar hasta 2 500 msnm en los valles interandinos (Fonseca *et al.* 2002, Figueroa 2015). Sin embargo, Lardizabal (2003) menciona que el cultivo requiere temperaturas cálidas entre 20° y 30 °C y solo hasta 1000 msnm, a elevaciones mayores la cosecha se retrasa hasta los 150 días. Produce en buenas condiciones desde aproximadamente 12-15°C de promedio en la estación de cultivo hasta 25-28°C; es indiferente al fotoperiodismo, requiere humedad 80-85 por ciento, buena luminosidad (Montaldo 1991, Figueroa 2015), tolera fuertes vientos debido a su porte rastrero y a la flexibilidad de sus tallos (Villagómez 2015 y Lago 2011).

Por su parte Folquer (1978) indica que los elementos de clima que estimulan el crecimiento vegetativo de la planta son: fotoperiodo largo, gran luminosidad y altas temperaturas, siendo los contrarios los requerimientos para una buena formación de raíces reservantes.

Se adapta a suelos con distintas características físicas, desarrollándose mejor en los arenosos, los suelos de textura gruesa, sueltos, desmenuzables, granulados y con buen drenaje, son los mejores; la textura ideal es franco-arenosa, junto a una estructura granular del suelo. Tolerancia los suelos moderadamente ácidos, con pH comprendidos entre 4,5 a 7,5; siendo el pH óptimo entre 5,6 y 6,5 (Montaldo 1991, Fonseca *et al.* 2002, Folquer 1978).

### 2.1.6 Principales variedades comerciales de camote en el Perú

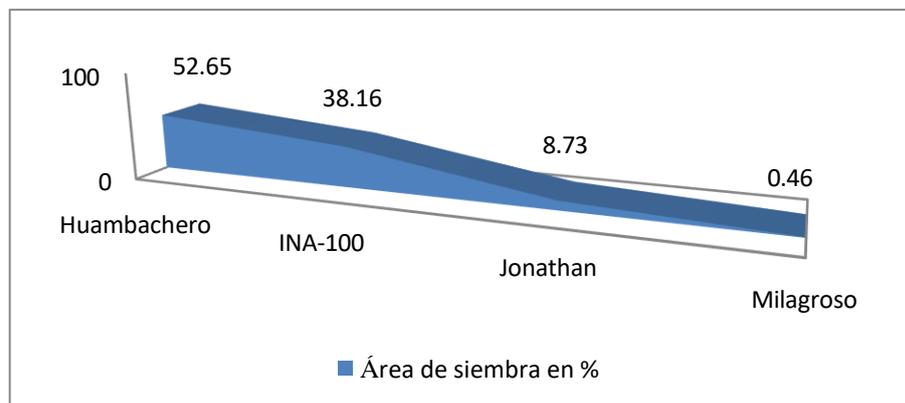
Fonseca *et al.* (2002) describen los siguientes cultivares de camote:

- **Cañetano - INIA** Camote amarillo, tipo "apichu" (dulce) de color de piel y pulpa naranja clara, raíces tuberosas de forma redonda, de 4 meses de periodo vegetativo. Fue liberado en 1994, se ha mantenido hasta el año 1998, presentando rajaduras en las raíces tuberosas debido a la susceptibilidad a los nemátodos.
- **Imperial-INIA** Es un camote tipo "kumara" (no dulce), de color de piel y pulpa crema, contenido de materia seca 28-30 por ciento, contenido de almidón 19-21 por ciento, variedad para actividades de procesamiento alimentario e industrial, adecuada para la producción de almidón, periodo vegetativo cinco meses, resistente a nemátodos. Se liberó el año 1997, especialmente para la producción de almidón.
- **INA 100-INA** Camote amarillo tipo "Apichu", color de piel y pulpa naranja intenso, periodo vegetativo corto (cuatro meses), contenido de materia seca 22 y 24 por ciento. Tiene como progenitor femenino a la variedad "Jewel", que fue líder en los Estados Unidos por más de 20 años y, como progenitor masculino, se utilizó una mezcla de polen de las principales variedades peruanas y extranjeras. Sin embargo, esta variedad ha venido presentando caracteres degenerativos por su susceptibilidad a los virus y nemátodos, por consiguiente, disminución de rendimientos (Villagómez 2015).

- **INIA 306-Huambachero** De tipo morado, de color de piel morada oscura y pulpa naranja, contenido de materia seca 30 a 32 por ciento, periodo vegetativo cuatro a cinco meses, resistente al ataque de nemátodos. Los resultados muestran que tiene rendimientos que superan en un 20 por ciento a las variedades tradicionales.

### 2.1.7 La adopción de variedades

Fonseca *et al.* (2002) afirman que, en el año 2002 en el valle prevalece la siembra de dos cultivares de camote, las cuales ocupan aproximadamente 90 por ciento del área total de camote: Huambachero 52.65 por ciento, INA 100 38.16 por ciento, Jonathan 8.73 por ciento y Milagroso 0.46 por ciento, tal como se muestra en la Figura 1.



**Figura 1: Porcentaje de área sembrada del cultivo de camote en el valle de Cañete**

Fuente: Fonseca *et al.* (2002). Elaboración propia

### 2.1.8 Descripción botánica y agronómica

#### 2.1.8.1. Morfología

Es una especie herbácea, perenne, aunque se cultiva como anual, su hábito de crecimiento es rastrero con tallos que crecen horizontales y se puede diferenciar cuatro tipos de crecimiento erecta, semierecta, extendida y muy extendida (Lago 2011, Cusumano y Zamudio 2013). El color varía entre verde, morado o combinación de ambos.

**Raíz:** En términos económicos y alimenticios el sistema radicular es la parte más importante de la planta, ya que constituye el objeto principal del cultivo (Villagómez 2015).

**Tallo.** Con relación a las características del tallo Huamán (1992) indica que son de longitud variable que varía desde 1 hasta 6 m, puede ser glabro (sin pelos) o pubescente (velloso).

**Hojas.** varían ampliamente en tamaño y forma, existiendo de elípticas, ovales a lanceoladas, de color verde a moradas, de 5 a 12 cm de largo y ancho, membranosas, de glabras a pilosas, de lámina con márgenes enteros o dentados de ápice agudo, pecíolos rollizos y se distribuyen en espiral en los tallos

**Flores.** Sus flores se agrupan en una inflorescencia

## **2.1.8.2 Aspectos agronómicos**

### **2.1.8.2.1 Propagación**

La reproducción por semillas sólo se emplea en los trabajos de mejoramiento genético para la liberación de nuevas variedades debido a que las semillas botánicas tienen un precio alto y son importadas por empresas o instituciones formales. El material de siembra lo constituyen esquejes de 5 a 25 cm de largo que deben estar en condiciones de buena calidad, es decir, tamaño adecuado, sin daños de insectos ni enfermedades (Cañas *et al.* 2016). Se utiliza el sistema de siembra de media luna, cortados de plantas adultas utilizando herramientas desinfectadas para evitar transmisión de alguna enfermedad o virus para garantizar buen enraizamiento.

### **2.1.8.2.2 Preparación del terreno**

Es recomendable preparar el terreno con anticipación a la siembra por lo menos 40 días antes, seguido de un pase de arado y dos de rastra (Lardizabal 2003). Al realizar siembra en platabandas se realiza el trabajo a 80 cm en hileras simples y 140 cm para doble hilera. La altura sobre el nivel del terreno debe ser entre 20 y 30 cm, con alguna pendiente, para evitar encharcamientos.

### **2.1.8.2.3 Siembra**

La siembra se puede realizar bajo dos sistemas: (a) En bordos, se hacen camellones con alturas de 30 cm en suelos pesados y 15 cm en suelos arenosos; distanciados a 0,80 y 1,40 m entre sí, según se trate de hileras de siembra simples o dobles. Las distancias de siembra fluctúan entre 20 y 40 cm. (b) En plano, en el suelo ya preparado se abre un surco con el arado, se colocan las guías al costado y se tapa la base con una segunda pasada cubriéndola con una capa de tierra de 2 a 3 cm de espesor. La distancia entre líneas es normalmente de 90 a 95 cm. La separación de las plantas dentro de la línea oscila entre 30 y 40 cm, lo que supone una densidad que varía entre 35.000 a 26.300 plantas/ha.

Las guías de camote emiten las raíces al tercer día y emergen los brotes a los 10 o 15 días (Folquer 1978). La distancia entre plantas varía en función del vigor y de la precocidad del cultivar (Lago 2011).

### **2.1.8.2.4 Fertilización**

Según Medina (1990) citado por Figueroa (2015) la dosificación más provechosa es 90-80-50 (N-P-K) utilizando como fuentes de fertilización urea 46 por ciento de N, súper fosfato triple de calcio 46 por ciento de  $P_2O_5$  y sulfato de potasio 50 por ciento de  $K_2O$  para obtener una mayor cobertura de área foliar. Mientras que Vera y Bravo (2020) afirman que con el nivel de 40-60 -80 kg. de NPK/ha<sup>-1</sup> se obtienen los mayores rendimientos.

Para incorporar abono químico se debe considerar la fertilidad natural del suelo. Por su parte, Molina (1992) citado por Ruíz (2016) recomienda usar 3.5 sacos de urea, 2.5 sacos de superfosfato triple y 2.5 sacos de sulfato de potasio en promedio.

Folquer (1978), menciona que los suelos ricos en nitrógeno y materia orgánica son inapropiados debido a que provoca exceso desarrollo del follaje. En general, se considera que la cantidad de nitrógeno debe ser un tercio del potasio para evitar el excesivo crecimiento de las guías (vicio).

El camote produce bien en suelos con fertilidad media de acuerdo a lo estudiado por Montaldo (1991). Lardizabal (2003), recomienda aplicar una parte de nitrógeno por cada dos partes de fósforo y tres partes de potasio para un rendimiento de 40000 kg/ha (120-160- 350 NPK).

El camote es exigente a uno de los nutrientes primarios que es el potasio, poco nitrógeno (materias orgánicas nitrogenadas) y fósforo (Lago 2011). Además, Vera y Bravo (2002) afirman que el fósforo y potasio favorecen en el desarrollo tanto en número como en peso de raíces y mayor productividad.

Se realizó un trabajo experimental del efecto de tres niveles de fósforo y un tratamiento testigo (0, 80, 130, 180 kg de Kg/ha<sup>-1</sup>), con el nivel 180 Kg/ha<sup>-1</sup>, halló el mayor rendimiento de raíces reservantes totales y comerciales con 18194,25 kg/ha<sup>-1</sup> y con el nivel cero se obtuvo 11763,75 kg/ha<sup>-1</sup> (Gonzales 2011). De acuerdo a los resultados obtenidos de Vera y Bravo (2002), el nitrógeno incide en la mayor formación del follaje, por ende, mayor cobertura del suelo y mejor formación de guías.

#### **2.1.8.2.5 Aporque y Limpia**

Tiene por objeto mantener alto y bien formado el bordo, que se aplasta por efecto de las lluvias y de los deshierbos; se efectúa en los primeros 40 días de iniciado el cultivo, se realiza en este día para evitar que las guías cubran los entresurcos y sufran daños por la máquina. El mantener el bordo alto facilita la expansión de los camotes debido a la suavidad del área trabajada, otro objetivo es abrigar y establecer a la panta para un mayor rendimiento (Folquer 1978).

#### **2.1.8.2.6 Cosecha**

La presencia de coloración tono verde pálido en el follaje se considera maduros o que han entrado en agoste, la cual se considera apto para el mercado (raíces tuberosas) debido a mayor conservación y resistencia al manipuleo (Folquer 1978). Para Cusumano y Zamudio (2012) el amarillamiento del follaje es un indicador que muestra que el cultivo se encuentra en condiciones de cosecha.

### 2.1.8.3 Insectos plaga del cultivo de camote

El camote es considerado una planta rústica y por consiguiente los parásitos la atacan poco (Rivera y Rivera 2014). Las principales plagas que atacan al cultivo del camote comprenden insectos plaga, enfermedades causadas por hongos, bacterias y virus como se muestra en la Tabla 1.

**Tabla 1: Principales plagas del cultivo de camote**

Nombre común	Nombre científico
a.- Insectos plaga	
Afidos	<i>Appis gossypi</i>
Pulgón	<i>Myzus persicae</i>
Cigarrita	<i>Empoasca sp.; Empoasca batatae</i>
Mosca blanca	<i>Bemisia tabaci</i>
Gusano blanco, cigarrero	<i>Eucepes postfaciatus</i>
b.- Enfermedades	
Fusariosis o marchitez	<i>Fusarium oxisporum sp</i>
Podredumbre húmeda	<i>Rhizopus stolonifera</i>
Rhizoctoniasis	<i>Rhizoctonia sp</i>
Raíz rosada	<i>Sclerotinia sp</i>
Sarna	<i>Streptomyces ipomoea</i>
Podredumbre	<i>Erwinia ssp</i>
c.- virus	
virus del moteado plumoso del camote	SPFMV

Fuente: Folquer (1978), Rivera y Rivera (2014), Cusumano y Zamudio (2013), Huamán (1992).

### 2.1.8.4 Rendimiento del camote

El rendimiento difiere según los cultivares y las zonas en los que se cultiva. Según MINAGRI (2014) en el Perú el promedio de rendimiento es de 17 tn/ha<sup>-1</sup>. Por su parte Figueroa (2015) menciona que el potencial de producción del camote puede alcanzar de 24 a 36 t/ha<sup>-1</sup> de raíces reservantes y una producción de follaje entre 4.3 a 6 t/ha<sup>-1</sup>. Según los cultivares se pueden obtener entre dos y tres cosechas al año (León *et al.* 2007, citado por Figueroa 2015) va a depender de la época de siembra y estructura del suelo

#### **2.1.8.5 Selección**

La selección se inicia en el campo en forma manual, eliminando la tierra adherida, separando los camotes destinados al mercado que son considerados por su forma alargada, lisa y con un peso de 200 gramos aproximadamente; de los descartes entre estos se clasifica de primera, segunda, tercera y los camotillos conocidos por los agricultores como “chancho” (menores de 50 a 100 gramos, según su forma), también están considerados los de excesivamente grandes (mayores de 1 kg), camotes partidos, perforados por insectos, podridos, con lesiones de enfermedades o maquinaria (Fonseca *et al.* 2002).

#### **2.1.8.6 Almacenaje**

Es recomendable que los camotes tengan un período de acondicionamiento previo a su almacenaje o despacho al mercado; esto permite la cicatrización de heridas, acumulación de azúcar. Este tratamiento requiere de temperaturas del orden de los 33°C por cuatro días en un ambiente con un 95 a 97 por ciento de humedad relativa. Cusumano y Zamudio (2013) mencionan que la primera acción antes de almacenar las raíces es realizar la ventilación del recinto con aire con una temperatura entre 10 y 13°C, para eliminar el anhídrido carbónico (CO<sub>2</sub>) y el calor producido por la respiración de las raíces almacenadas.

#### **2.1.8.7 Comercialización**

Se efectúa en forma tradicional. Antes del envasado el agricultor efectúa una clasificación, descartando los camotes excesivamente mal presentados por heridas causadas por las herramientas de cosecha, apolillados, malformados, demasiado pequeños o grandes. Luego son colocados en sacos y llevados a los mercados, en los cuales se expanden en la forma tal como fueron ensacados en el campo.

#### **2.1.9 Valor nutricional**

El camote es un alimento de alta energía, sus raíces tienen un contenido de carbohidratos totales de 25-30 por ciento, de los cuales el 98 por ciento es considerado fácilmente digestible y con una energía bruta de 16,5 a 17,1 MJ/kg de materia seca (García *et al.* 2016; Lago 2011).

Asimismo, el camote provee un estimado de 113 cal/100 gramos, mientras que la papa provee aproximadamente 75 cal/100 gramos; el contenido de aminoácidos es relativamente bien balanceado, con un mayor porcentaje de lisina que el arroz o el trigo, pero un contenido un tanto limitado de leucina (Reyes *et al.* 2009).

Es una fuente de vitaminas sobre todo la Vitamina A, niacina y riboflavina, asimismo reporta que la raíz incluye 25 mg de calcio/100g; 10,1 mg/ de vitamina B, 0,06 mg de vitamina B2 y 52 mg de vitamina B3 por 100g de muestra. Por el contrario, el follaje es más bien una fuente proteica con 18 a 18.5 por ciento de este nutriente base seca, el nivel de fibra es muy variable y está muy determinado por la edad del follaje, es también una fuente de vitaminas y minerales (Cusumano y Zamudio 2013).

La composición química de la raíz reservante de camote en 100 gramos que se muestra en la Tabla 2.

**Tabla 2: Composición química de la raíz reservante de camote**

Valor nutricional	Cantidad
Carbohidratos	248 - 344 gramos
Proteínas	11,3 - 18,0 gramos
Grasas	3,7 - 6,0 gramos
Agua	640 - 710 gramos
Calcio	280 - 350 miligramos
Fósforo	420 - 488 miligramos
Hierro	7,0 - 13,8 miligramos
Vitamina A	8 U. Internacionales
Tiamina	0,9 - 1,0 miligramos
Riboflavina	0,6 - 0,7 miligramos
Niacina	6,0 - 12,9 miligramos
Ácido ascorbico	220 - 400 miligramos

Fuente: Cusumano y Zamudio (2013).

