

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

ESCUELA DE POSGRADO

DOCTORADO EN AGRICULTURA SUSTENTABLE



**CARACTERIZACIÓN Y SUSTENTABILIDAD DE FINCAS
PRODUCTORAS DE VID PARA PISCO EN ICA, PERÚ**

Presentada por:

HANNA CÁCERES YPARRAGUIRRE

TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE

Doctoris Philosophiae (Ph.D.)

EN AGRICULTURA SUSTENTABLE

Lima – Perú

2019

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

DOCTORADO EN AGRICULTURA SUSTENTABLE

**CARACTERIZACIÓN Y SUSTENTABILIDAD DE FINCAS
PRODUCTORAS DE VID PARA PISCO EN ICA, PERÚ**

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE
Doctoris Philosophiae (Ph.D.)
EN AGRICULTURA SUSTENTABLE**

Presentada por:

HANNA CÁ CERES YPARRAGUIRRE

Sustentada y aprobada ante el siguiente jurado:

Ph.D. Salomón Helfgott Lerner
PRESIDENTE

Dr. Alberto Julca Otiniano
ASESOR

Dr. Jorge Jiménez Dávalos
MIEMBRO

Ph.D. Sady García Bendezú
MIEMBRO

Ph.D. Sergio Eduardo Contreras Liza
MIEMBRO EXTERNO

A la memoria de mi padre Adolfo Cáceres Bendezú, quien inculcó en m, principios de mejora continua. A pesar que ya no está conmigo, cada día que pasa es un compromiso de esfuerzo personal que tengo con él.

A mi madre Edith Yparraguirre, por su apoyo incondicional en cada momento de mi vida.

A mis hijos Álvaro y Gema, razones de mi vida y constante superación. Que este esfuerzo sirva de guía para ellos.

A mi esposo Edgar De La Cruz, mi mejor amigo y apoyo incondicional en mis emprendimientos.

A mis hermanos Margot y Antonio, por apoyarme y comprender mis objetivos.

AGRADECIMIENTO

Al Dr. Alberto Julca Otiniano, Asesor de la tesis, por su acompañamiento, enseñanzas, correcciones y consejos durante este proceso de aprendizaje.

A los miembros del Comité Consejero, Dr. Sady García Bendezú, Dr. Jorge Jiménez Dávalos, por todo el conocimiento compartido durante cursos, seminarios y orientación otorgada en beneficio del presente trabajo.

A todos los socios de APROPICA por su tiempo, sus conocimientos y su confianza para brindarme información para la elaboración del presente trabajo.

Al Sr. Manuel Morón Guillén, Director de CITEagroindustrial - Ica, por creer en mis objetivos y darme las facilidades para poder iniciar y culminar este doctorado.

A CITEagroindustrial - Ica, por brindarme facilidades a través de la ejecución de análisis físico químico para esta investigación.

A ECONATIDAS S.A.C., por brindarme facilidades a través de la ejecución de análisis microbiológicos para esta investigación.

A los amigos, compañeros de estudio y trabajadores del Programa de Doctorado en Agricultura Sustentable, mi gratitud eterna por sus consejos, por compartir sus experiencias, por las horas de clase y salidas de campo compartidas.

ÍNDICE GENERAL

I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	REVISIÓN DE LITERATURA	7
	2.1. Caracterización de fincas	7
	2.2. Huella de carbono y huella hídrica	8
	2.3. Sustentabilidad de fincas	10
	2.4. Descripción de Ica y la disponibilidad de agua subterránea en Ica	13
	2.5. Descripción del Pisco	22
III.	MATERIALES Y MÉTODOS	25
	3.1. Descripción del área de estudio	25
	3.2. Condiciones meteorológicas de la zona de estudio	25
	3.3. Diseño de la investigación	27
	3.4. Metodología para la fase 1: caracterización y tipología de fincas productoras de vid para Pisco	27
	3.5. Metodología para la fase 2: cálculo de la huella de carbono y huella hídrica de fincas productoras de vid para Pisco	29
	3.5.1. Descripción metodológica de huella de carbono	30
	3.5.2. Descripción metodológica de huella hídrica	36
	3.6. Metodología para la fase 3: sustentabilidad de las fincas productoras de vid para Pisco	45
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	49
	4.1. Tipificación y caracterización de las fincas productoras de vid para Pisco	49
	4.1.1. Tipificación de las fincas productoras de vid para Pisco en Ica, Perú	49
	4.1.2. Comparación de características entre tipos de fincas	51
	4.2. Huella de carbono y huella hídrica de fincas tipo productoras de vid para Pisco	60
	4.2.1. Cálculo de la huella de carbono para 1 kg de uva para Pisco	60
	4.2.2. Cálculo de la huella hídrica (huella de escasez y huella de disponibilidad)	69
	4.3. Sustentabilidad de las fincas productoras de vid para Pisco	71
V.	CONCLUSIONES	82

VI.	RECOMENDACIONES	84
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	86
VIII.	ANEXOS	97

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Reservas explotables y volúmenes otorgados por licencias (2009)	16
Tabla 2.	Pozos utilizados con o sin licencia de uso de agua subterránea (2009)	17
Tabla 3.	Relación de fincas que participaron de la evaluación de sustentabilidad	28
Tabla 4	Datos de “fincas tipo” en las que se realizó la evaluación de Huella de Carbono y Huella Hídrica	30
Tabla 5.	Factores de emisión obtenidos de base de datos	32
Tabla 6.	Balance de agua para la fase de producción de uva para Pisco	40
Tabla 7.	Balance de agua en fase de bodega para elaboración de Pisco	40
Tabla 8.	Subindicadores y sus variables usadas para cada dimensión de sustentabilidad empleando la metodología “tipo multicriterio” (Sarandón, 2002).	47
Tabla 9.	Resumen de comparación entre los dos tipos de fincas productoras de vid para Pisco con variables cuantitativas que presentan diferencia significativa	53
Tabla 10.	Inventario y cálculo de huella de carbono de 1 kg de uva pisquera en “finca tipo 1”	61
Tabla 11.	Inventario y cálculo de huella de carbono de 1 kg de uva pisquera en “finca tipo 2”	62
Tabla 12.	Inventario y cálculo de huella de carbono de 0.5 L de Pisco elaborado en “finca tipo 1”	64
Tabla 13.	Inventario y cálculo de huella de carbono de 0.5 L de Pisco elaborado en “finca tipo 2”	65
Tabla 14.	Evaluación de la sustentabilidad de fincas productoras de vid para Pisco, utilizando el Análisis Multicriterio (16 fincas, 2016)	72

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Variedades de vid para Pisco	21
Figura 2.	Mapa de Perú con sus departamentos y mapa del departamento de Ica con sus cinco provincias	26
Figura 3.	Mapa de la provincia de Ica, mostrando sus catorce distritos	26
Figura 4.	Etapas del ciclo de vida de la producción de Pisco	33
Figura 5.	Balance de agua en etapa de producción agrícola	38
Figura 6.	Balance de agua en etapa de producción de Pisco	39
Figura 7.	Representación Global del Índice de Estres del Agua	41
Figura 8	Dendograma basado en la distancia Euclídea al cuadrado y método de Ward para 16 fincas de vid pisquera en la provincia de Ica, Perú.	50
Figura 9.	Porcentaje de emisiones de CO ₂ eq. por materia prima y energía para la huella de carbono de 1 kg de uva pisquera en finca tipo 1 y finca tipo 2	63
Figura 10.	Huella de carbono (kg de CO ₂ equivalente/1 kg de uva pisquera en finca tipo 1 y finca tipo 2	64
Figura 11.	Porcentaje de emisiones de CO ₂ eq. por materia prima y energía para la huella de carbono de 0.5 L de Pisco en finca tipo 1 y finca tipo 2	66
Figura 12.	Huella de carbono (kg de CO ₂ eq.) para 0.5 L de Pisco en finca tipo 1 y 2	67
Figura 13.	Huella de carbono (kg de CO ₂ equivalente) para 1 kg de uva y 0.5 L de Pisco en Finca tipo 1 y Finca tipo 2	68
Figura 14.	Huella de escasez (m ³ agua equivalente) para 1 kg de uva y 0.5 L de Pisco en Finca tipo 1 y Finca tipo 2	70
Figura 15.	Huella de disponibilidad (m ³ agua equivalente) para 1 kg de uva y 0.5 L de Pisco en Finca tipo 1 y Finca tipo 2	70
Figura 16.	Resumen de la evaluación de la sustentabilidad ecológica de las fincas productoras de vid para Pisco en Ica-Perú	74
Figura 17.	Resumen de la evaluación de la sustentabilidad sociocultural de las 16 fincas productoras de vid para Pisco en Ica-Perú	75
Figura 18.	Resumen de la evaluación de la sustentabilidad económica de las fincas productoras de vid para Pisco en Ica-Perú	76
Figura 19.	Resumen de la sustentabilidad general de las 16 fincas productoras de vid para Pisco en Ica-Perú	77

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1.	Componentes, variables cuantitativas y cualitativas evaluadas para la Caracterización y tipificación de fincas productoras de vid para Pisco en la región Ica, Perú.	97
Anexo 2.	Lista de Gases de Efecto Invernadero	102
Anexo 3.	kc para cultivo de uva de vino (Allen et al., 2006. Estudio de riego y drenaje)	103
Anexo 4.	Evapotranspiración anual del cultivo de vid (mm/año)	104
Anexo 5.	Detalle de balance de agua en fase de producción agrícola	105
Anexo 6.	Detalle de balance de agua en fase de bodega	106
Anexo 7.	Fertilizantes utilizados en finca tipo 1 y 2	107
Anexo 8.	Comparación entre los dos tipos de fincas para las variables estudiadas del Componente Familiar	108
Anexo 9.	Comparación entre los dos tipos de fincas para las variables estudiadas del Componente Social	109
Anexo 10.	Comparación entre los dos tipos de fincas para las variables estudiadas del Componente Asociatividad	110
Anexo 11.	Comparación entre los dos tipos de fincas para las variables estudiadas del Componente Actividad en la Finca	111
Anexo 12.	Comparación entre los dos tipos de fincas para las variables estudiadas del Componente Económico	112
Anexo 13.	Comparación entre los dos tipos de fincas para las variables estudiadas del Componente Tecnología	113
Anexo 14.	Comparación entre los dos tipos de fincas para las variables estudiadas del Componente Gestión	114
Anexo 15.	Comparación entre los dos tipos de fincas para las variables estudiadas del Componente Capacitación	115
Anexo 16.	Comparación entre los dos tipos de fincas para las variables estudiadas del Componente Recursos Naturales	116
Anexo 17.	Comparación entre los dos tipos de fincas para las variables estudiadas del Componente Problemática en viñedos y del Pisco	117

Anexo 18.	Hallando huella de escasez en fase de producción agrícola y en fase de bodega	118
Anexo 19.	Hallando Huella de disponibilidad en fase de producción agrícola	122
Anexo 20.	Hallando Nitrógeno y Fósforo Infiltrado (kg/año)	127
Anexo 21.	Hallando concentración de efluente (mg/L) para dos tipos de fincas	130
Anexo 22.	Datos para reemplazar la formula WIIX	131
Anexo 23.	Resultados de variables evaluadas en dimension ecológica	132
Anexo 24.	Resultados de variables: porcentaje adecuado de porosidad, densidad aparente adecuada en dimension ecológica	133
Anexo 25.	Resultados de análisis de suelos a las 16 fincas	134
Anexo 26.	Promedio de resultados de análisis de suelo en “finca tipo” Finca tipo 1 y tipo 2	135
Anexo 27.	Resultados de variables evaluadas en dimensión socio cultural	136
Anexo 28.	Resultados de variables evaluadas en dimensión económica	137

RESUMEN

Este trabajo tuvo como objetivo general caracterizar, tipificar y evaluar la sustentabilidad de las fincas productoras de vid para Pisco en la provincia de Ica, Perú, y como objetivos específicos: i) Tipificar las fincas productoras de vid para Pisco; ii) Caracterizar las fincas productoras de vid para Pisco; iii) Calcular la huella de carbono y la huella hídrica en “fincas tipo” productoras de vid para Pisco y iv) Determinar la sustentabilidad de las fincas productoras de vid para Pisco. Para la tipificación y caracterización se trabajó con una encuesta estructurada en base a 10 componentes y con una muestra de 16 fincas ubicadas en la provincia de Ica que pertenecen a la Asociación de Productores de Piscos y vinos de Ica. El análisis clúster jerárquico determinó dos tipos de fincas y se caracterizó de acuerdo a los diez componentes. La evaluación de huella de carbono e hídrica se realizó en dos tipos de fincas como resultado de la tipificación de fincas. Se usó la metodología de la PAS2050:2011 para huella de carbono y la ISO14046:2014 para huella hídrica. La unidad funcional para los dos cálculos fue 1kg de uva pisquera. Para la huella hídrica se reportó los resultados como huella de escasez y huella de disponibilidad. Se encontró que el cálculo de huella de carbono para 1 kg de uva pisquera es de 0.15 y 0.05 kg CO₂-eq para finca tipo 1 y tipo 2, respectivamente. Para la huella hídrica se encontró que la huella de escasez para 1 kg de uva pisquera era de 187 y 402 L de agua-eq para finca tipo 1 y 2 respectivamente. La huella de disponibilidad para 1 kg de uva pisquera era de 200 y 530 L de agua-eq para finca tipo 1 y 2 respectivamente. Se concluye que las mayores emisiones de gases de efecto invernadero ocurren en la fase de producción de Pisco y el mayor uso de agua tiene lugar en la fase agrícola, para los dos tipos de fincas en estudio. Para determinar la sustentabilidad, se consideró la metodología del “análisis multicriterio”, con modificaciones para adaptarlo al sector vitivinícola y para la zona de estudio. Se trabajó con una muestra de 16 fincas. Los indicadores fueron estandarizados en una escala de 0 a 4 y ponderados según el grado de influencia para la sustentabilidad ecológica, sociocultural y económica. Para considerar a una finca sustentable, el Índice de Sustentabilidad General debe ser mayor a 2. Se encontró que el 62.5 por ciento de las fincas estudiadas, tuvo un Índice de Sustentabilidad General > 2, es decir que no todas las fincas son sustentables, como se esperaba.

Palabras clave: aguardiente, pequeños agricultores, zona árida, *Vitis vinífera*, gases de efecto invernadero.

SUMMARY

The objective of this work was to characterize, typify and evaluate the sustainability of the vine-producing farms for Pisco production in the province of Ica, Peru. The specific objectives were: i) Typification of the vineyard farms for Pisco; ii) Characterization of the vine-producing farms for Pisco; iii) Calculation of the carbon footprint and the water footprint in "vineyard-type farms" for Pisco and iv) Determine the sustainability of the vine-producing farms for Pisco. For the typification and characterization, a structured survey was carried out based on 10 components and with a sample of 16 farms located in the province of Ica that belong to the Association of Pisco and Wine Producers of Ica. The hierarchical cluster analysis determined two types of farms that were characterized according to the ten components. The carbon and water footprint assessment was carried out in two types of farms as a result of farms tipification. The methodology of PAS2050 was used: 2011 for carbon footprint and ISO14046: 2014 for water footprint. The functional unit for the two calculations was 1kg of Pisco grape. For the water footprint, the results are reported as scarcity footprint and availability footprint. The calculation of carbon footprint for 1 kg of Pisco grape was 0.15 and 0.05 kg CO₂-eq for farm type 1 and type 2, respectively. For the water footprint, the scarcity footprint for 1 kg of pisco grape was 187 and 402 L of water-eq for farm type 1 and 2 respectively. The availability footprint for 1 kg of Pisco grape was 200 and 530 L of water-eq for farm type 1 and 2, respectively. It is concluded that the highest greenhouse gas emissions occur in the production phase of Pisco and the greatest use of water occurs in the agricultural phase for the two types of farms under study. To determine sustainability, the "multicriteria analysis" methodology was considered, with modifications to adapt it to the wine sector and to the study area. We worked with a sample of 16 farms. The indicators were standardized on a scale of 0 to 4 and weighted according to the degree of influence for ecological, sociocultural and economic sustainability. To consider a sustainable farm, the General Sustainability Index must be greater than 2. It was found that 62.5 percent of the farms studied had a General Sustainability Index greater than 2, that is, not all farms are sustainable as expected.

Keywords: brandy, small farmers, arid zone, *Vitis vinifera*, greenhouse gases.

I. INTRODUCCIÓN

A partir de 1532, en el Perú se fundaron villas y ciudades, y después se inició el cultivo de trigo, caña de azúcar, arroz, vid, olivo, cítricos y otras plantas más (Huertas, 2004). Los españoles se percataron de las condiciones del clima y de los terrenos llanos, así como de las zonas más bajas de los valles costeros, que se prestaban muy bien para el cultivo de las vides (Soldi, 2006).

A 300 km al sur de la capital del Perú, se encuentra la ciudad de Ica, caracterizada por su clima cálido, sus plantaciones de uva y sus bodegas de Pisco¹ y vino. La superficie total de vid es de 20 mil hectáreas (ha) aproximadamente, de las cuales 15 mil ha son uva de mesa, 4700 ha son uva para Pisco y 300 ha de uva para elaboración de vino. La actividad vitivinícola es bastante tradicional en Ica y la producción de Pisco, es un rubro importante de la economía regional, representa el 60 a 65 por ciento de la producción nacional de Pisco (Ministerio de la Producción, 2014; Agro al día, 2018 y Silva, 2018).

A partir del año 2002 en Ica, coincidiendo con la instalación del Centro de Innovación Tecnológica Vitivinícola (CITEvid), ahora Centro de Innovación Productiva y Transferencia Tecnológica Agroindustrial (CITEagroindustrial), el sector de producción de Pisco presenta un fuerte dinamismo que se refleja en su posicionamiento en el mercado. En efecto, los CITE son centros de servicios y transferencia tecnológica para las pequeñas y medianas empresas (PyME) del espacio geográfico en el cual se ubican. Estos centros son auspiciados por el Ministerio de Producción, pudiendo ser públicos o privados (Álvarez et al., 2010).

Por otro lado, existe una asociación muy conocida y representativa en esta región, la Asociación de Productores de Piscos y Vinos de Ica (APROPICA) que reúne a 53 socios y resulta importante estudiarla a detalle para poder identificar los puntos críticos que

¹ Pisco es una palabra escrita con mayúscula en el Reglamento de Denominación de Origen de Perú.

pudieran afectar el crecimiento y desarrollo del sector productivo de Pisos y vinos en la región.

La caracterización de las fincas agrícolas tiene como objetivos: a) obtener información técnica de referencia sobre las prácticas productivas y la productividad en el lugar de estudio; b) entender el proceso de toma de decisión por parte de los productores en relación con el funcionamiento de sus sistemas de producción; y c) identificar los principales factores limitantes (físicos, biológicos y económicos) y las posibilidades de generar alternativas para los sistemas caracterizados (Santistevan et al., 2016).

Las experiencias indican que la selección de áreas para desarrollar proyectos de generación de tecnologías tiene usualmente un alto grado de heterogeneidad. Esto como resultado, no solamente de las condiciones ecológicas, sino también de factores económicos de la estructura de producción, de la disponibilidad de factores de producción y de la influencia de condiciones macro, como la especialización del mercado y el acceso a los servicios y la infraestructura necesaria para la producción (Tuesta et al., 2014).

La tipificación permite conocer la organización conceptual de la diversidad existente en la agricultura local y una lista de unidades de producción representativa y la población vinculada a los sistemas de producción (Escobar y Berdegué 1990 citado por Tuesta et al., 2014). Una “finca tipo” es representativa de un grupo con características socioeconómicas similares (Santistevan et al., 2017).

Una finca puede tener cuatro tipos básicos de procesos de producción: 1) agrícola (incluida la silvicultura); 2) pecuaria (incluye toda clase de animales); 3) procesamiento de productos; 4) transacciones entre la finca y el ambiente que la rodea (incluido todo tipo de compra, venta, comercialización e inversión) (Santistevan et al., 2016).

Según el informe de evaluación más reciente del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) publicado en 2014, los niveles de emisiones antropogénicas de gases de efecto invernadero (GEI) están hoy en su nivel histórico más alto, en los últimos 50 años. Las emisiones de GEI provenientes de la agricultura, la silvicultura y otros usos de la tierra (AFOLU, por sus siglas en inglés) se han casi duplicado, y las previsiones indican que seguirán aumentando hasta el 2050. Durante

el 2010, se estima que las emisiones del sector de AFOLU alcanzaron 10,6 Gt de dióxidos de carbono equivalente, derivados en su mayor parte del uso de la tierra, la producción ganadera, y la gestión de suelos y nutrientes. El sector produce un 21 por ciento del total de las emisiones globales de GEI. Sin embargo, a través del almacenamiento de biomasa, los bosques eliminan GEI de la atmósfera y mitigan el cambio climático (FAO, 2017).

El impacto del cambio climático en la seguridad alimentaria mundial se notará no solo en el suministro de alimentos, sino también en su calidad, acceso y utilización de los mismos y en la estabilidad de la seguridad alimentaria. La adopción de prácticas de gestión sostenible de la tierra, el agua, la pesca y la silvicultura, por parte de los pequeños productores, será fundamental para avanzar en los esfuerzos de adaptación ante el cambio climático, la erradicación de la pobreza global y la eliminación del hambre. No obstante, se precisarán también mejoras en la infraestructura, los servicios de extensión, la información climática, el acceso al crédito y la protección social para alentar la adopción de estas prácticas. Al mismo tiempo, también es importante trabajar en la mitigación de los efectos de la agricultura, con la apertura de nuevas modalidades de desarrollo agrícola que logren aumentar la producción de alimentos y a la vez reducir las emisiones de GEI por unidad de alimento. Si no se emplean esfuerzos en la adaptación y la mitigación ante el cambio climático, la inseguridad alimentaria aumentará significativamente (FAO, 2017).

El mal uso del agua de riego es la principal causa de la escasez de agua en el mundo. Se espera que la escasez de agua se intensifique por el cambio climático. Está previsto un aumento de las temperaturas en todo el mundo entre un rango de 1.6 a 6 °C, como máximo para el 2050. Por el incremento de cada grado de temperatura a causa del calentamiento global, 7 por ciento de la población mundial verá disminuido alrededor del 20 por ciento o más de los recursos hídricos renovables. Se prevé sequías severas más frecuentes y graves, las cuales tienen un impacto en la producción agrícola, mientras el aumento de temperaturas se traduce en una mayor demanda de agua de los cultivos (Sánchez, 2018). Hay productos que tienen bajo impacto en la huella hídrica. Por ejemplo, para producir un kilogramo de lentejas sólo se requieren mil 250 litros de agua. Sin embargo, para producir un kilogramo de carne se necesitan 13 mil litros de agua.

Además de las mejoras en el uso del agua y en la productividad agrícola, se debe tomar medidas para cosechar y reutilizar el agua dulce e incrementar el uso seguro de aguas

residuales. Con esto no se evitarán las sequías, pero sí puede ayudar a prevenir que las sequías se conviertan en hambrunas y alteraciones socioeconómicas y también a reducir las pérdidas y el desperdicio de los alimentos. Cada año, un tercio de la producción mundial de alimentos se pierde o desperdicia, lo que se traduce en un volumen de agua usada en la agricultura totalmente desperdiciada. Es importante considerar que, en cada alimento, producto que se consume, prenda que vestimos, en cada electrodoméstico que encendemos, en cada motor que accionamos, existe un consumo de agua asociado (Sánchez, 2018).

El concepto de huella hídrica fue propuesto como un indicador alternativo a la medición del uso de agua. La huella hídrica es un indicador distinto a las estadísticas tradicionales de agua que sólo consideran el uso de agua de consumo y no la extracción de agua (Parada-Puig, 2012).

La provincia de Ica, posterior a la reforma agraria, se caracterizó por la modernización de la propiedad agroindustrial, el auge agroexportador y la marginalidad de la pequeña propiedad campesina. En este tiempo se han producido cambios importantes en la propiedad de la tierra y el acceso al agua (Oré, 2005 citado por Muñoz, 2016). Uno de los principales cambios ocurridos en el valle de Ica fue el paso de una economía de producción local a una economía agroexportadora en auge, que ha consolidado una estructura agraria que tiene su base en la gran propiedad, que utiliza tecnologías modernas de producción y riego, y que requiere un mayor volumen de agua subterránea para cultivar productos de gran calidad y demanda internacional (Chacaltana et al., 2007 citado por Muñoz, 2016).

La existencia de acuíferos con reservas de agua significativas ha atraído inversión privada de empresas modernas, para dedicar sus recursos a cultivos de agroexportación, los cuales tienen altas rentabilidades en el mercado internacional (Muñoz, 2011 citado por Muñoz, 2015). La política pública peruana desde los años noventa ha promovido este tipo de inversión y crecimiento. Este proceso económico en Ica se ha llevado a cabo concentrando tierras y fuentes de agua subterránea (Damonte et al., 2014; Cárdenas, 2012 citados por Muñoz, 2015). Uno de los resultados es haberse incrementado el poder económico y político de los empresarios agroexportadores, los cuales responden individualmente ante la señal del mercado internacional que demanda en forma creciente los productos del valle. En relación a la explotación de los acuíferos, cada empresa decide el número o cantidad de pozos a perforar y el volumen de agua subterránea que va a extraer, dados los

requerimientos técnicos de los cultivos. Esto ha llevado a un descenso de la napa freática de los acuíferos y a un deterioro de este recurso común, lo que provoca ineficiencias en el funcionamiento de los pozos, menores caudales extraídos de agua, incluso con mayores impurezas, y mayores costos de operación de la infraestructura de riego (Muñoz et al., 2014 citado por Muñoz, 2015). La acción colectiva de los agroexportadores se ha dirigido a la consecución de financiamiento por parte del Estado de grandes proyectos de trasvase e irrigación que aumenten la cantidad de agua disponible para mantener el desarrollo de la agroexportación en Ica, proyectos que a la fecha aún no se han efectuado (Muñoz, 2015).

Existen varias definiciones de sustentabilidad; por ejemplo, García (2004), define la sustentabilidad de los sistemas como una estrategia para preservar y mejorar la capacidad productiva del sistema desde el punto de vista agronómico, económico ambiental y la calidad de los recursos renovables y no involucrados.

La base conceptual de la sustentabilidad está en el reconocimiento de que los recursos naturales del mundo son finitos y que las limitaciones biofísicas del planeta limitan el crecimiento económico. El alcance de la sustentabilidad tiene como principal desafío el cambio en los patrones de consumo, no pudiendo prevalecer la lógica del mercado sobre la lógica de las necesidades (Castellanos, 2009).