### **2.1.10 Distribución geográfica**

El cultivo de camote, aunque sus orígenes se encuentran en América Latina, Asia es actualmente la mayor región productora de camote del mundo, con cifras que superan los 80 millones de toneladas de producción anual. China es el mayor productor y consumidor de camote, donde se le utiliza para alimentación humana y animal y procesado (como alimento, almidón y en otros productos) (CIP 2016b; Basurto *et al.* 2016).

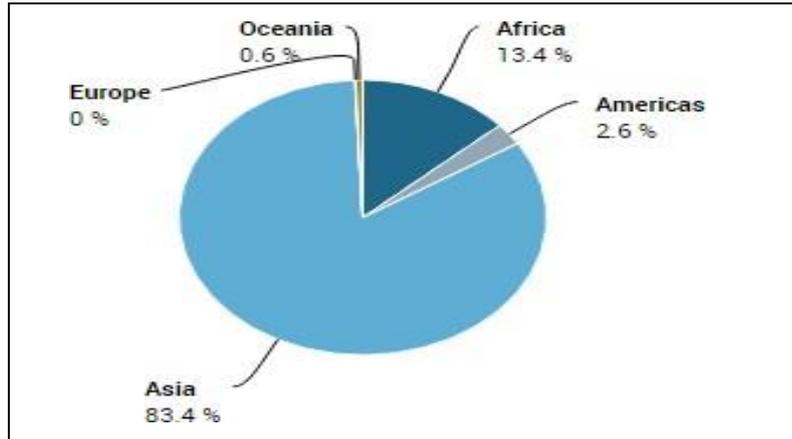
Según los resultados del IV Censo Nacional del Agro-2012 (IV CENAGRO 2012), en el Perú existen 2 millones 260 mil 973 productores, de los cuales el 90 por ciento son considerados pequeños y medianos productores y solo el 10 por ciento se encuentra en el grupo de grandes productores con más de 100 ha (INEI 2013). Con respecto a las unidades agropecuarias (UAP), a nivel nacional se cuenta con 2 millones 213 mil 506, lo que representa un promedio de 17,5 hectáreas de tierra por unidad agropecuaria. En el ámbito de estudio que comprende el departamento de Lima (valle de Cañete), las mismas fuentes indican que hay 69 022 ha con una superficie promedio de 7.2 ha por UAP.

Respecto a la tenencia de tierras a nivel nacional, el 79,6 por ciento de productores poseen parcelas con un tamaño menor a las 5 hectáreas, mientras que el 9.9 por ciento desde 5 ha hasta 9.9 ha. De estos, el 5.3 por ciento tiene de 10 a 19.9 ha y solo el 0.10 por ciento más de 100 ha (INEI 2013). Según Maletta (2017), Pinedo *et al.* (2017) e IICA (2015), el primer grupo correspondería a agricultores de minifundio, el segundo a pequeños productores y el tercero a grandes productores.

### **2.1.11 Evolución y perspectivas del cultivo de camote**

#### **2.1.11.1 Producción Mundial**

De acuerdo a las estadísticas de producción mundial, Asia produce el 83.4 por ciento, África el 13.4 por ciento, las Américas 2,6 por ciento, Oceanía 0.6 por ciento y la región europea ninguno (FAOSTAT 2016) tal como se puede ver en la Figura 2

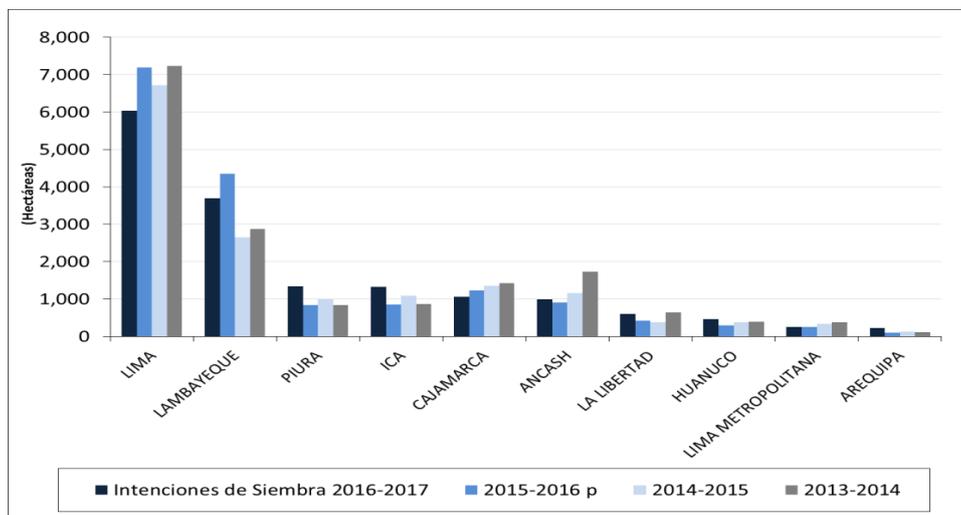


**Figura 2: Producción mundial de camote por continente entre el 2000-2014**

Fuente: FAOSTAT (2016)

### 2.1.11.2 Producción del Perú

La región Lima concentra la mayor zona de producción de camote, mientras que Arequipa es la región con la menor superficie sembrada, tal como se muestra en figura 3.



**Figura 3: Intensión de siembras agrupadas por zonas de mayor producción**

Fuente: MINAGRI (2016)

Para medir la sostenibilidad del cultivo de camote, es preciso conocer el grado de intensificación del cultivo, tomando como referencia información del avance de siembra o intensidad de siembra en cada región. La Tabla 3, muestra información al respecto.

**Tabla 3: Intención de siembras por región según campaña, agosto 2013-julio 2017**

REGIÓN	Intención Siembra 2016-2017	Campaña agrícola		
		2013-2014	2014-2015	2015-2016
TOTAL	16,661	17,070	15,773	17,047
Amazonas	81	30	54	55
Ancash	995	1,731	1,166	910
Apurímac	186	90	78	108
Arequipa	219	111	123	102
Ayacucho	29	27	32	30
Cajamarca	1,056	1,430	1,356	1,233
Cusco	0	36	37	32
Huancavelica	9	23	8	15
Huánuco	464	389	376	293
Ica	1,331	871	1,084	847
La Libertad	597	644	385	428
Lambayeque	3,688	2,874	2,648	4,351
Lima	6,030	7,236	6,719	7,190
Lima Metropolitana	248	386	336	256
Madre De Dios	101	37	41	53
Moquegua	16	2	4	0
Piura	1,343	836	992	837
Puno	179	177	194	204
Tacna	52	35	32	39
Tumbes	37	7	10	20
Ucayali	0	100	99	44

Fuente: MINAGRI (2016)

El rendimiento promedio nacional según el Ministerio de Agricultura y Riego el 2004 fue 15.731, mientras que para el año 2013 los rendimientos alcanzaron las 18.348 t/ha<sup>-1</sup>, el detalle de la evolución de dicho parámetro de la productividad del cultivo se muestra en la Tabla 4.

**Tabla 4: Rendimiento promedio de principales cultivos de raíces y tuberosas**

Rubro / Cultivo	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Camote	15.73	16.35	17.66	16.47	15.66	16.41	16.79	18.09	17.46	18.35
Papa	12.19	12.46	12.45	12.62	12.91	13.34	13.159	13.74	14.33	14.41
Yuca	11.07	10.82	10.93	11.10	11.15	11.648	11.77	11.83	12.10	12.03

Fuente: MINAGRI (2014)

### 2.1.12 Camote en el valle de Cañete

El cultivo de camote, en Lima se inicia a comienzos del siglo XX, como un cultivo muy marginal y no hay evidencias de que en estos primeros años del siglo XX el camote alcanzara importancia en el valle de Cañete, puesto que los cultivos priorizados por los agricultores fueron la caña de azúcar y el algodón (Fonseca *et al.* 2002). En los últimos 30 años la superficie de cultivo se incrementó en 24 por ciento, los rendimientos en 37 por ciento y la producción en 61 por ciento.

Según Achata *et al.* (1990), este incremento puede deberse a cambio de tenencia de tierras; factibilidad técnica para la producción del cultivo durante todo el año, adaptabilidad climática y disponibilidad de semilla; cambio de manejo agronómico ingreso en la rotación de cultivos con el ingreso de variedades precoces, difusión de técnica agronómicas traídas por los agricultores japoneses, y finalmente la doble posibilidad de uso en la alimentación humana y animal.

El valle de Cañete, cuenta con aproximadamente 20,000 hectáreas de cultivo, se encuentra ubicada en la zona agroecológica II, de la costa subtropical, posee tres zonas agro ecológicas de producción, zona marginal al este, zona central o media y zona salina al oeste. Las tres zonas se diferencian por el tipo de suelo. En la zona media se ubican los mejores suelos (más del 50 por ciento del valle) (Fonseca *et al.* 2002).

Los sistemas predominantes de producción en el valle de Cañete en el cultivo de camote son mecanizados, monocultivo, dependientes de fertilizantes sintéticos y alto uso de plaguicidas lo cual constituye un riesgo para la estabilidad del componente ambiental. Existen escasas propuestas agroecológicas para adoptar prácticas agrícolas alternativas con una mínima dependencia de agroquímicos e insumos de energía (Altieri y Toledo 2011).

Anualmente en dicho valle se siembran entre 5000 a 7000 ha de camote. Es sembrado principalmente por los pequeños agricultores (parceleros), que conforman el 75 por ciento del total de agricultores del valle y ocupa aproximadamente 40 por ciento de la extensión del valle (MINAGRI 2016).

## **2.2 DESARROLLO AGRÍCOLA SUSTENTABLE**

El desarrollo agrícola involucra la administración de varios recursos adicionales al cultivo y afecta aspectos de la vida social humana que van mucho más allá del aumento de la producción. El desarrollo agrícola sostenible exige un balance entre la oferta de condiciones de clima y suelo de un área determinada frente a la demanda de clima y suelo de las especies vegetales y de los sistemas de producción (Del Risco 1997).

Del Risco (1997) menciona que se están produciendo cambios importantes en los patrones de localización espacial de las actividades agrícolas en función del mercado exterior; asimismo, es creciente la necesidad de aumentar la competitividad de la agricultura; sin embargo, no existen enfoques claros sobre las acciones por seguir la sostenibilidad.

## **2.3 MODELOS METODOLÓGICOS PARA EVALUAR LA SUSTENTABILIDAD DE LA AGRICULTURA**

El principal marco metodológico de análisis del desarrollo sustentable regional consiste en el modelo de presión-estado-respuesta (OECD 1993), el cual se basa en el establecimiento de variables que permiten medir hasta qué punto el sistema regional se ha visto afectado por las variables asociadas con la presión sobre el medio ambiente.

Uno de los principales marcos metodológicos para evaluar la sustentabilidad de diferentes sistemas agropecuarios y de manejo de recursos naturales a escala local (comunidad, granja, parcela) es el marco para la evaluación de sistemas de manejo de recursos naturales, que incorpora indicadores de sustentabilidad (MESMIS), y el cual, a su vez, tiene como origen el marco de evaluación del manejo sustentable de tierras de la FAO, mismo que se sustenta en las siguientes premisas (Astier *et al.* 2008):

(1) El concepto de sustentabilidad se define a partir de siete atributos generales de los agroecosistemas: productividad, estabilidad, confiabilidad, resiliencia, adaptabilidad, equidad y autodependencia, (2) Su evaluación se lleva a cabo y es válida sólo para un sistema de manejo específico, bajo un determinado contexto social y político; y una escala espacial (parcela, unidad de producción y comunidad) y temporal previamente determinada. (3) La evaluación es una actividad participativa que requiere una perspectiva y un equipo interdisciplinario e intercultural, (4) La sustentabilidad debe evaluarse de manera comparativa o relativa, ya sea la evolución de un mismo sistema a través del tiempo (longitudinal) o simultáneamente uno o más sistemas de manejo alternativo o innovador con un sistema de referencia (transversal).

Las etapas de este marco de evaluación son: (1) Determinación del objeto de evaluación; se definen los sistemas de manejo, sus características y el contexto socio ambiental, (2) Establecimiento de los puntos críticos; los factores o procesos ambientales, técnicos, sociales y económicos que pueden tener un efecto en el sistema de manejo, (3) Selección de criterios de diagnóstico, que refieren los atributos generales de sustentabilidad, y los indicadores, que describen un proceso específico o un proceso de control, (4) Medición y monitoreo de los indicadores durante cierto periodo, análisis de series históricas o el modelaje de ciertas variables, (5) Integración de resultados obtenidos a través del monitoreo de los indicadores, (6) Conclusiones y recomendaciones sobre los sistemas de manejo.

## **2.4 INDICADORES PARA LA EVALUACIÓN DE LA SUSTENTABILIDAD DE LA AGRICULTURA**

Uno de los trabajos pioneros para evaluar la sustentabilidad de los sistemas agrícolas fue el "Marco internacional para la evaluación del manejo sustentable de la tierra" (FESLM, sus siglas en inglés), el cual incluía cinco criterios básicos; (1) productividad, mantener o promover la producción y servicios; (2) seguridad, reducción del riesgo de la producción; (3) protección, protección de recursos naturales y prevención de la degradación del suelo y agua; (4) viabilidad, viabilidad económica; y (5) aceptabilidad, acuerdos sociales (Smyth y Dumanski 1995). En cada uno de estos criterios se consideraban los factores de evaluación, criterios de diagnóstico, indicadores y rangos de tiempo.

Un indicador es un parámetro que identifica y proporciona información acerca de un proceso o área, con un significado que se extiende más allá del valor directamente asociado al parámetro (OCDE 1993).

Los indicadores, de acuerdo a Claverias (2000) menciona que pueden ser cualitativos, cuantitativos y cuali-cuantitativos. Por lo tanto, los cualitativos hacen referencia a información basada en percepciones subjetivas de la realidad cuando estas son difícilmente cuantificables y los indicadores cuantitativos son aquellos cuantificables de forma exacta, pudiendo ser de medida directa o indirecta. Según Masera *et al.* (1999) no existen indicadores universales.

## **2.5 METODOLOGÍA PARA EVALUAR SUSTENTABILIDAD DE CULTIVOS CON USO DE INDICADORES**

Para evaluar la sustentabilidad de los sistemas de producción de camote en Cañete se menciona algunas metodologías alternativas de evaluación de sustentabilidad: a) El enfoque del marco MESMIS, b) marco SAFE, Método Presión Estado Respuesta (PER) y c) propuesta metodológica de análisis multicriterio de Sarandón; de las cuales las más usadas son:

### **a. El enfoque del Marco MESMIS**

El Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de los recursos naturales incorporando Indicadores de Sostenibilidad (MESMIS), surge del esfuerzo multidisciplinario de varias instituciones de desarrollo mexicanas que trabajan en distintos aspectos del manejo de agro ecosistemas complejos; es una herramienta metodológica que, según Masera *et al.* (1999) ayuda a evaluar la sostenibilidad de sistemas de manejo de recursos naturales, principalmente en contexto de pequeña agricultura. Este enfoque metodológico plantea dos características según Arnés (2011): i) La sostenibilidad del manejo de los sistemas de recursos naturales se define por siete atributos generales: productividad, estabilidad, confiabilidad, resiliencia, adaptabilidad, equidad y autoseguridad que se describen a continuación:

**Productividad:** Es la habilidad de un agroecosistema para proveer de un nivel requerido de bienes y servicios.

**Equidad:** Es la habilidad del sistema para distribuir la productividad (beneficios o costos) de una manera justa e igualitaria.

**Autogestión:** Es la capacidad del sistema de regular y controlar sus interacciones con el exterior.

**Resiliencia:** Es la capacidad de un sistema para absorber cualquier tipo de perturbación y reorganizarse tras ese momento, conservando su misma función, estructura e identidad (Holling 1973).

**Estabilidad:** Se refiere a que la productividad se mantenga del sistema en un nivel no decreciente a lo largo del tiempo bajo condiciones promedio o normales.

**Confiabilidad:** Es la capacidad del sistema de mantenerse en niveles cercanos al equilibrio ante perturbaciones normales del ambiente.

ii) La evaluación solo es válida para un sistema de manejo de un determinado lugar geográfico (unidad de producción, parcela, comunidad). Es un proceso participativo que no requiere de un equipo multidisciplinario para su evaluación y la sostenibilidad se mide a través de la comparación de dos sistemas o más.

#### **b. Propuesta metodológica de análisis multicriterio de Sarandón**

La agricultura sostenible es aquella que permite mantener en el tiempo un flujo de bienes y servicios que satisfacen las necesidades socioeconómicas y culturales de la población, dentro de los límites biofísicos que establece el correcto funcionamiento de los agroecosistemas que lo soportan (Sarandón 2002).

De acuerdo a Sarandón *et al.* (2006) plantean que en la definición de las dimensiones de análisis a considerar deben surgir de los conceptos de agricultura sostenible y se debe considerar al menos tres dimensiones de evaluación: la ecológica, la económica y la socio-cultural. Debido a las múltiples dimensiones de la sostenibilidad, los indicadores se pueden expresar en distintas unidades como peso, longitud, área, número, actitud, rentabilidad, entre otros (Sarandón y Flores 2009).