Una de las primeras definiciones reconocidas internacionalmente sobre la sustentabilidad, fue la de la Asamblea de las Naciones Unidas en 1987, asociando la sostenibilidad al desarrollo y la define como aquel desarrollo que satisface las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer las posibilidades de las generaciones futuras para atender sus propias necesidades (McKeown et al., 2002).

Este trabajo de investigación, se realizó con el objetivo principal de caracterizar, tipificar y evaluar la sustentabilidad de fincas productoras de vid para Pisco en la provincia de Ica, Perú.

Asimismo, se tomó como objetivos específicos el tipificar las fincas productoras de vid para Pisco de la asociación de productores de Piscos y vinos de la provincia de Ica, Perú mediante el análisis de conglomerados, por el método de Ward; caracterizar el contexto físico y socioeconómico de la producción de vid para Pisco en las “fincas tipo” de la

asociación de productores de Piscos y vinos de la provincia de Ica, Perú, mediante encuestas estructuradas; determinar la sustentabilidad ambiental de la producción de vid para Pisco en las “fincas tipo” de la asociación de productores de Piscos y vinos de la provincia de Ica, Perú, mediante el cálculo de la huella de carbono y la huella hídrica; determinar la sustentabilidad de las fincas productoras de vid para Pisco de la asociación de productores de Piscos y vinos de Ica, mediante el análisis multicriterio de Sarandón (2002).

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 CARACTERIZACIÓN DE FINCAS

La caracterización es la descripción y análisis de los aspectos naturales y sociales relevantes de un área. La información incluye factores físicos (clima, topografía), ecológicos (suelos, vegetación), socioeconómicos (infraestructura, mano de obra, precios), usos de la tierra, problemas y necesidades de los agricultores (Merma, 2012).

De acuerdo con Pi Baldo (2012), la caracterización es importante para definir la línea de base y establecer relaciones entre variables sociales, económicas, ambientales y productivas en un sistema productivo. El trabajo debe estar enmarcado en los aspectos cualitativos, con un enfoque de investigación-acción participativa.

Según Strauss y Corbin (2002), la caracterización es un tipo de descripción cualitativa o cuantitativa con el fin de profundizar el conocimiento sobre algo. Es una descripción u ordenamiento conceptual, que se hace desde la perspectiva de la persona que la realiza, partiendo de un trabajo de indagación documental del pasado y presente o de un fenómeno.

Los objetivos de la caracterización son: a) obtener información técnica de referencia sobre las prácticas productivas y la productividad en el lugar de estudio; b) entender el proceso de toma de decisiones de los productores en relación con el funcionamiento de sus sistemas de producción; y c) identificar los principales factores limitantes (físicos, biológicos y económicos) y las posibilidades de generar alternativas para los sistemas caracterizados (Santistevan, 2013).

Para realizar la caracterización de los sistemas prediales, la metodología debe incluir la selección de área y la aplicación de técnicas mixtas de recolección de datos a través de encuestas, talleres participativos y visitas de campo, con el fin de obtener la información primaria. También es necesario reconocer la existencia de tecnologías utilizadas por los productores, las cuales en su mayoría están adaptadas a las condiciones del lugar. La

información obtenida de diversas fuentes se ordena y se analiza en sus tres dimensiones: el componente biofísico, económico y social (Merma, 2012; Santistevan, 2013).

Según Santistevan (2013) se entiende por sistema finca el conjunto del hogar agropecuario, sus recursos y los flujos e interacciones que se dan en esta unidad de producción. Una finca puede tener cuatro tipos básicos de procesos de producción: 1) producción agrícola (incluida la silvicultura); 2) producción pecuaria (incluye toda clase de animales); 3) procesamiento de productos; 4) transacciones entre la finca y el ambiente que la rodea (incluido todo tipo de compra, venta, comercialización e inversión).

La finca o fundo es la unidad agropecuaria que funciona como un sistema; con una estructura compuesta por un subsistema socioeconómico conformado por el agricultor y su familia, así como con sus equipos y bienes agrícolas, y los agroecosistemas conformados por cultivos y crianzas, que interactúan en forma interna y a su vez con los procesos físicos y bióticos de la región a la que pertenece (Merma, 2012).

2.2 HUELLA DE CARBONO Y HUELLA HÍDRICA

Los múltiples estudios existentes indican con un 99.9 por ciento de certeza que el planeta se está calentando (IPCC, 2013), es decir, el calentamiento global es inequívoco. Lo que constituye un problema no es el calentamiento en sí, sino que los cambios se están dando de forma sumamente acelerada si se les compara con las tendencias a lo largo de cientos de miles de años (González y Guerra, 2015).

Dicho fenómeno es el resultado de la intensificación del efecto invernadero por las concentraciones cada vez más altas de los denominados gases de efecto invernadero (GEI), que guardan una relación estrecha con las actividades humanas, en particular desde la revolución industrial (IPCC, 2014). Por tal razón, las negociaciones y acciones internacionales han enfocado su atención en reducir las emisiones de los GEI o en fijar el dióxido de carbono contenido en la atmósfera y así, mitigar el cambio climático. Entre los conceptos que han surgido para conocer las fuentes de emisión de GEI y enfocar esfuerzos de mitigación, está la huella de carbono (González y Guerra, 2015).

En el caso de los países en vías de desarrollo, como es el caso de la mayoría de los países latinoamericanos, un patrón exportador más acorde con las aspiraciones de desarrollo

sostenible y menos vulnerable a las exigencias climáticas frente a la instalación de un concepto económico que considera la reducción de las emisiones contaminantes, exige a los sectores productivos realizar avances inmediatos en los procesos de cuantificación de sus emisiones y de disminución de los efectos climáticos, con el fin de resguardar su actual posición competitiva (Schneider y Samaniego, 2009). Sin embargo, se hace evidente que previo a la cuantificación, se requiere explorar las complejidades metodológicas de los principales enfoques para la determinación de la huella de carbono, con el objeto de reducir la incertidumbre del cálculo y determinar su validez en la determinación de los reales impactos ambientales (Espíndola y Valderrama, 2012).

El concepto de huella hídrica fue introducido por primera vez en el Instituto para Educación en Agua de la UNESCO, y fue luego desarrollado por la Universidad de Twente en los Países Bajos y por la Red de Huella Hídrica (WFN por sus siglas en inglés). El concepto de huella hídrica fue propuesto como un indicador alternativo a la medición de uso de agua. Como indicador, la huella hídrica es distinta a las estadísticas tradicionales de agua que sólo consideran el uso de agua de consumo y no la extracción de agua (Parada-Puig, 2012).

El consumo hídrico en un lugar con abundancia de agua es muy distinto a aquel en un lugar con escasez; igualmente, el uso del agua proveniente de lluvias en un lugar con escasez de agua es también muy distinto del uso del agua superficial en ese mismo lugar. Por lo tanto, a diferencia de lo que ocurre con la huella de carbono, es necesario entender muchos más temas locales y de contexto para entender lo que implica la huella hídrica. En cualquier región, y en particular en aquellas con escasez de agua, resulta sumamente útil contar con herramientas que pueden informar de manera eficiente, generar conciencia y crear diálogo con sectores de la población que no han estado previamente involucrados en debates relacionados con el agua. En la comprensión de la huella hídrica como indicador es importante tener en cuenta estos distintos enfoques pues la aproximación y aplicabilidad de una huella hídrica es muy distinta, dependiendo del uso que se le pretende dar (Pegram et al., 2015).

Los acuíferos más desarrollados del Perú se encuentran en Ica (pampa de Villacurí) y en Tacna (La Yarada). En Ica, existe un total de 2193 pozos inventariados, de los cuales 1554 están en uso o son utilizables. En el valle de Ica, entre 55 y 80 por ciento del agua utilizada

proviene de pozos, según la disponibilidad de aguas de fuente superficial, mientras que en la pampa de Villacurí y La Yarada el 100 por ciento de las aguas utilizadas provienen de pozos. Ica y Villacurí poseen una completa red de control piezométrico e hidrogeoquímico que abarca unos 220 pozos, y el volumen de la reserva del acuífero ha sido determinado por INRENA en 3758,5 millones de m³ al año 2003; sería la mayor reserva de agua subterránea hasta ahora identificada en Perú (Mamani, 2012).

2.3 SUSTENTABILIDAD DE FINCAS

La base conceptual de la sustentabilidad está en el reconocimiento de que los recursos naturales del mundo son finitos y que las limitaciones biofísicas del planeta limitan el crecimiento económico. El alcance de la sustentabilidad tiene como principal desafío el cambio en los patrones de consumo, no pudiendo prevalecer la lógica del mercado sobre la lógica de las necesidades. El crecimiento económico, a veces confundido con desarrollo, se presenta actualmente en el contexto de un sistema de producción disociado de los condicionamientos ecosistémicos. Históricamente, las teorías sobre el desarrollo no incorporaron los costos ambientales en las relaciones hombre-naturaleza y de esta forma, los recursos naturales siempre fueron considerados como un subsistema de la economía (Castellanos, 2009). La sostenibilidad es un paradigma que pretende cumplir simultáneamente con objetivos de dimensiones productivas, económicas, sociales, culturales y ecológicas o ambientales (Sarandón, 2002).

La sustentabilidad es un concepto dinámico que cambia con el tiempo, con la escala espacial, con las preocupaciones de la época, con el nivel tecnológico y con el conocimiento de cómo funcionan los ecosistemas (Dixon y Fallon, 1989 citado por Márquez, 2014). No se puede responder a los interrogantes que plantea la sustentabilidad sin responder también a tres cuestiones básicas, ¿Sustentabilidad para quién? ¿Cómo? En otras palabras, ¿Quién decide, a través de qué procesos sociopolíticos? ¿quién lleva a la práctica el concepto y de qué manera? (Astier y Masera, 1996 citado Márquez, 2014).

Sarandón et al. (2006) señalan que a) un sistema será económicamente sustentable si puede proveer la autosuficiencia alimentaria, un ingreso neto anual por grupo familiar y si disminuye el riesgo económico en el tiempo, b) un sistema será ecológicamente sustentable si conserva o mejora la base de los recursos productivos y evita o disminuye el impacto sobre los recursos extraprediales c) un sistema se considera socioculturalmente sustentable

si mantiene o mejora el capital social, ya que éste es el que pone en funcionamiento el capital natural o ecológico. Una de las mayores dificultades que debe afrontar el estudio de la sustentabilidad de los agroecosistemas, es traducir los aspectos filosóficos e ideológicos de la sustentabilidad en la capacidad de tomar decisiones al respecto.

Para la evaluación de la sustentabilidad se debe considerar que los sistemas deben mantener constante el capital natural, que se entiende como las reservas ambientales que proveen bienes y servicios en el futuro (Santistevan, 2013). La evaluación de la sustentabilidad es válida solamente para a) sistemas de manejo específicos en un determinado lugar geográfico y bajo un determinado contexto social y político; b) una escala espacial (parcela, unidad de producción, comunidad o cuenca) previamente determinada; y c) una escala temporal también previamente determinada (Santistevan, 2013).

Para que el análisis de sostenibilidad sea operativo, Sarandón (2002), indica que es conveniente caracterizar el comportamiento de un número apropiado de indicadores relevantes. Estos deben ser adecuados a los objetivos y escala de análisis, integrar variables, ser sensibles a un amplio rango de condiciones y a los cambios en el tiempo, poderse medir de manera fácil y confiable y ser sencillos de entender.

Una estrategia para identificar indicadores de sostenibilidad es la selección de indicadores a partir de un menú construido con base en experiencia previa. Conocidos estos indicadores parciales (sociales, económicos, ambientales, etc.), usualmente se procede a construir un indicador agregado, para lo cual se determinan las ponderaciones. Dichas ponderaciones pueden ser obtenidas tanto a partir de un marco teórico como a través de algún método *ad hoc* (Glave y Escobal, 2001).

Para Merma (2012), un indicador es una variable, un parámetro, una medida, un valor, un índice, un signo, una señal que califica la sostenibilidad. No hay un acuerdo generalizado en el diseño y uso de los indicadores. Su interpretación y validación dependerá de cómo ellos armonizan los requerimientos del medio ambiente biofísico con los de economía y sociedad.

Uno de los desafíos que enfrentan tanto agricultores, como extensionistas e investigadores es saber ¿Cuándo un agroecosistema puede ser considerado saludable?, o ¿en qué estado de salud se encuentra? Los investigadores que trabajan en agricultura sostenible han propuesto una serie de indicadores de sostenibilidad para evaluar el estado de los agroecosistemas con cultivos (Santistevan, 2013). Algunos indicadores consisten en observaciones o mediciones que se realizan a nivel de finca para determinar la fertilidad y conservación del suelo y si las plantas están sanas, vigorosas y productivas (Merma, 2012).

Para Martellotto et al. (2001), un sistema de producción tiene como principal característica la aptitud de mantener su productividad y ser útiles a la sociedad indefinidamente y deben reunir los siguientes requisitos: a) conservar los recursos productivos; b) preservar el medio ambiente; c) responder a los requerimientos sociales; y, d) ser económicamente competitivos y rentables.

Ferrari (2010), menciona como ejes de la sustentabilidad: a) la viabilidad ecológica; b) la viabilidad social; y, c) la viabilidad económica. Además, manifiesta que para que un sistema sea estimado como sustentable, considerando solamente mantener los rendimientos de grano de cereales a lo largo del tiempo, es necesario que los sistemas estén diseñados sobre la base de tres pilares: a) la siembra directa; b) la fertilización; y, c) la rotación de cultivos. De estos tres pilares, según el mismo investigador, la fertilización (reposición de nutrientes) está provocando un desbalance y concluye que los sistemas de producción en Argentina no sean sustentables.

La sustentabilidad es un componente aceptado por la comunidad científica, no obstante, resulta un poco difícil ponerlo en operación, esto probablemente se deba a la falta de transcripción de lo filosófico e ideológico, en la capacidad de tomar decisiones al respecto. Se propone una metodología que consiste en una serie de pasos que conducen a la obtención de un conjunto de indicadores adecuados para evaluar la sustentabilidad de los agroecosistemas, pero que requieren una técnica para hacerlos operativos (Sarandón y Flores, 2009).

Merma y Julca (2012), señalan que para permitir el cotejo de las fincas y facilitar el análisis, los datos deben ser estandarizados mediante su transformación a una escala para cada indicador de 0 a 4, siendo 4 el mayor valor de sustentabilidad y 0 el más bajo.

Ulteriormente, los indicadores son ponderados multiplicando el valor de la escala por un coeficiente de acuerdo a la importancia relativa o peso de cada variable respecto a la sustentabilidad.

2.4 DESCRIPCIÓN DE ICA Y LA DISPONIBILIDAD DE AGUA SUBTERRÁNEA EN ICA

La provincia de Ica, es una de las cinco que conforman el departamento de Ica, y la de mayor extensión, bajo la administración del Gobierno Regional de Ica. De acuerdo a la definición del vocablo quechua, Ica, significa “agua que emana de la tierra”, pues antiguamente eran muchas las lagunas que brotaban del subsuelo iqueño. Presenta zonas de extensas áreas desérticas y litoral. Su principal curso de agua, el río Ica, tiene una longitud de 220 km y nace en las alturas del departamento de Huancavelica. Gracias al agua que llega en este río, su valle es uno de los más importantes y productivos del Perú (Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo, 2010).

La región Ica tiene una economía abierta, donde los sectores dentro de la región se desarrollan ya sea para el mercado nacional o para el internacional. El sector agropecuario representa el 64.6 por ciento de la actividad primaria, que incluye productos para el mercado interno (10.7 por ciento) y en su gran mayoría para el mercado externo y de agroindustria (51.6 por ciento). Es entonces que la diversificación productiva de Ica, si bien tiene un componente dirigido al mercado interno, mantiene una fuerte dependencia de la demanda internacional para la mayoría de productos. El crecimiento exportador de Ica es bastante significativo y particular, en una coyuntura internacional aún limitante. En este sentido el sector con mayor crecimiento fue el no tradicional, con una exportación 70 por ciento más en el 2013 a la registrada el 2012. La estructura de las exportaciones se divide en un 78.6 por ciento de productos tradicionales y un 24.4 por ciento de productos no tradicionales. El sector agropecuario es el de mayor peso con un 83 por ciento, compuesto por frutas, hortalizas, flores, semillas, Pisco y vinos. Le sigue el sector pesca (7 por ciento) con principalmente anchovetas y conchas de abanico; y finalmente el sector textil que se caracteriza por las confecciones en algodón. En lo que respecta al sector tradicional un 92 por ciento se concentró en minería (oro, cobre, zinc, plomo, hierro y estaño). Otro sector es el de pesca, formado por las empresas de harina y aceite de pescado principalmente (Ministerio de la Producción, 2014).

El crecimiento de la región de Ica está ligado a su ventaja comparativa para el desarrollo de la agricultura, debido a las excelentes condiciones climáticas que posibilitan el cultivo durante todo el año, la existencia de suelos fértiles, alta heliofanía, que da como resultado mayor rendimiento, menor periodo vegetativo y menor incidencia de plagas (Banco Central de Reserva del Perú, 2010).

- Breve historia del valle de Ica

Tomando como referencia la evolución económica que va desde el siglo pasado hasta los años 2000 se puede distinguir cuatro periodos en la historia del valle del río Ica. El primer período, caracterizado por la formación de haciendas de propiedad familiar que va desde inicios del siglo XX hasta el comienzo de la reforma agraria en 1969. Un segundo periodo comprende el proceso de conformación de cooperativas agrarias de producción sobre la base de la expropiación de las haciendas como resultado de la aplicación de la ley de reforma agraria, tiempo que termina con la crisis del modelo cooperativista agrario a principios de los años ochenta. Luego, un tercer periodo se caracteriza por la parcelación de las cooperativas y la reconcentración de la propiedad de la tierra, que abarca hasta mediados de los años noventa. Un cuarto periodo se caracteriza por la modernización de la propiedad agroindustrial, el auge agroexportador y la marginalidad de la pequeña propiedad campesina. Durante todo este tiempo se han producido cambios importantes en la propiedad de la tierra y el acceso al agua. Desde los años noventa, la concentración de tierras y agua subterránea fue un proceso que se realizó como un medio para producir en gran escala y con orientación de los productos hacia el mercado exterior, dada la demanda existente. Hasta los años cincuenta, el algodón, la vid y los productos de pan llevar fueron los principales cultivos en el valle de Ica. En la década de los sesenta, la caída del precio del algodón generó la disminución del área y volumen de producción de este cultivo, dando lugar a la instalación de nuevos cultivos como el espárrago. Sin embargo, en la década de los noventa se puede observar que el área de cultivo del algodón era significativamente mayor que el área de cultivo de los espárragos. Asimismo, en la década de los 2000, a pesar de que el área de cultivo del algodón seguía siendo mayor que la del espárrago, la producción en toneladas métricas de este último producto era superior a la del algodón (Muñoz, 2015).

Desde los años 2000 en la provincia de Ica, se han instalado modernas empresas agroexportadoras, las cuales producen una variedad de cultivos rentables, como el

espárrago (10000 ha), uva de mesa (7998 ha), cebolla (2500 ha), palta (5000 ha), cítricos (2065 ha), granado (1720 ha), olivo (1000 ha), entre otros (comunicación personal De La Cruz, 2017).

La existencia de los acuíferos de Ica, Villacurí y Lanchas ha sido fundamental para alcanzar un fuerte crecimiento de producción agroexportadora en los últimos años. Así tenemos los altos requerimientos de agua para los principales cultivos de la región: espárrago (12 mil metros cúbicos), uva de mesa (8 mil metros cúbicos), palta (11 mil metros cúbicos) y cítricos (11 mil metros cúbicos) Estos cultivos tienen como destinos a decenas de países en el mundo, siendo los productos de alta calidad y resultado del riego tecnificado. La contrapartida de este éxito ha sido la disminución de la napa freática del acuífero y su declaratoria en emergencia hídrica por la Autoridad Nacional del Agua del Perú (ANA, 2009 citado por Muñoz, 2015).

- Escasez de agua subterránea

El agua subterránea, dada su mayor pureza y disponibilidad, tiene preferencia como insumo para los cultivos de agroexportación frente al uso de aguas superficiales. Asegurando que los productos sean de muy buena calidad y por tanto de mayor rentabilidad. Asimismo, en términos hidrológicos, la cuenca del río Ica, dada su extensión y capacidad de almacenamiento, contiene uno de los cuatro acuíferos más grandes registrados en la costa peruana, junto con el de Chancay (Lambayeque), el de Chicama (La Libertad) y el de La Yarada (Tacna). De allí su importancia para el desarrollo de la agricultura moderna en Ica (Muñoz, 2016).

Los cultivos de agroexportación del valle de Ica son muy intensivos en agua (paltos, espárragos, uva de mesa, cítricos, entre otros). La demanda creciente por el recurso hídrico ha generado un problema de disponibilidad de agua subterránea, la cual se extrae con tecnologías de pozos cada vez más eficientes. Desde el 2010, Ica se declara en emergencia hídrica, según la ordenanza regional N°0024-2010-GORE-Ica, donde el agua es uno de los recursos más escasos (Ministerio de la Producción, 2014).

En la década de 1990 se introdujo en forma masiva el riego tecnificado: riego por goteo, el cual utiliza exclusivamente agua subterránea y en esos años, en las pampas de Villacurí los empresarios iniciaron también la explotación del agua subterránea. Esto coincidió con los

buenos precios del espárrago en el mercado internacional y tuvo como consecuencia que se incrementara la perforación y construcción de pozos (Muñoz et al., 2014 citado por Muñoz, 2015). Esto ha provocado una disminución de la napa freática del acuífero de Ica, Villacurí y Lanchas, llevando a un escenario de escasez (Autoridad Nacional del Agua, 2012).

La disponibilidad de agua subterránea en Ica se ha convertido en un problema frente a la demanda creciente del recurso hídrico para abastecer y dar sostenibilidad al crecimiento agroexportador del valle, dado que los productos son demandantes en agua. Así es como el área cultivada para la agroexportación en la provincia de Ica alcanzó la cifra de 592 hectáreas en el año 1990, mientras que en 2011 esta cifra llegó a 12 782 ha. Sin embargo, la disponibilidad u oferta de agua de riego tanto de aguas superficiales como de aguas subterráneas no ha crecido en forma similar al incremento de la demanda hídrica (Autoridad Nacional del Agua, 2012). Es más, la sobreexplotación de las aguas subterráneas del acuífero de Ica ha llegado a la cifra de $-146 \text{ hm}^3/\text{año}$ en 2009. En el acuífero vecino de Villacurí ha llegado a la cifra $-165 \text{ hm}^3/\text{año}$ en el mismo año; y en Lanchas, que está vinculado al acuífero de Villacurí, el problema es similar (**Tabla 1**).

Tabla 1. Reservas explotables y volúmenes otorgados por licencias (2009)

Acuífero	Reserva explotable (* $\text{hm}^3/\text{año}$)	Explotación ($\text{hm}^3/\text{año}$)	Sobreexplotación ($\text{hm}^3/\text{año}$)
Ica	189	335	-146
Villacurí	63	228	-165
Lanchas	17	34	-17

Fuente: ANA (2012).

* hm^3 = hectómetro cúbico que equivale a un Gigalitro (mil millones de litros-MML)

El problema que conduce al deterioro del acuífero, tanto de Ica como de Villacurí, se agrava porque la cantidad de pozos utilizados sin licencia alcanza 71 por ciento del total, lo que significa que los incentivos para arriesgar en la inversión que se requiere para perforar pozos sin el permiso correspondiente de la autoridad pública son elevados (**Tabla 2**). Además, los entes estatales tienen pocos mecanismos para hacer cumplir las disposiciones públicas con respecto al uso de las aguas subterráneas.

Tabla 2. Pozos utilizados con o sin licencia de uso de agua subterránea (2009)

Acuífero	Pozos utilizados	Pozos con licencia	%	Pozos sin licencia	%
Ica	864	249	29	615	71
Villacurí	460	139	30	321	70
Lanchas	436	63	14	373	86

Fuente: ANA (2012).

También cabe mencionar que la información sobre la demanda hídrica o explotación de aguas subterráneas es imprecisa, pues la mayoría de pozos con licencia no tienen caudalímetros que permitan medir el volumen de extracción de agua. De los pozos ilegales no se tiene información. Por esta razón la explotación del acuífero es difícil de medir. Sin embargo, la Autoridad Nacional del Agua estima que en el año 2009 la explotación de aguas subterráneas en el acuífero de Ica-Villacurí había llegado a 563 hm³/año, lo que representó el 35 por ciento de la explotación de aguas a nivel nacional de 49 acuíferos registrados en la costa. La reserva racionalmente explotable era de 252 hm³/año en dicho acuífero, lo cual implicó una sobreexplotación de 311 hm³/año (Muñoz, 2015).

La escasez del agua subterránea se manifiesta en el descenso de la napa freática de los acuíferos y en la disminución de la vida útil de los pozos en Ica, Villacurí y Lanchas. Si la velocidad en el descenso de la napa freática se mantiene al nivel máximo observado por la Autoridad Nacional del Agua (2012), entonces la vida útil de los pozos en los distritos de Pueblo Nuevo, Tate, Pachacútec, Parcona, Los Aquijes, La Tinguña, Santiago y Salas en la provincia de Ica, y del distrito de Paracas en la provincia de Pisco, será de entre once y cinco años a partir de 2012. El cálculo estimado por dicha entidad señala que, si dicho nivel desciende en diez metros más, el resultado será que la eficiencia de los pozos bajará; elevándose, además, los costos de operación; y que, varios pozos dejarán de funcionar, terminándose su vida útil (Muñoz, 2015).

Los usuarios de agua subterránea son grandes empresas de origen nacional e internacional. La extracción del agua subterránea como recurso es realizada por cada empresa en forma particular. No hay instrumentos de medición del flujo de agua en los pozos, por tanto, no es posible un control público de la extracción del agua. Además, los fondos son de propiedad privada y tienen vigilancia que impide el acceso de quien no tiene el permiso del dueño o del gerente. La extracción del agua del subsuelo no tiene horario definido, por lo

cual los pozos trabajan en forma continua, sin control de ninguna entidad oficial. El poder del que disponen las grandes empresas dedicadas a la agroexportación es mayor si lo comparamos con las posibilidades de acceso y control del agua que tienen los pequeños productores e incluso las entidades estatales de la región (Muñoz, 2015).