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA

La investigación se realizó en el distrito de San Luis, ubicado en el valle de Cañete, a 36 msnm en la zona sur de la región Lima, localizada entre los paralelos 12°16'02'' y los 13°04'36'' de latitud sur y entre los meridianos 78°56'00'' y 76°23'04'' de longitud oeste. Presenta una precipitación promedio anual de 26.6 mm.



**Figura 4: Localización de las unidades productoras de camote en el distrito de San Luis- Cañete**

### 3.2 DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA DEL ESTUDIO

La metodología a seguir en esta investigación estuvo compuesta en las siguientes partes:

- Investigación no experimental, la investigación fue descriptiva teniendo en cuenta la unidad central de análisis: Unidad Agrícola de Producción (UAP): parcela de camote (Maletta 2011, Cáceres & Julca 2018), así como el medio donde se desarrolló.
- En la investigación experimental, se instaló un experimento en el centro poblado la quebrada, propiedad de agricultor.

### 3.3 POBLACIÓN Y MUESTRA

La investigación se realizó con una muestra irrestricta aleatoria de 50 productores de camote (Tabla 5), conforme Scheaffer *et al.* (1987), a los cuales se aplicaron las encuestas estructuradas correspondientes a la investigación no experimental.

**Tabla 5: Población muestra para la realización de la encuesta, según el objeto de estudio**

Provincia	Distrito	Centro poblado/ urbano	Altitud (msnm)	Población objetivo (N° habitantes)
Cañete	San Luis	Quebrada	86	2439
		Santa Bárbara	30	783
		Laura Caller	65	1741
		Santa cruz	18	889

Fuente: INEI, San Luis, Censo Nacional 2017

### 3.4 MATERIAL VEGETATIVO

En la parte experimental, fueron utilizadas esquejes de dos cultivares de camote: Jonathan (C1) y Huambachero (C2). Ambas variedades se usaron en el experimento porque son las más sembradas en la zona de Cañete, asimismo, ambos cultivares se diferencian por que el C1 tiene pulpa y piel naranja y C2 es de pulpa naranja y piel morada.

### **3.5 EQUIPOS Y HERRAMIENTAS**

En la parte experimental y no experimental, fueron utilizados diversos materiales como encuestas estructuradas, bolígrafos, plumones, cuadernos de campo, bolsas de malla, hoces, y equipos como balanzas, GPS, cámara fotográfica, computadora y grabadora.

### **3.6 METODOLOGÍA SEGÚN LOS OBJETIVOS DEL ESTUDIO**

#### **3.6.1 Caracterización de las unidades de producción de camote en San Luis-Cañete**

Fue realizada a partir de la construcción de una encuesta relacionada con los aspectos socioeconómicos y factores medioambientales. Durante el desarrollo de la investigación se consideró la participación de los productores y otros actores relevantes de la cadena productiva del camote a nivel distrital, además de obtener información real sobre la función que cumple cada componente en la zona de estudio (Rocha *et al.* 2016, Pinedo *et al.* 2018).

La información de cada una de las parcelas se logró a través de la aplicación de encuestas con un cuestionario de preguntas estructuradas (Coronel de Renolfi y Ortuño 2005, Hurtado y Hurtado 2015, Rocha *et al.* 2016) relacionadas con aspectos técnicos, económicos, sociales y ambientales (Pinedo *et al.* 2018, Cáceres y Julca 2018). La unidad objeto de análisis fue, por lo tanto, la propiedad rural, identificada aquí como una Unidad Agrícola de Producción (UAP) y definida como una unidad privada de organización de la producción, mediana o grande, desde pequeñas parcelas con menos de 1 ha hasta 20 hectáreas (Maletta 2017, Pinedo *et al.* 2018).

##### **3.6.1.1 La tipificación de sistemas productivos**

Las UAP fueron analizadas como sistemas productivos en los cuales actúan, simultáneamente, innumerables variables estructurales, sociales, económicas y ecológicas. Se empleó el análisis estadístico multivariante, para resumir y clasificar datos provenientes de poblaciones en las cuales se han medido dos o más características (Bravo *et al.* 2016). Por tanto, se utilizaron las técnicas de análisis de componentes principales (ACP) y análisis clúster simplificación estructural, y la de clasificación (Coronel de Ronolfi y Ortuño 2005).

Mediante las técnicas antes mencionadas se logró ordenar, resumir y clasificar datos provenientes de poblaciones en las cuales se han medido dos o más características. Con el análisis clúster se conformaron grupos que facilitaron la clasificación y análisis (Escobar y Berdegué 1990, INEI 2012). Asimismo, se identificaron aquellas variables que contribuían a la clasificación de los predios, eliminando información redundante (Rocha *et al.* 2016).

### **3.6.1.2 Procedimiento estadístico**

Primero, se realizó la correlación de las variables, además de sus estadísticos descriptivos y de frecuencia a fin de estandarizarlas. Se aplicó la prueba de Kaiser, Meyer y Olkin (KMO) y la de esfericidad de Bartlett para definir el grado de estandarización (Borja *et al.* 2016, Ruiz *et al.* 2012). Luego se usó el método de Análisis de Componentes Principales (ACP) para obtener las comunidades y la prueba de varianza total que contribuyó a registrar el número de componentes mínimos que permitieron elaborar la matriz de componentes y la prueba de rotación con el método de Normalización Varimax. Después se realizó el análisis de conglomerados con la vinculación de Ward, y al final la tabla que resume los conjuntos en variables sintéticas. La primera prueba fue para la reducción de la información e identificación de las variables que más explicaron los conjuntos agrupados; y el segundo para un agrupamiento eficiente de los datos, que al final derivó en la clasificación de los sistemas e identificó sus principales diferencias. Los análisis se realizaron con SPSS versión 21.

### **3.6.2 Evaluar los niveles de fertilización en el rendimiento de dos cultivares de camote**

Se evaluaron el comportamiento de dos cultivares de camote con tres dosis de fertilización (Tabla 6). Como material genético se emplearon esquejes de dos cultivares de camote: El corte tenía aproximadamente 15 cm de longitud con 5-6 yemas (Ali *et al.* 2009). Los cultivares utilizadas fueron cultivar 1: Jonathan tipo amarillo que pueden alcanzar rendimientos de 20 hasta 30 t/ha, León –Velarde y Amable (2007), se describe como un cultivar de doble propósito para consumo humano y también para forraje, con color de piel anaranjado y la pulpa anaranjado claro con un 23 por ciento de materia seca y cultivar 2: Huambachero INIA 306-Huambachero de tipo morado, de color de piel morada oscura y pulpa naranja, contenido de materia seca 30 a 32 por ciento, periodo vegetativo cuatro a cinco meses, resistente al ataque de nemátodos (Fonseca *et al.* 2002).

Como fuentes de fertilización: Urea (46 por ciento de N), Fostato Diamónico (18 de N y 46 por ciento P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) y Cloruro de potasio (60 por ciento de K<sub>2</sub>O). Se estudiaron cuatro niveles de fertilización en dosis crecientes de NPK (Tabla 6). La dosis de fertilización D1 (60-40-100) para fines de estudio se consideró como tratamiento testigo por ser la dosis promedio de aplicación de fertilizantes por agricultores del distrito de San Luis, Cañete.

**Tabla 6: Cultivares y dosis de fertilización utilizados en el experimento**

Cultivare de camote		Niveles de fertilización	
Clave	Cultivares	Dosis	N - P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> - K <sub>2</sub> O
C1	Jonathan	D1	60 - 40 - 100
C2	Huambachero	D2	80 - 60 - 120
		D3	120 - 80 - 80
		D4	120 - 110 - 140

Bajo el Diseño de Bloque Completo al Azar (DBCA) con arreglo factorial 2x4 y cuatro repeticiones, los tratamientos resultaron de las combinaciones de los factores en estudio. La comparación de medias se realizó mediante la prueba de Rango múltiple de Duncan con nivel de significación de 5 por ciento.

### 3.6.3 Variables en evaluación

La fase experimental duró 180 días a partir de la instalación del experimento. Se evaluó una variable biométrica (altura de planta) y tres variables agronómicas (Peso de follaje fresco, rendimiento total y rendimiento comercial): con respecto a la variable altura de planta, se tomó la altura de planta un día antes de iniciar la cosecha, desde la base de la planta hasta el punto apical de la planta. Se cosechó cuando el 50 por ciento de plantas de cada parcela presentó el estado de madurez.

El ensayo se condujo en base a las típicas labores culturales de un cultivo de camote local (tecnología tradicional) a la que se ha imputado algunos ajustes y/o modificaciones (tecnología mejorada) como distancia de siembra, tamaño de esqueje y niveles de fertilización en base a la fertilización local (Quispe 2017).

Entre las variables agronómicas analizadas se consideraron el peso follaje fresco, el mismo que se evaluó pesando el área foliar de los dos surcos centrales; asimismo el rendimiento total y comercial, estimadas a partir de la cosecha de los 2 surcos centrales de cada parcela y el rendimiento en kg/ha se extrapolaron con base en una densidad poblacional de 50 000 plantas por hectárea (Castillo *et al.* 2014). Para evaluar el rendimiento total de raíces reservantes (kg/ha) se realizó con la técnica utilizada en el Centro Internacional de la Papa, se pesó todas las raíces reservantes cosechadas por cultivar evaluado con su respectiva unidad experimental, realizándose para cada repetición; asimismo, para evaluar el rendimiento comercial de raíces reservantes (kg/ha<sup>-1</sup>), se realizó la selección considerando la uniformidad de tamaño, color, libre de daños ocasionados por plagas para ser considerados raíces comerciales (Ruiz 2016).

Para la comparación de medias mediante la prueba de Rango múltiple de Duncan con nivel de significación de 5 por ciento, previamente se realizó la prueba de normalidad de errores con estadísticos de Kolmogorov-Smirnov y Shapiro-Wilk y la prueba de homogeneidad de varianzas con el estadístico de Levene, que son supuestos para poder realizar el análisis de variancia (ANVA); si los valores reportan un P-valor mayor a 0,05 se puede afirmar que se cumplen ambos supuestos en los análisis realizados (Sánchez y Rivera 2018). Los datos fueron procesados y analizados con el programa estadístico InfoStat versión 2013 (Di Rienzo *et al.* 2013). Se realizó un análisis de varianza para cada variable, así como una prueba de Rango múltiple de Duncan de comparación de medias, con un nivel de significancia del 5 por ciento.

Para la evaluación de las características fueron consideradas las plantas ubicadas en el surco central de cada unidad experimental (Anexo 3). La unidad experimental estaba compuesta por 4 surcos/parcela de 3,20 m de ancho y 6,04 m de largo. La distancia entre plantas y entre surcos fue de 0,25 y 0,80 m, respectivamente, con 24 esquejes por surco (Anexo 4).

### 3.6.4 Sostenibilidad de la producción de camote con métodos de análisis multivariado en el distrito de San Luis- Cañete

#### 3.6.4.1 Construcción de indicadores

Los indicadores se definieron de acuerdo a la metodología y el marco conceptual propuesto por Sarandón (2002), siguiendo los lineamientos de Smyth & Dumansky (1995) y Astier *et al.* (2008). Se eligieron 10 indicadores y 21 subindicadores fáciles de obtener e interpretar (Tabla 7); además, que permitan detectar tendencias de producción, comercialización, dependencia de insumos externos y otros componentes que influyen en la dinámica de los sistemas de producción en el ámbito de estudio (Sarandón y Flores 2014).

**Tabla 7: Criterios y valor de los indicadores para evaluar la sostenibilidad económica, ambiental y sociocultural de las unidades de producción de camote en San Luis-Cañete**

Dimensión	Indicador	Sub indicador
Económico	A: Rentabilidad	A1.- Superficie cultivada (ha)
		A2.- Rendimiento (kg/ha)
	B.- Ingreso económico INM	B1.- Ingreso por campaña (PEN)
		C1.- Riesgo climático
		C2.- Número de canales de comercialización
C: Riesgo económico	C3.- Dependencia de insumos	
	C4.- Situación de tenencia de tierras	
	C5.- Calidad de tierras	
Ambiental	A: Conservación del suelo	A1.- Rotación de cultivos
		A2.- Incorporación de materia orgánica
		A3.- Cobertura de suelo
		A4.-Preparacion de terreno
	B: Gestión de plagas	B1- Frecuencia de aplicación plaguicidas
B2- Método de control de plagas		
C: Gestión de la agrobiodiversidad	C1.- Sistema de producción	
Social	A: Acceso a servicios básicos	A1- Vivienda.
		A2- Acceso a la educación
		A3- Servicios básicos
		A4.-Servicios de salud
	B: Grado de aceptabilidad de los sistemas de producción	B1- Nivel de satisfacción con la actividad
		C: Nivel de integración social
	C2.- Fuente de mano de obra	
D: Acceso a capacitación y asistencia técnica	D1- Nivel de asistencia técnica y capacitación	

A, B, C, D =Variables; A1, B1, C1, D1= Subindicadores

Los datos se obtuvieron mediante encuestas con preguntas estructuradas aplicadas a 50 productores por muestreo aleatorio simple, donde cada miembro de la población tenía la misma probabilidad de ser seleccionado (Barrantes *et al.* 2018).

### 3.6.4.2 Estandarización y ponderación de los indicadores

Para permitir la comparación de las unidades de producción (parcelas) y facilitar el análisis de las múltiples dimensiones de la sustentabilidad, los datos fueron estandarizados, mediante su transformación a una escala de 1 a 5; siendo 5 el mayor valor de sustentabilidad y 1 el más bajo. Esto facilitó la integración de varios indicadores de distinta naturaleza (Barrantes *et al.* 2018, Pinedo *et al.* 2018, Márquez y Julca 2018). Para facilitar los rangos de valoración de sostenibilidad, adaptando la propuesta planteada por Pinedo *et al.* (2018) se consideraron los valores como sostenibilidad muy crítica (0 a 1.9), crítica (2 a 2.9), débil (3 a 3.9), media (4 a 4.9), y alta (igual a 5).

La consistencia interna de las escalas utilizadas en cada variable/indicador y el nivel de similitud de estas, se corroboró mediante el Análisis de Correspondencia Múltiple (ACM) con la técnica de escalamiento óptimo (Benítez *et al.* 2016). Este procedimiento facilitó describir en pocas dimensiones asociaciones entre variables ordinales, así como las similitudes y diferencias entre los casos (Pinedo *et al.* 2018); siempre y cuando, el valor estimado del Alfa de Cronbach sea mayor a 0.7, porque valores menores reflejan una débil relación entre las variables analizadas (Gonzales y Pazmiño 2015).

Para determinar el Indicador Económico (IE), se consideró que a los sub indicadores de rendimiento (A2), riesgo climático (C2) y Tenencia de tierras (C4), son importantes para la rentabilidad del cultivo de camote por lo que para la ponderación del indicador económico (IE), se le otorgó el doble de peso, de acuerdo a la siguiente relación matemática:

$$IE = \left( \frac{(A1 + 2A2 + A3)}{4} + B1 + \frac{(C1 + 2C2 + C3 + 2C4 + C5)}{7} \right)$$

En la dimensión ambiental en el indicador conservación del suelo (A) se consideró otorgar el doble de peso a los sub indicadores rotación de cultivos (A1), incorporación de materia orgánica (A3), preparación de terreno (A4) y en el indicador gestión de plagas (B) frecuencia de aplicación de plaguicidas (B1), debido a su importancia en la ponderación del indicador ambiental (IA).

En la dimensión ambiental se observa en la siguiente relación matemática:

$$IA = ((2A1+A2+2A3+2A4)/7+(2B1+B2)/3+C1/1)/3.$$

En la dimensión social se consideró asignar en el indicador acceso a servicios básicos (A) el doble de peso los sub indicadores de acceso a la educación (A2), servicios básicos (A3), calidad de servicios de salud (A4); y en el subindicador nivel de satisfacción con la actividad (B1), de acuerdo a la siguiente relación matemática:

$$IS = ((A1+2A2+2A3+2A4)/8+(2B1)/2+(C1+C2)/2+D1)/4.$$

El Índice de sustentabilidad general (ISG), se halló valorando a las tres dimensiones por igual, de acuerdo al marco conceptual definido previamente, mediante una simple relación matemática:  $ISGen = (IE+IA+IS)/3$ ; dónde: ISGen= Índice de sustentabilidad general; IE = Indicador de sustentabilidad económica; IA = Indicador de sustentabilidad ambiental; IS = Indicador de sostenibilidad social.