- Infiltración del acuífero con pozas de recarga

La Junta de Usuarios de Aguas Subterráneas del Valle de Ica (JUASVI) inició su programa de adecuación de pozas de infiltración en el año 2011, con unas pocas parcelas en abandono, para hacer pozas de tipo experimental, para ello, se requería limpiar canales, convencer a los propietarios, coordinar con las juntas de usuarios de aguas superficiales, mejorar las estructuras de conducción de agua que estaban en desuso, pero, sobre todo, se necesitaba una firme voluntad de los actores. Lo que antes era una zona destinada a la construcción de adobes y las depresiones de terrenos generados por la extracción de materiales de construcción, que ya fueron abandonados para ese fin, ahora son una solución para la recarga del acuífero. Bajo la iniciativa de la JUASVI, y en coordinación con los propietarios de los terrenos, se viene utilizando agua excedente del río Ica y del canal de derivación La Achirana (por la temporada de avenida) para colmatar estos terrenos logrando que, gracias a la capacidad de infiltración del suelo, en pocos días y hasta en horas, en algunos casos, el agua se infiltre directamente al acuífero. De esta forma se utiliza el agua que se pierde eventualmente en el mar, porque no es utilizada por los agricultores. Posteriormente, se construyeron nuevas pozas en los sectores de Lechucero, Yanquiza y Rincón Grande con agua del río Ica. Los reportes indicaron que se ha logrado una exitosa infiltración, la misma que alcanzó más de 246 mil metros cúbicos en la zona de Lechucero, superando de esta forma a la poza de infiltración de Las Monjas en el sector de Parcona, la misma que representaba el más grande volumen infiltrado bajo esta modalidad, más de 245 mil metros cúbicos desde el 2011 al 2013 (JUASVI, 2017).

Durante el 2013 se pudieron infiltrar más de 1 millón 494 mil metros cúbicos por segundo, cifra largamente superada en 2014, cuando se logró hacer una infiltración de 3 millones 521 mil metros cúbicos. En 2015, la cifra alcanzó más de 5 millones 719 mil metros cúbicos. En el 2016, motivados por los resultados obtenidos en años anteriores y frente al anuncio del fenómeno “El Niño”, se construyó nuevas áreas de recarga; sin embargo, debido a la escasez de lluvias, solo se pudo infiltrar 2 millones 219 metros cúbicos. Los alentadores datos obtenidos de los niveles de la napa freática, generados por las labores de

recarga realizadas en años anteriores, impulsaron esta actividad como tarea prioritaria para la JUASVI realizando el trabajo en estas llamadas pozas de infiltración. Esta iniciativa permite: i) incremento del volumen de los recursos hídricos subterráneos, ii) recuperar los niveles de la napa freática del valle de Ica, iii) utilizar los excedentes de aguas de avenidas para evitar o disminuir los volúmenes de estas aguas al mar, iv) fomentar el uso conjunto de aguas superficiales y subterráneas y v) reducir la explotación del agua subterránea por sustitución con agua superficial. En los últimos 4 años se ha podido observar con satisfacción ascensos en los niveles de la napa freática. Debido a las experiencias de años anteriores se ha alentado la recarga en terrenos en la denominada “zona roja” o crítica” en cuanto a los descensos marcados de los niveles freáticos, como son los distritos de Los Aquijes, Pueblo Nuevo y Tate (JUASVI, 2017).

En el 2018, marzo fue el mes que registró el mayor volumen de descarga de agua al mar con un total de 13 millones 375 hm³, del total que fue de 19 hm³ de agua de avenida. Es importante destacar que se han hecho esfuerzos entre las juntas de usuarios de aguas subterráneas del valle de Ica y la Autoridad Nacional del Agua para aprovechar la mayor cantidad de agua en esta temporada. Sin embargo, estas cifras nos demuestran que aún hay capacidad para maximizar los mecanismos de aprovechamiento pleno del recurso durante la época de avenida (Agro al día, 2018).

- **Cultivo de vid en Ica**

La vid de mesa es un cultivo que ha tenido gran acogida en el mercado internacional, con un crecimiento exponencial a partir del año 2000. Ica, por su configuración geográfica, tiene grandes ventajas para el cultivo de vid e históricamente ha mantenido el área cultivada para este producto. A partir del 2005, se amplió la superficie cultivable de uva de mesa. Hasta el 2012, la uva fue el segundo producto agrícola de mayor producción en la región, superado por el espárrago. Sin embargo, para finales del 2013, la uva tuvo una producción de 168 millones de toneladas, superando al espárrago en producción. La uva peruana es bien recibida en el mercado internacional ya que cuenta con dos tiempos de cosecha, llegando al mercado extranjero en un primer momento (8 al 20 de octubre) sin competencia. A diferencia con la uva chilena, su mayor competidora que envía 144 millones cajas de uva al exterior, en comparación con los 44 millones de Perú, pero solo en una temporada, según datos de la Empresa Agrícola Don Ricardo. Los principales mercados internacionales, en el caso de la uva fresca, son Estados Unidos de América, con

22 por ciento, donde tiene presencia en grandes emporios comerciales donde destacan supermercados como Walmart o Costco, 18 por ciento en Países Bajos y en tercer lugar China y Rusia con 10 por ciento (Ministerio de la Producción, 2014).

La vid de mesa, utiliza sistemas de riego tecnificados, con gran inversión en tecnología de parte de las agroexportadoras para hacer más eficiente el uso del agua. La nueva tecnología de riego por goteo computarizado, brinda agua directamente a la raíz, según el reporte que el sistema tenga de la situación del suelo (Ministerio de la Producción, 2014).

Dentro de las variedades de vid de mesa que se cultivan y exportan en Ica en el 2018 destacó la variedad Red Globe con un total de 9,490.5 ha de un total de 15,917.2 ha que se cultivan en todo el Perú, representando el 48 por ciento del total de las exportaciones. En segundo lugar, se encuentra la variedad Crimson Seedless con 1,420.2 ha de un total de 3,394 ha que se cultivan en todo el Perú, representando el 10 por ciento del total de las exportaciones. El tercer lugar, lo ocupa la variedad Sugraone con 1806.2 ha en Ica de 3,147.3 ha en todo el Perú, representando el 9 por ciento del total de las exportaciones. El cuarto lugar, lo ocupa la variedad Flame Seedless con 2,171.7 ha de un total de 2,263.5 ha y representa el 7 por ciento del total de las exportaciones. Las variedades Sweet Celebration, Timpson, Sweet Globe, Thompson Seedless, Arra 15, Magenta y Arra 13 cuentan cada una de ellas con menos de mil hectáreas haciendo un total de 2,540.5 ha de un total de 16,980.6 ha cuya producción exporta el Perú. Estas últimas ocupan el 15 por ciento de las exportaciones. Así también existen otras variedades sin especificar que hacen un total de 2,204.0 ha de un total de 3,612.1 ha, representando el 11 por ciento de las exportaciones nacionales. Por lo expuesto, se puede observar que, del total de las exportaciones peruanas, la región Ica exporta el 59 por ciento, le sigue la región Piura con 27 por ciento, 6 por ciento Lambayeque, 4 por ciento Arequipa, 3 por ciento La Libertad y otras regiones representan el 1 por ciento (Silva, 2018).

Adicionalmente, la vid tiene un producto que se ha visto rezagado por la incursión de la uva de mesa, y este es la uva pisquera. Esto debido a que la uva de mesa es más rentable, al tener dos campañas al año y si bien el Pisco es un producto que se encuentra en expansión, se sigue realizando grandes esfuerzos de fomento para posicionarlo en el mercado internacional (Ministerio de la Producción, 2014).

Para el caso particular de las uvas pisqueras en 2008, las áreas destinadas en Ica fueron de 3164 ha. Sin embargo, en el año 2014 se reportaron 6000 ha de uvas vineras y pisqueras, lo que supone un crecimiento importante, referente a las campañas anteriores. Del área total, unas 5300 ha son destinadas a las uvas pisqueras y otras 700 ha a la producción de uvas para vino, con un rendimiento (en ambos casos) de 10 TM/ha. En la **Figura 1** se muestra las variedades de vid para Pisco: (a) Quebranta (b) Negra criolla (c) Mollar (d) Uvina (e) Italia (f) Torontel (g) Albilla (h) Moscatel (Reglamento de Denominación de Origen, 2011).

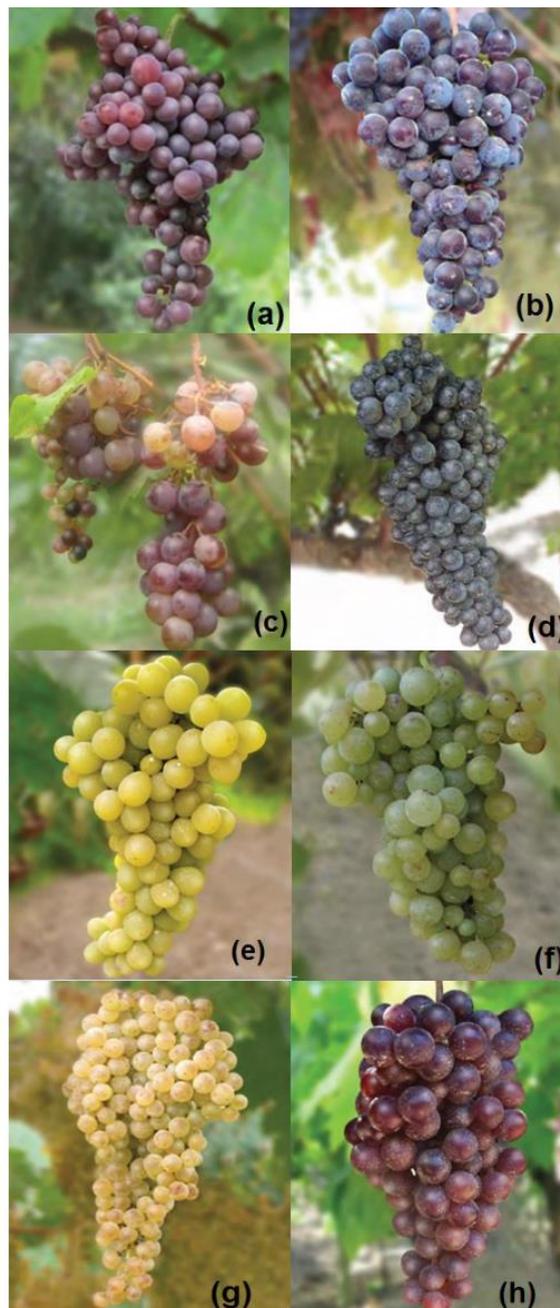


Figura 1. Variedades de vid para Pisco

Fuente: Cáceres et al. (2017).

2.5 DESCRIPCIÓN DEL PISCO

El Pisco, es el producto obtenido exclusivamente por destilación de mostos frescos de uvas pisqueras recientemente fermentados, utilizando métodos que mantengan los principios tradicionales de calidad, y producido en la costa de los departamentos de Lima, Ica, Arequipa, Moquegua y los Valles de Locumba, Sama y Caplina del departamento de Tacna. Se clasifican los siguientes tipos de Pisco: Pisco puro, obtenido exclusivamente de una sola variedad de uva pisquera; Pisco mosto verde, obtenido de la destilación de mostos frescos de uvas pisqueras con fermentación interrumpida; Pisco acholado, obtenido de la mezcla de uvas pisqueras, aromáticas y no aromáticas, mostos de uvas pisqueras aromáticas y no aromáticas, mostos frescos completamente fermentados (vinos frescos) de uvas pisqueras aromáticas y no aromáticas y Piscos provenientes de uvas pisqueras aromáticas y no aromáticas (Reglamento de Denominación de Origen, 2011).

En el año 1991, el estado peruano reconoció oficialmente al Pisco como una Denominación de Origen Peruano a través del Decreto Supremo N° 001-91-ICTI/IND. Asimismo, en el año 2006, la Organización Mundial de Propiedad Intelectual (OMPI), reconoció al Pisco como un producto originario de Perú, luego del conflicto generado con Chile por la potestad del uso del nombre. Sin embargo, se le dio los derechos al Perú, sin perjuicio de los derechos otorgados previamente a Chile, en virtud del Acuerdo de asociación económica que este país posee con la unión europea. Pese a ello, en los últimos años, Perú ha conseguido que varios países de América, Europa y Asia acepten la denominación de origen del Pisco peruano de manera exclusiva (Gutiérrez, 2003).

En ese mismo orden y dirección, el estado peruano dispuso diversas medidas de promoción del Pisco, tanto a nivel nacional como internacional. Entre los trabajos de promoción se vende al Pisco por sus cualidades, y esto en conjunto con la bien sonada gastronomía peruana. Asimismo, en la mayoría de las bodegas vitivinícolas del Perú, se ha incorporado el turismo a su elaboración. Además, se ha instituido diversas fechas de celebración para la promoción del Pisco como: el Día del Pisco, que se celebra el cuarto domingo del mes de julio desde el año 1999 y el Día del Pisco Sour (coctel a base de Pisco) que se celebra el primer sábado del mes de febrero desde el año 2004.

En el año 2016, la producción nacional de Pisco registró un nuevo récord histórico al superar los 10 millones de litros, alentado por las campañas de promoción para incentivar

el consumo interno y el ingreso a nuevos mercados. La producción de nuestra bebida de bandera se incrementó significativamente a un ritmo anual de 10.8 por ciento en promedio. Además, se ha convertido en la tercera bebida más consumida por los peruanos después de la cerveza y el vino (Mathews, 2017).

Las exportaciones durante el 2016 se registró un aumento de 12.6 por ciento en volumen, sobre todo las dirigidas a nuevos destinos como India, Israel, Bélgica, Noruega y República Dominicana. Entre los principales destinos de exportación, destacan Chile y Estados Unidos; que, en el año 2015, crecieron en 13.5 por ciento y 37.8 por ciento, respectivamente. Le siguen España, Holanda y Reino Unido, entre otros (Mathews, 2017). Este incremento de la producción y la exportación de Pisco, se debe al crecimiento del consumo del Pisco acompañado de una mayor diversificación de productos, conforme el consumidor se ha vuelto más exigente. Las principales empresas del medio normalmente comercializan diversas presentaciones en las categorías como Pisco puro, acholado y mosto verde (CENTRUM Católica, 2013).

Al cierre del año 2016, venían operando en el Perú aproximadamente 523 empresas productoras de Pisco. Lima es la región que concentra la mayor cantidad de firmas productoras (48,8 por ciento), seguida de Ica (34,6 por ciento) (Mathews, 2017).

Es evidente entonces que podría atribuirse al reconocimiento de la Denominación de Origen del Pisco, conforme a lo mencionado por Hernández (2009) que las denominaciones de origen además de establecerse como un instrumento de diferenciación de productos en el comercio, ofrece una serie de ventajas en la medida que facilitan la apertura de nuevos mercados, otorga mayor valor agregado a las mercancías, promueve las exportaciones y contribuye al desarrollo sociocultural y económico de las zonas amparadas.

Hernández et al. (2011), mencionan que el crecimiento de las producciones y exportaciones de un país son el resultado de la política exterior y del dinamismo alcanzado con los nuevos acuerdos y convenios internacionales, los cuales brindan mayores oportunidades de exportación para el país. El Perú tiene tratados de libre comercio con los principales mercado destino del Pisco.

No obstante, el sector del Pisco mantiene sólidas las expectativas de que la demanda internacional aumente en la medida que el Pisco sea un producto más conocido, ya que a nivel internacional Perú ha logrado asumir el liderazgo en las exportaciones, desplazando al aguardiente chileno (MAXIMIXE, 2013).

Por otra parte, el Pisco se encuentra concentrado en el mercado estadounidense, con una participación del 60,2 por ciento, seguido por Chile, Colombia y España con participación de 15,8 por ciento, 3,5 por ciento y 2,6 por ciento respectivamente. Esta situación podría impactar en el sector, cuando exista algunos ciclos económicos, recesiones y expansiones de estos países, por lo que las ventas puedan disminuir en un país con recesión y aumentar en caso de expansión (Hernández, 2007).

En este contexto, Delgado et al. (2012) hacen referencia que para que el Pisco pueda seguir consolidándose en el mercado internacional, necesita mejorar sus ventajas competitivas. Para dicho fin, es necesario potenciar el sector a través de inversión en tecnología, capacitación a los productores, estandarización de los productos y niveles de calidad, fortalecimiento del posicionamiento de la marca país, reducción de la informalidad y de la falsificación de productos, la cual permitiera mejorar el impacto en el ambiente comercial, en donde se mueve el negocio del Pisco.

En Ica, se produce el 60 por ciento del Pisco del país y según la Dirección Regional de Producción en Ica, tiene como principal problema la falta de promoción, la falta de oferta del insumo (las plantaciones de uva pisquera han sido reemplazadas con uvas de mesa), pero en mayor medida la falta de financiamiento, debido a que la mayoría de los productores son pequeños y en muchos casos se unen para poder ingresar al mercado con un nivel de producción. El financiamiento es importante para poder adquirir tecnología que permita tener una producción que compita a nivel internacional, ya que actualmente gran parte de este mercado lo tiene el Pisco chileno. Se necesita mayor promoción del estado y organización para reducir las fallas de coordinación e implementar tecnología que permita obtener un producto más rentable y atractivo, por ejemplo, obteniendo mayor jugo por uva, mayor producción por ha o tecnologías de eficiencia en el riego. Las fallas de organización están dadas por la dificultad de formar cooperativas o agrupaciones entre los productores, que les permitan producir a un nivel de gran escala y puedan acceder a los créditos para la tecnología mencionada (Ministerio de la Producción, 2014).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El ámbito del estudio comprendió los distritos de la provincia de Ica – Perú:

Ubicación política

- País : Perú
- Departamento : Ica
- Provincia : Ica
- Ámbito de estudio : 7 distritos de Ica

Ubicación geográfica

- Latitud Sur : 14°04'00"
- Longitud Oeste : 75°43'24"
- Altitud : 406 msnm

La **Figura 2** muestra la ubicación del departamento de Ica con sus cinco provincias (Chincha, Pisco, Ica, Palpa y Nazca) respecto a la ubicación en el mapa de Perú y en la **Figura 3** el mapa de la provincia de Ica mostrando sus catorce distritos.

3.2 CONDICIONES METEOROLÓGICAS DE LA ZONA DE ESTUDIO

Ica, representa la zona de mayor producción de uvas pisqueras y de Pisco; además ocupa el primer lugar de áreas dedicadas al cultivo de uva de mesa de exportación de Perú. Está ubicada en la costa central del desierto del Perú. Su clima es típicamente árido. La insolación diaria tiene un valor medio de 7 horas; la temperatura media es de 21 °C con una media máxima de 29 °C y una media mínima de 14 °C. La precipitación anual es casi cero (cantidad a largo plazo de 2 mm) (Yzarra et al., 2015). Los viñedos se riegan a gravedad con agua temporal procedente del río Ica en épocas de lluvia en la sierra (diciembre a marzo), y en ausencia de lluvia se riega con agua subterránea, inundando los

viñedos o con riego por goteo. Estas condiciones climáticas son representativas de la zona global de producción del Pisco y de vid en general.

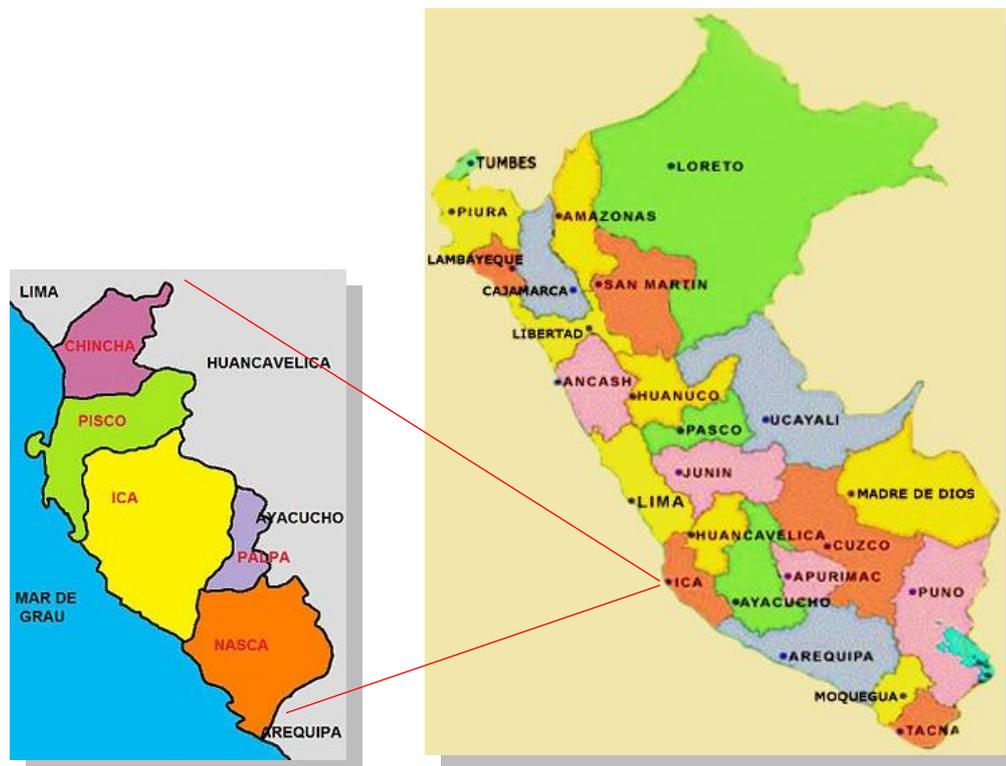


Figura 2. Ubicación del departamento de Ica dentro del mapa de Perú



Figura 3. Mapa de la provincia de Ica, mostrando sus catorce distritos.

Fuente: GORE ICA (2017)

3.3 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación se realizó en las fincas productoras de vid para Pisco de los integrantes de la Asociación de Productores de Pisos y Vinos de Ica – APROPICA.

El estudio consto de tres fases:

- **Fase 1:** Caracterización y tipología de fincas productoras de vid para Pisco en la Región Ica, Perú.
- **Fase 2:** Cálculo de la huella de carbono y de la huella hídrica de fincas productoras de vid para Pisco en la Región Ica, Perú.
- **Fase 3:** Sustentabilidad de las fincas productoras de vid para Pisco en la Región Ica, Perú.

3.4 METODOLOGÍA PARA LA FASE 1: CARACTERIZACIÓN Y TIPOLOGÍA DE FINCAS PRODUCTORAS DE VID PARA PISCO EN LA REGIÓN ICA-PERÚ

Se elaboró encuestas estructuradas con el fin de lograr obtener información que permita caracterizar las fincas productoras de uvas pisqueras. Antes de su aplicación a todos los socios de APROPICA, las encuestas fueron evaluadas por expertos técnicos para generar mayor validez en la data que se desea coleccionar.

Población y muestra

La asociación seleccionada para este estudio cuenta con 53 socios y se denomina Asociación de Productores de Pisos y Vinos del Valle de Ica (APROPICA). Fue fundada en enero de 1999, con la finalidad de integrar a los productores de Pisco de Ica. Existen otras asociaciones de productores de uva para Pisco y para producción de Pisco en algunos distritos representativos de Ica como son Los Aquijes, Pueblo Nuevo, Santiago, Pachacútec, pero la diferencia de APROPICA es reunir a los productores de los catorce distritos de la provincia de Ica que cuentan con Denominación de Origen para producir Pisco.

A los socios se les invitó a participar de la investigación a través de la entrevista y llenado de encuestas. Algunos de los integrantes de APROPICA cuentan con fincas completas e incompletas (producción agrícola, producción pecuaria, procesamiento de productos y transacciones entre la finca y el ambiente que la rodea).

Para elegir la muestra a estudiar se siguió el criterio de inclusión (socio que se encuentre en activa participación en APROPICA en el 2016) y criterio de exclusión (deseo de no participar de la entrevista/encuesta; no contar con el componente producción agrícola). Finalmente, luego de haber pasado el criterio de inclusión y exclusión, la muestra total fue de 16 fincas, tal como se muestra en la **Tabla 3**.

Tabla 3. Relación de fincas que participaron de la evaluación de sustentabilidad

N°	Código de Finca	Distrito	Latitud	Longitud	Altitud msnm
1	A	Subtanjalla	14°01'06" S	75°45'30" W	409
2	B	Santiago	14°11'08" S	75°42'53" W	374
3	C	Los Aquijes	14°05'47" S	75°41'29" W	475
4	D	Los Aquijes	14°05'47" S	75°41'29" W	475
5	E	San Juan Bautista	14°00'41" S	75°74'06" W	416
6	F	Ocucaje	14°20'49" S	75°40'18" W	325
7	G	Santiago	14°11'08" S	75°42'53" W	374
8	H	Los Aquijes	14°05'47" S	75°41'29" W	475
9	I	San Juan Bautista	14°00'41" S	75°74'06" W	416
10	J	San Juan Bautista	14°00'41" S	75°74'06" W	416
11	K	San Juan Bautista	14°00'41" S	75°74'06" W	416
12	L	Pueblo Nuevo	14°07'38" S	75°42'21" W	390
13	M	Salas Guadalupe	13°59'10" S	75°46'23" W	430
14	N	Los Aquijes	14°05'47" S	75°41'29" W	475
15	O	Pueblo Nuevo	14°07'38" S	75°42'21" W	390
16	P	San Juan Bautista	14°00'41" S	75°74'06" W	416

Técnicas de recolección y análisis de la información

Las técnicas de recolección usadas fueron:

- Fuentes de información primaria y secundaria: se recopiló información básica de la provincia, accediendo a fuentes escritas, estadísticas, mapas y otros (información secundaria), e información directa de la zona de estudio a través de comunicación oral y documentos institucionales (información primaria) que se utilizó para levantar un diagnóstico previo y describir el medio.
- Entrevistas: es el contacto directo con los productores que sirvió para obtener información de campo acerca de la situación de las fincas. La entrevista es una forma de diálogo focalizado en temas de interés y con una mayor profundización en estos (Marshall y Rossman, 1995 citado por Merma, 2012). Además, la interacción cara a cara con el productor posibilita una relación de convivencia entre investigador e investigado (Maundu, 1995 citado por Merma, 2012).