El valor umbral o mínimo que debería alcanzar el Índice de Sostenibilidad General (ISGen) para considerar un sistema productivo como sostenible fue igual a 3 o mayor que 3 (valor medio de la escala). Por lo tanto, se consideró que en ningún caso el valor de IE, IA e IS debe tener un valor menor a 3. El procesamiento de datos y análisis estadístico se realizó con Excel y el software estadístico SPSSv22. La consistencia interna de los datos ordinales fue validada mediante la técnica de Correspondencia Múltiple (ACM), con alfa de Combrash mayor a 0.7

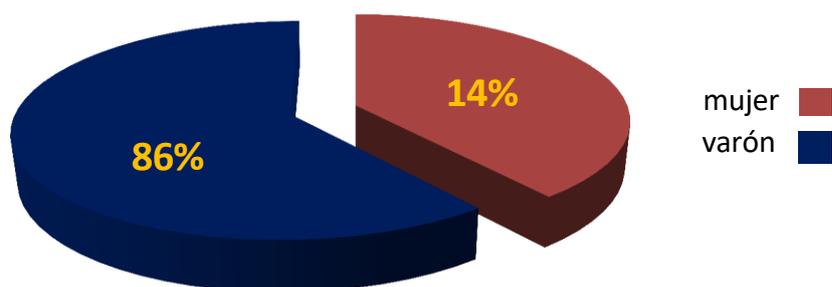
## **IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **4.1 CARACTERIZACIÓN DE LAS UNIDADES DE PRODUCCIÓN DE CAMOTE EN SAN LUIS-CAÑETE**

El valle de Cañete es una zona privilegiada para el desarrollo de la agricultura debido a la calidad de sus tierras y condiciones climáticas. El cultivo de camote requiere condiciones mínimas como temperatura, humedad y horas sol (IICA 2016, Flórez *et al.* 2016). Los productores en estudio se dedican a ese cultivo con la finalidad de mejorar sus ingresos económicos, acceso a bienes y servicios, pero posiblemente con escasa responsabilidad ambiental por los sistemas intensificados de producción agrícola. Por lo tanto, el manejo sostenible de la producción de camote en términos económicos, ambientales y sociales no sería factible (Sarandón y Flores 2014).

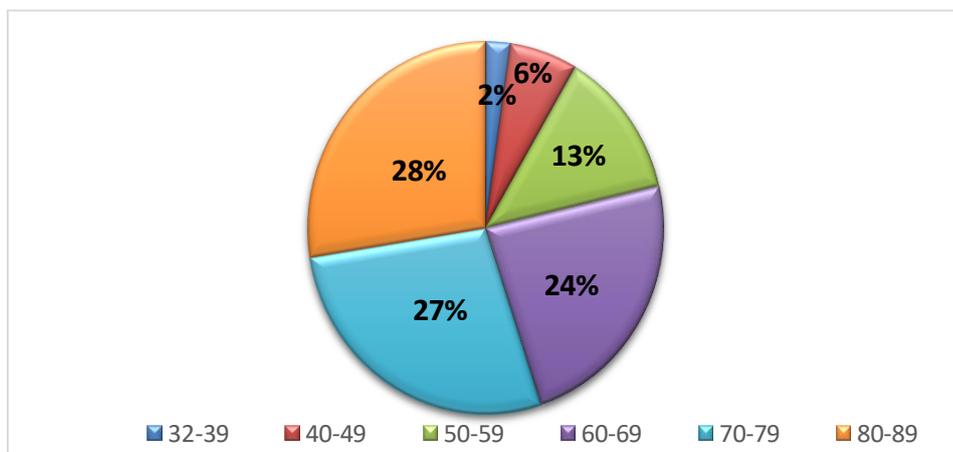
#### **4.1.1 Aspecto social de las unidades de producción agropecuaria (UAP)**

Con respecto a la responsabilidad en el manejo de las UAP, el 86 por ciento está a cargo de hombres, mientras que el 14 por ciento de mujeres (Figura 5). Este aspecto puede ser desventajoso, debido a que las mujeres han demostrado a través de la historia que tienen mayor responsabilidad ambiental y en la conservación de recursos como la variabilidad de semillas (Maletta 2011, Pinedo *et al.* 2018).



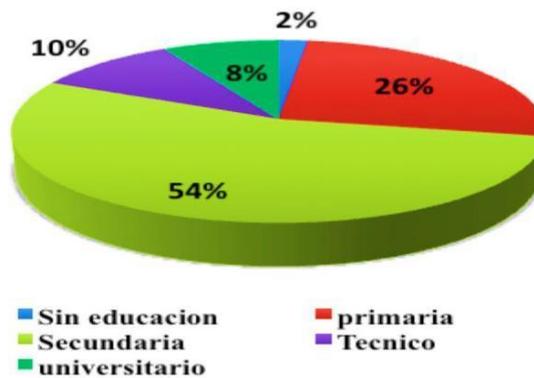
**Figura 5: Unidad de producción agropecuaria**

La edad de los productores puede estar asociada a los años de experiencia en el cultivo de camote y a las posibilidades de adopción de tecnologías. El 28 por ciento de los agricultores se encuentran en el rango de 80 a 89 años son adultos mayores, que correspondería al de mejor productividad; el 27 por ciento entre 70 y 79 años y el 24 por ciento mayores de 60 a 69 años. Esto puede deberse a que la población joven menor a 32 años se encuentra en las ciudades o centros poblados realizando otras actividades no necesariamente agrícolas (Figura 6).



**Figura 6: Rango de edades de productores del valle de Cañete**

La edad del productor puede influir en la adopción de nuevas tecnologías de producción o su inserción al mercado. Sin embargo, un factor que puede jugar un rol importante es el nivel de educación (CYNMIT 2003). De acuerdo al estudio realizado, el 80 por ciento cuenta con algún nivel de educación: el 54 y 26 por ciento de los productores tienen educación secundaria y primaria, el 18 por ciento educación técnica y universitaria (Figura 7). Estos resultados coinciden con los del INEI (2018), según los cuales, el 50,4 por ciento cuenta con educación secundaria y 20,7 por ciento con educación superior.



**Figura 7: Nivel de educación de los productores de camote**

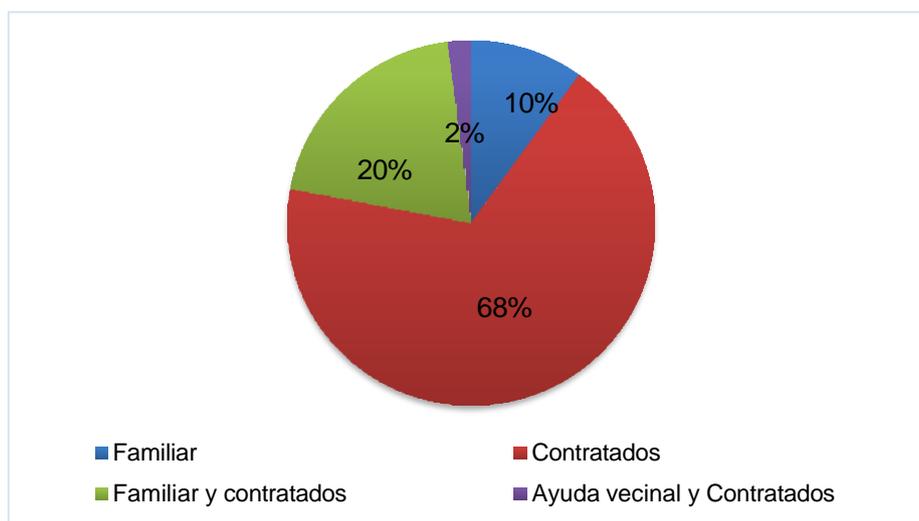
Con respecto al lugar de residencia, el 94 por ciento de los productores viven en un centro poblado próximo a sus UAP, lo que les permite seguir de cerca sus actividades productivas. Solo el 2 por ciento vive en la ciudad y el 4 por ciento en la chacra. Según Ayora (2015), Pinedo *et al.* (2018), en la zona rural la situación es inversa por la tendencia a la migración hacia las ciudades, por lo que están alejados de sus UAP. Otro factor que puede diferenciar las tipologías de producción (Escobar y Berdegué, 1990, Pinedo *et al.* 2017), es que el 58 por ciento tiene la condición de propietarios de tierras agrícolas y 42 por ciento de arrendatarios, que por lo general son agricultores migrantes. En el estudio se encontraron productores que manejan desde 0.5 ha hasta 21 hectáreas. Por consiguiente, es posible establecer tipologías de productores (Figura 8). Al respecto, Maletta (2017) indica que existe una alta atomización de tierras en el Perú, especialmente en la sierra. El INEI (2013) destaca que, en la costa peruana, de acuerdo a la superficie cultivada que manejan, existen pequeños, medianos y grandes productores.



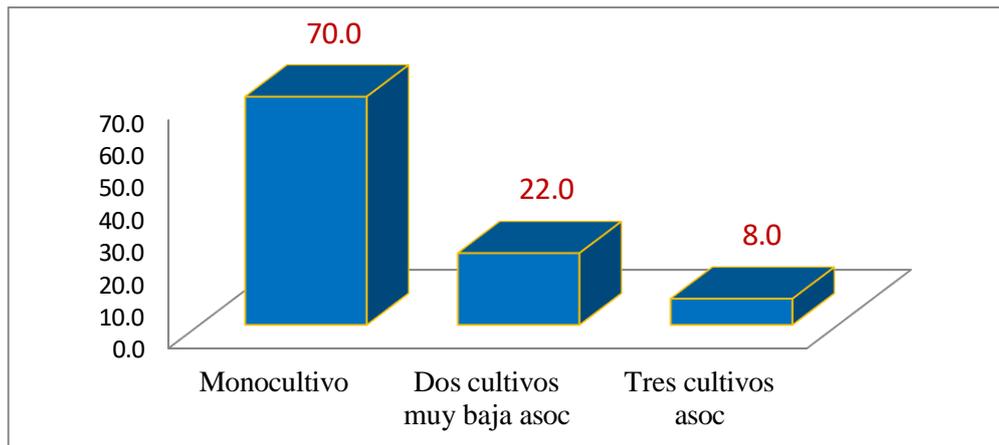
**Figura 8: Clasificación de tenencia de tierras (ha) de UAP de camote en San Luis-Cañete, 2018**

En términos generales se observa un alto nivel de satisfacción de los productores de camote con esta actividad, puesto que les genera ingresos económicos y seguridad alimentaria. El 82 y 10 por ciento están muy contentos y contentos, mientras que el 6 y 2 por ciento muestran poca satisfacción o no están satisfechos. El cultivo de camote de pulpa amarilla cumple un rol estratégico en la seguridad alimentaria local y nacional (Flórez *et al.* 2016). El 68 por ciento de los productores contratan mano de obra para sus actividades agrícolas de la producción de camote, mientras que el 20 por ciento de la fuerza de trabajo corresponde a familiares y contratados (Figura 9). Por lo tanto, se puede afirmar que la tipología de productor predominante es agricultura no-familiar (Maletta 2017).

El sistema de producción predominante en la zona es el monocultivo. El 70 por ciento de la actividad agrícola se basa en diversificación de cultivos, mientras que un 22 por ciento siembra dos cultivos, pero con bajo nivel de asociación y el 8 por ciento maneja hasta tres cultivos asociados (Figura 10). Las prácticas de monocultivo en el corto plazo pueden ser viables económicamente para los agricultores, pero la diversificación productiva puede conducir hacia sistemas de producción más sostenibles (Sarandón y Flores 2014). En el valle de Cañete se siembran 72 cultivos, entre frutas, raíces y tubérculos (Plan Desarrollo Concertado de la Provincia Cañete 2008- 2021).



**Figura 9: Fuente mano de obra**



**Figura 10: Diversificación de cultivos**

El gasto medio por productor en fertilizantes es intermedio. Los productores aplican entre 10 y 15 sacos de fertilizantes. Los niveles de fertilización generalmente recomendados para la costa peruana son relativamente bajos de N-P-K 80-60-120 (Villagómez 2017) e intermedios 110- 120-180 (Molina 2004). Entre las principales plagas que afectan al cultivo de camote en las UAP estudiadas se reportan insectos plaga y un tipo de virus (SPFMV). Se registraron niveles de daño alto (3), medio (2) y bajo (1), como se observa en la Tabla 8.

**Tabla 8: Principales plagas en el cultivo de camote en San Luis-Cañete**

Nombre vulgar	Nombre científico	Nivel daño
Gusano ejército	<i>Spodoptera frugiperda</i>	3
Mosca blanca	<i>Bemisia tabaci</i>	3
Chacarero	<i>Anómala</i> sp.	2
Gorgojo	<i>Euscepes postfasciatus</i>	2
Comedor hoja	<i>Spodoptera eridania</i>	2
Moteado plumoso	<i>SPFMV</i>	1
Cigarrita	<i>Empoasca</i> sp	2

#### 4.1.2 Análisis de componentes principales (ACP)

En el análisis de estadísticos descriptivos y la prueba de ji-cuadrada Pearson las variables seleccionadas son independientes y las más apropiadas para explicar los conjuntos que se agruparon (Tabla 9). La medida de adecuación muestral de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) con 0,503 indica que las variables se encuentran correlacionadas a nivel aceptable y son útiles para explicar las características de las UAP.

La prueba de esfericidad de Bartlett y el valor aproximado de la ji-cuadrada ( $p = 0.001$ ) confirman tal afirmación (Velásquez y Peresgrovas 2017). Para el ACP se consideraron 17 variables originales cuyo CV era igual o mayor a 40 por ciento, que midieron aspectos productivos y socioeconómicos de los productores y sus UAP.

**Tabla 9: Eigenvalues y total de varianza explicada**

Componentes	Total	Porcentaje de varianza	Porcentaje acumulado
1	4.049	23.82	23.82
2	3.134	18.43	42.25
3	2.277	13.39	55.64
4	1.461	8.60	64.24
5	1.147	6.75	70.99

El procedimiento de reducción de factores permitió visualizar el comportamiento de las variables y determinó cuatro factores en los que se pueden agrupar en cuatro nuevas variables sintéticas. De 64 variables, la técnica de ACP ha permitido reducir a 17 que explican el 70.99 por ciento de la varianza.

En la Tabla 9 se muestran los vectores propios de la matriz de correlaciones de los cinco componentes principales. El CP1 explica el 23.82 por ciento de la varianza total, por lo tanto, es el componente principal más influyente en el análisis y el que mejor expresa las diferencias entre las UAP y las características de los sistemas productivos de camote (Coronel de Ronolfi y Ortuño 2005). Las variables VAR1, VAR2, VAR3 Y VAR4 fueron las más influyentes (Tabla 10). Dentro de este componente se observa la importancia de la disponibilidad de jornales en las tareas agrícolas, aplicaciones de agroquímicos y su relación directa con la posesión de maquinaria agrícola, por lo que se les denomina “labores agrícolas”.

En el segundo componente (CP2), las variables más influyentes fueron VAR5, VAR6, VAR7 y VAR8, que explican el 18.43 por ciento de la varianza. El CP2 refleja la sostenibilidad económica de las familias que cultivan camote en sus UAP y, por lo tanto, se le considera como “ingreso por UAP”. El CP3 explica el 13.39 por ciento de la varianza y entre las variables que lo representan se encuentran VAR9, VAR10, VAR11, VAR12.

Está vinculado a la edad del agricultor, su situación en cuanto a la posesión de tierras, sus costos de producción y la productividad de las parcelas. En las encuestas se ha observado que el 35 por ciento de los agricultores tienen la condición de arrendatarios, por lo tanto, es una situación crítica para el manejo sostenible del cultivo, ya que no pueden hacer ninguna mejora y, por el contrario, realizan actividades extractivas con alto uso de productos químicos, lo cual puede ser muy costoso.

El CP4 está representado por las variables VAR13, VAR14 y VAR15, que explican el 8.60 por ciento de la varianza. Muestra la relación que existe entre la cantidad de materia orgánica, agua de riego y dependencia de insumos externos, por lo que se le denominó “dependencia de insumos externos”. El modelo de producción predominante es el monocultivo con alto uso de insumos externos. Finalmente, el CP5 que explica el 6.75 por ciento de la varianza, presentó correlación elevada con las variables VAR16 y VAR17. Está conformado por las variables calidad de tierras y nivel de integración social, por lo que se le denominó “nivel organizativo y recursos”. Los suelos de costa son sometidos a labranza intensiva con escasas prácticas conservacionistas, y, por lo tanto, los productores se ven obligados a rotar de lugar de siembra en busca de parcelas con tierras de mejor calidad, lo cual es un factor que puede debilitar las escasas formas asociativas y trabajos colectivos.