- Encuesta: Se elaboró encuestas estructuradas con el fin de obtener información que permita caracterizar las fincas productoras de uvas pisqueras. Antes de su aplicación a todos los socios de APROPICA, las encuestas fueron evaluadas por expertos técnicos para generar mayor validez en la data que se desea coleccionar. Se considero 10 componentes (familiar, social, asociatividad, actividad en la finca, económico, tecnología, gestión, capacitación, recursos naturales, problemática en viñedo y en el Pisco) teniendo un total de 137 variables (24 variables cuantitativas y 113 variables cualitativas) tal como se muestra en el **Anexo 1**.
- Procedimiento de análisis de datos: Luego de realizada la encuesta, la data fue procesada en una hoja de cálculo, para determinar el agrupamiento de fincas se realizó un análisis conglomerado, por el método Ward. El método Ward agrupa las fincas, considerando que la variabilidad dentro de grupos es mínima y entre grupos es máxima. Asimismo, se realizó el análisis de varianza multivariada para las variables cuantitativas y así poder determinar diferencias significativas entre los grupos encontrados, y la Prueba de Duncan para comprobar la significancia de cada variable seleccionada dentro del conglomerado. Para las variables cualitativas se realizaron tablas de contingencia utilizando la prueba de Chi cuadrado para definir diferencias estadísticas entre grupos. También se empleó estadística descriptiva para detallar ciertas características de los grupos formados. El análisis de conglomerados se realizó utilizando las 24 variables cuantitativas de la encuesta realizada y así obtener las “fincas tipo”. Las variables cualitativas se convirtieron a numéricas dicotómicas (0,1) para facilitar el procesamiento, los grupos identificados fueron caracterizados y diferenciados entre sí, mostrando la potencialidad, así como los limitantes de cada grupo identificado (Tuesta et al., 2014).

3.5 METODOLOGÍA PARA LA FASE 2: CÁLCULO DE LA HUELLA DE CARBONO Y DE LA HUELLA HÍDRICA DE FINCAS PRODUCTORAS DE VID PARA PISCO EN LA REGIÓN ICA, PERÚ

La investigación se realizó en “fincas tipo” de los integrantes de la Asociación de Productores de Piscos y Vinos de Ica – APROPICA. Se optó por hacer en estos dos tipos de fincas debido a que la mayoría de fincas no cuenta con la información necesaria para hacer el inventario de huella de carbono y de huella hídrica.

La investigación es de tipo cuantitativo, se realizó inventario de entradas y salidas de materias primas, energía y agua. La muestra estuvo comprendida por dos “fincas tipo”. Finca tipo 1 y tipo 2, resultado del análisis de conglomerados de la fase 1 “Caracterización y tipología de fincas productoras de vid para Pisco en la Región Ica, Perú” (**Tabla 4**).

Tabla 4. Datos de fincas tipo en las que se realizó la evaluación de huella de carbono y huella hídrica

Código de Finca	Distrito	Latitud	Longitud	Altitud msnm
Tipo 1	Los Aquijes	14°05'47" S	75°41'29" W	475
Tipo 2	Salas	13°59'10" S	75°46'23" W	430

3.5.1 Descripción de la metodología de la huella de carbono

Metodología: La que establece la referencia PAS2050:2011, basada en el análisis de ciclo de vida de un producto. Se consideró los siguientes principios de la PAS2050: 2011: relevancia, integridad, consistencia, precisión y transparencia.

Unidad de análisis: Fue de 1 kg de uva pisquera y 0.5 L de Pisco puro envasado.

Alcance del estudio: El alcance fue definido como “cuna a puerta” es decir se abarcó desde la producción de la uva y el proceso de elaboración de Pisco en bodega.

Límite del sistema: El período del cálculo de la huella de carbono de la uva, comprendió desde la post cosecha (abril del 2016) hasta la cosecha (febrero del 2017). El período del cálculo de la huella de carbono del Pisco, comprendió desde el traslado de la uva del viñedo a la bodega hasta el envasado del Pisco.

Los gases de efecto de invernadero considerados para este estudio son los que se detallan en el referencial PAS 2050:2011 (**Anexo 2**).

- **Cálculo de la huella de carbono de uva para Pisco**

La evaluación inició con el inventario de todas las entradas y salidas de materias primas y energía en el estado fenológico de reposo vegetativo – yema de invierno hasta la cosecha que se da en el estado fenológico maduración. Los datos obtenidos fueron proporcionados por cada productor.

- **Cálculo de la huella de carbono de Pisco**

La evaluación se inició con el inventario de todas las entradas y salidas de materias primas y energía desde que llega la uva a la bodega de cada finca (marzo 2017) hasta que el Pisco sale envasado de cada bodega (julio 2017). Los datos obtenidos fueron proporcionados por cada productor a la investigadora.

Consideraciones:

No se consideró las emisiones de la distribución, uso y fin de vida del producto ya que cada productor no maneja al 100 por ciento la información de distribución de su producto y la disposición de sus envases, solo maneja la información dentro de su bodega y no hace seguimiento a donde se traslada su producto final.

Este cálculo servirá de punto de partida o año base.

Los datos colectados para el cálculo de la huella de carbono, son en la medida de lo posible datos primarios procedentes de los registros de cada finca.

Los factores de emisión procedieron de la base de datos Ecoinvent y Defra obtenidos por el proyecto “Herramienta *software* específica para la mejora de la competitividad del sector vitivinícola” la cual contó con los servicios de asesoría de la empresa Tecnalía y donde la investigadora participo como investigadora principal. A continuación, se detalla los factores de emisión utilizados en la investigación de acuerdo a entradas producto del inventario (**Tabla 5**).

- **Descripción del sistema en estudio**

Descripción del proceso agrícola: obtención de uva para Pisco

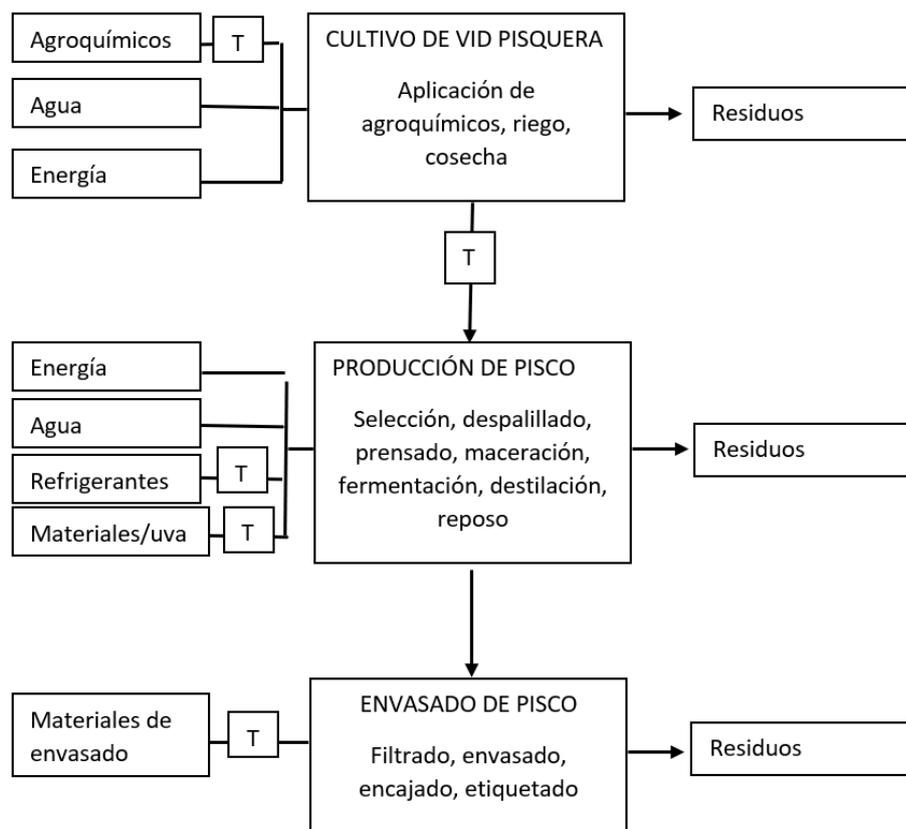
En los viñedos es donde se obtiene la materia prima “uva pisquera” para la elaboración de Pisco, el cual basa sus procedimientos de acuerdo a cada productor. Para fines prácticos se menciona las principales actividades que se desarrollan en un viñedo comercial: análisis de yemas (abril - mayo); poda y amarre (agosto); aplicación de cianamida hidrogenada (agosto); fertilización (toda la campaña); labores culturales: incorporación de materia orgánica, des compactación del terreno, deshierbo, labores de manejo de canopia, desbrote, deshoje y eliminación de feminelas, ajuste de carga, apertura de ventanas de iluminación, evaluación sanitaria, aplicación fitosanitaria, riego, análisis de la fruta, limpieza de racimos, cosecha y transporte a bodega.

Tabla 5. Factores de emisión obtenidos de bases de datos

Entrada	Factor de emisión Climate change GWP 100^a kg CO2-eq/unidad	Und	Base de datos
Guano de inverna	0.02	kg	DEFRA
Guano de corral	0.02	kg	DEFRA
Cianamida hidrogenada	7.79	kg	ECOINVENT
Fertilizante triple (20% N, 20% P ₂ O ₅ , 20% K ₂ O, 40% inertes)	0.64	kg	ECOINVENT
Nitrato de calcio	3.12	kg	ECOINVENT
Fosfato monoamónico	1.09	kg	ECOINVENT
Ácido fosfórico	0.93	kg	ECOINVENT
Sulfato de magnesio	0.46	kg	ECOINVENT
Fertilizante foliar (N, P ₂ O ₅ , K ₂ O) (Kelpac)	1.48	kg	ECOINVENT
Nitrato de amonio	8.12	kg	ECOINVENT
Nitrato de calcio	3.12	kg	ECOINVENT
Sulfato de potasio	1.67	kg	ECOINVENT
Sulfato de magnesio	0.46	kg	ECOINVENT
Ácido cítrico	7.06	kg	ECOINVENT
Fertilizante foliar (N, P ₂ O ₅ , K ₂ O) (Bayfolan)	0.77	kg	ECOINVENT
Fertilizante foliar (Ca, B) (Algafol Ca, B)	0.92	kg	ECOINVENT
Azufre en polvo	3.64	kg	ECOINVENT
Miclobutanilo (fungicida-Sythane)	3.09	kg	ECOINVENT
Deltametrina (insecticida-Decis forte)	2.43	kg	ECOINVENT
Coadyuvante (Silwet)	3.09	kg	ECOINVENT
Botella de vidrio	0.89	kg	DEFRA
Tapón, corcho sintético	2.62	kg	DEFRA
Etiquetas adhesivas para botella	0.94	kg	DEFRA
Capsulas para protección de tapón	3.43	kg	DEFRA
Filtros, celulosa	0.51	kg	ECOINVENT
Leña	0.13	kg	ECOINVENT
Diesel	3.23	L	DEFRA
Electricidad (comprada)	0.28	kWh	DEFRA + Data de Perú
Gasolina	2.75	L	DEFRA

Descripción del proceso de elaboración y envasado del Pisco en bodega

En las bodegas de cada productor es donde se lleva a cabo la elaboración de Pisco, el cual basa sus procedimientos a criterio de cada uno de los productores. A grandes rasgos se contempla sus procedimientos en las siguientes etapas y bajo estos procedimientos se realizó el cálculo de la huella de carbono para esta investigación. Las etapas son las siguientes: recepción, evaluación y selección de la materia prima, despalillado, desmantelado y limpieza del sistema, maceración, prensado, fermentación, trasiego, destilación, maduración o reposo y envasado (**Figura 4**).



T: Transporte

Figura 4. Etapas del ciclo de vida de la producción de Pisco

Fuente: CITEagroindustrial - Ica

- **Inventario**

Inventario en viñedo: obtención de uva pisquera

Se recogió información de cada viñedo: nombre de la finca, variedad de vid cultivada, número de ha, número plantas, tipo de suelo, kg de uva producido, fertilizantes,

plaguicidas, fitohormonas utilizados. Cantidad de agua utilizada en riego (agua temporal y agua subterránea), transporte utilizado, energía utilizada en viñedo.

De acuerdo al mapa de procesos se ha identificado punto de emisión de GEI en lo siguiente:

Tipo de entradas	Descripción
Materias primas	Plaguicidas, fertilizantes orgánicos, fertilizantes sintéticos
Energía	Energía eléctrica para fertiriego Combustible para funcionamiento de tractor y para funcionamiento de bomba para extraer agua de subsuelo (Diésel)

Inventario en bodega

Se recogió información de cada bodega: nombre de la bodega, marca del producto, volumen total de Pisco producido, tipo de tecnología de la bodega, lugar de procedencia de la uva, distancia de recorrido desde viñedo a bodega, tipo de combustible de transporte, galones de combustible utilizados, horas de uso de equipos eléctricos utilizados, tipo de combustible que utiliza el alambique, agua usada para limpieza y para piscina de enfriamiento del serpentín del alambique, botellas de vidrio, tapón, cajas de cartón.

Tipo de entradas	Descripción
Materias primas	Uva, botellas de vidrio, corcho sintético, etiquetas adhesivas, capsulas
Energía	Energía eléctrica para funcionamiento de equipos Combustible; diésel, gasolina, leña para la destilación

La metodología PAS 2050:2011 no incluye en el inventario las emisiones de CO₂ de las personas que trabajan en el sistema en estudio.

Recopilación de datos

1.- Información general de entradas en viñedo

Recopilación de datos primarios

Los datos primarios se tomaron de los registros de cada finca o fueron proporcionados directamente a la investigadora.

	Detalle	Und	Estado fenológico
Materiales de entrada que se utilizan en el viñedo (uva Quebranta)	Total de fertilizantes orgánicos	kg	Receso vegetativo
	Total de plaguicidas	L	Todos los estados fenológicos
	Total de fertilizantes sintéticos	kg	Todos los estados fenológicos

	Detalle	Und	Estado fenológico
Energía que se utiliza en el viñedo	Diesel	L	Todos los estados fenológicos
	Electricidad	kWh	Todos los estados fenológicos

2.- Información general de salidas en viñedos

	Detalle	Und	Estado fenológico
Residuos sólidos	Envases	kg	Todos los estados fenológicos
	Malezas	kg	Receso vegetativo
	Sarmientos	kg	Receso vegetativo

3.- Información general de entradas en bodega

	Detalle	Und	Etapa
Materiales de entrada en el proceso de elaboración del Pisco	Uva quebranta	kg	Recepción de materia prima
	Botella de vidrio	kg	Envasado
	Etiqueta	kg	Envasado
	Cápsulas	kg	Envasado
	Tapón	kg	Envasado

	Detalle	Und	Etapa
Energía de procesamiento	Leña	kg	Destilación
	Electricidad	kWh	Todo el proceso

4.- Información general de salidas en bodega

	Detalle	Und	Etapa
Residuos sólidos y líquidos	Plástico	kg	Recepción de materiales de envasado
	Orujos	kg	Prensado
	Escobajo	kg	Prensado
	Vinaza	L	Destilación

Recopilación de datos secundarios

Los factores de emisión fueron obtenidos de la Base de Datos Ecoinvent proporcionado por CITEagroindustrial Ica y de factores de emisión de libre acceso de DEFRA.

Calidad de datos

Los datos fueron tomados teniendo en cuenta los principios de Relevancia, Integridad, Consistencia, Precisión y Transparencia

Cálculo de la huella de carbono

La información obtenida se registró en la siguiente matriz:

Data actividad	Unidad	Factor conversión kg CO2 eq - unidad	Unidad	Base de datos	Emisión de GEI kg CO2 eq - unidad	%

3.5.2 Descripción de la metodología de la huella hídrica

Se utilizó la metodología acorde con la ISO 14046:2014 Huella Hídrica – principios, requisitos y guía, e incluye la definición de objetivos y alcance, el desarrollo de un inventario de agua, la evaluación de impactos y la interpretación de resultados. A continuación, se muestra los pasos metodológicos para el cálculo de la Huella Hídrica:

Paso 1: Definición de objetivo y alcance

Paso 2: Análisis de inventario de Huella Hídrica

Paso 3: Evaluación de impactos de Huella Hídrica

Paso 4: Interpretación

Paso 1: Definición de objetivo y alcance

Objetivo: Calcular la huella hídrica de uva y Pisco producto bandera de Ica, debido al estrés hídrico que sufre la provincia de Ica originado por la sobre explotación del agua subterránea.

Unidad de análisis: La unidad funcional para este cálculo fue de 1 kg de uva pisquera y 0.5 L de Pisco envasado.

Alcance del estudio: El alcance fue definido como “puerta a puerta”, cubriendo las siguientes etapas de producción:

- Producción agrícola de uva pisquera
- Elaboración de Pisco
- Embotellado de Pisco

Límite del sistema: El período del cálculo de la huella hídrica de la uva, comprende desde la post cosecha (abril del 2016) hasta la cosecha (febrero del 2017). El período del cálculo de la huella hídrica del Pisco, comprendió desde el traslado de la uva del viñedo a la bodega hasta el envasado del Pisco (2017).

- **Cálculo de la huella hídrica de uva para Pisco**

La evaluación inició con el inventario de todas las entradas y salidas de agua en el estado fenológico de reposo vegetativo – yema de invierno hasta la cosecha que se da en el estado fenológico de maduración. Los datos obtenidos fueron proporcionados por el productor a la investigadora.

- **Cálculo de la huella hídrica del Pisco**

La evaluación inició con el inventario de todas las entradas y salidas de agua desde que llega la uva a la bodega de cada finca (marzo 2017) hasta que el Pisco sale envasado de cada bodega (julio 2017). Los datos obtenidos fueron proporcionados por cada productor a la investigadora.

Consideraciones:

Este cálculo sirve de punto de partida o año base. En adelante la huella hídrica de cada producto debería disminuir.

Los datos colectados para el cálculo de la huella hídrica, fueron en la medida de lo posible datos primarios procedentes de los registros de cada finca.

Paso 2: Análisis de inventario de la huella hídrica

- **Procedimiento de recopilación de datos**

Para realizar el cálculo, se realizó la coordinación directa con cada propietario de la finca tipo 1 y finca tipo 2.

A continuación, se muestra el balance de agua en la etapa de producción agrícola el cual fue realizado para la investigación (**Figura 5**):

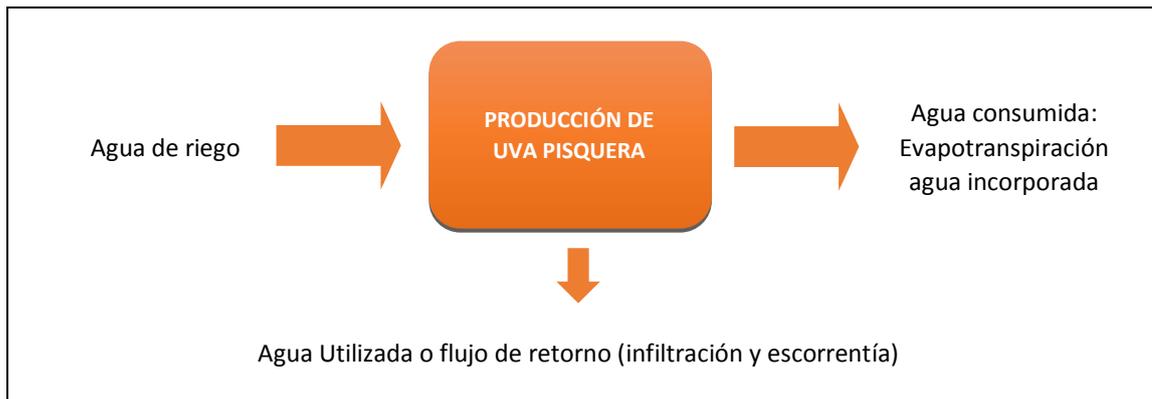


Figura 5. Balance de agua en etapa de producción agrícola

Fuente: CITEagroindustrial-Ica

A partir del balance de agua se colectó los siguientes datos del período comprendido de la campaña 2016-2017: total de agua de riego, total de agua de aplicaciones fitosanitarias, así como también el consumo de fertilizantes.

Para el cálculo del agua consumida por la planta se usó el *software* CROPWAT versión 8 (Organización para las Naciones Unidas, 2017), que calcula el agua consumida por la planta a través del cálculo de la evapotranspiración para el cultivo de alfalfa. Para el cultivo de vid se aplica un factor de corrección dependiendo de la etapa fenológica. Se utilizó para la etapa de reposo vegetativo, el factor de corrección 0.3, para la etapa de brotación-floración el factor de corrección de 0.7 (etapa de mayor consumo de agua) y finalmente para la etapa de floración-envero el factor fue de 0.45 (Allen et al., 2006) (**Anexo 3**).

Los datos climatológicos usados para CROPWATv8 fueron tomados de la estación del CITEagroindustrial-Ica donde se midió temperatura máxima, mínima y promedio; horas de sol; velocidad de viento y humedad relativa; con dichos datos fue llenado el mencionado *software* (**Anexo 4**).

La producción de uva fue 30 y 14 TM/ha/año en las fincas tipo 1 y 2. El volumen de agua infiltrada es la diferencia entre el agua adicionada para el riego y la sumatoria de la cantidad incorporada a la uva y la cantidad de agua consumida por la vid. Este último dato es calculado a partir de la suma de evapotranspiración de la planta durante todo el período de cultivo (2016-2017).

Para la finca tipo 1, no se colectó datos de agua de precipitaciones, mientras que para la finca tipo 2, sí ya que realizan tres riegos con agua de avenida. Esta agua llega a Ica en los meses de diciembre a marzo en época de lluvia en Huancavelica y en el mes de setiembre a noviembre debido a la llegada del agua de la laguna de Choclococha.

Para calcular el volumen de agua consumida de fuente superficial o subterránea, se tomó dos ingresos de agua: agua contenida en la uva pisquera que posee el 20 por ciento de humedad y el agua usada para la limpieza de equipos: despalladora, prensa neumática, tanques de maceración, mangueras, bombas, limpieza del área de trabajo, enfriamiento de tanques de fermentación y agua utilizada en la piscina de enfriamiento donde se condensa los vapores y se obtiene el Pisco.

En la etapa de producción de Pisco en bodega también se realizó un balance de agua (**Figura 6**).

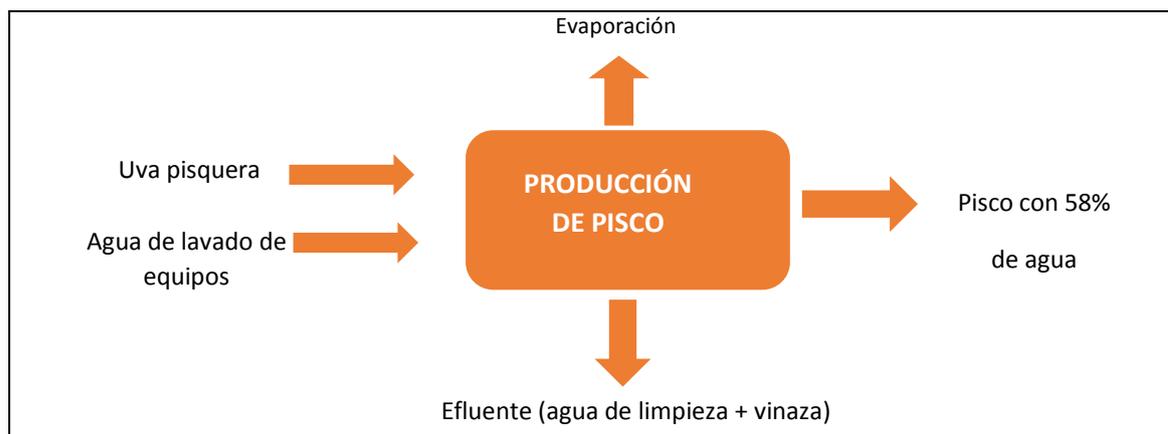


Figura 6. Balance de agua en etapa de producción de Pisco

Fuente: CITEagroindustrial-Ica

Como salidas, se tiene la producción de Pisco, el mismo que contiene 58 por ciento de agua; se asume que hay una pérdida del 30 por ciento por evaporación del agua de lavado. El agua de lavado restante y la vinaza son efluentes que van para utilizar como riego de caminos de tierra suelta. En las dos fincas no se obtuvo datos de precipitación (Mejía y Cáceres, 2018).

- **Inventario de agua**

A continuación, se presentan los inventarios de agua para la campaña 2016-2017 en la finca tipo 1 y en finca tipo 2 en fase agrícola (**Tabla 6**):

Tabla 6: Balance de agua para la fase de producción de uva para Pisco

Flujo	Flujos de entrada (m ³)			=	Flujos de salida (m ³)			
	Fuente	Acuífero	+ Precipitación		Evapotranspiración	+ Percolación	+ Agua incorporada	
Finca tipo 1	6284.00	+	0.00	=	5711.38	+	566.63	+ 6
Finca tipo 2	439.00	+	12000.00	=	5711.38	+	6724.83	+ 3

En el balance de agua (**Anexo 5**), se tiene como ingreso: agua del acuífero (agua de pozo o agua subterránea), que es de donde se extrae el agua; agua potable y agua de precipitación. El consumo del agua del acuífero fue medido durante toda la campaña (pudiendo ser de su propio pozo o agua comprada de un pozo de terceros). Precisamente para la finca tipo 2, la cantidad de agua de precipitación fue tomada del recibo por la compra de agua, donde el productor paga a la Junta de Usuarios de Riego de su sector. En dicho recibo se indica que está pagando por 20000 m³ para 5.0 ha.

Los flujos de salida están compuestos por la evapotranspiración de acuerdo a la sumatoria de los gastos mensuales calculados mediante el *software* CROPWAT versión 8 y el agua incorporada a la uva de acuerdo a la humedad de la misma (20 por ciento en peso). En la etapa de producción de Pisco en bodega también se realizó un balance de agua (**Tabla 7**).

Tabla 7: Balance de agua en fase de bodega para elaboración de Pisco

Flujo	Flujo de entrada (m ³)			=	Flujo de salida (m ³)			
	Fuente	Acuífero	+ Agua incorporada		Efluente	+ Evaporación de procesos	+ Agua incorporada	
Finca tipo 1	10.00	+	6.0	=	10.5	+	3.0	+ 2.5
Finca tipo 2	10.00	+	3.0	=	8.9	+	3.0	+ 1.1

Se tiene como ingreso el agua extraída de pozo más el agua contenida en la uva; como salida se tiene el efluente (vinaza más agua de lavado), la evaporación del agua de lavado

(considerado 30 por ciento) y el agua incorporada en el Pisco (58 por ciento de agua en Pisco) (**Anexo 6**).

Paso 3: Evaluación de impactos de la huella hídrica

Se procedió a realizar los cálculos para la huella de escasez y para la huella de disponibilidad según la metodología expuesta a continuación:

- **Cálculo para la huella de escasez**

Un tipo de impacto del consumo de agua es la contribución o generación de escasez de agua en una región específica. La huella de escasez reporta el volumen de agua cuyo consumo reduce el volumen de agua disponible para otros usuarios.

La metodología consistió en una multiplicación del volumen total de agua superficial y subterránea consumido con un factor de estrés hídrico (Water Stress Index). Se optó por usar el índice de estrés hídrico de Pfister et al. (2009), según se indica en la **Figura 7**.