**Tabla 10: Eigen vectores de la matriz de correlación para los cinco componentes principales**

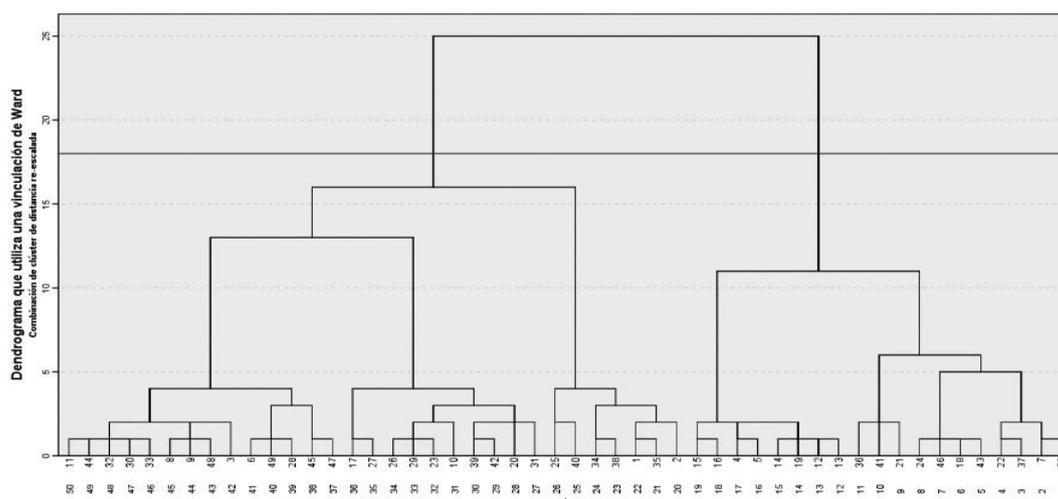
Variables		Componente				
Clave	Nombre	CP1	CP2	CP3	CP4	CP5
VAR1	Nº aplicaciones	.908	.011	-.072	.196	-.022
VAR2	Costo plaguicidas	.897	.003	-.103	.203	-.056
VAR3	Posesión maquinaria	.674	.158	-.037	-.151	-.117
VAR4	Nº jornales	.606	.105	.344	.291	.322
VAR5	Ingreso neto mensual	-.014	.912	-.302	.032	-.104
VAR6	Costo beneficio	.197	.799	.316	-.043	-.135
VAR7	Superficie siembra ha	-.139	.717	-.442	-.034	-.050
VAR8	Precio por kg	.313	.679	.154	-.121	-.128
VAR9	Edad del agricultor	-.018	.158	.814	.158	.016
VAR10	Costo por hectárea	-.041	.147	-.701	.342	-.205
VAR11	Tenencia tierras	-.169	-.119	.569	.041	.257
VAR12	Rendimiento kg/ha	-.123	.460	-.549	.447	-.206

<<continuación>>

VAR13	Pago agua de riego	.118	-.061	-.102	.839	-.119
VAR14	Cantidad materia orgánica	.107	-.073	.049	.806	.066
VAR15	Dependencia insumos externos	.416	.026	.136	.517	-.509
VAR16	Calidad tierras	-.052	-.083	.191	-.087	.807
VAR17	Nivel integración social	.022	-.222	.200	.007	.731

### 4.1.3 Análisis de los conglomerados de las UAP de camote en Cañete

Mediante el análisis de conglomerados se establecieron dos clústeres, con una línea de corte en el nivel 18 (Figura 11). Dos grupos es un número razonable considerando que las subdivisiones subsiguientes del árbol darían origen a grupos menos diferentes entre sí. Asimismo, podría resultar poco práctico para los agentes de cambio trabajar con más de cinco tipos diferentes de finca.



**Figura 11: Agrupamiento de pequeños y medianos productores de camote en San Luis, Cañete**

Al realizar el análisis clúster resultan dos CG que tienen semejanzas entre los productores de cada grupo, pero difieren de uno a otro grupo (INEI 2002). El conglomerado 1 (CG1) está conformado por pequeños productores porque la superficie de cultivo de camote en promedio es 3.42 ha (Tabla 11). Al respecto, Pinedo *et al.* (2017) y Maletta (2017), así como el INEI (2013) mencionan que la superficie de cultivo es una variable adecuada para la tipificación de productores además de otras variables socioeconómicas y que las superficies de tierras cultivables menores a cinco hectáreas se consideran como pequeños productores.

**Tabla 11: Características de los clústers 1 y 2**

VARIABLES	Clúster 1	Clúster 2
Edad (años)	59	56
Superficie siembra (ha)	3.42	6.11
Variedades (N° de variedades)	2	3
Fertilizantes (kg)	485	642
Gasto fertilizantes (PEN)	970	1284
Gasto en plaguicidas (PEN)	431	522
Jornales (Jornales/ha)	60	66
Rendimiento (kg/ha)	20.08	21789
Costo de producción por ha	6206	6532
Ingreso neto mensual (PEN)	1847	5812
Relación B/C	1.3	1.9

La productividad del cultivo de camote en promedio es 20.08 kg/ha<sup>-1</sup> con un costo de producción de 6206 PEN. Las semejanzas y diferencias entre los dos clústeres establecidos se observan en la Tabla 11. Con respecto a la edad de los productores, ambos grupos no difieren significativamente, pero en superficie sembrada, en el clúster 1 la media es 3.42 ha por productor, mientras que en el clúster 2 la media es 6.11 ha. La media de rendimiento es mayor en el clúster 2 que llega hasta 21789 kg/ha<sup>-1</sup>. El INM de los productores del clúster 1 es 1847 PEN con una relación B/C de 1.3, mientras que en el clúster 2 el INM es 5812 con una relación B/C de 1.9. Esto significa que los del grupo 2, por cada sol invertido logran una rentabilidad de 1.9 PEN y generan un ingreso neto mensual de 1847 PEN, resultando la relación B/C igual a 1,3. Por cada PEN invertido obtienen 0.30 PEN de beneficio.

El conglomerado 2 (CG2) se caracteriza porque las UAP son mayores que el CG1 y califican como medianos productores con un promedio de 6.11 ha. El costo de producción por hectárea alcanza hasta 6532 PEN, lo cual les genera un INM de 5812 PEN, con una relación B/C de 1.90 PEN. Entre los factores que influyen en los altos rendimientos alcanzados en ambos conglomerados están las condiciones climáticas y la experiencia de los agricultores en el manejo del cultivo.

Al evaluar las características agronómicas de 61 clones en la localidad de Cañete, Reynoso (2003) halló un rendimiento promedio de 23.5 t/ha<sup>-1</sup>; mientras que con los cultivares comerciales Huambachero y Jonathan la media alcanzó rendimientos de 10,6 y 27,3 t/ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Según Flórez *et al.* (2016), las condiciones idóneas para su cultivo son una temperatura media durante el período de crecimiento, superior a los 21°C, y un ambiente húmedo (80-85 por ciento). Tal condición la cumple el valle de Cañete. El rendimiento promedio del cultivo de batata en el mundo es de 12,60 t/ha<sup>-1</sup>, cifra que depende del cultivar que se siembre.

Los datos obtenidos han hecho posible identificar tipos de sistemas de producción en los cuales, por ejemplo, el efecto de las variables agroecológicas fue menos determinante que el de variables socioeconómicas, o viceversa (Escobar y Berdegué 1990). La aplicación de los métodos multivariados entregó una ponderación objetiva de la influencia de cada variable sobre la determinación del sistema de las UAP (Borja *et al.* 2016).

Bajo el enfoque de sistema de finca, al analizar la influencia de variables referidas a los objetivos y habilidades de los productores en el manejo de sus UAP y aquellas que se deben a fenómenos socioeconómicos, agroecológicos, tecnológicos e institucionales, se observó que no implicó la asignación de un peso igual ni constante a cada una de las variables, en relación con cada posible tipología de producción (Escobar y Berdegué 1990; Maletta 2017; Pinedo *et al.* 2018).

#### **4.2 NIVELES DE FERTILIZACIÓN EN EL RENDIMIENTO DE DOS CULTIVARES DE CAMOTE**

Se encontraron diferencias significativas estadísticas en las variables altura de planta y peso de follaje en el factor cultivares. No se encontraron diferencias significativas estadísticas en las variables altura de planta para el factor fertilización y la interacción cultivar por dosis de fertilización, denotando que cada factor actuó de manera independiente. Asimismo, para las variables peso de follaje, rendimiento total y rendimiento comercial no se encontraron diferencias significativas estadísticas para los factores cultivares, dosis de fertilización y la interacción cultivar por dosis de fertilización, lo que explica que cada factor actuó de manera independiente (Tabla 12).

**Tabla 12: Análisis de varianza (ANVA) de dos cultivares en cuatro niveles de fertilización**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.62	7	0.09	2.04	0.0913
V	0.21	1	0.21	4.77	0.039
F	0.11	3	0.04	0.85	0.4801
V*F	0.3	3	0.1	2.32	0.1008
Error	1.04	24	0.04		
Total	1.66	<u>31</u>			

La prueba de Rango múltiple de Duncan al 5 por ciento de probabilidad establece que las medias de los cultivares en promedio de niveles de fertilización son iguales estadísticamente. En la variable altura de planta con la D2 se halló la mayor altura de planta (0.91 m) y resultó igual estadísticamente a las dosis D1, D3 y D4. Al respecto Ali *et al.* (2009) reportan como el promedio de largo (altura) de planta (1.22 m) con el clon BARI SP-5 y como la planta más corta (0.65 m) con el clon BARI SP-7. Resultado que difiere con lo hallado en el ensayo probablemente por las características del suelo, condiciones climáticas y manejo del cultivo.

Con respecto a la variable peso de follaje fresco el mayor peso se halló con la D2 (56770.83 kg/ha<sup>-1</sup>), seguido de la dosis D1 con 54197 kg/ha<sup>-1</sup>, D3 48697.92 kg/ha<sup>-1</sup> y la D4 con 38151.04 kg/ha<sup>-1</sup> siendo iguales estadísticamente en las cuatro dosis de fertilización. Estos valores resultan menores a los promedios obtenidos por Ruíz (2016), quien halló rendimientos de follaje fresco entre un rango de 41000 a 95000 kg/ha<sup>-1</sup>; asimismo Quispe (2015) que reportó rendimientos de follaje de 58000.33 a 88000.3 kg/ha<sup>-1</sup> en el cultivo de camote. Por su parte Quispe (2017), reporta 30000.08 kg/ha<sup>-1</sup> como rendimiento promedio de follaje fresco con una dosis de NPK 190-80-60 kg/ha<sup>-1</sup>, estos resultados son menores a lo hallado en el experimento.

En cuanto a la variable rendimiento total la prueba de Rango múltiple de Duncan al 5 por ciento de probabilidad establece que las medias de los cultivares en promedio de niveles de fertilización son diferentes estadísticamente. El mayor rendimiento se encontró con la D4 (299947.92 kg/ha<sup>-1</sup>) siendo igual estadísticamente a las D1 y D2 con 28750 kg/ha<sup>-1</sup> y 24895.83 kg/ha<sup>-1</sup> y diferente a la D3 (22135.42 kg/ha<sup>-1</sup>).

Al respecto Torres y Collantes (2015) utilizando dosis de NPK de 100-80-180 y 100-80-120 encontró promedios de 27,885 y 25,699 kg/ha<sup>-1</sup>, los cuales tienen semejanza con los resultados obtenidos en el experimento. Asimismo, Ruiz (2016) empleando una dosis de 100-100-100 kg/ha<sup>-1</sup> N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O, respectivamente, halló con el clon PZ08.216 halló el mayor rendimiento (54000.07 kg/ha<sup>-1</sup>) y el menor rendimiento con la variedad Tanzania (12000.39 kg/ha<sup>-1</sup>), resultados que difieren de lo reportado en la presente investigación, posiblemente por factores climáticos, edáficos o el material genético empleado (Tabla 13).

Con respecto a rendimiento comercial se puede establecer que mediante la prueba de Rango múltiple de Duncan al 5% de probabilidad las medias de las cultivares en promedio de niveles de fertilización son no son diferentes estadísticamente. El mejor rendimiento comercial se halló con la D4 (24869.79 kg/ha<sup>-1</sup>), seguido de la D1, D2, y D3 siendo iguales estadísticamente. Ruíz (2016), con una dosis de 100 - 100 - 100 kg/ha<sup>-1</sup> de NPK reportan como el mejor rendimiento 35840 kg/ha<sup>-1</sup> con el clon PZ08.216 y como el de menor rendimiento con la variedad Tanzania que alcanzó 4400 kg/ha<sup>-1</sup>.

**Tabla 13: Prueba de comparación de medias de Rango Múltiple Duncan al 0,05 de cultivares en promedio de nivel de fertilización para altura de planta, peso de follaje fresco, rendimiento total y rendimiento comercial**

NPK (fertilización)	Dosis	Altura planta (cm)	Peso follaje fresco (kg/ha)	Rendimiento Total (kg/ha)	Rendimiento comercial (kg/ha)
18-46-30	(D <sub>1</sub> )	D <sub>2</sub> 0.91 a	56770.83 a	D <sub>4</sub> 29947.92 a	D <sub>4</sub> 24869.79 a
100-80-60	(D <sub>2</sub> )	D <sub>1</sub> 0.89 a	54197.92 ab	D <sub>1</sub> 28750.00 ab	D <sub>1</sub> 24088.54 a
120-100-80	(D <sub>3</sub> )	D <sub>3</sub> 0.82 a	48697.92 ab	D <sub>2</sub> 24895.83 ab	D <sub>2</sub> 20546.88 a
120-110-140	(D <sub>4</sub> )	D <sub>4</sub> 0.76 a	38151.04 b	D <sub>3</sub> 22135.42 b	D <sub>3</sub> 18059.90 a

Con respecto al efecto de las dosis de fertilización en promedio de cultivares en la prueba de comparación del rango múltiple de Duncan al cinco por ciento de probabilidades se establece que se hallaron diferencias estadísticas para las variables altura de planta, peso de follaje fresco; mientras que, para las variables rendimiento total y comercial resultaron iguales estadísticamente (Tabla 13).

En la variable altura de planta el cultivar Jonathan se halló la mejor altura de planta con 0.93 cm estadísticamente diferente al cultivar Huambachero que alcanzó 0.76 cm. Probablemente este comportamiento se deba al tiempo de adaptación que tiene este cultivar en el valle de Cañete y por ende su respuesta a los factores biofísicos del medio (Fonseca *et al.* 2002).

El mejor peso de follaje fresco se encontró con el cultivar Jonathan (58739.58 kg/ha<sup>-1</sup>) seguido del cultivar Huambachero que alcanzó 40169.27 kg/ha<sup>-1</sup> y no son iguales estadísticamente. Según Quispe (2017) el mayor rendimiento de follaje (+97 por ciento) reduce a 43 por ciento el rendimiento de raíces; por lo tanto, se puede deducir que la exuberancia del área foliar puede ser negativo para la formación de raíces reservantes en la producción de camote. Con relación a la variable rendimiento total, el mejor comportamiento se alcanzó el cultivar Jonathan que alcanzó 28072.92, y el cultivar Huambachero 24791.67 kg/ha. Morales *et al.* (2018) indican que el promedio de rendimiento de camote en el valle de Cañete es 26250 kg/ha<sup>-1</sup>, el mismo que resulta inferior a lo hallado en el experimento (Tabla 14).

En cuanto a la variable rendimiento comercial, el mejor comportamiento se alcanzó con el cultivar Jonathan que alcanzó 23085.94 kg/ha<sup>-1</sup>; mientras que el cultivar Huambachero la media de rendimiento fue 20696.62 kg/ha<sup>-1</sup>, siendo estadísticamente iguales. Al respecto Sánchez y Rivera (2018), con el cultivar de camote INIA 320 Amarillo Benjamín reportan como el mayor rendimiento 62750 kg/ha<sup>-1</sup> lo cual resulta superior a la media de rendimiento del presente experimento, al respecto se puede inferir que esta diferencia se deba a la modalidad de riego por goteo en el crecimiento y producción de camote.

Por su parte Castillo *et al.* (2014) indican que el rendimiento total de los cultivares de camote varió entre 6000 kg/ha<sup>-1</sup> con el cultivar Criollo y 48000 kg/ha<sup>-1</sup> con el cultivar Zanahoria, con una media de 30000 kg/ha<sup>-1</sup>, resultados que se asemejan a lo obtenido en el experimento. Por su parte Ali *et al.* (2009) afirman que el rendimiento y los caracteres que contribuyen al rendimiento de los cultivares de camote difieren significativamente debido a las diferentes combinaciones de fertilizantes, así hallaron rendimientos promedio de 32500 kg/ha<sup>-1</sup>.

Asimismo, es importante mencionar que tanto el tamaño como el peso de las raíces de camote, representan indicadores de la calidad comercial, que normalmente son utilizados para estandarizar el empaquetado y satisfacer las preferencias de los consumidores (García-Méndez *et al.* 2016).

**Tabla 14: Prueba de Comparación de medias de Rango Múltiple Duncan al 0,05 de dosis de fertilización en promedio de cultivares para altura de planta, peso de follaje fresco, rendimiento total y rendimiento comercial**

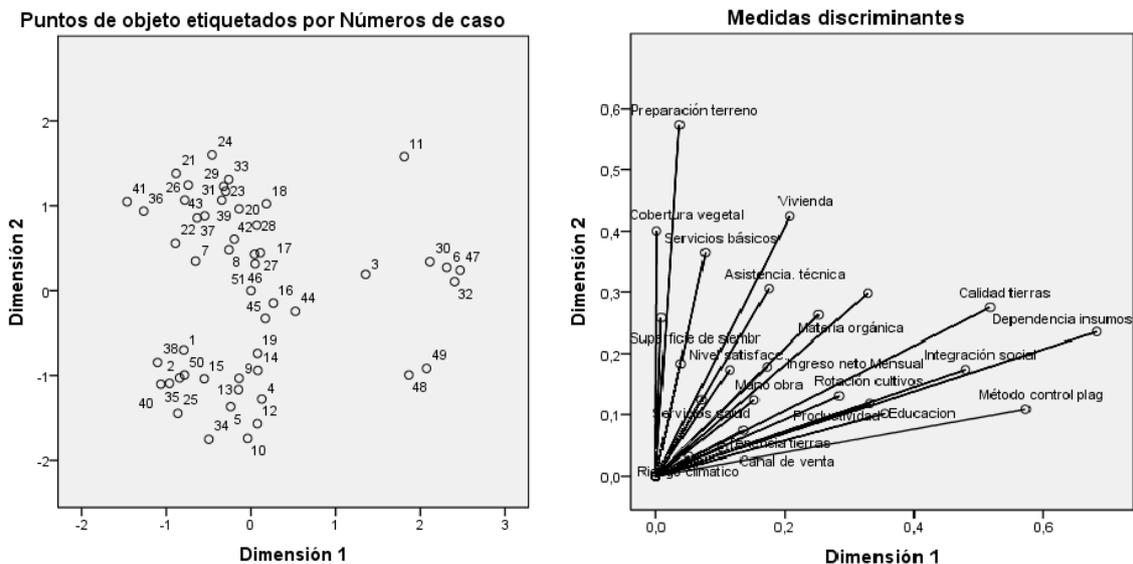
Cultivar	Altura planta (cm)	Peso follaje fresco (t/ha <sup>-1</sup> )	Rendimiento total(kg/ha <sup>-1</sup> )	Rendimiento comercial (kg/ha <sup>-1</sup> )
Jonathan (C1)	C <sub>1</sub> 0.93 a	58739.58 a	28072.92 a	23085.94 a
Huambancharo (C2)	C <sub>2</sub> 0.76 b	40169.27 b	24791.67 a	20696.62 a

Otro aspecto por destacar es el comportamiento de las dosis individuales de NPK, así por ejemplo Gonzales (2011) al evaluar la fórmula de fertilización de 80 Kg de nitrógeno, 60 Kg de fósforo y O, 80, 130, 180 kg de K<sub>2</sub>O kg/ha<sup>-1</sup> respectivamente con el cultivar 'Benito verde' con nivel de potasio 180 kg de K<sub>2</sub>O, obtuvo el mayor rendimiento de raíces reservantes totales y comerciales con 18 194,25 kg/ha<sup>-1</sup> y 11763,75 kg/ha<sup>-1</sup>; ocupando el último lugar el cultivar 'Amarillo' con un nivel de potasio de O kg de K<sub>2</sub>O ha, con 4131,75 y 2013,50 kg/ha<sup>-1</sup> de raíces reservantes totales y comerciales, respectivamente. Con esta afirmación se puede inferir que en la expresión de rendimiento total y comercial el elemento de mayor influencia fueron las dosis de potasio.

### 4.3 SOSTENIBILIDAD DE LA PRODUCCIÓN DE CAMOTE CON MÉTODOS DE ANÁLISIS MULTIVARIADO EN EL DISTRITO DE SAN LUIS-CAÑETE

#### 4.3.1 Validación de consistencia interna de los datos

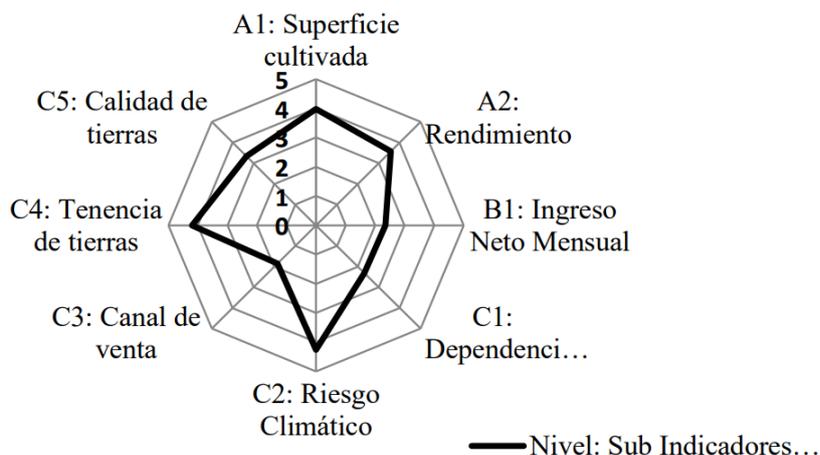
El ACM, mediante la técnica de escalamiento óptimo muestra una consistencia interna aceptable para las 24 variables analizadas; los valores 0.843 y 0.835 alfa de Cronbach en las dos dimensiones analizadas, le confieren buena confiabilidad y pertinencia de los indicadores y la escala utilizada (Figura 12- 2A y 2B). De acuerdo a Gonzales y Pazmiño (2015) y Pinedo *et al.* (2018) si el valor de Alfa de Cronbach es mayor a 0.70 el procedimiento de análisis de datos es aceptable. Asimismo, el análisis muestra que los niveles de asociación, relaciones de dependencia y semejanza de las unidades de producción analizadas. En la Figura 12, las variables sociales se agrupan en la dimensión 2, mientras que en la dimensión 1 es más representativa para analizar la productividad y rentabilidad de los cultivos.



**Figura 12: 2A = Nube de puntos de casos analizados en agroecosistemas.  
2B = Medidas discriminantes de los sub indicadores analizados en agroecosistemas del distrito de San Luis Cañete**

### 4.3.2 Análisis de la dimensión económica

La figura tipo ameba (Figura 13), muestra que los indicadores superficie cultivada, tenencia de tierras y riesgo climático son los de mayor aporte a la sostenibilidad económica de los sistemas de producción de camote y se encuentra en el rango de sostenibilidad alta (4 a 4.9) de la escala establecida. Los valores de los indicadores calidad de tierra y rendimiento se ubican en la escala de sostenibilidad media por encontrarse en el rango de sostenibilidad débil (3 a 3.9): Los indicadores de menor contribución están representados por el ingreso neto mensual y dependencia de insumos, ambos ubicados en el rango de sostenibilidad crítica (2 a 2.9) y finalmente el indicador de canales de venta o de comercialización se encuentra en el rango de muy crítica (1 a 1.9), por depender mayoritariamente de un canal de comercialización (venden su producción a comerciantes locales o acopiadores locales), lo cual es negativo para mejorar sus ingresos económicos. El valle de cañete presenta condiciones climáticas favorables durante todo el año, lo que favorece las prácticas de cultivo intensivos, entre ellos el camote con un rendimiento promedio de 25 t/ha<sup>-1</sup> (Morales *et al.* 2018).



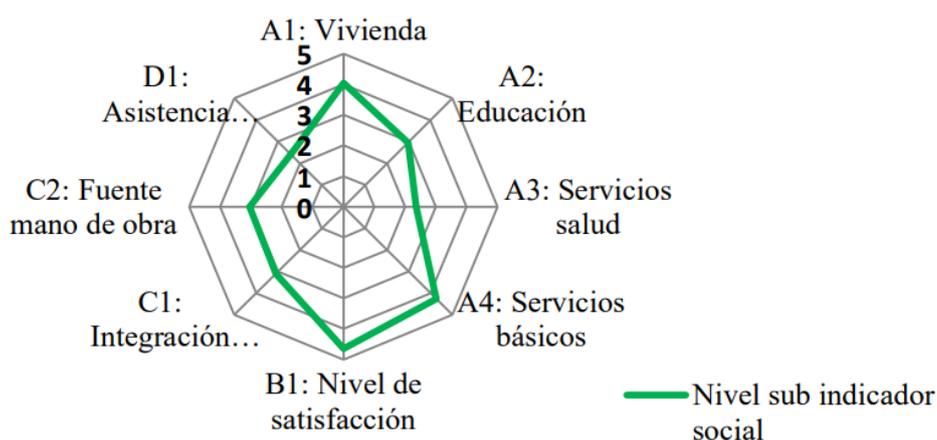
**Figura 13: Diagrama tipo ameba de representación de nivel de sostenibilidad de subindicadores económicos**

El suelo es un sistema vivo que soporta la vida de múltiples especies. Asegurar su calidad permitirá disponer de alimentos sanos y nutritivos. Recuperar y manejar adecuadamente suelos, cuencas y laderas, es indispensable para asegurar la calidad nutricional y alimentaria de las comunidades (FAO 2016).

### 4.3.3 Dimensión social

Los indicadores de mejor aproximación al nivel de sostenibilidad ideal resultaron la calidad de vivienda, nivel de satisfacción del productor y la disponibilidad y calidad de servicios básicos. Los puntos con una sostenibilidad débil son las fuentes de mano de obra, nivel de integración social y nivel de educación que apenas sobrepasan el umbral mínimo (UM). En cambio, los puntos críticos son los servicios de salud donde un 30 por ciento de los productores perciben que el nivel de atención en postas médicas es regular por la infraestructura y equipamiento inadecuados; asimismo el subindicador nivel de asistencia técnica (ATE), donde el 54 por ciento de los productores indican disconformidad tanto con los métodos y calidad de los servicios de ATE (Figura 14).

Se debe tener en cuenta que el acompañamiento constante, la innovación, las buenas prácticas de producción y el fortalecimiento de las capacidades técnicas productivas a los agricultores familiares, son los pilares que aseguran la sostenibilidad de los proyectos (FAO 2016). El desarrollo sostenible se centra en las personas, ya que tiene como objetivo mejorar la calidad de la vida humana y se basa en la conservación, ya que está condicionado por la necesidad de respetar la capacidad de la naturaleza para proveer recursos y servicios vitales para las personas (Cerfontaine *et al.* 2014).



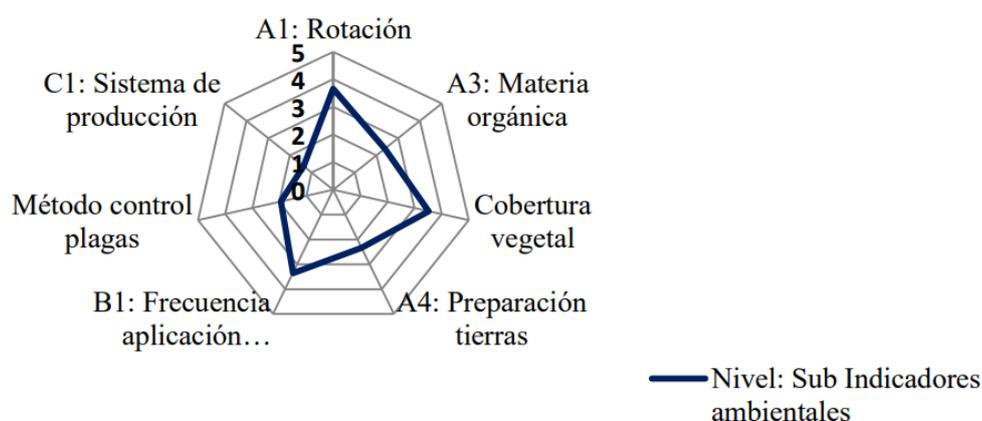
**Figura 14: Diagrama de representación de nivel de sostenibilidad de sub indicadores sociales**

#### 4.3.4 Dimensión ambiental

Las prácticas de producción sostenible minimizan la presión sobre los recursos naturales, debido al manejo adecuado de los recursos y conservación de la biodiversidad, asimismo, al reducir el uso de insumos nocivos para el medio ambiente, y a las prácticas que promueven el uso de variedades o ecotipos locales y policultivos (FAO 2016).

De acuerdo a la escala de sostenibilidad establecida, los sub indicadores rotación de cultivos, cobertura de suelos y frecuencia de aplicación de plaguicidas se encuentra en el rango de sostenibilidad débil por encontrarse en la escala de 3 a 3.9; mientras que los sub indicadores incorporación de materia orgánica, preparación de terreno y método de control de plagas se encuentran en la escala de sostenibilidad crítica (2 a 2.9); en el caso de materia orgánica el 67% incorpora de 6 hasta 16 t/ha, sin embargo, no es suficiente para el uso intensivo que le dan a los suelos. En el caso de sub indicador sistema de producción se ubica en el rango de muy crítica (0 a 1.9), debido al uso principalmente de plaguicidas agrícolas y sistemas de producción en monocultivo (Figura 15).

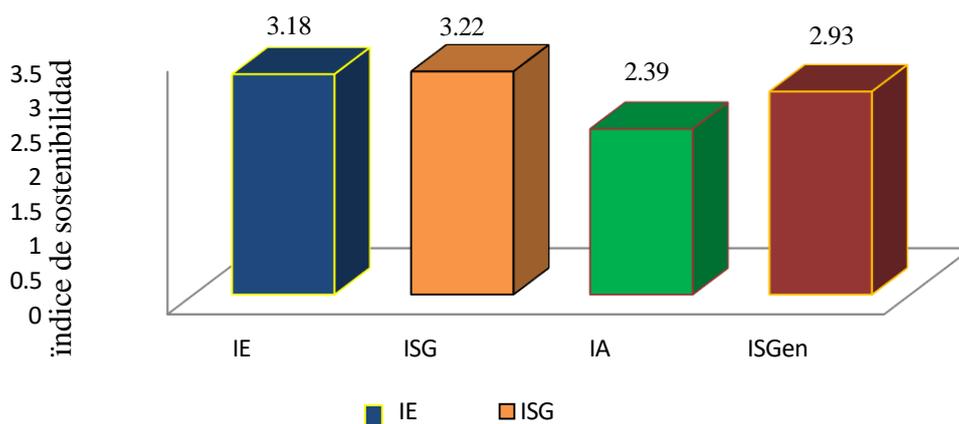
Se puede evidenciar que la producción diversificada está ausente en estos sistemas de producción cuando la misma carece de prácticas de diversificación de cultivos, alimentación en base a alimentos tradicionales, y falta de conciencia ecológica para proteger la agrobiodiversidad y poder generar oportunidades económicas a los productores (FAO 2016).



**Figura 15: Diagrama de representación tipo araña de nivel de sostenibilidad de sub indicadores ambientales**

### 4.3.5 Índice de Sostenibilidad General (ISGgen)

Los indicadores IE e IS, alcanzan una sostenibilidad media con 3.18 y 3.22 respectivamente y el IA se encuentra en el rango de sostenibilidad crítica con 2.39 (Figura 16). Con estos valores las unidades de producción analizadas alcanzan un ISGen de 2.93, y no logran superar el umbral mínimo de sostenibilidad (UMS=3). De acuerdo a la propuesta metodológica de Sarandón (2002), ninguno de los valores de los IE, IA e IS deben ser menores al UMS. Al tener el IA un valor menor al UMS los sistemas analizados no califican como sostenibles, aun cuando en el IE los productores obtienen ingresos económicos que les permite mejorar su calidad de vida y en la dimensión social el IS muestran aspectos favorables como la infraestructura de servicios educativos, salud y otros servicios; no califican como sostenibles porque en el tema ambiental existen puntos críticos como el excesivo laboreo de suelos, modelos de producción en monocultivo, alta dependencia de agroquímicos entre las más importantes.



**Figura 16: Indicadores de sostenibilidad económica, social y ambiental e índice de sostenibilidad general de las unidades de producción de camote en agroecosistemas del distrito de San Luis Cañete.**

Para mejorar la calidad de la vida de los productores dentro de la capacidad de carga de los agroecosistemas significa maximizar simultáneamente los objetivos del sistema biológico (agrobiodiversidad, manejo de recursos suelo, agua), los objetivos del sistema económico (satisfacción de las necesidades básicas, mejora de la equidad, aumento de bienes y servicios útiles) y los objetivos del sistema social (diversidad cultural, sostenibilidad institucional, justicia social, participación) (FAO 2016).

La idea es promover un equilibrio en las tres dimensiones del desarrollo sostenible: económico, ambiental y social; sin dejar de lado el soporte institucional (Flores y Sarandón 2014; Pinedo *et al.* 2018).

Según Morales *et al.* (2018), en Cañete la producción se realizan cinco operaciones de labranza, con 10 aplicaciones de plaguicidas y el rendimiento promedio es de 26.25 t/ha<sup>-1</sup> y genera emisiones de CO<sub>2</sub> de hasta 4442, debido al uso de fertilizantes, plaguicidas, mecanización y transporte. El desarrollo sostenible busca tener un menor impacto ambiental, reduciendo al mínimo el uso de fertilizantes y plaguicidas, generando menos emisiones de gases de efecto invernadero (Cerfontaine *et al.* 2014).

El uso inadecuado de los agroquímicos y las tecnologías aplicadas en los sistemas agropecuarios pueden ocasionar un acelerado deterioro de los suelos agrícolas y contaminación ambiental (Muñoz *et al.* 2017). Las granjas integrales articulan diversos subsistemas, los que trabajando en conjunto permiten la sustentabilidad de la producción agropecuaria con prácticas más amigables con el medio ambiente, resguardando la soberanía alimentaria de la población y mejorando la calidad de vida de los productores (Flores y Sarandón 2004).

El uso de los indicadores no es únicamente útil para la valoración de situaciones o toma de decisiones; pueden desempeñar también una función activa en el mejoramiento de los procesos de formulación de políticas públicas y la planificación en el diseño de proyectos con enfoque ecosistémico y aplicar la sostenibilidad como principio común, que debe regir en los procesos productivos (Astier *et al.* 2008; Bolivar 2011; FAO, 2011; Masaquiza *et al.* 2017).

## **V. CONCLUSIONES**

### **5.1 CARACTERIZACIÓN DE LAS UNIDADES DE PRODUCCIÓN DE CAMOTE EN SAN LUIS-CAÑETE**

Se encontraron dos tipos de productores. El primero corresponde al grupo de pequeños productores que manejan hasta 3.42 ha de cultivo de camote, mientras que el segundo corresponde al de medianos productores que manejan en promedio 6.11 ha pudiendo llegar hasta 21 ha.