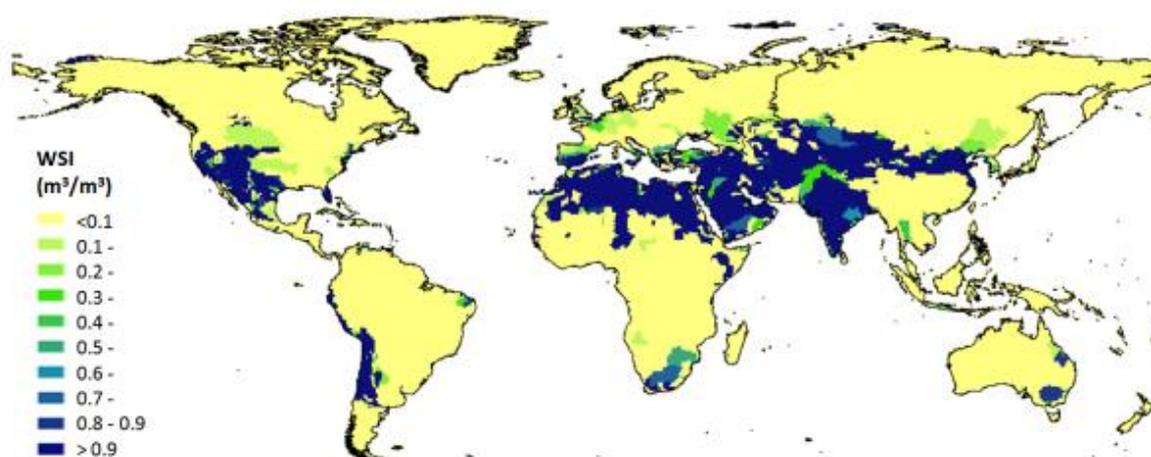


Figura 7. Representación global del índice de estrés del agua

Fuente: Pfister et al. (2009)

El índice toma valores entre 0.1 y 1; donde 0.1 indica un estrés hídrico muy leve y 1 indica un alto estrés hídrico.

En la provincia de Ica, el factor de estrés es 0.98, lo que está de acorde con la situación de la región que sufre de estrés hídrico y se encuentra en veda de agua desde el 2010 (Ministerio de la Producción, 2014).

Huella de escasez en fase de producción agrícola

$$\text{Huella de Escasez} = \text{Factor de Escasez} * \text{Inventario de agua para la uva}$$

Donde el agua consumida por la planta de vid se calcula usando la evapotranspiración de la planta (vid) mediante el uso del *software* CROPWAT versión 8.

La evapotranspiración se define como la pérdida de agua de la planta, ya sea por los procesos de evaporación o transpiración, por tanto, se puede definir como el agua consumida por la planta.

Huella de escasez en fase de bodega

$$\text{Huella de Escasez} = \text{Factor de Escasez} * \text{Inventario de agua}$$

Para el cálculo del inventario de agua, se realiza el balance de agua, donde el inventario de agua corresponde al agua contenida dentro del Pisco y al agua de lavado que se evapora y no regresa a la cuenca.

- **Cálculo para la huella de disponibilidad**

Para la huella de disponibilidad se procedió a usar el cálculo de WIIX (Water Impact Index), que es un indicador de impacto relacionado con el consumo, la contaminación y el estrés hídrico local del agua.

Es una metodología descrita por Bayart et al. (2014), que se basa en una ponderación de los volúmenes consumidos con un índice de calidad de agua y un índice de estrés hídrico; permite evaluar cómo el consumo de agua puede potencialmente privar a otros usuarios (humanos y ecosistemas) de este recurso. Hay que destacar que no es una evaluación completa de impactos ambientales relacionados al consumo del agua.

El Water Impact Index (WIIX) se calcula con la siguiente fórmula:

$$WIIX = (E * QE * WSIE) - (S * QS * WSIS)$$

Donde:

E : volumen de agua extraída (m³)

QE : factor de calidad de agua extraída

QE : Cref/Cp

WSIE : índice de estrés hídrico para la región de abstracción del agua

S : volumen de agua vertida (m³)

QS : factor de calidad de agua vertida

WSIS : índice de estrés hídrico para la región de descarga del efluente al ambiente

Los factores de calidad de agua extraída (QE) y vertida (QS) se calculan como la relación entre la concentración máxima que no afecta a la calidad del ecosistema (Cref) y la concentración real en el efluente (Cp) con la fórmula de cálculo del agua extraída y vertida:

$$QP, i = \min \left(\min \left(1; \frac{Cref}{Cp} \right) \right) i$$

Donde:

Cref : concentración máxima para la preservación de los ecosistemas (mg/L)

Cp : concentración real en el afluente y efluente (mg/L)

El factor de calidad es un factor de ponderación, que representa el valor del agua para el ecosistema. Este factor de calidad se debe identificar para el agua extraída (afluente) y el agua vertida (efluente) y para todos los contaminantes. De estos factores se elige el más crítico en el afluente y en el efluente, que está representado por el valor mínimo.

Multiplicando el volumen de agua extraída y vertida con los factores de calidad, el modelo asume, que la extracción de agua de baja calidad genera menos impacto que la extracción de agua de alta calidad.

Asimismo, asume que el vertimiento de agua de baja calidad causa más impacto que el vertimiento de agua de alta calidad.

Los factores de calidad no indican un incumplimiento de las normas de calidad ambiental vigentes, ya que la concentración máxima permitida (Cref) no es la concentración máxima establecida por la ley, sino la concentración máxima que no causa impactos sobre el ecosistema acuático.

Huella de disponibilidad en fase producción agrícola

Para el caso de fuentes difusas de contaminación, la estimación de la carga contaminante no es tan directa como en el caso de fuentes puntuales. Para el caso de producción agrícola de uva, los fertilizantes son aplicados al suelo y sólo una fracción de los mismos es absorbida por la planta y la otra fracción ingresa al agua subterránea.

Entre las fuentes de fertilizantes usados (**Anexo 7**), se puede verificar que contienen en su mayoría fósforo y nitrógeno, dado que son los principales nutrientes requeridos por las plantas. El exceso de adición de fósforo y nitrógeno provoca erosión en los suelos y salinización y contaminación en las aguas subterráneas provocando la muerte de los seres vivos y la contaminación de agua disponible para consumo humano.

Se conoce la eutrofización de lagunas donde el alto contenido de nutrientes (nitrógeno, fósforo y carbono) imposibilita el crecimiento de peces, aumenta la proliferación de algas, las mismas que después mueren llenando el agua de malos olores, disminuyendo así la calidad de agua. Con la muerte de la vegetación, el agua se queda sin luz debido a la pérdida de transparencia de la misma, produciéndose paulatinamente la pérdida de vegetación y muerte progresiva del resto de fauna.

Cabe resaltar que se considera afluente al agua de pozo extraída para realizar el riego en la fase agrícola y como efluente al contaminante (P, N) que no fue absorbido por la planta y se infiltra en el terreno diluido con el agua de infiltración.

Huella de disponibilidad en fase de bodega

El proceso de destilación del Pisco produce un efluente comúnmente llamado vinaza. La vinaza es un líquido de color café y olor dulce y a levadura, se caracteriza por su alto contenido de materia orgánica, presencia de nutrientes (N y P) y alto contenido de potasio. Así de acuerdo a los análisis realizados a la vinaza por CITEagroindustrial-Ica, se tiene un valor de DBO₅ de 30825 mg/L y un valor de DQO de 44594 mg/L.

3.6 METODOLOGÍA PARA LA FASE 3: SUSTENTABILIDAD DE LAS FINCAS PRODUCTORAS DE VID PARA PISCO EN LA REGIÓN ICA, PERÚ

Se usó la metodología propuesta por Sarandón (2002) siguiendo los lineamientos de Merma y Julca (2012), pero con modificaciones para adaptarla al sector vitivinícola y para la zona de estudio. La metodología incluye los siguientes pasos:

- a) **Construcción de indicadores:** De acuerdo a la metodología y marco conceptual propuesto por Sarandón (2002), siguiendo los lineamientos de Smyth y Dumansky (1995) y Astier et al. (2002). Se tomó indicadores y subindicadores para cada dimensión, que fueran fáciles de obtener, interpretar y que brindaran información necesaria.

- b) **Estandarización y ponderación de los indicadores:** para permitir la comparación de las fincas y facilitar el análisis, los datos fueron estandarizados mediante su transformación a una escala para cada indicador de 0 a 4, siendo 4 el mayor valor de sustentabilidad y 0 el más bajo (Sarandón et al., 2006). Posteriormente los indicadores fueron ponderados multiplicando el valor de la escala por un coeficiente de acuerdo a la importancia relativa o peso de cada variable respecto a la sustentabilidad, de acuerdo al puntaje general de la opinión de expertos técnicos.

- c) **Descripción y ponderación de los indicadores elegidos:** En base al análisis de las condiciones locales, al grado de conocimiento de los investigadores sobre la zona, se hizo algunas modificaciones a la metodología planteada por Sarandón et al. (2006) referidos a la descripción de sub indicadores y sus unidades de medida y al peso de los indicadores, lo que se refleja en las fórmulas finales.

Se presentan las fórmulas para cada dimensión analizada.

Indicador Económico (IK)

$$= \frac{\left[2 \left(\frac{A1 + A2 + A3 + A4 + A5 + A6}{6} \right) + 2B1 + \frac{C1 + C2 + (2C3) + C4}{5} \right]}{3}$$

Indicador Ecológico (IE)

$$= \frac{\left[\frac{2A1 + A2 + A3 + 2A4 + 2A5}{8} + \frac{B1 + B2 + B3}{3} + 2 \left(\frac{C1 + C2 + C3 + C4}{4} \right) + 2 \left(\frac{D1 + D2}{2} \right) \right]}{4}$$

Indicador Sociocultural (ISC)

$$= \frac{\left[\frac{A1 + A2 + A3 + A4}{4} + \frac{B1 + 2B2}{3} + 2 \left(\frac{C1 + C2}{2} \right) + D1 \right]}{5}$$

El valor de cada macro indicador es un cociente cuyo numerador es la sumatoria ponderada de indicadores y subindicadores considerados y el denominador es el número de variables tomando en cuenta su ponderación. Finalmente, con los datos de los macroindicadores, se calcula el índice de sustentabilidad general, valorando a las tres dimensiones por igual:

$$\text{Índice de sustentabilidad General (ISGen)} = \frac{IK+IE+ISC}{3}$$

Condiciones:

- a) Para considerar a una finca como sustentable el Índice de Sustentabilidad General (ISGen) debe ser mayor a 2 y, además;
- b) Ninguna de las tres dimensiones evaluadas debe tener un valor menor a 2 (Sarandón et al., 2006).

Población y muestra

La población objetivo comprendió a 53 socios, a los cuales se les invitó a participar de la investigación a través de la entrevista y llenado de encuestas. Para elegir la muestra a estudiar se siguió el criterio de inclusión (socio que se encuentre en activa participación en APROPICA en el 2016.) y criterio de exclusión (deseo de no participar de la entrevista/encuesta; no contar con el componente producción agrícola, producción pecuaria, procesamiento de productos y transacciones entre la finca y el ambiente que la rodea). Finalmente, la muestra total fue de 16 fincas, tal como se muestra en la **Tabla 3**.

Técnicas de recolección y análisis de la información

Las técnicas de recolección usadas fueron: entrevistas y encuesta de acuerdo a lo descrito para la metodología de la fase 1.

VARIABLES EVALUADAS. Se evaluó un conjunto de variables pertenecientes a sub indicadores pertenecientes a cada dimensión de la sustentabilidad (económica, ecológica y sociocultural) tal como se detalla en la **Tabla 8**.

Para determinar la respuesta de algunas variables se realizó toma de muestras en campo: Para el caso de análisis de densidad aparente se siguió la metodología propuesta por Henríquez y Cabalceta 1999, citado por Cerda, 2008, donde se extrajo suelo de una profundidad de 0-5 cm con cilindros de 5 cm de altura y 5 cm de diámetro en tres sitios.

Tabla 8. Subindicadores y sus variables usadas para cada dimensión de sustentabilidad empleando la metodología “tipo multicriterio” (Sarandón, 2002).

Dimensión Económica	Dimensión Ecológica	Dimensión Sociocultural
A) autosuficiencia alimentaria a.1 Diversificación de la producción de un sistema en finca a.2 Superficie de producción de autoconsumo a.3 Calidad de producto (fruta) a.4 Calidad de producto (pisco) a.5 Certificación de semillas a.6 Incidencia de plagas	A) conservación de la vida del suelo a.1 Uso de enmiendas orgánicas (compost, humus de lombriz, etc.) a.2 Uso de herbicidas a.3 Uso de fertilizantes sintéticos a.4 Porcentaje adecuado de porosidad a.5 Densidad aparente adecuada	A) Satisfacción de las necesidades básicas a.1 acceso a vivienda a.2 acceso a la educación a.3 acceso a salud y cobertura sanitaria a.4 Servicios en el viñedo
B) Ingreso neto mensual por grupo b1 Ingreso neto mensual por año	B) Riesgo de erosión b.1 Cobertura vegetal b.2 Cercos vivos b.3 Realiza labranza (tractor)	B) Aceptabilidad del sistema de producción b.1 Aceptabilidad del sistema de producción b.2 Trabajadores con beneficios sociales en la finca
C) Riesgo económico c1 Diversificación para la venta c2 Número de vías de comercialización c3 Dependencia de insumos externos c4 Acceso a préstamos	C) Manejo de la biodiversidad c.1 Diversidad de cultivos c.2 Biodiversidad en el suelo c.3 Biodiversidad de fauna benéfica c.4 Corredores biológicos	C) Integración social c.1 Asociatividad c.2 Fuerza de trabajo femenina
	D) Manejo del agua d.1 tipo de riego d.2 riego de acuerdo a la ETO o fenología	D) conocimiento y conciencia ecológica d.1 Conocimiento y conciencia ecológica

Las muestras se secaron en horno a 105 °C por 24 horas en el Laboratorio Agrícola de CITEagroindustrial-Ica. Para la determinación de porcentaje adecuado de porosidad, se tomó muestras de suelo de 30 cm de profundidad, se recorrió los lotes al azar en forma de zig-zag, y cada 15 pasos se tomó una submuestra con ayuda de una pala, limpiando la

superficie del terreno y depositando en un balde las submuestras. Luego de tener las submuestras en el balde, se mezclaron homogéneamente y se tomó 1 kg (Garbanzo-León y Vargas-Gutiérrez, 2014), que fue llevado al Laboratorio Agrícola de CITEagroindustrial-Ica para su análisis respectivo.

Para determinar la biodiversidad en el suelo, se empleó la metodología clásica del programa TSBF (Tropical Soil Biology and Fertility Program) descrita por Anderson & Ingram (1993) citada por Domínguez et al. (2009), consiste en la obtención de 5 muestras de suelo, ubicadas a lo largo de un transecto con origen y dirección aleatoria mediante la utilización de un marco metálico de 25 x 25 x 30 cm. Dicha muestra monolito fue separada a campo en dos capas: hojarasca, 0-10 cm, 10-20 cm. Cada una de estas capas fue llevada al laboratorio para la revisión y colecta manual de los invertebrados. Se procedió a verificar la presencia o ausencia de lombrices de tierra, arácnidos, chanchito de tierra.

Para el aislamiento e identificación de *Trichoderma* spp., las muestras fueron tomadas en cada finca. El procesamiento de las muestras se realizó homogenizando el suelo y tomando una submuestra de 10 g, colocándola en 90 ml de agua destilada estéril y agitando durante 2 a 3 minutos. Posteriormente, se tomó una alícuota de 1 mL que se diluyó en un tubo de ensayo con 9 mL de agua destilada estéril. Estas diluciones se realizaron por cinco veces consecutivas. De las últimas tres diluciones se tomó 1mL que se depositó en medio de cultivo agar papa dextrosa, incubándose a temperatura de laboratorio hasta que se observó el desarrollo de colonias fungosas y esporulación, aproximadamente 5-8 días a $22 \pm 4^{\circ}\text{C}$. Posteriormente se realizaron montajes temporales en azul de lactofenol para identificar la presencia de *Trichoderma* spp., basado en las descripciones de Barnet y Hunter (1978) y de Bisset (1991a, 1991b) citado por Guigón y Gonzáles (2004). El criterio para aislar a *Trichoderma* spp., fue considerar la presencia de esporulación verde típica del género. Todo este trabajo se desarrolló en los laboratorios de investigación de la empresa ECONIDAS SAC.

Análisis estadístico: Luego de realizada la encuesta, la información fue vertida en hojas de cálculo y se realizaron gráficos tipo ameba.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 TIPIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LAS FINCAS PRODUCTORAS DE VID PARA PISCO

La tipificación y caracterización de las fincas productoras de vid para Pisco se hizo en función de las variables cuantitativas.

4.1.1 Tipificación de fincas productoras de vid para Pisco en Ica, Perú

Se realizó la tipificación usando 24 variables cuantitativas. El método de agrupamiento jerárquico de Ward y la distancia euclidiana al cuadrado permitió identificar dos tipos o grupos de fincas a una distancia de 117.54 (**Figura 8**). Las fincas del grupo 1 (Fincas tipo 1), está formado por dos fincas (13 por ciento), las cuales tienen el código: C - J. Estas fincas se caracterizan por contar con área agrícola, área de procesamiento, área de comercialización y una de estas fincas cuenta con área pecuaria. La parte vitícola cuenta en promedio con 31 ha y es el área más grande de toda la finca. En promedio 13 ha se destinan para otros cultivos. La edad del viñedo es de cuatro años en promedio. En estas fincas se tiene una mayor producción de uva que en las fincas del segundo grupo, en promedio 25 t/ha, guardando relación con la investigación realizada por Álvarez et al. (2010), quienes mencionan que la uva pisquera tiene una producción anual promedio de 25 t/ha. La agricultura que practican es convencional. En estas fincas el riego es exclusivamente tecnificado, es decir riego por goteo, fertilización química, uso de herbicidas, tractor para labrar el suelo, controlan las plagas con agroquímicos en su totalidad, su viñedo cuenta con sistema de conducción, el suelo y el agua que cuentan es apto para la viticultura. Una de las fincas de este grupo ha implementado las Buenas Prácticas Agrícolas. Respecto al área de procesamiento en estas fincas se produce mayor cantidad de Pisco, respecto al otro grupo, producen 39.500 L de Pisco. Asimismo, el área pecuaria de una de estas fincas es muy pequeña y se dedican a la crianza de animales menores como aves de corral. Finalmente, tienen un área de ventas que ofrece turismo y gastronomía a los visitantes nacionales e internacionales. Son las fincas que más invierten en marketing y hacen uso de redes sociales.

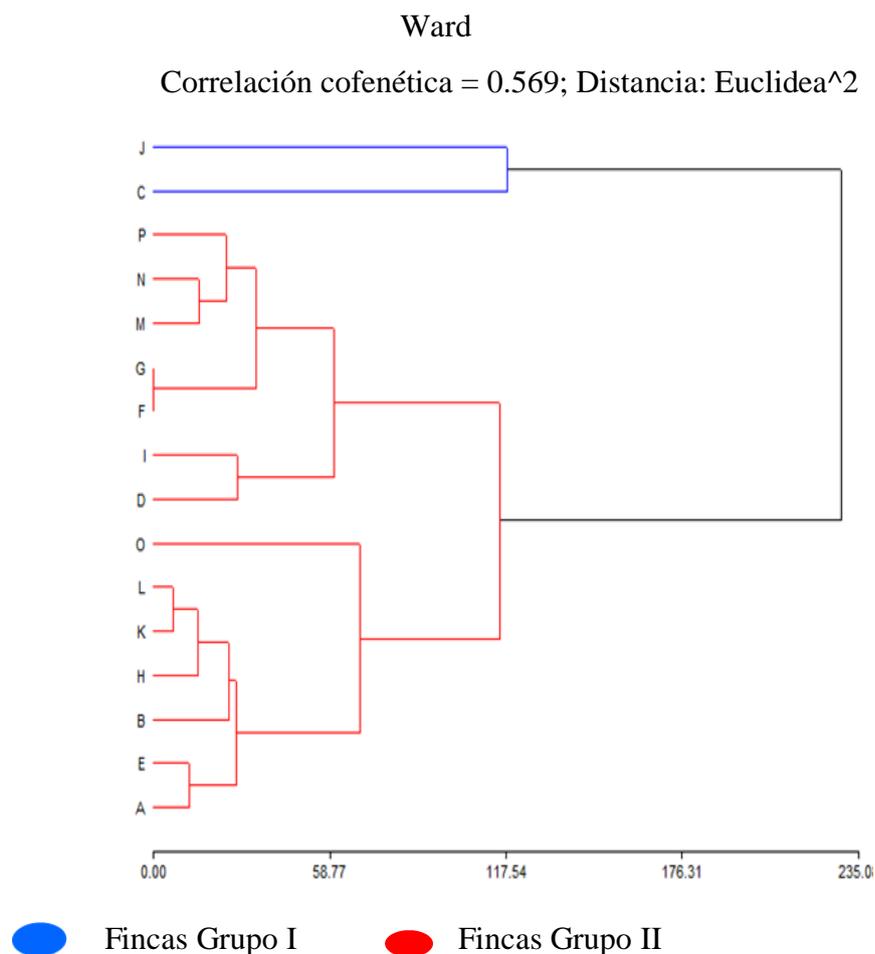


Figura 8. Dendrograma basado en la distancia Euclídea al cuadrado y método de Ward para 16 fincas de vid pisquera en la provincia de Ica, Perú.

El grupo 2 (fincas tipo 2), está formado por 14 fincas (87 por ciento), las cuales reciben el código: A, B, D, E, F, G, H, I, K, L, M, N, O, P. El 100 por ciento de estas fincas tiene área agrícola y solo algunas tienen área pecuaria, área de procesamiento y área de comercialización. La parte vitícola cuenta con 4 ha y es el área más grande de toda la finca. Una hectárea se destina para otros cultivos. La edad de los viñedos de estas fincas es 22 años. En estas fincas se produce 13 t/ha de uva y la agricultura que practican es en su mayoría convencional, pero también practican agricultura sustentable. En estas fincas el riego es por gravedad en su mayoría, algunos realizan fertilización química y utilizan herbicidas. En su mayoría, utilizan animales para labrar el suelo. La mayoría de estas fincas, controlan las plagas con agroquímicos. Sus viñedos cuentan con sistema de conducción utilizando postes de madera o de cemento, el suelo y el agua que cuentan es apto para la viticultura. Respecto al área de procesamiento en estas fincas se produce menor cantidad de Pisco (21 mil L). El área pecuaria de estas fincas es muy pequeña al

igual que el de las fincas del primer grupo y se dedican a la crianza de animales menores como aves de corral. Finalmente, en el área de ventas se ofrece turismo y en menor cantidad de fincas se ofrece gastronomía a los visitantes nacionales e internacionales. Son las fincas que menos invierten en marketing y usan menos las redes sociales.

4.1.2 Comparación de características entre tipos de fincas

En relación a las variables del componente familiar (**Anexo 8**), los dos tipos de fincas guardan relación respecto a la instrucción superior que posee el responsable de la finca, es originario de la región Ica, para el desarrollo de la finca en sus diversas áreas participa la familia que vive en la finca pudiendo ser en el área agrícola, área de procesamiento o en el área de comercialización. Las viviendas que habitan son adecuadas para las condiciones climáticas de Ica y se encuentran satisfechos con la producción de su finca. No hay diferencia significativa respecto a la edad del responsable en los dos tipos de fincas, la edad fluctúa entre 53 y 62 años. En las fincas tipo 1, el responsable es un varón, mientras que en las fincas tipo 2, existe un 29 por ciento que la responsable de la finca es una mujer. En las fincas del tipo 1, el responsable de la finca, dedica el 100 por ciento de su tiempo al desarrollo y éxito de ésta. En las fincas del tipo 1 y 2, no hay relación en que estas fincas han sido traspasadas de generación a otra, parcialmente ha sido así, pero también se observa que han sido adquiridas de otros propietarios o se ha adquirido terreno donde se ha iniciado el cultivo de vid. Esta información concuerda con lo afirmado por Álvarez et al. (2010) donde mencionan que en el clúster vitivinícola de Ica hay una construcción de conocimiento de generación en generación el cual es en su mayor parte tácito.

En el componente social (**Anexo 9**), los datos obtenidos indican que para los dos grupos de fincas se guarda relación respecto a que cerca de la finca existen instituciones de salud para un auxilio rápido ante una emergencia; existen instituciones de educación para educar a sus hijos o para los hijos de los trabajadores; cerca de las fincas cuentan con comisarias o reciben visitas de personal de seguridad de la municipalidad del distrito. Los caminos para llegar a la finca son adecuados, sí existe movilidad pública para llegar a sus fincas y si cuentan con medios de comunicación, principalmente señal de telefonía móvil, radio y televisión. En los dos tipos de fincas no guardan relación respecto a que los trabajadores no reciben beneficios sociales, solo el 100 por ciento de los trabajadores de las fincas del tipo 1 reciben este beneficio. Existe diferencia significativa en los dos tipos de fincas respecto al número de personas que trabajan en la finca, incluyendo trabajadores permanentes,

eventuales, trabajadores hombres y mujeres. Existe diferencia significativa en el número de trabajadores permanente en los dos tipos de fincas tal como se observó en la Tabla 8; es decir, hay en promedio nueve trabajadores en las fincas tipo 1 y tres trabajadores en las fincas tipo 2. No hay diferencia significativa en el número de trabajadores eventuales y de mujeres que trabajan en los dos tipos de fincas. Estos resultados guardan relación con lo que sostienen Molero et al. (2007), donde al realizar la caracterización del sistema de producción de la uva de vino en el municipio Mara, estado Zulia - Venezuela, el mayor porcentaje de los trabajadores no son permanentes, realizando diferentes labores para manejo del cultivo, mientras que el menor porcentaje corresponde a los trabajadores que están fijos o permanentes en la finca encargados de la producción y administración de ella.