El monocultivo es la práctica que predomina en la zona de estudio. El 70 por ciento de los productores practican cultivos en limpio, mientras que el 28 por ciento mantiene prácticas tradicionales con dos cultivos diversificados. Solo el 20 por ciento de los productores recurren a la mano de obra familiar y contratados para las labores agrícolas. El 68 por ciento contrata mano de obra. La producción de camote resulta rentable en términos económicos. El valor de la relación B/C es positivo para ambos grupos de productores.

### **5.2 NIVELES DE FERTILIZACIÓN EN EL RENDIMIENTO DE DOS CULTIVARES DE CAMOTE**

El mayor rendimiento total y comercial de camote se alcanzó con el cultivar Jonathan con 28072.92 kg/ha<sup>-1</sup> y 23085.94 kg/ha<sup>-1</sup> respectivamente. Con el nivel de fertilización D4 (120-110-80) se encontró el mayor rendimiento total y comercial de raíces reservantes con 29947.92 kg/ha<sup>-1</sup> y 24869.79 kg/ha<sup>-1</sup>; sin embargo, con el nivel D3, siendo mayor a D1 y D2 en cuanto a dosis NPK se logró el menor rendimiento total y comercial con 22135.42 kg/ha<sup>-1</sup> y 18059.90 kg/ha<sup>-1</sup>.

### **5.3 SOSTENIBILIDAD DE LA PRODUCCIÓN DE CAMOTE CON MÉTODOS DE ANÁLISIS MULTIVARIADO EN EL DISTRITO DE SAN LUIS- CAÑETE**

Los 10 indicadores y 23 sub indicadores utilizados en la definición de sostenibilidad de las unidades de producción de camote con el análisis de correspondencia múltiple (ACM) aplicado muestran consistencia interna adecuada lo que ha permitido observar las similitudes y diferencias entre los grupos analizados.

El Índice de Sostenibilidad General (ISGen) para las 50 unidades agrícolas analizadas no califican como sistemas sostenibles, aun cuando el indicador Económico (IE) y el Indicador Social (IS) superan el umbral mínimo de sostenibilidad con 3.18 y 3.22 respectivamente, pero representan un nivel de sostenibilidad débil. El Indicador Ambiental (IA) alcanzó el menor valor de sostenibilidad de 2.39 y no alcanza el umbral mínimo establecido en el estudio; por lo tanto, de acuerdo a la propuesta metodológica multidimensional utilizada las unidades productoras de camote se encuentran en desequilibrio por los modelos de producción predominantes basados en monocultivo con alta dependencia de insumos externos que pueden deteriorar los recursos del agroecosistema en estudio.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- Actualizar el diagnóstico situacional de las unidades productoras de camote en el distrito de San Luis para extrapolar los resultados de la presente investigación con los hallazgos del estado actual en términos económicos, ambientales y sociales.
- Realizar trabajos de investigación sobre efecto de la fertilización mineral y orgánica empleando dosis baja, media y alta de fertilización química complementada con aplicación de dosis crecientes de fuentes de fertilización orgánica.
- Realizar el análisis de sostenibilidad de la producción de camote integrando indicadores de huella del carbono, huella hídrica y niveles de salinización de los suelos.
- Realizar trabajos de investigación considerando como factores de estudio la calidad física, fisiológica, genética, sanitaria y procedencia de los esquejes bajo condiciones del Valle de Cañete.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Achata A., Fano H., Goyas H., Chiang O., Andrade M. 1990. El camote (Batata) en el sistema alimentario del Perú. El caso del Valle de Cañete. Centro Internacional de la Papa. Lima Perú. 63 p.

Arnés E. 2011. Desarrollo de la metodogología de evaluación de sostenibilidad de los campesinos de montaña en San José de Cusmapa (Nicaragua). Tesis para obtener el grado de Master en tecnología Agroambiental para una agricultura sustentable. Universidad Politécnica de Madrid. 67p. Disponible en: [http://oa.upm.es/9036/1/TFM.\\_Esperanza\\_Arn%C3%A9s..pdf](http://oa.upm.es/9036/1/TFM._Esperanza_Arn%C3%A9s..pdf)

Ali M.R., Costa D.J, Abedin M.J., Sayed M.A. and Basak N.C. Effect of fertilizer and variety on the yield of sweet potato. Bangladesh J. Agril. Res. 34(3): 473-480

Altieri M., Toledo V.M. 2011. The agroecological revolution of Latin America: rescuing nature, securing food sovereignty and empowering peasants. The Journal of Peasant Studies, 38 (3): 587–612.

Astier M., Masera O., Galvan-Miyoshi Y. 2008. “Evaluación de sustentabilidad. Un enfoque dinámico y multidimensional”. Ed. Mundiprensa. México.

Barrantes C., Siura S., Castillo E., Huarcaya M., Rado J. 2018. Manual para el Análisis de la Sostenibilidad de Sistemas de Producción de la Agricultura Familiar (SPAF). Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). Lima, Perú. 48 p.

Basurto F., Martínez D., Rodríguez T., Evangelista V., Mendoza M., Castro D., Gonzales J., Vailon V. 2016. Conocimiento actual del cultivo de camote (*Ipomoea batatas* Lam.) en México. *Agroproductividad*. 30-34.

Borja M., Reyes L., García J.A., Almeraya S.X. 2016. Tipología de productores de uva (*Vitis vinífera* L.) en Aguascalientes, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 7 (2): 249-261

Bolívar H. 2011. Metodologías e indicadores de evaluación de sistemas agrícolas hacia el desarrollo sostenible. *CICAG*, 8: 1-18.

Cáceres Yparraguirre, H.; Julca Otiniano, A. 2018. Caracterización y tipología de fincas productoras de vid para pisco en la región Ica-Perú. *Idesia* (Arica), 36(3): 35-43.

Castillo, R., Brenes, A., Eske, P., Gómez-Alpízar, L. 2014. evaluación agronómica de trece genotipos de camote (*Ipomoea batatas* L.). *Agronomía Costarricense* 38(2): 67-81. <https://www.scielo.sa.cr/pdf/ac/v38n2/a06v38n2.pdf>

Cañas K., González V., Martínez R. 2016. Evaluación de tres tipos de esquejes de la guía principal (apical, intermedia y basal) de tres variedades de camote (*Ipomoea batatas* L.) con la finalidad de determinar la mejor producción. Universidad d El Salvador Facultad de Ciencias Agronómicas.

Cerfontaine C., Panhuysen S., Wunderlich C. 2014. Sostenibilidad agrícola. kit de herramientas de planificación. California, USA. 41 p.

CIP (Centro Internacional de la Papa). 2016b. CIP Annual Report 2015. Roots and tubers improving the lives of the poor. Embracing the SDGs in 2015

Coronel de Renolfi, M., Ortuño S. 2005. Tipificación de los sistemas productivos agropecuarios en el área de riego de Santiago del Estero, Argentina. *Problemas del Desarrollo*. *Revista Latinoamericano de Economía*, 36 (140): 63-88.

Cusumano C. y Zamudio N. 2013. Manual técnico para el cultivo de batata (camote o boniato) en la provincia de Tucumán, Argentina. 1a. ed. - Famaillá: Ediciones INTA, 48 p.

Claverias R. 2000. Metodología para construir indicadores de impacto. Boletín Agroecológico 67: 1- 19.

Del Risco F. 1997. El desarrollo agrícola sostenible: una dosis de realismo y clorofila para el futuro. COMUNIICA, Año 2, N°5. p. 32-35.

Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Robledo C.W. 2013. InfoStat versión 2013. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba. Argentina.

Escobar G., Berdegú J. 1990. Tipificación de sistemas de producción agrícola. Red Internacional de Metodología de Investigación de Sistemas de Producción. Santiago, Chile. 269 p.

El Sheikhia AF., Ray RC. 2015. Potential impacts of bioprocessing of sweet potato: review. Critical Reviews in Food Nutrition

FAOSTAT. 2017. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Statistical Database. [Http://www.fao.org/faostat/en/#data](http://www.fao.org/faostat/en/#data), Last Accessed, March 2017.

FAOSTAT.2016. Food and Agriculture data. FAO. Disponible en <http://www.fao.org/faostat/en/#home>

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2015. Agenda de desarrollo sostenible post-2015. Informe temático

FAO (Food and Agricultural Organization of the United Nations). 2015. Statistical Pocketbook.

FAO (Food and Agricultural Organization of the United Nations). 2016. Agricultura sostenible Una herramienta para fortalecer la seguridad alimentaria y nutricional en América Latina y el Caribe. Food an Agricultural Organizati3n. 50 p.

Figuerola S. 2015. Evaluaci3n de dos sistemas de producci3n de semilla pre b3sica de camote (*Ipomoea batatas* L.) Tesis para optar el T3tulo de: Ingeniero Agr3nomo-UNALM.

Folquer F. 1978. La batata (camote); estudio de la planta y su producci3n comercial. Buenos Aires, Editorial Hemisferio Sur. 144 p.

Fonseca C., Zuger R., Walker T., Molina J. 2002. Estudio de impacto de la adopci3n de las nuevas variedades de camote liberadas por el INIA, en la costa central, Per3. Caso del valle de Cañete. Centro Internacional de la Papa (Centro Internacional de la Papa. Lima, Per3.24 p.

Fl3rez C.H., Uribe C.P., Contreras C.A. 2016. Mosquera. Perspectivas tecnol3gicas y comerciales para el cultivo de la batata en Colombia. Corporaci3n Colombiana de Investigaci3n Agropecuaria (Corpoica). Colombia. 110 p.

Flores C., Sarand3n S. 2004. Limitations of neoclassical economics for evaluating sustainability of agricultural systems: Comparing organic and conventional systems. Journal of Sustainable agriculture 24 (2): (pp. 77-91).

Garc3a-M3ndez A.D., P3rez-Darniz M.Y., Garc3a-M3ndez A.A., Madriz-Izt3riz P.M. 2016. Caracterizaci3n postcosecha y composici3n qu3mica de la batata (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) Variedad Topera. Agronom3a Mesoamericana, vol. 27 (2), 287-300.

Gonzales F. 2011. Rendimiento de tres variedades de camote (*Ipomoea batatas* Lam) y cuatro niveles de fertilizaci3n potasita en 3poca lluviosa en Tingo Mar3a. Tesis para optar el t3tulo de ingeniero agr3nomo. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo Mar3a, Per3. 88p.

<https://cipotato.org/es/sweetpotato/>

González JA., Pazmiño M. 2015. Cálculo e interpretación del Alfa de Cronbach para el caso de validación de la consistencia interna de un cuestionario, con dos posibles escalas tipo Likert. *Revista Publicando* 2: 62-77.

Gupta S., Pareek S., Ameta KD., Sarolia DK., Pilania S., Kaushik RA., Shukla KB and Kumari P. 2018. Analysis of nutritional compositum of sweet potato vines. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*. 7(2): 104-106.

Holling C. 1973. "Resilience and stability of ecological systems". *Annual Review of Ecology and Systematics*, 4:1–23.

Huamán Z. 1992. Botánica sistemática y morfología de la planta de batata o camote. *Boletín de Información Técnica* 25, Centro Internacional de la Papa, Lima, Perú. 22 p.

Hurtado A.L., Hurtado C.L. 2015. La toma de decisiones en investigación educativa con SPSS. Primera edición. 376 p.

INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática). 2002. Guía para la aplicación del análisis multivariado a las encuestas de hogares. Dirección Técnica de Demografía e Indicadores Sociales. Instituto Nacional de Estadística e Informática. Lima, Perú. 63 p.

INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática). 2013. Resultados definitivos. IV Censo Nacional Agropecuario 2012. Instituto Nacional de Estadística e Informática. Lima, Perú. 62 p.

INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática). 2018. Indicadores de educación por departamentos, 2008- 2018. Instituto Nacional de Estadística e Informática. Lima, Perú. 339 p.

IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura). 2015. Estudio: Mercado y producción de quinua en el Perú. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. Lima, Perú. 175 p.

Islam S.N., Nusrat T., Begum P., Ahsan, M. 2016. Carotenoids and  $\beta$ -carotene in orange flesh sweetpotato: a possible solution to vitamin A deficiency. *Food Chem.* 199: 628-631

Lago L. 2011. El cultivo de la batata una oportunidad agroalimentaria para pequeños productores de clima cálido. Convenio SENA - SAC No.00086 de 2011. Bogotá, Colombia. 40 p.

Lardizabal R. 2003. Manual de Producción de Camote. Fintrac CDA. Honduras. 23 p.

León-Velarde C., Amable R. 2007. Producción y uso de la batata (*Ipomoea batatas* Lam); estrategias de alimentación animal. Universidad ISA. República Dominicana. 66 p.

Low J.W., Arimond M., Osman N., Cunguara B., Zano F. and Tschirley D. 2007. A food-based approach: introducing orange-fleshed sweet potatoes increased vitamin A intake and serum retinol concentrations in young children in rural Mozambique. *Journal of Nutrition.* 137: 1320–1327.

Masaquiza D.A., Mouso JP., Curbelo L.M., Figueredo R., Cervantes M. 2017. Intensificación de los sistemas agropecuarios y su relación con la productividad y eficiencia. Resultados con su aplicación. *Revista Producción Animal*, 29 (2), 57 - 64.

Maletta H. 2017. La pequeña agricultura familiar en el Perú. Una tipología micro regionalizada. En IV Censo Nacional Agropecuario 2012: Investigaciones para la toma de decisiones en políticas públicas. Libro V. FAO. Lima, Perú. 176 p.

Masera O., Astier M., López-Ridaura S. 1999. Sustentabilidad y Manejo de Recursos Naturales. El marco de Evaluación MESMIS. Ed. Mundiprensa. UNAM. México. 109p. ISBN 9789687462110

MINAGRI (Ministerio de Agricultura y Riego). 2014. Dirección General de Seguimiento y Evacuación de Políticas - Dirección de Estadística Agraria.

MINAGRI (Ministerio de Agricultura y Riego). 2016. Estadísticas de Intensión de Siembras-ENI- Dirección General de Seguimiento y Evacuación de Políticas - Dirección de Estadística

Montaldo A. 1991. Cultivo de raíces y tubérculos tropicales (en línea). Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). Segunda Edición. San José, Costa Rica. 408 p.

Molina J.P. 2004. Manejo del cultivo del camote para mercado interno y exportación. INIEA. Lima, Perú. 16 p.

Morales R., Zorogastúa P., de Mendiburu F., Quiroz R. 2018. producción mecanizada de maíz, camote y yuca en la costa desértica peruana: estimación de la huella de carbono y propuestas de mitigación. *Ecología Aplicada* 17(1), 13-21.  
<http://dx.doi.org/10.21704/rea.v17i1.1169>

MPC (Municipalidad Provincial de Cañete). 2014. Plan Estratégico Institucional 2015-2018.

OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico). 1993. Core set of indicators for environmental performance reviews. A synthesis report by the Group on the state of environment. Environment monographs. París. 83p.

Pinedo R., Gómez L., Julca O. 2017. Caracterización de sistemas de producción de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) en el distrito de Chiara, Ayacucho. *Aporte santiaguino*, 10 (2): 351-364.

Pinedo R., Gómez L., Julca O. 2018. Sostenibilidad de sistemas de producción de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd). *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 5 (15): 399- 409.

Quispe A. 2017. Adaptación y rendimiento de 20 clones de camote (*Ipomoea batatas* L.) de doble propósito en el ecosistema de Bosque Seco, Piura. *Ciencia y Desarrollo* 20 (1): 15-48  
<http://dx.doi.org/10.21503/cyd.v20i1.1407>

Reynoso D. 2003. Desarrollo de productos de camote para América Latina: Materia seca de las raíces de camote. Identificación de variedades para procesamiento. Informe Técnico final del Proyecto FONTAGRO. CIP - Perú. 98 p.

Reyes M., Gómez-Sánchez I., Espinoza C., Bravo F., Ganoza L. 2009. Tablas peruanas de composición de alimentos. Instituto Nacional de Salud-Perú. 8.<sup>a</sup> ed. Lima: Ministerio de Salud, 64 p.

Rivera C. y Rivera J. 2014. Enfermedades del camote causadas por virus y su manejo. 1.<sup>o</sup> ed. La Lima, Cortés: FHIA.

Rocha C., Mora J., Romero J.C. 2016. Tipología de sistemas de producción en la zona rural del municipio de Ibagué, Colombia. *Agronomía Mesoamericana*, 27 (2): 253-264.

Ruiz D.S. 2016. Metodología participativa en el cultivo de camote (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) en la facultad de agropecuaria – Une la Cantuta”. Tesis para optar el de grado de Magíster Scientiae en Producción Agrícola. UNALM, Lima, Perú.

Sarandón S. 2002. La Agricultura como actividad transformadora del ambiente. El impacto de la agricultura intensiva de la revolución verde. El desarrollo y uso de indicadores para evaluar la sustentabilidad de los agroecosistemas. En *Agroecología. El camino hacia una agricultura sustentable* (Sarandón SJ, ed.). Ediciones Científicas Americanas, Capítulo 20: 393-414.

Sarandón S. 2002. El desarrollo y uso de indicadores para evaluar la sustentabilidad de los agroecosistemas. En *Agroecología: El Camino hacia una agricultura sustentable*. La Plata: Ediciones Científicas Americanas (ECA). 393-414.