En el componente asociatividad (**Anexo 10**), los datos obtenidos indican que para los dos tipos de fincas se guarda relación con estar satisfechos en trabajar en asociatividad en APROPICA, y ésta le genera confianza. Datos que guardan relación con lo presentado por Molero et al. (2007), donde menciona como oportunidad la existencia de una Asociación de Viticultores y una Cooperativa en la zona de estudio; constituyendo una oportunidad para el desarrollo de este rubro, ya que los productores pueden organizarse para mejorar tanto la producción como la comercialización del producto y conseguir precios bajos para la compra de los insumos y agroquímicos. Por otra parte, también se ha podido evidenciar que para las fincas tipo 1, se menciona que en APROPICA no hay colaboración entre los socios y representan competencia entre estos. Al respecto, Álvarez et al. (2010) afirman que, para lograr el posicionamiento, implica alcanzar logros y objetivos como la sobrevivencia entre competidores. Es así a partir del año 2001 se han dado notables desarrollos en el tema de las mejoras tecnológicas y organizacionales entre las empresas del clúster vitivinícola de Ica, evidenciándose el posicionamiento del clúster. El clúster compite con empresas y también con clúster de otras regiones y también de otras latitudes. En particular, hay una fuerte competencia con productores chilenos que está llevando al reconocimiento de la Denominación de Origen Pisco a favor del Perú y que significó que el 08 de febrero del año 2003 sea declarado en Chile como “Día de Pisco” en tanto que el mismo día también fue declarado en el Perú como “Día Nacional del Pisco Sour”. Esta fuerte competencia ha significado un mayor interés en las organizaciones gubernamentales y de la academia en insertarse y apoyar a las empresas del conglomerado.

En el componente actividad en la finca (**Anexo 11**), los datos obtenidos indican que, para los dos tipos de fincas, se guarda relación en contar con área vitícola, área de procesamiento, área pecuaria y área de comercialización; ésta a su vez ofrece turismo. No guarda relación los dos grupos de fincas en ofrecer gastronomía. El 50 por ciento de las fincas tipo 1, brinda ese valor adicional al negocio, mientras que en las fincas tipo 2, solo el 21 por ciento brinda ese servicio. Existe diferencia significativa en el área total de las fincas, en el área asignada para el cultivo de vid, en el área destinada para el procesamiento del Pisco, en el área destinada para otros cultivos y en la edad promedio de los viñedos en los dos grupos de fincas (**Tabla 9**).

Tabla 9. Resumen de comparación entre “fincas tipo” productoras de vid para Pisco con variables cuantitativas que presentan diferencia significativa

Variables cuantitativas componentes		p-valor	Fincas tipo		
			I (n=2)	II (n=14)	
Social	S1	N° de personas que trabajan en la finca	0.0011	22.50 b	10.71 a
	S2	N° de personas permanentes que trabajan en la finca	0.0039	9.50 b	3.43 a
	S4	N° de hombres que trabajan en la finca	0.0015	13.00 b	5.57 a
Actividad en la finca	V1	N° hectáreas totales de la finca (ha)	0.0015	44.50 b	5.50 a
	V2	N° hectáreas parte vitícola (ha)	0.0013	31.25 b	4.46 a
	V5	N° hectáreas parte procesamiento (ha)	0.0031	0.27 b	0.02 a
	V6	N° hectáreas dedicados a otros cultivos (ha)	0.0127	12.96 b	1.00 a
	V7	Edad de su viñedo (años)	0.0092	4.00 a	21.79 b
Económico	E1	Producción anual de vid 2016 (toneladas)	0.0059	24.50 b	12.57 a
Recursos naturales	R1	Viticultores que realizan riego con agua subterránea: N° de riegos que realizan por campaña	0.0001	210 b	2.03 a
	R2	Viticultores que realizan riego con agua temporal: N° de riegos que realizan por campaña	0.0135	0.00 a	3.07 b

Los datos que no comparten una letra en común son significativamente distintos de acuerdo con el test de diferencia de medias de Duncan LSD ($p \leq 0.05$).

Las fincas tipo 1, tienen mayor extensión en las áreas y sus viñedos son más jóvenes (31 ha y 4 años en promedio) que las fincas tipo 2 (4 ha y 22 años en promedio). Molero et al. (2007), sostienen en su investigación, que las cuatro fincas en estudio difieren en el número de hectáreas, teniendo viñedos de 23 ha; 6 ha; 5 ha y 7 ha. A su vez, también manifiestan que la edad de los viñedos no es la misma, existiendo viñedos de 20, 23, 50 y 15 años. Es decir, las plantas tienen mayores años de instaladas que las plantas del presente estudio.

En el componente económico (**Anexo 12**), los datos obtenidos indican que, en los tipos de fincas, el 50 por ciento del total de su producción de uva es suficiente para elaborar Pisco, pero existe otro 50 por ciento de las fincas que necesitan comprar uva para lograr la producción que demandan sus clientes. Además, se guarda relación en los dos tipos de fincas en que venden Pisco en la finca, en mercado local y nacional. Estos datos coinciden parcialmente con la investigación realizada por Álvarez et al. (2010) donde mencionan que, en el Clúster vitivinícola de Ica, el principal mercado de venta es regional, nacional e internacional.

Por otro lado, los propietarios de estas fincas, realizan otras actividades adicionales de ingreso económico para el sustento de la familia; consideran que la finca es rentable; sí cuentan con presupuesto para pagar capacitación; sí tienen acceso a crédito; sí realizan pago por derecho de uso de agua, consideran que dedicarse a este sector y el Pisco sí le da tranquilidad para vivir o subsistir; todos producen Pisco como principal producto y en segundo lugar producen mistela que también recibe el nombre de vino dulce o vino de misa. Estos datos coinciden con la investigación realizada por Álvarez et al. (2010) donde mencionan que la producción es diversificada en el Clúster vitivinícola de Ica y los principales productos son vino y Pisco. Existe diferencia significativa en los dos tipos de fincas respecto a la producción anual de vid (ton/ha) en el 2016. En las fincas tipo 1, se obtiene 25 t/ha y en las fincas tipo 2 se obtiene 13 t/ha (Tabla 8). No existe diferencia significativa en los dos tipos de fincas en el número de variedades de vid pisquera que cultivan, generalmente los viticultores tienen en promedio de tres a dos variedades de uvas pisqueras. Siempre cultivan la variedad Quebranta, seguido de la variedad Torontel, Moscatel o Italia. Tampoco existe diferencia significativa en la producción de litros de Pisco en ambos tipos de fincas; en el número de kg de vid para producir 1 L de Pisco que en promedio para los dos tipos de fincas es 7 kg coincidiendo con los mencionado por

Álvarez et al. (2010) donde estiman un rendimiento en la producción de Pisco de 7 kg de uva pisquera por litro de Pisco. Tampoco existe diferencia significativa en el ingreso económico en soles; en el costo de producción de 1 kg de uva, en el precio en soles que venden la botella de Pisco de 0.75 L; en el costo en soles de inversión en marketing, en el número de otros cultivos que saca a la venta.

En el componente tecnología (**Anexo 13**), se observa que para los dos tipos de fincas no guarda relación con el uso de plantas injertadas y francas, en realizar análisis de agua, suelo y análisis de yemas cada campaña, en contar con sistema de conducción (alambres y postes), en utilizar tractor para labrar el suelo, en contar el viñedo cubierto con cultivos de cobertura, en contratar a profesionales especializados para aumentar productividad en su finca, en contar con alguna norma de calidad implementada en el viñedo y en el tipo de riego que realizan. El 100 por ciento de las fincas tipo 1 usan riego tecnificado, mientras que en las fincas tipo 2, el 93 por ciento riegan por gravedad y ninguna utiliza riego tecnificado. Molero et al. (2007) sostienen en su investigación, que más del 50 por ciento de las fincas emplea riego por surco y por goteo para sus plantaciones; un 25 por ciento las riega solo por goteo y el otro 25 por ciento lo hace sólo por surco. La frecuencia y las horas del riego al día están determinadas por el tipo de sistema de riego y por las condiciones ambientales.

Teniendo conocimiento que la investigación de dicho autor se realizó en Zulia - Venezuela, donde presenta precipitaciones anuales desde 3500 mm a 125 mm anual. Así mismo, Urteaga (2017) sostiene que lo mismo sucede en la selva peruana (región San Martín), para el cultivo de cacao. En el 2017 se ha logrado incrementar la productividad en algunas parcelas pilotos de agricultores que tienen entre 1 ha y 20 ha, cuya productividad en sus campos era muy baja. Algunos podrían decir que como el cacao se siembra en la selva, no hay problema porque llueve, pero ya no llueve como antes, incluso hay períodos de sequía prolongados, generando estrés hídrico ocasionando caída de flores y frutos y por lo tanto disminución de la productividad. El principal objetivo de estos pequeños agricultores es romper con este estrés hídrico y eso se consigue, básicamente, regando. Instalar la nueva tecnología en pequeños agricultores no es tarea fácil, es un proceso lento porque el pequeño agricultor es celoso, desconfiado por el desconocimiento, entendiendo que son nuevas tecnologías y/o formas de trabajo. Además, estas nuevas tecnologías significan un costo. Pero al ver los primeros resultados, los productores están entendiendo que es la

única manera de hacer agricultura competitiva, es decir dejando de lado el azar, ya que, por el cambio climático, cada vez va a llover menos (Echeandía, 2017).

Oré et al. (2014) sostienen que el tipo de riego que ha sido parte de las prácticas agrícolas en el Valle de Ica desde los tiempos Incaicos es usando las aguas de avenidas entre marzo a mayo o las aguas del sistema del reservorio de Choclococha que bajan al Valle de Ica entre octubre y noviembre para inundar sus tierras y ayudar la recarga del acuífero. En esta práctica, la inundación se hace llenando “las pozas” de las chacras con agua. Las pozas tienen 1.5 m de profundidad. En el distrito de Ocucaje, que está en la “cola” del valle y en muchos años solamente recibe un solo riego, las pozas tienen hasta 2 m de profundidad para que dure más la humedad. Los viticultores iqueños que riegan por gravedad lo hacen en la medida de lo posible de acuerdo al estado fenológico de la planta. No debe faltar agua en el estado fenológico de cuajado.

Los dos tipos de fincas no difieren en utilizar fertilizante sintético y abonos orgánicos, realizan monocultivo, controlan las plagas con agroquímicos. Estos resultados guardan relación con la investigación de Molero et al. (2007), donde la fertilización del cultivo se realiza tanto con abono orgánico, así como también con fertilizantes químicos. En los viñedos Zulianos comúnmente se utiliza el estiércol proveniente de numerosas explotaciones avícolas existentes en la zona. En los viñedos de Ica, el estiércol proviene de sus pequeñas explotaciones pecuarias que crían animales como gallinas, pollos, gallos de pelea, caballos, muy pocos compran estiércol de ganado de engorde (vacunos). La fertilización, no la realizan teniendo en cuenta los análisis de suelos de cada campaña, los agricultores fertilizan con recetas básicas que reciben de los extensionistas de las casas comerciales que expenden los fertilizantes y agroquímicos, lo que amerita como un punto clave de mejora en los viñedos, ya que no se sabe si realizan fertilización excesiva o deficiente como le pasa a los viñedos de Zulia, donde señalan que se están utilizando los más altos niveles de fertilización del mundo. El programa de fertilización va de acuerdo con la fase de desarrollo de la planta utilizando tanto fórmulas completas como la combinación de fertilizantes (Avilan, 1992 citado por Molero et al., 2007).

En Zulia, las variedades de vid son muy susceptibles a ser atacadas por enfermedades principalmente fungosas (oídium: *Erysiphe necator*; Mildíu lanoso: *Plasmopara viticola*; y podredumbre: *Botrytis cinerea*), también por plagas (trips, ácaros: *Columerus vitis*,

Olyzonichus peruvianus, comején: *Heterotermes convexinatus*, avispas: *Prodecatoma cooki*; pájaros) y malezas (corocillo: *Cyperus rotundus*, bledo: *Amarantus sp.*, verdolaga: *Portulaca oleracea*) cuya incidencia guarda relación con la precipitación, humedad relativa y temperatura dominante. El control de estas plagas se hace mediante la aplicación de plaguicidas y repelentes para el caso de pájaros.

El control de las malezas se realiza con controles culturales manual-mecánico y uso de productos químicos (Molero et al., 2007). Un sistema con alta dependencia de insumos no es sustentable en el tiempo, así los cultivos que utilizan una alta carga de insumos (fertilizantes, herbicidas, insecticidas), impactan negativamente sobre el ambiente (Sarandón et al., 2006). La aplicación excesiva de fertilizantes no contribuye a la sostenibilidad, pues incrementa el riesgo de lixiviación y contaminación de cuerpos de agua (Flores et al. 2007 citado por Dellepiane y Sarandón, 2008). Estos dos tipos de fincas guardan relación en el modo como se deshacen de sus residuos. Las fincas tipo 1, llevan sus residuos a botadero o los entrega a recolector municipal y con algunos residuos hacen compost. Las fincas tipo 2, queman sus residuos o los dejan a cielo abierto. Además, ambos tipos de fincas también guardan relación en cuanto a manejar redes sociales para la publicidad de su producto y cuentan con movilidad propia para trasladarse y movilizar sus insumos y entrega de mercadería.

En el componente gestión (**Anexo 14**), los datos obtenidos indican que los dos tipos de fincas guardan relación respecto a que los productores consideran que desde que han iniciado en la finca han evolucionado; participan en conjunto en ferias para comercializar y promocionar sus productos; participan en concurso regionales y nacionales en los últimos cinco años; consideran que sí saben vender Pisco y sus fincas cuentan con título de propiedad. No guardan relación los dos tipos de fincas, respecto a que en los últimos cinco años han obtenido medallas por calidad de su producto, es decir sólo las fincas tipo 1, el 100% ha obtenido alguna medalla, generando mayor comercialización y estatus de su producto respecto a los otros productos que no han sido favorecidos. Los concursos regionales, nacionales e internacionales de Pisco son una forma de interacción entre productores, consumidores y catadores. Estos concursos son realizados con cierta frecuencia y son de mucha importancia. El concurso nacional de Pisco, es el realizado una vez al año organizado por la Comisión Nacional del Pisco (CONAPISCO) (Álvarez et al., 2010).

En el componente capacitación (**Anexo 15**), si guardan relación los datos obtenidos para los dos tipos de fincas respecto a la participación en capacitaciones brindadas por diferentes entidades y a su vez que aplican en sus fincas los conocimientos adquiridos. Al respecto Álvarez et al. (2010), manifiestan que el CITEagroindustrial Ica ex CITEvid fue una de las instituciones que transfirió conocimiento a los productores de vid en el manejo de agua y en la elaboración de Pisco.

En el componente recursos naturales (**Anexo 16**), si guardan relación los dos tipos de fincas respecto a la aptitud del suelo y al agua para la viticultura. Un sistema es sustentable si las prácticas mantienen o mejoran la vida en el suelo, el manejo de las parcelas dedicadas al consumo es adecuado para la conservación de los recursos, sobre todo de la vida del suelo (Sarandón et al., 2006). Por otro lado, los dos tipos de fincas igualmente no tienen área de conservación o de corredores biológicos o tampoco no tienen algún espacio con flores para albergar insectos benéficos, polinizadores, etc. Estudios de casos en viñedo orgánico en el Norte de California por Nicholls (2001), sugieren que es posible restaurar los controladores naturales en los agroecosistemas a través de la diversificación vegetal en cualquier área del mundo mediterráneo. La biodiversidad es importante para la regulación del sistema ya que, entre otras funciones, proporciona hábitat y nichos ecológicos para los enemigos naturales, a la vez la diversidad está relacionada con la conciencia y conocimiento ecológico, la poca conciencia y conocimiento ecológico repercute claramente en el deterioro de los recursos debido al efecto sobre la biodiversidad, la biología del suelo y el riesgo de erosión (Sarandón et al., 2006). Así mismo, no guarda relación los dos tipos de fincas respecto a la calidad de suelo respecto al drenaje. Existe diferencia significativa para los dos tipos de fincas respecto a las variables número de riegos que realizan por campaña y número de riegos que realizan con agua temporal.

En el componente problemático en viñedo (**Anexo 17**), los datos obtenidos indican que los dos tipos de fincas guardan relación respecto a indicar que la problemática en el viñedo es por sequía, concordando con la investigación realizada por Álvarez et al. (2010) donde mencionan que hay gran preocupación en Ica por la escasez del agua, que podría tornar al valle en una zona seca en 15 años, haciendo colapsar todo el esfuerzo agro-exportador desplegado en esta región. Se requiere por lo menos 10 m³/s adicionales para satisfacer la demanda del agua. Esto es particularmente sensible en el sector de Río Seco – Pampa de Villacurí, donde toda el agua utilizada proviene de pozos y que pese a prohibirse el

perforado de nuevos pozos se estaría agotando la napa freática. Algunas alternativas ante esta situación han sido planteadas como la de la represa Polvareda para represar el río Pisco y de ahí derivar 10m³/s hacia el sector de Río Seco - Pampa de Villacurí. Otra alternativa sería canalizar las aguas de la cuenca Incahuasi del río Pampas en Huancavelica hacia la laguna de Choclococha, de donde se suministraría agua desde la parte alta de Ica. Esta propuesta se podría combinar con un proyecto hidroeléctrico. También se ha propuesto hacer partícipe a Huancavelica del boom agro-exportador de Ica a través de un canon hídrico. Acápíte también, consideran que el problema en el viñedo es por plagas y enfermedades. Esta información coincide con lo publicado por Morelo et al. (2007), donde indican que la mayoría de las variedades de vid son muy susceptibles a ser atacadas por enfermedades, principalmente fungosas (oídium: *Erysiphe necator*; mildíu lanoso: *Plasmopara viticola*; y podredumbre: *Botrytis cinerea*), Igualmente por trips, ácaros, comején, avispas, pájaros y malezas, cuya incidencia guarda relación con la precipitación, humedad relativa y temperatura dominante. El control de estas plagas se hace mediante la aplicación de plaguicidas y repelentes para el caso de pájaros.

En los viñedos de este estudio, se ha observado el daño por filoxera (*Dactylosphaera vitifoliae*) en su estado gallícola y radícolica. Esta plaga continua en los viñedos, ya que los agricultores utilizan plantas francas y no utilizan patrones americanos resistentes a esta plaga. También se observa problemas por chanchito blanco (*Planococcus* sp.) y chanchito rojo (*Oregmomyza peruviana*) que cada vez va aumentando su incidencia. Por otro lado, cada vez es más frecuente reportar daños en los viñedos por presencia de nematodos y daño a las yemas por presencia de ácaros. Las aves, son una plaga en época de cosecha. Asimismo, la falta de capital de los productores y el aumento de la delincuencia. Molero et al. (2007), presentan como amenaza al cultivo, el aumento de los precios de los insumos y agroquímicos que se refleja en el precio de sus cosechas lo que conduce al deterioro de la calidad de la fruta, la inseguridad presente en la zona trayendo graves problemas a los productores, quienes tienen que tomar medidas estrictas para cuidar sus cosechas y la integridad de él, su familia y sus trabajadores. Al mismo tiempo, consideran que la falta de mano de obra cada vez va en aumento en Ica. Estos datos no guardan relación con lo que sostienen Molero et al. (2007), donde mencionan como gran fortaleza del cultivo es la disponibilidad y calidad de mano de obra proveniente generalmente de los pobladores de la zona que se han capacitado en el transcurso de los años, perfeccionando las labores de cultivo. En Ica, sucede que las áreas para el cultivo de uva de mesa u otros cultivos de

agroexportación han crecido y por lo tanto también son demandantes de mano de obra. Al ser grandes empresas, otorgan los beneficios sociales de ley a los trabajadores que trabajan para estas organizaciones y no con los pequeños agricultores.

Respecto a la problemática del Pisco se mencionan varias causas: adulteración de Pisco con otros alcoholes y actualmente cada vez en aumento, la producción de aguardiente a base de otras variedades de vid no registradas en el Reglamento de Denominación de Origen, mal denominándose el producto de la destilación como Pisco y no como debería denominarse aguardiente. En este contexto, el MINCETUR (2004) hace referencia que para el Pisco pueda seguir consolidándose en el mercado internacional, necesita mejorar sus ventajas competitivas, es decir, es necesario potenciar el sector a través de inversión en tecnología, capacitación a los productores, estandarización de los productos y niveles de calidad, fortalecimiento del posicionamiento de la marca país, reducción de la informalidad y de la falsificación de productos, lo cual permita mejorar el impacto en el ambiente comercial, en donde se mueve el negocio del Pisco. Al respecto, se necesita que la empresa, comunidad académica y estado realice mayor investigación y desarrollo de nuevos productos usando la uva de descarte y así disminuir las pérdidas de materia prima. Por otro lado, también se indica como otros puntos que suman a la problemática del Pisco, no ser considerado prioritario para la alimentación, los altos impuestos asignados, la falta de apoyo a los productores, y la existencia de productores informales.

4.2 HUELLA DE CARBONO Y HUELLA HÍDRICA DE “FINCAS TIPO” PRODUCTORAS DE VID PARA PISCO

4.2.1 Cálculo de huella de carbono

- Cálculo de huella de carbono para uva pisquera

Para el cálculo de la huella de carbono de 0.5 L de Pisco elaborado en la finca tipo 1 y finca tipo 2, primero se debía contar con el cálculo de la huella de carbono de 1 kg de uva pisquera (**Tabla 10 y 11**). La materia prima en la finca tipo 1 con mayor emisión es el fertilizante (31 por ciento). Respecto al uso de energía, se tiene que la mayor emisión se da por el uso de diésel utilizado por el tractor para las labores que se realizan en el viñedo para 1 ha (29 por ciento) y la electricidad comprada para el funcionamiento de bombas para extracción de agua subterránea y funcionamiento del sistema de riego (27 por ciento) haciendo un total del 56 por ciento. Para la finca tipo 2, el fertilizante triple (20 N-20 P₂O₅-20 K₂O+40 por ciento de inertes) aplicado en el viñedo representa el 26 por ciento del total

del inventario. El diésel para funcionamiento de pozo de agua subterránea que alquila esta finca representa el 61 por ciento (**Figuras 9, 10**).

Tabla 10. Inventario y cálculo de la huella de carbono de 1 kg de uva pisquera en “finca tipo 1”

Data de actividad		Und.	Factor conversión	Base de datos	Emisión de GEI (kg de CO ₂ -eq)	%
			Kg CO ₂ -eq/unidad			
Guano de inverna	23,870.00	kg	0.02	DEFRA	477.40	10.29
Cianamida hidrogenada	11.16	kg	7.79	ECOINVENT	86.94	1.87
Nitrato de calcio	104.21	kg	3.12	ECOINVENT	325.14	7.01
Fosfato monoamónico	30.44	Kg	1.09	ECOINVENT	33.18	0.72
Ácido fosfórico	55.61	kg	0.93	ECOINVENT	51.72	1.12
Sulfato de magnesio	142.63	kg	0.46	ECOINVENT	65.61	1.41
Kelpac	7.88	kg	1.48	ECOINVENT	11.66	0.25
Sulfato de potasio	570.17	kg	1.67	ECOINVENT	952.18	20.53
Ácido cítrico	2.23	kg	7.06	ECOINVENT	15.74	0.34
Bayfolan	6.39	kg	0.77	ECOINVENT	4.92	0.11
Algafol Ca B	9.56	kg	0.92	ECOINVENT	8.80	0.19
Systhane	0.00011	kg	3.09	ECOINVENT	0.00	0.00
Decis forte	0.75	kg	2.43	ECOINVENT	1.82	0.04
Silwet	2.93	kg	3.09	ECOINVENT	9.05	0.20
Diésel	410.35	L	3.23	DEFRA	1325.43	28.58
Electricidad	4422.02	kWh	0.28	ARTÍCULO+DEFRA	1238.17	26.70
Gasolina	11.23	L	2.75	DEFRA	30.88	0.67
					4637.62	100.02
Uva Quebranta kg	30000					
Total, de emisiones de CO ₂ eq para 30 TM	4637.62					
Emisiones para 1kg de uva	0.15					

Tabla 11. Inventario y cálculo de la huella de carbono de 1 kg de uva pisquera en “finca tipo 2”

Data de actividad		Und.	Factor conversión	Base de datos	Emisión de GEI (kg de CO ₂ -eq)	%
			Kg CO ₂ -eq/unidad			
Guano de inverna	750.00	kg	0.02	DEFRA	15.00	2.28
Fertilizante triple	200.00	kg	0.84	ECOINVENT	168.00	25.51
Azufre en polvo	20.00	kg	3.64	ECOINVENT	72.80	11.05
Bayfolan	0.89	kg	0.77	ECOINVENT	0.69	0.10
Diésel	114.91	L	3.23	DEFRA	371.16	56.36
Gasolina	11.23	L	2.75	DEFRA	30.88	4.69
					658.53	100.00
Uva Quebranta kg	14000					
Total de emisiones de CO ₂ eq para 14 TM	658.53					
Emisiones para 1 kg de uva	0.05					

- Cálculo de huella de carbono para el Pisco

Se incluye los resultados de la primera etapa que consistió en obtener la huella de carbono de la materia prima principal en la elaboración de Pisco “Uva Pisquera”. Se observa del total del inventario en la fase de producción de Pisco en la bodega que la mayor emisión está dada por la uva pisquera en la finca tipo 1 (49 por ciento) y por la botella de vidrio (42 por ciento y 61 por ciento, finca 1 y 2 respectivamente) (**Tabla 12 y 13**) (**Figuras 11, 12**).

De acuerdo a trabajos relacionados como es el Análisis de Ciclo del Vida (ACV), hasta la fecha, los intentos de mejorar el comportamiento ambiental se han centrado en gran medida en la energía y eficiencia del agua en el viñedo y en bodega, además de los problemas localizados, como la gestión de los ecosistemas agrícolas, reducción de plaguicidas, la conservación del suelo y el manejo de residuos sólidos. Así mismo, temas más amplios, tales como las emisiones de gases de efecto invernadero, el agotamiento de la capa de ozono, y el uso total de energía, generalmente no se han considerado (Point et al., 2012).

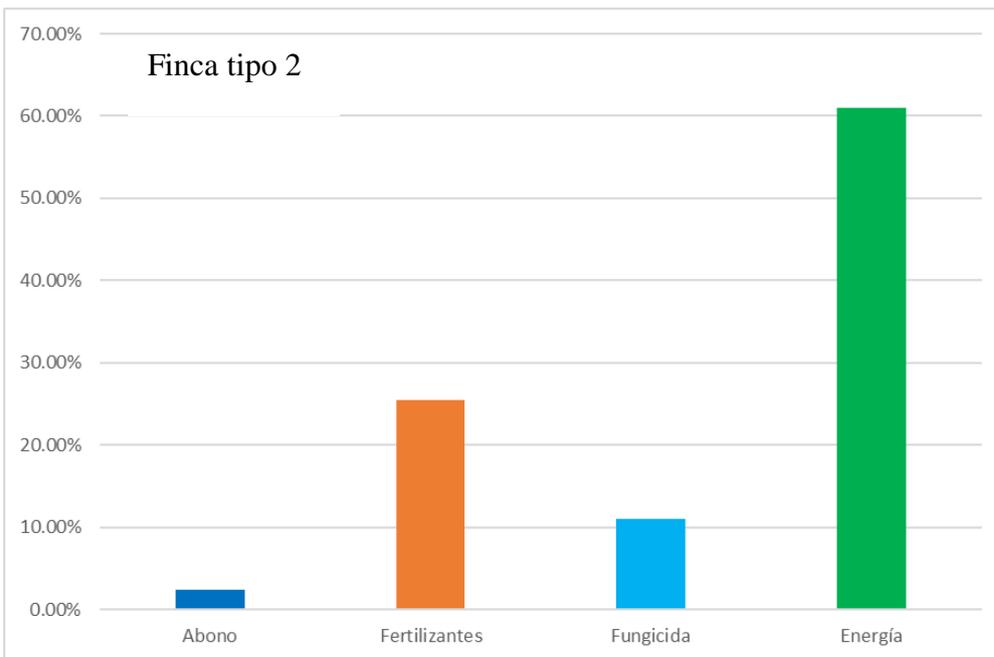
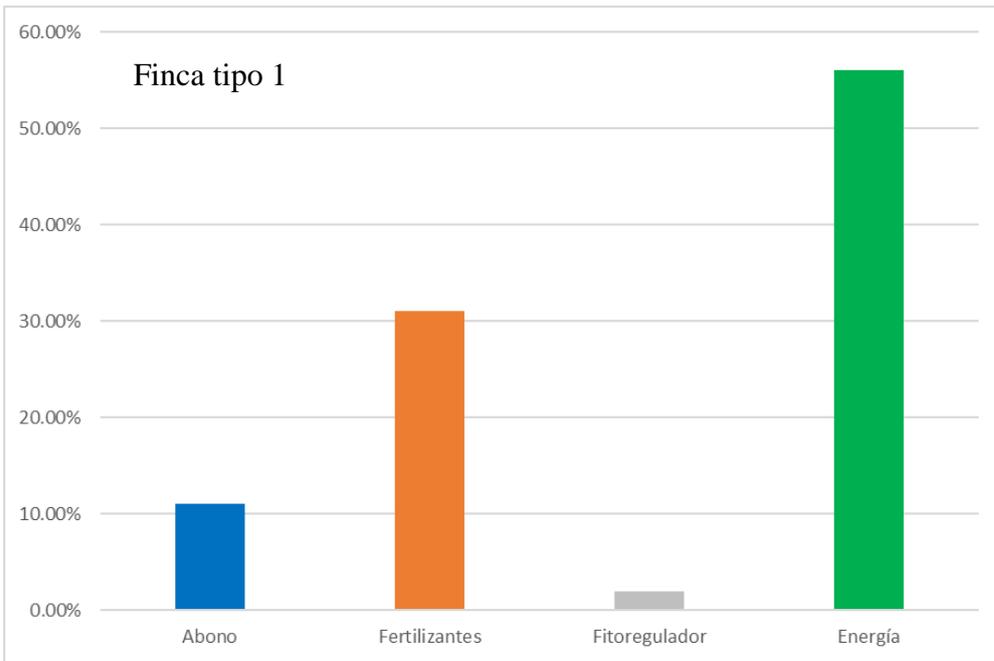


Figura 9: Porcentaje de emisiones de CO₂ eq. por materia prima y energía para la huella de carbono de 1 kg de uva pisquera en finca tipo 1 y finca tipo 2

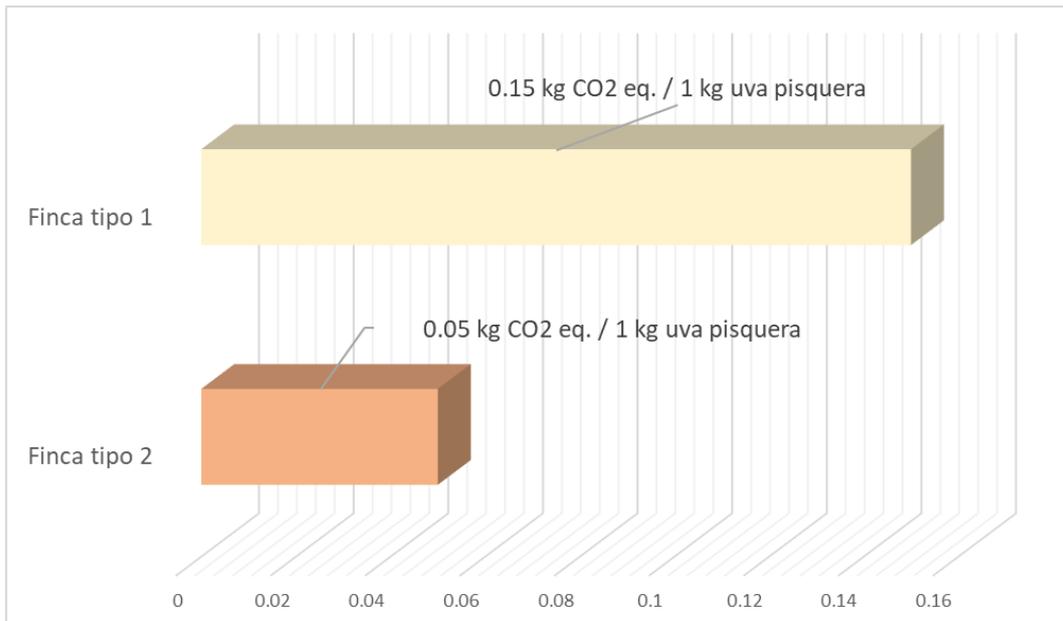


Figura 10: Huella de carbono (kg de CO₂ equivalente/1 kg de uva pisquera en finca tipo 1 y finca tipo 2

Tabla 12. Inventario y cálculo de la huella de carbono de 0.5 L de Pisco elaborado en “finca tipo 1”

Data de actividad		Und.	Factor conversión	Base de datos	Emisión de GEI (kg de CO ₂ -eq)	%
			Kg CO ₂ -eq/unidad			
Uva	30,000.00	kg	0.15	Tabla 10	4637.62	49.27
Botella de vidrio	4406.00	kg	0.89	DEFRA	3921.34	41.66
Tapón, corcho sintético	57.66	kg	2.62	DEFRA	151.07	1.60
Etiquetas adhesivas para botella	60.00	Kg	0.94	DEFRA	56.40	0.60
Capsulas (PVC)	85.71	kg	3.43	DEFRA	293.99	3.12
Filtros, celulosa	0.05	kg	0.51	ECOINVENT	0.03	0.00
Leña	2000	kg	0.13	ECOINVENT	260.00	2.76
Electricidad	310.96	kWh	0.28	ECOINVENT	87.07	0.92
Diésel	1.70	L	3.23	DEFRA	5.49	0.06
					9413.00	100.00
Total, de Pisco L	4285.71					
Total, de botella de 0.5 L	8571.42					
Emisiones para una botella de 0.5 L de Pisco	1.10					

Tabla 13. Inventario y cálculo de la huella de carbono de 0.5 L de Pisco elaborado en “finca tipo 2”

Data de actividad		Und.	Factor conversión	Base de datos	Emisión de GEI (kg de CO2-eq)	%
			Kg CO2-eq/unidad			
Uva	14,000.00	kg	0.05	Tabla 11	658.53	22.00
Botella de vidrio	2056.00	kg	0.89	DEFRA	1829.84	61.13
Tapón, corcho sintético	27.00	kg	2.62	DEFRA	70.74	2.36
Etiquetas adhesivas para botella	28.00	Kg	0.94	DEFRA	26.32	0.88
Capsulas (PVC)	40.00	kg	3.43	DEFRA	137.20	4.58
Filtros, celulosa	0.05	kg	0.51	ECOINVENT	0.03	0.00
Leña	2000	kg	0.13	ECOINVENT	260.00	8.69
Electricidad	18.39	kWh	0.28	ECOINVENT	5.15	0.17
Diésel	1.70	L	3.23	DEFRA	5.49	0.18
					2993.29	100.00
Total de Pisco	2000					
Total de botella de 0.5 L	4000					
Emisiones para una botella de 0.5 L de Pisco	0.75					

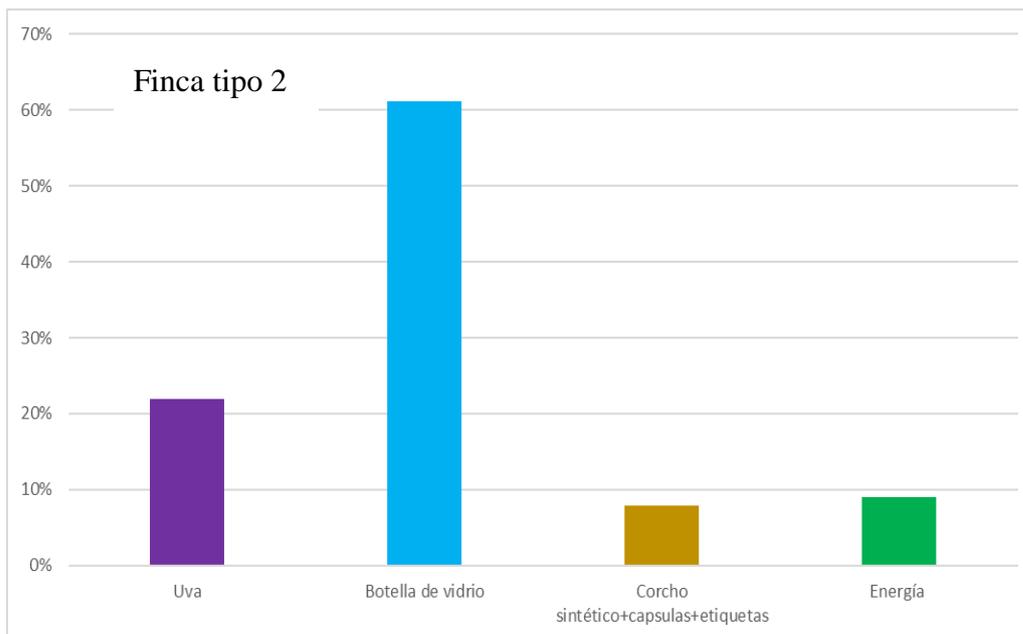
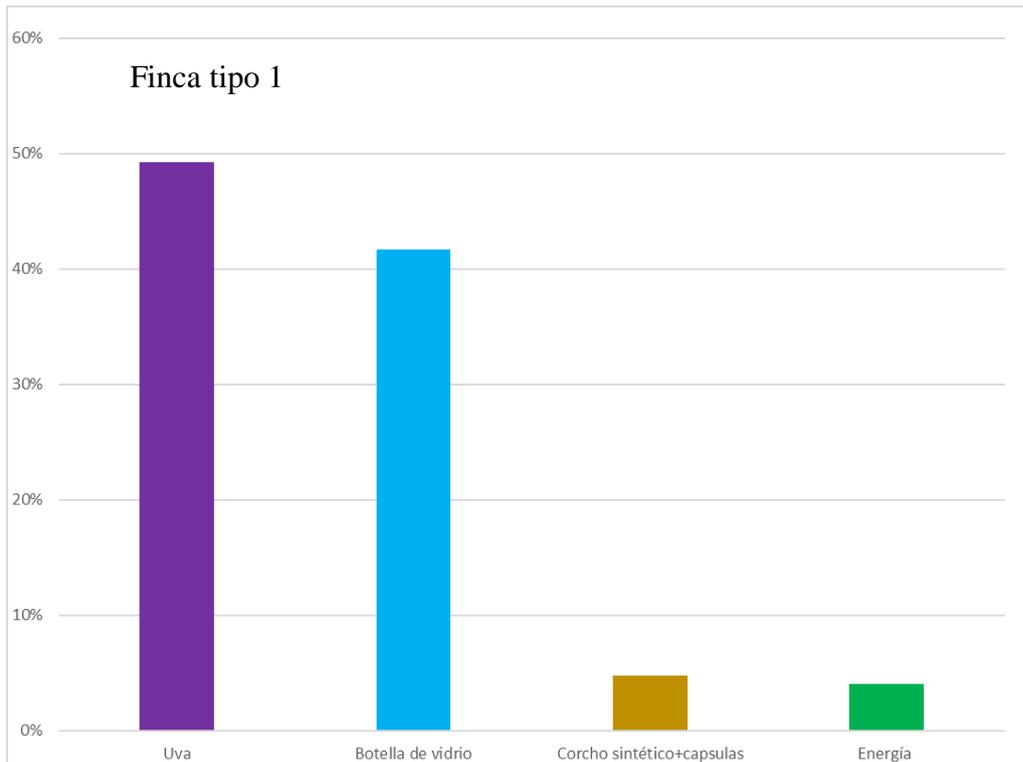


Figura 11: Porcentaje de emisiones de CO₂ eq. por materia prima y energía para la huella de carbono de 0.5 L de Pisco en finca tipo 1 y finca tipo 2

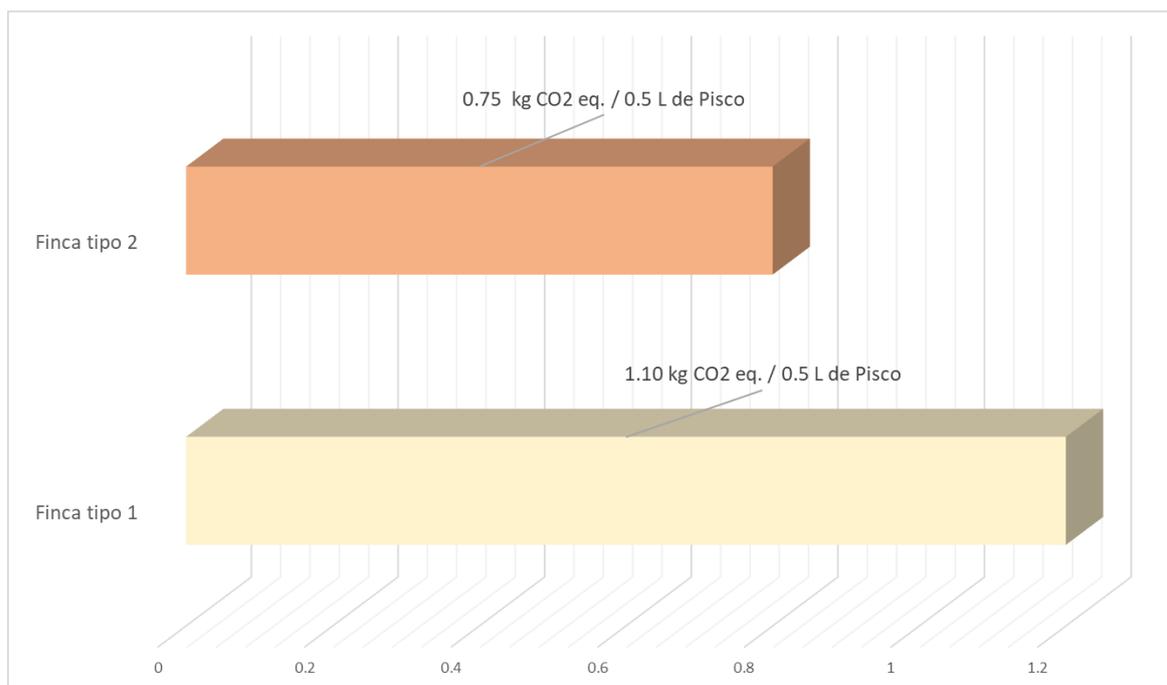


Figura 12: Huella de carbono (kg de CO₂ eq.) para 0.5 L de Pisco en finca tipo 1 y finca tipo 2

CITEagroindustrial -Ica en el 2017, verificó la huella de carbono del Pisco elaborado en su bodega escuela con el fin de proporcionar un factor de diferenciación del servicio de capacitación en elaboración de Pisco, como valor agregado para sus clientes, además de identificar puntos críticos de mayor emisión de GEI en este proceso de estudio. Al respecto, se tiene que la huella de carbono de una botella de 0.5 L de Pisco es 3.86 kg CO₂-eq. donde la mayor emisión se da en la fase de producción del Pisco (81.08 por ciento) donde consideran como parte del inventario: la uva que ingresa al proceso, la botella de vidrio, reposición de gas refrigerantes, tapones sintéticos, energía eléctrica comprada, entre otros. En la fase de producción de la uva en viñedo, las emisiones son del 18.92 por ciento y consideran como parte del inventario: guano de invernada, fertilizantes, combustible diésel, energía eléctrica comprada entre otros. Se identificaron como principales emisores de GEI, el uso de diésel (32 por ciento), energía eléctrica comprada (21 por ciento), gas refrigerante R22 (13 por ciento) y botella de vidrio (12 por ciento) (Cáceres, 2017). Estos resultados guardan relación con lo obtenido en las fincas tipo 1 y tipo 2 de este estudio, donde las mayores emisiones se dan en la fase de producción de Pisco en la bodega con 86.44 y 93.75 por ciento respectivamente (**Figura 13**).

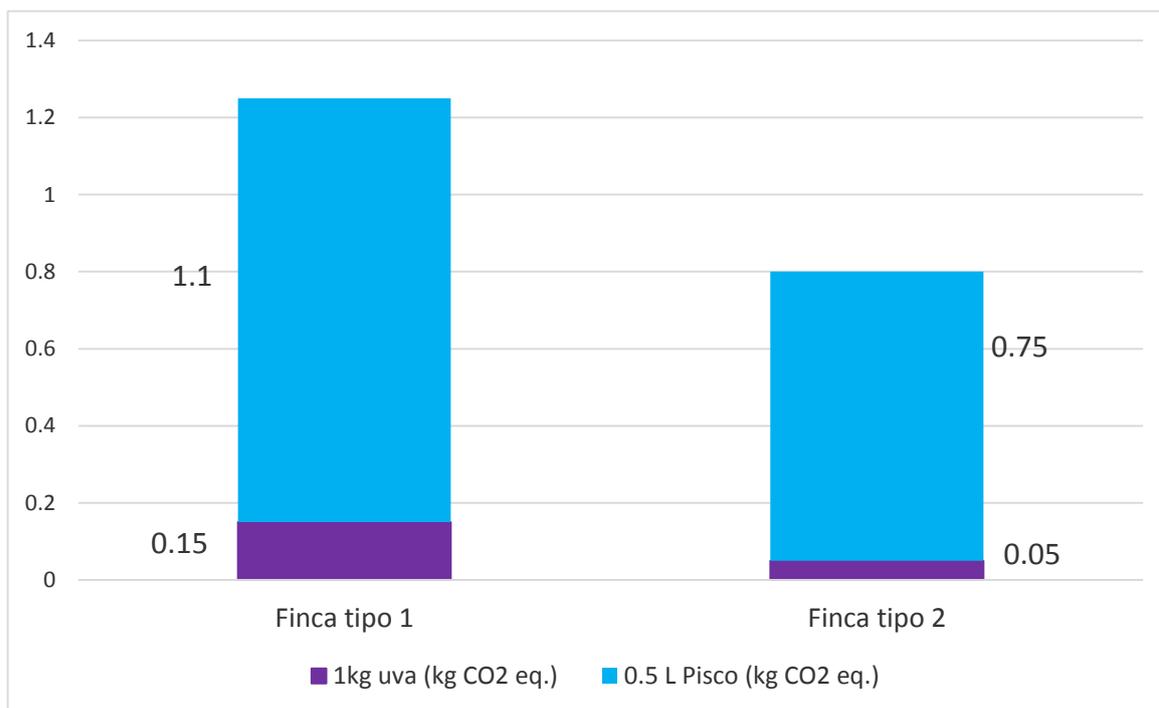


Figura 13: Huella de carbono (kg CO₂ eq) para 1 kg de uva y 0.5 L de Pisco en finca tipo 1 y finca tipo 2

En otros estudios de cálculo de huella de carbono de bebidas alcohólicas, considerando a la uva como materia prima principal, se tiene a Vázquez-Rowe et al. (2013) que compararon la huella de carbono de nueve vinos producidos en Italia, España y Luxemburgo y la unidad funcional fue una botella de 0.75 L. Los investigadores concluyeron que los vinos producidos en Luxemburgo tienen las mayores cantidades de CO₂ eq. (368 g de CO₂ eq. en promedio para sus tres tipos de vinos (vino tinto, vino blanco y vino espumoso)). Considerando el tiempo de almacenamiento en la etapa de vinificación, puede tener una importante influencia sobre el potencial de calentamiento global de los productos. Cuando se analiza en profundidad, los principales portadores de este incremento son el uso de barriles de madera para el envejecimiento y, en menor medida, el uso de las fuentes de energía. Por otro lado, en la etapa de elaboración de vino, las cargas medioambientales en todos los casos estuvieron vinculados a la producción de la botella de vidrio, representando entre el 43 y el 82 por ciento del impacto total en función del sistema de producción analizado. Por lo tanto, estos resultados reafirman la importancia de la reducción de emisiones para el embotellado de vino, un problema que ya ha sido sugerido en estudios previos de ACV (Point et al., 2012; Vázquez-Rowe et al., 2012b citado por Vázquez-Rowe et al., 2013).

Meneses et al. (2016), muestran que la producción de vidrio, hace que la carga ambiental sea más alta en un ACV de una producción de vino tinto envejecido. Los parámetros clave que determinan el impacto son la tasa de reciclaje y el peso de la botella. Una legislación de depósito de envases de vidrio podría ser una manera prometedora para mejorar el reciclado de vidrio, botellas ligeras y envases alternativos también deben ser considerados. De igual manera, Dombre et al. (2015) mencionan que tradicionalmente, el vino se envasa en botellas de vidrio taponadas con un corcho natural para limitar la ingesta de oxígeno y preservar la calidad organoléptica. Sin embargo, la botella de vidrio tiene un impacto negativo en el medio ambiente debido a su costo energético para la fabricación y el peso elevado de cada botella. La contribución del material de empaque a todo el impacto ambiental de la cadena de valor de los alimentos podría ser de hasta 45 por ciento dependiendo del tipo de alimento y material de empaque. Esto demuestra el importante papel que desempeña el embalaje no sólo desde el punto de vista sanitario, sino también en lo que se refiere a las cargas ambientales y la sostenibilidad (Simón et al., 2016).

4.2.2 Cálculo de la huella hídrica (huella de escasez y huella de disponibilidad)

La huella de escasez, se refiere a la cantidad de agua necesaria para producir uva y Pisco en la provincia de Ica y la huella de disponibilidad se refiere a la cantidad de agua necesaria para disolver todos los contaminantes usados para producir uva y Pisco en la provincia de Ica.

Tanto en la huella de escasez (1kg de uva y 0.5 L de Pisco) (**Figura 14**) (**Anexo 18**) como en la huella de disponibilidad (1kg de uva y 0.5 L de Pisco) en la finca tipo 1 y finca tipo 2 (**Figura 14**, **Anexo 19**), el mayor consumo de agua se genera en la fase agrícola para el riego de las plantas, mientras que, en la fase de bodega, el consumo de agua solo se limita al lavado de los equipos y el agua de la piscina de enfriamiento y condensación del Pisco.

La huella de escasez mide la reducción de disponibilidad de agua por el consumo de agua para la elaboración de Pisco, siendo este resultado 187 L y 402 L para finca tipo 1 y finca tipo 2 respectivamente. Cabe resaltar que debido a la escasez de agua que viene sufriendo la Región Ica, el factor de escasez es cercano a 1 (0.98).

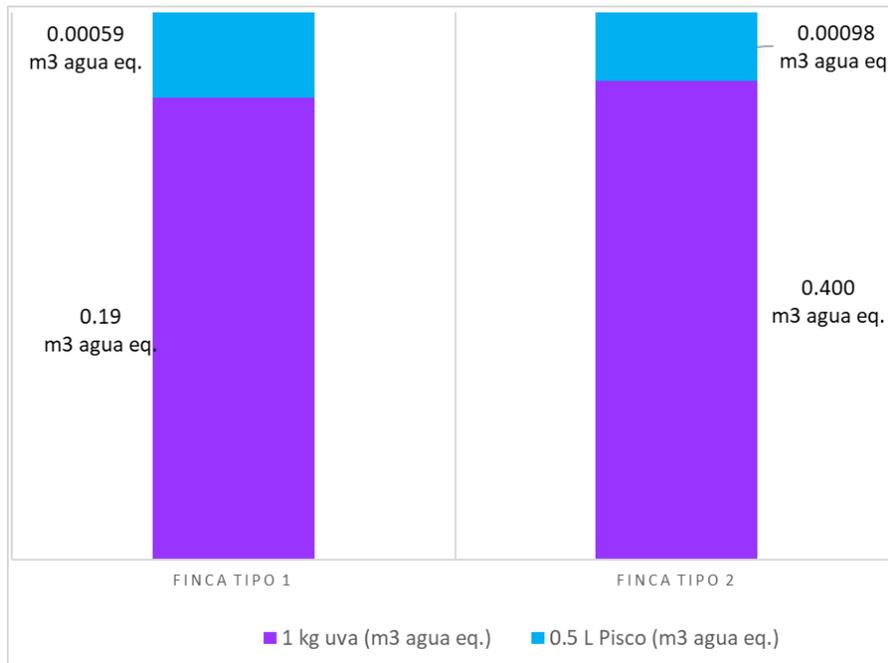


Figura 14: Huella de escasez (m^3 agua equivalente) para 1 kg de uva y 0.5 L de Pisco en finca tipo 1 y finca tipo 2

La huella de disponibilidad mide la reducción de disponibilidad de agua por el consumo de la elaboración de Pisco y la degradación de agua por los contaminantes asociados al proceso. En este caso, debido al nitrógeno infiltrado en la fase agrícola (**Anexo 20**) y la DBO₅ en la fase de bodega, el valor obtenido es de 200 L y 530 L de agua equivalente para producir 0.5 L de Pisco para la finca tipo 1 y 2 respectivamente (**Figura 15**) (**Anexo 21 y 22**).