Sarandón S., Zuluaga M., Cieza R., Gómez C., Janjetic L., Negrete E. 2006. Evaluación de la sustentabilidad de sistemas agrícolas en fincas de Misiones, Argentina, mediante el uso de indicadores. *Agroecología*. 1: 19-28.

Sarandón S., Flores C. 2009. Evaluación de la Sustentabilidad en Agroecosistemas: una propuesta metodológica. *Agroecología*. 4: 19-28.

Sarandón S.J., Flores C. 2014. *Agroecología: bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables*. Argentina. 466 p.

Sanchez M.A., Rivera L.G. 2018. Aplicación de dos modalidades de riego por goteo en el crecimiento y producción de camote (*Ipomoea batatas* L.), variedad INIA 320. Anales Científicos, 79 (1): 144 – 150. DOI: <http://dx.doi.org/10.21704/ac.v79i1.1151>

Scheaffer R., Mendenhall W., Ott L. 1987. Elementary Survey Sampling. 5th edition. Duxbury Press, Belmont Publishing. Boston, US. 464 p.

Smyth A., Dumansky J. 1995. A framework for evaluating sustainable land management. Canadian Journal of Soil Science 75: 401 – 406. 410p.

Torres R., Collantes M.A. 2015. Efecto de dos niveles de fertilización NPK en el rendimiento del Cultivo De Camote (*Ipomoea Batata* Lam) en Condiciones de Chanchamayo. Tesis Para optar el título profesional de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Daniel Alcides Carrion. 63p.  
[http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/895/1/T026\\_46539661\\_44079775T.pdf](http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/895/1/T026_46539661_44079775T.pdf).

Vera L., Bravo B. 2002. Respuesta del cultivo del camote (*Ipomea batatas* L.) a la fertilización nitrogenada, fosforada y potásica en el valle del rio Portoviejo. VIII Congreso Ecuatoriano de la Ciencia del Suelo.  
<http://www.secsuelo.org/4150-viii-congreso-ecuatoriano-de-la-ciencia-del-suelo.html>

Villagómez M. 2015. El cultivo de camote. Departamento de Fitotecnia. Programa de Raíces y Tuberosas. UNALM. 45 p.

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

## VIII. ANEXOS

**Anexo 1:** Encuesta estructurada para la caracterización y evaluación de las unidades productoras del cultivo de camote en el distrito de San Luis, Cañete, Lima- Perú

<b>1.-DATOS DEL AGRICULTOR:</b> Nombres y apellidos del agricultor: _____ Anexo, zona, centro poblado: _____ Distrito: _____ Provincia: _____
<b>2.- Responsable de la parcela, Género:</b> Hombre ( )      Mujer ( )
<b>3.- Edad del productor (años):</b>
<b>4.- Nivel educativo:</b> Ninguno ( ) ; Primaria ( ) ; Secundaria ( ) Técnico ( )      Universitario ( )
<b>5.- Donde reside el responsable de la parcela:</b> Chacra ( ) Centro poblado ( ) Ciudad ( )
<b>6.- Estado de Vivienda:</b> Material noble, muy buena ( )      Material noble, buena ( )      Material adobe, buena ( ) Material adobe regular ( )      Material adobe mala ( )
<b>7.- En su casa usted tiene (Servicios):</b> Instalación completa de agua, luz y teléfono cercano ( )      Instalación de agua y luz ( ) Instalación de luz y agua de pozo ( )      Sin Luz y sin fuente de agua cercana ( ) Otros ( )
<b>8.- Calidad de servicios de salud:</b> Excelente ( )      Muy buena ( )      Buena ( )      Regular ( )      Mala ( )
<b>9.- Nivel de integración social con otros miembros del distrito:</b> Excelente ( )      Muy buena ( )      Buena ( )      Regular ( )      Mala ( )
<b>10.- INFORMACIÓN DE LA PARCELA:</b> <b>Régimen de tenencia:</b> Propietario ( )      Arrendatario ( )      Posesionario ( )      Otros ( ) Altitud _____msnm Número de parcelas: _____ Tiene título de propiedad: No ( )      Si ( )

<b>11.- Distribución actual de cultivos por parcela:</b>						
Nombres de las parcelas	Total ha	Superficie Agrícola (ha)				
		Camote	yuca	maíz	Espárrago	Otros
1.-						
2.-						
3.-						
4.-						
<b>Total (ha)</b>						

<b>12.- Distribución del camote variedades/parcela:</b>							
Variedades camote	Total (ha)	Sistema de producción		Formas de siembra			Intención de siembra (ha) Campaña 2016/17
		Orgánico (ha)	Convencional (ha)	clavo	Media luna	corona	
1.-							
2.-							
3.-							
4.-							
<b>Total (ha)</b>							

13.- Cuantos sacos de fertilizantes químicos aplica por hectárea \_\_\_\_\_

14.- Cuanto es su gasto promedio por compra de fertilizantes \_\_\_\_\_

15.- Cuántos sacos de materia orgánica incorpora en la siembra? \_\_\_\_\_

16.- Cuanto es su gasto promedio por compra de plaguicidas (aplicación) \_\_\_\_\_  
y cuantas veces aplica por campaña \_\_\_\_\_

17.- Cuantos jornales usa durante toda la campaña \_\_\_\_\_

18.- Cuanto es su gasto por derecho de uso de agua \_\_\_\_\_

19.- Cuanta tn /ha aplica materia orgánica a su campo \_\_\_\_\_

**20.- Según su zona de siembras, su sistema de distribución de agua de riego es**  
Excelente ( )    Muy buena ( )    Buena ( )    Regular ( )    Mala ( )

**21.- Las fuentes de agua de riego es:**  
Pozo ( )    Rio cañete ( )    Otros ( )

**22.- Sus tierras de cultivo son:**  
Excelente ( )    Muy buena ( )    Buena ( )    Regular ( )    Mala ( )

**23.- Que problemas presenta su suelo agrícola:**  
Salinidad ( )    Compactación ( )    Poca profundidad ( )    Poco fértil ( )

**24.- Dependencia de insumos para la producción del cultivo:**  
Ninguna, utiliza todos sus recursos de su chacra ( )  
Bajo, solo compra lo necesario- semilla-, el resto es de su propia chacra ( )  
Medio, compra casi la mitad, gallinaza y otros ( )

Alta, compra el 80% de sus insumos para cada campaña	( )																																																							
Muy Alta, compra el 100% (Semillas, abonos, fertilizantes y otros)	( )																																																							
<b>25.- Preparación de terreno para la producción de camote:</b>																																																								
Labranza mínima manual ( )	Labranza: barbecho, desterronado, manual ( )																																																							
Preparación solo con yunta ( )	Preparación con tractor , rastra una pasada ( )																																																							
Preparación con tractor, rastra y surcado dos a más pasadas ( )																																																								
<b>26.- Mano de obra en siembra y cosecha (%):</b>																																																								
Familiar ( )	Ayuda vecinal ( )      Contratados ( )																																																							
<b>Mano de obra en el manejo del cultivo (%):</b>																																																								
Familiar ( )	Ayuda vecinal ( )      Contratados ( )																																																							
<b>27.- Manejo y conservación de variedades locales de camote:</b>																																																								
Mayor a 10 variedades ( )	De 5 a 9 Var. ( )      de 2 a 3 variedades ( )																																																							
1 a 2 variedades ( )	Ninguna ( )																																																							
<b>28.- Maquinaria y equipos utilizados para arado, cosecha y otras actividades</b>																																																								
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Tipo de herramienta, maquinaria, equipo</th> <th>Propia</th> <th>Alquilada</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Tractor y equipos agrícolas (arado discos, surcadora)</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Mochila a motor</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Mochila manual</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Trinche</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Tractor cosechadora</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		Tipo de herramienta, maquinaria, equipo	Propia	Alquilada	Tractor y equipos agrícolas (arado discos, surcadora)			Mochila a motor			Mochila manual			Trinche			Tractor cosechadora																																							
Tipo de herramienta, maquinaria, equipo	Propia	Alquilada																																																						
Tractor y equipos agrícolas (arado discos, surcadora)																																																								
Mochila a motor																																																								
Mochila manual																																																								
Trinche																																																								
Tractor cosechadora																																																								
<b>29.- Incidencia de principales plagas y malezas en su cultivo</b>																																																								
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2"></th> <th colspan="3">Incidencia de daño</th> </tr> <tr> <th>Plagas/especies del camote</th> <th>Medidas de prevención y/o control</th> <th>Fuerte</th> <th>Medio</th> <th>Bajo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Malezas: Especies predominantes</td> <td>Formas de control</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				Incidencia de daño			Plagas/especies del camote	Medidas de prevención y/o control	Fuerte	Medio	Bajo																					Malezas: Especies predominantes	Formas de control																							
		Incidencia de daño																																																						
Plagas/especies del camote	Medidas de prevención y/o control	Fuerte	Medio	Bajo																																																				
Malezas: Especies predominantes	Formas de control																																																							

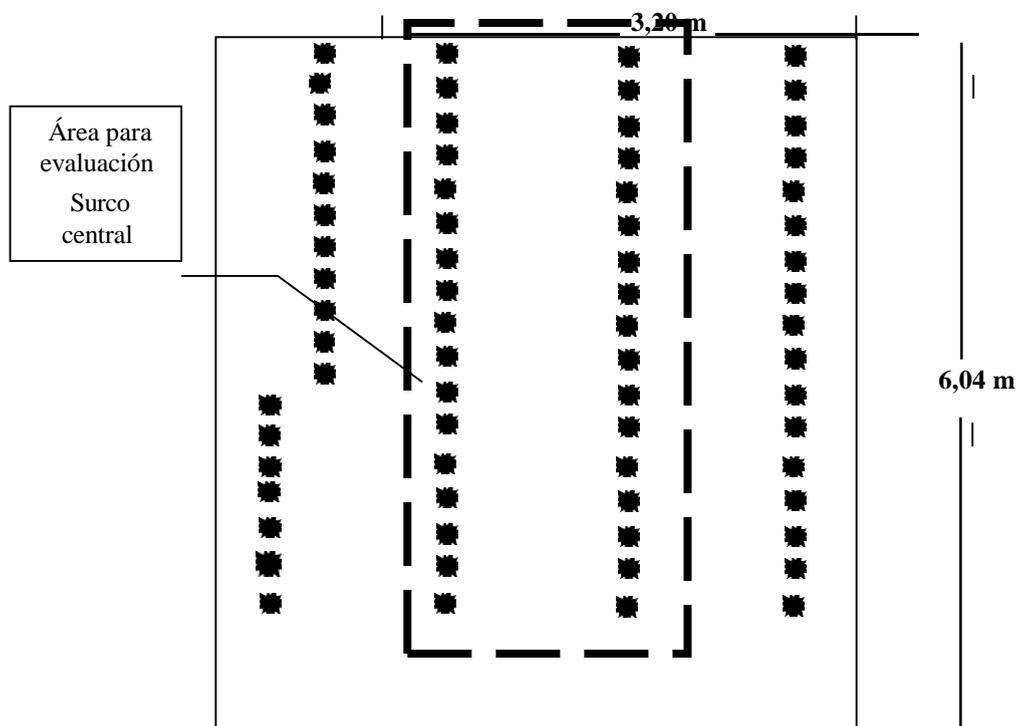
<b>30.- Rotación de cultivos.</b>				
Rota los cultivos todos los años				( )
Rota cada dos años con un cultivo diferente				( )
Repite el mismo cultivo hasta 2 campañas				( )
Realiza rotaciones eventualmente				( )
No realiza rotaciones				( )
<b>31.- Diversificación de cultivos en la parcela:</b>				
Totalmente diversificado, más de 5 cultivos por parcela				( )
Hasta 4 cultivos asociados por parcela				( )
hasta tres cultivos asociados				( )
Dos cultivos con muy bajo nivel de asociación				( )
Monocultivo				( )
<b>32.- Cobertura vegetal de la parcela: Tiempo de cobertura</b>				
Muy buena, Cobertura total durante todo el año (cultivo + vegetación natural y rastrojos)				( )
Buena; Cobertura durante los meses de producción del cultivo y en el periodo de descanso parcialmente solo con rastrojos				( )
Regular; Cobertura parcial, solo durante los meses de producción del cultivo				( )
Mala, sin cobertura durante el periodo de descanso				( )
Muy mala, sin interés del productor.				( )
<b>33.- PRODUCCION Y DESTINO DE COSECHA:</b>				
<b>Cosecha:</b>				
Manual ( )		Mecanizado ( )		
<b>34.- Rendimiento t/ha:</b>				
Camote ( )		Yuca ( )		Maíz ( )
				Papa ( )
				Otros ( )
<b>35.- De la producción cuanto se destina para (%):</b>				
Venta ( )		Consumo de hogar ( )		Alimentos de sus animales de crianza ( )
				Otro ( )
<b>36.- A quien vendió la producción:</b>				
Acopiador ( )		Comerciante mayorista ( )		Comerciante minorista ( )
Asociación/cooperativa ( )		Otro ( )		
<b>37.- La venta del producto fue para:</b>				
Mercado local ( )		Mercado regional ( )		Agroindustria ( )
Mercado de Lima ( )		No sabe ( )		
<b>38.- La calidad de su producto lo define por:</b>				
Tamaño ( )		Color ( )		Forma ( )
				Presentación ( )
<b>39.- Precio de venta del camote en la última campaña (S/. x kg) ( )</b>				
<b>40.- Costo total de producción– campaña 2017/18 (S/.) _____</b>				

<b>41.- Ingreso económico en la campaña 2017/2018 (S/.)</b>	
Ingreso total por su cultivo camote _____	Ingreso por otros cultivo _____
Ingreso por ganadería _____	Ingreso por otras actividades _____
<b>42.- Cría animales : Si ( ) 1 No ( ) 0</b>	
	<b>Nº de animales</b>
• Vacunos	_____
• Gallinas	_____
• Cerdos:	_____
• Patos:	_____
• Cuyes:	_____
• Otros:	_____
<b>43.- Tiene otra actividad económica, además de la agricultura y crianza de animales:</b>	
Si ( ) 1 No ( ) 0	
<b>Si realiza otra actividad esta es:</b>	
Artesanía ( )	Minería ( ) Pesca ( ) Comercio ( ) Otro ( )
<b>44.- Recibe capacitación en producción agrícola: Si ( ) 1 No ( ) 0</b>	
<b>De quien recibe capacitación:</b>	
Ministerio Agricultura ( )	ONG ( ) Valle Grande ( )
Organización productores ( )	Otros ( )
<b>45.- En qué temas de producción agrícola ha recibido capacitación:</b>	
Semillas ( )	Fertilización ( )
Producción de Compost ( )	Control de plagas ( )
Cosecha y Beneficio ( )	Comercialización ( )
Otro: _____	
<b>46.- De acuerdo a su ámbito califique los servicios de asistencia técnica y capacitación:</b>	
Excelente ( )	Muy buena ( ) Buena ( ) Regular ( ) Mala ( )
<b>47.- Nivel de satisfacción del productor:</b>	
Está muy contento con lo que hace.	( )
Está contento, pero antes le iba mucho mejor	( )
No está del todo satisfecho.	( )
Poco satisfecho. Anhela ocuparse de otra actividad	( )
No satisfecho	( )
<b>48.- Tecnologías de producción: ¿En qué etapa del cultivo requiere mejoras tecnológicas para reducir costos, afectar menos al medio ambiente y tener mayor ingreso familiar?:</b>	
Preparación del terreno ( )	Siembra ( ) Control de plagas ( )
Cosecha ( )	Procesamiento ( ) Comercialización ( )

**Anexo 2:** Relación de tratamientos en estudio y su número de repeticiones por tratamiento.

Entrada	Tratamientos	Bloques			
		I	II	III	IV
T1	v1f1	108	203	303	404
T2	v1f2	106	202	302	410
T3	v1f3	104	206	305	402
T4	v1f4	102	208	306	401
T5	v2f1	103	205	308	403
T6	v2f2	105	201	301	408
T7	v2f3	107	204	307	405
T8	v2f4	101	207	304	412

**Anexo 3:** Parcela experimental



#### Anexo 4: Características del campo

N° de tratamientos	8.0
Numero de bloques	4.0
Ancho de calles/bloques (m)	1.0
N° surco/parcela	4.0
Distanciamiento entre surco (m)	0.80
Distanciamiento entre plantas (m)	0.25
Largo de la parcela y/o surco (m)	6.04
Ancho de parcela (m)	3.20
N° esquejes/surco	24.00
Área neta de la parcela	20.48 m <sup>2</sup>
Área de bloque	163.84
Área neta total	655.36 m <sup>2</sup>
Área total	732.16 m <sup>2</sup>

#### Anexo 5: Vistas fotográficas



Figura 13: Marcación de campo



Figura 14: Siembra del cultivo de camote



Figura 15: Planta de camote “Huambachero”



Figura 16: Planta de camote “Jonathan”



Figura 17: Diseño en campo de ambos cultivares



Figura 18: Corte de la parte aérea y peso de follaje



Figura 19: Extracción de las raíces tuberosas



Figura 20: Clasificación de raíces comerciales y no comerciales



Figura 21: Peso de raíces comerciales y no comerciales (enmallados por clasificación)