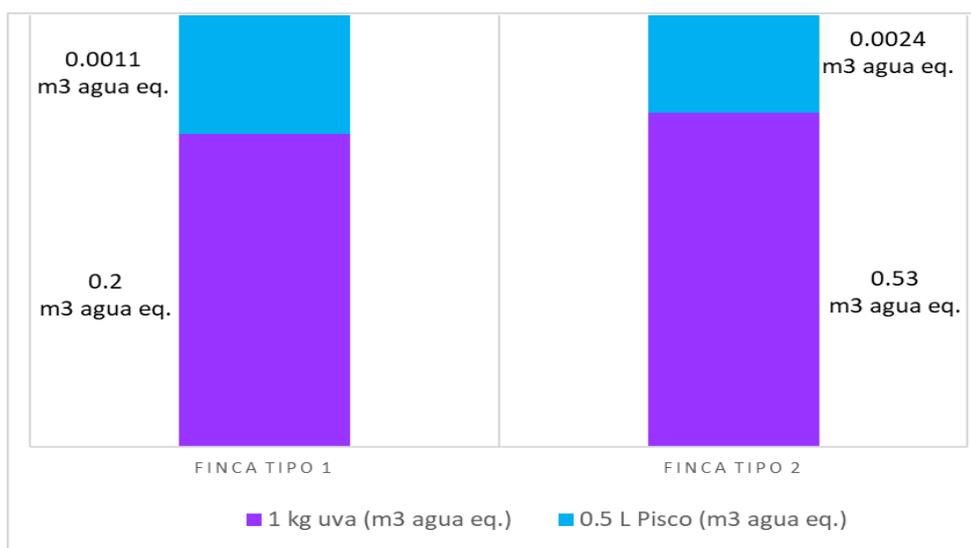


Figura 15: Huella de disponibilidad (m^3 agua equivalente) para 1 kg de uva y 0.5 L de Pisco en Finca tipo 1 y Finca tipo 2

En relación a los cultivos de vid, Mekonnen y Hoekstra (2010) citan un valor promedio mundial de 608 litros de agua por kilo de uva cosechada, mientras para la Argentina y Mendoza estiman este valor en 458 litros de agua por kilo de uva cosechada. Sin embargo, estudios efectuados por Morabito (2012) en los oasis regadíos de Mendoza demuestran que la huella hídrica, para el caso de la vid, oscila significativamente en función del sistema de riego utilizado. Para el caso de técnicas de riego tradicional, el valor se ubica en 656 litros de agua por kilo de uva cosechada, mientras que para riego por goteo esta cifra se reduce a 329 litros de agua por kilo de uva cosechada. Asimismo, Osorio (2013) en su estudio de determinación de la huella del agua para el caso de Chile, región de Copiapó es de 450 L/kg para la uva Moscatel Rosada.

En relación al uso del agua en los establecimientos industriales, Nazralla et al. (2002) en su trabajo sobre consumo de agua en bodegas y gestión de efluentes, presentaron coeficientes de insumo/producto para distintas etapas de elaboración; encontrándose para la época de elaboración, 1,63 litros de agua/litro de vino elaborado y 1,45 para el resto del año. Por su parte, Smith (2010) citado por Duek y Comellas (2015) estimó que ciertas bodegas pueden llegar a consumir hasta 20 litros de agua por litro de vino elaborado. Storm (1997) citado por Duek y Comellas (2015) realizó un estudio de los consumos de aguas en bodegas en función de los volúmenes de producción y de la calidad de los vinos producidos y propuso un rango comprendido entre 1,67 y 10,55 litros de agua por litro de vino elaborado. Asimismo, se puede citar un intervalo propuesto por la Beverage Industry Environmental Roundtable (2011), el cual se encuentra entre 1,46 y 14,83 litros de agua por litro de vino producido. Asimismo, para el uso del agua en los procesos industriales, se considera el coeficiente insumo producto aportado por la Comisión de Sustentabilidad de Bodegas de Argentina. Las bodegas integrantes de esta comisión utilizan, en promedio, 1,5 litros de agua por litro de vino elaborado (Duek y Comellas, 2015).

4.3 SUSTENTABILIDAD DE LAS FINCAS PRODUCTORAS DE VID PARA PISCO

En la **Tabla 14**, se muestra que el 62.5 por ciento de las fincas productoras de vid para Pisco en Ica, Perú fueron sustentables. Es decir, cumplieron las condiciones de tener un Índice de Sustentabilidad General (ISGen) mayor a 2 y ninguno de los tres indicadores (IE, IK y IS), tuvieron valores menores a 2.

Tabla 14. Evaluación de la sustentabilidad de fincas productoras de vid para Pisco, utilizando el Análisis Multicriterio.

Código de finca	VS	RE	MB	MA	IE	NB	AS	IS	CE	IS	AA	IM	RE	IK	ISGen	Sustentable
A	3.0	2.7	6.0	4.0	2.6	2.5	3.0	8.0	2.0	3.1	4.3	5.0	2.4	2.1	2.6	Sí
B	3.0	2.7	8.0	4.0	2.9	2.3	1.0	8.0	3.0	2.9	5.3	4.5	1.8	2.2	2.7	Sí
C	3.0	1.3	2.0	8.0	2.4	2.8	3.7	6.0	2.0	2.9	4.7	5.5	2.6	3.1	2.8	Sí
D	3.0	2.7	3.0	4.0	2.1	2.5	1.3	8.0	3.0	3.0	4.0	5.0	2.8	3.0	2.7	Sí
E	3.5	2.7	4.5	4.0	2.4	2.5	1.0	7.0	2.0	2.5	3.3	5.0	2.2	1.5	2.2	No
F	2.0	0.0	4.5	4.0	1.8	2.5	1.3	8.0	3.0	3.0	5.3	5.0	3.6	3.0	2.6	No
G	2.0	1.3	4.5	4.0	2.0	2.5	4.0	8.0	3.0	3.5	4.3	5.0	2.4	2.9	2.8	Sí
H	3.5	2.7	5.0	4.0	2.5	2.5	1.3	8.0	3.0	3.0	3.3	5.0	3.4	1.7	2.4	No
I	3.0	1.3	5.0	4.0	2.2	2.5	1.3	8.0	3.0	3.0	4.0	5.0	2.8	3.0	2.7	Sí
J	2.0	2.7	4.5	8.0	2.9	3.3	4.0	8.0	3.0	3.7	5.7	6.5	2.2	3.2	3.2	Sí
K	3.5	2.7	5.0	4.0	2.5	3.0	1.0	8.0	2.0	2.8	4.0	6.0	2.4	1.7	2.3	No
L	4.0	2.7	5.0	4.0	2.6	2.5	1.0	8.0	2.0	2.7	3.7	5.0	1.6	1.5	2.3	No
M	3.5	2.7	3.0	4.0	2.2	2.8	1.3	6.0	2.0	2.4	4.0	5.5	2.8	1.8	2.1	No
N	2.0	2.7	4.5	4.0	2.2	2.3	1.3	6.0	2.0	2.3	3.3	4.5	2.2	1.5	2.0	No
O	3.0	2.7	5.5	4.0	2.5	3.5	3.7	6.0	3.0	3.2	5.7	7.0	2.6	2.5	2.7	Sí
P	3.0	2.7	5.0	4.0	2.4	3.8	4.0	5.0	4.0	3.4	5.0	7.5	2.8	3.2	3.0	Sí

Fuente: Sarandón *et al.* (2006)

Nota: valores promedio menor a dos (2) indican sistemas no sostenibles.

Legenda:

IE=indicador ecológico: VS=vida del suelo; RE=riesgo de erosión; MB=manejo de la biodiversidad; MA=manejo del agua.

ISC=indicador socio cultural: NB=satisfacción de las necesidades básicas; AS=aceptabilidad del sistema; IS=integración social; CE=conocimiento y conciencia ecológica.

IK= indicador económico: AA=autosuficiencia alimentaria; IM=ingreso económico neto mensual por año; RE=riesgo económico.

IS-g=índice de sustentabilidad general

Dimensión ecológica: El 94 por ciento de las fincas, cumplieron la condición de tener un índice (IE) mayor a 2. Las fincas con código A, B, C, D, E, G, H, I, J, K, L, M, N, O, P cumplieron esa condición (**Anexo 23**). Estas fincas se caracterizan de manera global por realizar actividades de conservación de vida del suelo al incorporar enmiendas orgánicas, contar con porcentaje adecuado de porosidad del suelo y tener densidad aparente adecuada (**Anexo 24**). También realizan actividades que evitan la erosión del suelo como no realizar labranza con maquinaria pesada. Además, cuentan con diversidad de cultivos o al menos cuentan con más de un cultivo además de vid. En el suelo se observó presencia de lombrices de tierra, y arañas. Se recuperó de los suelos hongos antagonistas como *Trichoderma spp* y se observó insectos benéficos como crisopas (Género: Chrysopa) y mariquitas (Género: Hippodamia). El riego lo realizan de acuerdo al estado fenológico de la planta siendo el riego a gravedad en su gran mayoría, aunque también emplean el riego tecnificado. La finca código F no cumplió la condición de ser mayor a dos para la

sustentabilidad ecológica. En esta finca no se observa corredores biológicos para albergar insectos benéficos, no presentan cultivos de cobertura. Esta finca utiliza maquinaria pesada para labores en el viñedo. Utiliza solo herbicidas para el manejo de malezas, la fertilización es al 100 por ciento con fertilizantes sintéticos y además sus suelos no cuentan con densidad aparente adecuada lo que limita el buen desarrollo de las raíces y por tanto limita la producción en el viñedo. El riego es exclusivamente a gravedad. En el **Anexo 25**, se muestra el resultado de análisis de suelos de las 16 fincas en estudio y en el **Anexo 26**, se muestra los resultados del análisis de suelos en fincas tipo 1 y tipo 2.

Dimensión sociocultural: Todas las fincas (100 por ciento), cumplieron la condición de tener indicador (ISC) mayor a dos. Estas fincas se caracterizan de manera global por contar con vivienda de material noble, participan de capacitaciones que brindan diferentes instituciones, cerca de la finca cuentan con centro de salud para emergencias o atenciones rápidas, en todas las fincas cuentan con señal de celular para las comunicaciones entre sus clientes y proveedores, algunas fincas cuentan con todos los servicios como agua potable, energía eléctrica y desagüe, todo ello indispensable para un adecuado desarrollo del entorno del productor. La mayoría de los productores entrevistados manifestaron estar contentos con lo que hacen. No harían otra actividad, aunque le reporte más ingresos. La gran mayoría trabaja en asociatividad y pertenecen a APROPICA. En la mayoría de las fincas existe igualdad de género de los trabajadores. Generalmente los hombres trabajan en viñedo y las mujeres trabajan en bodega. La mayoría de los entrevistados tienen conocimiento de la ecología desde su práctica cotidiana. Sus conocimientos se reducen a la finca con el no uso de agroquímico, más prácticas conservacionistas y la sensación que algunas prácticas que realizan pueden estar dañando el medio ambiente (**Anexo 27**).

Dimensión económica: El 63 por ciento de las fincas, cumplieron la condición de tener indicador (IK) mayor a dos (con código A, B, C, D, F, G, I, J, O, P). Estas fincas se caracterizan de manera global por producir más de tres productos, sus fincas cuentan con 1 a 10 ha, producen producto de calidad es decir uva sin daños de plagas, todas las fincas manifiestan pasar satisfactoriamente el análisis fisicoquímico al producto final Pisco. Esto conlleva a obtener buenos ingresos económicos. La mayoría de estas fincas que pasaron la condición para ser económicamente sustentables tienen un ingreso anual mayor a 200 mil soles. Respecto al riesgo económico la mayoría cuentan con más de tres productos para la

venta, con tres vías diferentes para la comercialización de sus productos y tienen acceso a préstamos por entidades bancarias (**Anexo 28**).

Las fincas con código E, H, K, L, M, N no cumplieron la condición de sustentabilidad económica. Estas fincas cuentan con menos de 10 ha, sus plantas de vid son 25 por ciento plantas injertadas y por tanto el 75 por ciento de sus plantas son francas, en su mayoría solo aplican productos químicos para el control de sus plagas y son del 76 a 100 cien por ciento dependientes de insumos externos en el viñedo, cuentan con un producto para la venta en su mayoría, tienen un solo canal de comercialización, y tienen como ingreso anual un poco más de 25 mil soles anuales por ventas de su único producto Pisco.

- Puntos críticos de sustentabilidad en la finca de vid para Pisco

En la **Figura 16** se puede observar los puntos críticos generales de las 16 fincas productoras de vid para Pisco para la dimensión ecológica. Así tenemos que las variables porcentaje adecuado de porosidad del suelo, densidad aparente adecuada, cercos vivos, biodiversidad del suelo y riego de acuerdo a la fenología del cultivo tuvieron un valor de 4 y fueron los más altos (A4, A5, B2, C2, D2). Contrariamente, los valores más bajos, correspondieron al uso exclusivo de fertilizantes sintéticos, ausencia de cobertura vegetal, ausencia de corredores biológicos y al tipo de riego por gravedad.

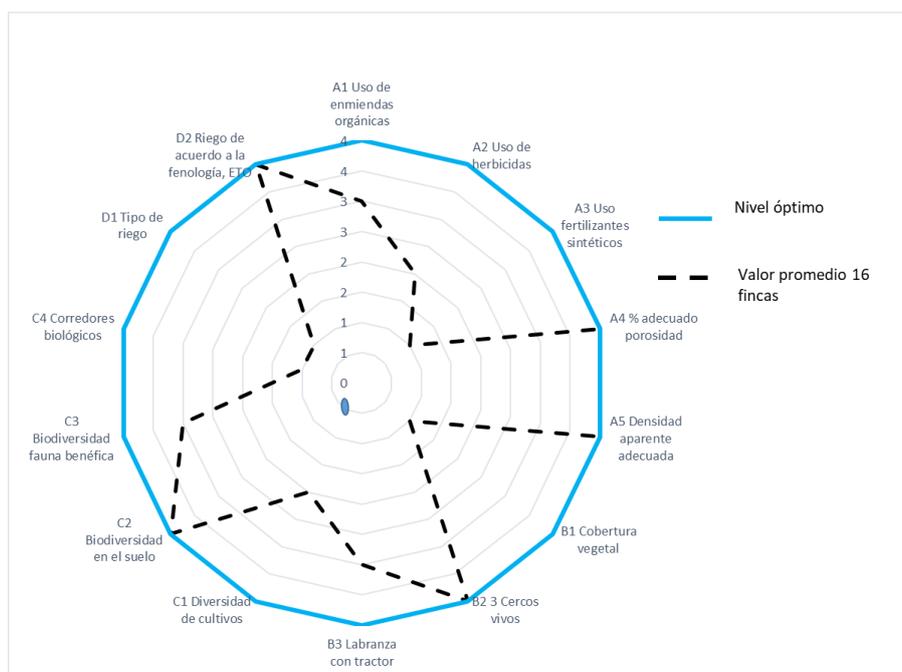


Figura 16. Resumen de la evaluación de la sustentabilidad ecológica de las fincas productoras de vid para Pisco en Ica-Perú

Al evaluar la dimensión sociocultural (**Figura 17**), se encontró que las fincas productoras de vid para Pisco tuvieron en la mayoría de variables, valores entre 3 y 2. La única variable con puntaje 4 fue la asociatividad y las variables con puntaje 2 fueron: acceso a la educación, es decir, si el personal de la finca recibía capacitación (A2), pero con poca frecuencia. Así también las variables servicios en el viñedo (A4) sólo contaban con señal celular y energía eléctrica muy pocos. El 63 por ciento de los trabajadores manifestaron no contar con beneficios sociales de ley (B2).

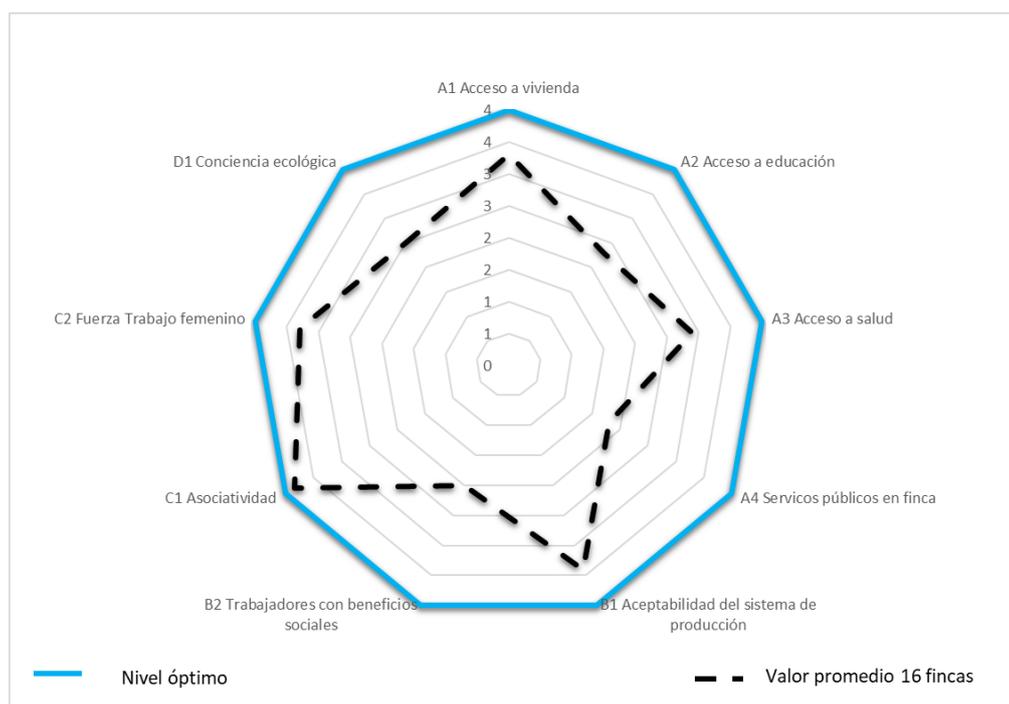


Figura 17. Resumen de la evaluación de la sustentabilidad sociocultural de las fincas productoras de vid para Pisco en Ica-Perú

Al evaluar la dimensión económica (**Figura 18**), se encontró que hay dos variables con puntaje 4: variable calidad de la fruta (A3) ya que el racimo de uva no presenta daño de plagas y la variable acceso a préstamos (C4) donde manifiestan sí tener acceso a préstamos. Las variables con puntaje 1 son: diversificación de la producción de un sistema (A1), donde venden solo un producto. Certificación de semillas (A5) donde manifiestan sembrar plantas francas y no contar con certificación que garantice la pureza varietal y la sanidad de las mismas. La variable incidencia de plagas (A6), donde manifiestan que las plagas son controladas solo con insumos químicos.

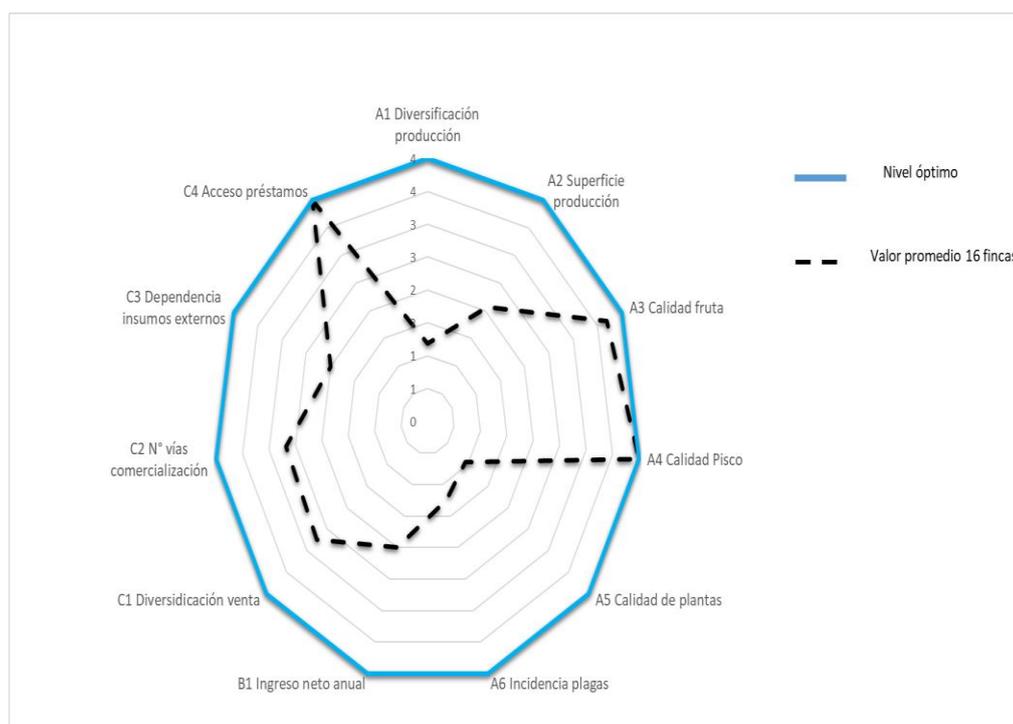


Figura 18. Resumen de la evaluación de la sustentabilidad económica de las fincas productoras de vid para Pisco en Ica-Perú

Sustentabilidad general: El 62.5 por ciento de las fincas (**Figura 19**), cumplieron la condición de ser mayor a dos para la sustentabilidad general (ecológica, social y económica). Las fincas con código A, B, C, D, G, I, J, O, P cumplieron esa condición. Estas fincas se caracterizan de manera global por contar con área agrícola o viñedos, cuentan con área de procesamiento, área de comercialización y en su mayoría una pequeña área pecuaria, es decir cumplen con todo para llevar a cabo un sistema. Además, tienen diversificación de productos para la venta y diversificación de canales de mercado.

La validez de la aplicación de indicadores utilizando el análisis multicriterio puede ser discutida para el caso de las fincas productoras de vid para Pisco en Ica, Perú. Lo importante es cumplir ciertas condiciones tal como señalan Masera et al. (1999), Merma y Julca (2012). La evaluación de sustentabilidad se lleva a cabo en (a) sistemas de manejo específicos en un lugar geográfico y bajo un contexto social; (b) una escala espacial (parcela, unidad de producción o cuenca) previamente determinada; y (c) una escala temporal. En este estudio se ha cumplido dichas condiciones, así (a) los sistemas agrícolas son conducidos por agricultores de la provincia de Ica; (b) se ha evaluado el

agroecosistema de vid como cultivo prevalente a nivel de finca; (c) La evaluación fue hecha durante el año 2016.

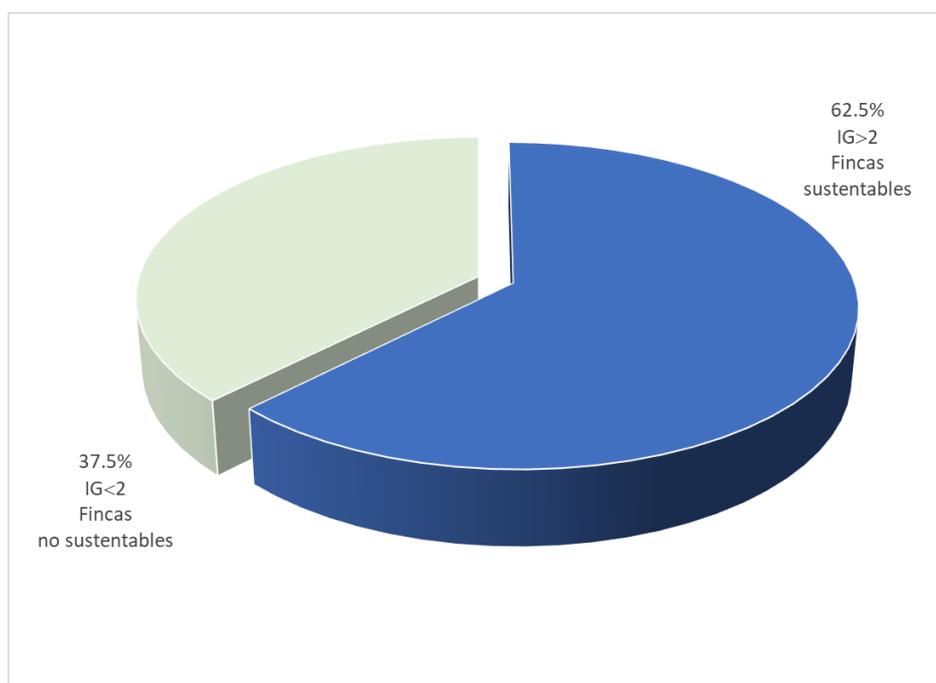


Figura 19. Resumen de la sustentabilidad general de las fincas productoras de vid para Pisco en Ica-Perú

Respecto a los puntos críticos identificados en la dimensión ecológica se centraron en cuatro variables. Uso exclusivo de fertilizantes sintéticos, no siembra de cobertura vegetal, no siembra de corredores biológicos, tipo de riego a gravedad que es más usado en el cultivo de vid para Pisco y plagas controladas solo con productos químicos. En cuanto al uso exclusivo de fertilizantes sintéticos se pone en evidencia que las fincas productoras de vid para Pisco en Ica, no se ajustan a los objetivos de la agricultura sustentable. Además de ello es mínimo el porcentaje de fincas que realiza análisis de suelos por cada campaña y además de no contar con un plan de fertilización adecuado.

Abraham et al. (2014) señala que, para la producción de vid en Mendoza, un 48 por ciento de productores utiliza cantidades elevadas de nitrógeno en el cultivo, más de 210 kg de N/ha por año, lo cual es poco sustentable y la mayoría de los encuestados no utiliza abonos orgánicos y además que la mayoría de los productores tienen la costumbre de fertilizar sin criterios técnicos, utilizando cantidades superiores a las que necesita el cultivo. Altieri (1994) reporta que el objetivo es desarrollar agroecosistemas con mínima dependencia de

insumos agroquímicos y energéticos entre los varios componentes biológicos de los agroecosistemas, para mejorar así la eficiencia biológica, económica y la protección del medio ambiente.

Por otro lado, Silva (2010) manifiesta que el consumo de fertilizantes es uno de los indicadores claves de la intensificación de la agricultura y del desarrollo agrícola, pero también se ha establecido que como consecuencia de las actividades antrópicas destinadas a obtener incrementos en el rendimiento de cosechas, se ha contaminado el suelo con una serie de productos altamente resistentes y acumulativos, como herbicidas y metales pesados, además de otros contaminantes, que, sin ser acumulativos (caso de nitratos), se lixivian fácilmente y contaminan otros medios más indefensos como el acuático.

Un tema altamente sensible es en zonas de escasez hídrica como actualmente pasa la provincia de Ica, donde el uso eficiente del agua de riego y la mantención de su calidad son de especial relevancia. Por ello es importante que la aplicación de los nutrientes se realice conociendo la riqueza del fertilizante y efectuando un balance respecto a lo aportado por el suelo, la contribución proveniente del agua de riego y tomando en cuenta además la demanda proyectada según el rendimiento esperado. Una fertilización racional es aquella que no sólo produce mayores rendimientos, sino que además proporciona cosechas de mejor calidad y mantiene viva la fertilidad del suelo para los siguientes años, asegurando el valor del patrimonio del agricultor y existen nuevas metodologías para dar respuesta a un cuidado y conciencia cada vez mayor del medio ambiente. Según Abbona et al. (2007), la agricultura sustentable debe preservar los recursos que están dentro del sistema, como el suelo y la biodiversidad, y los recursos externos al sistema, como el agua y los recursos no renovables.

En relación a la escasa siembra de corredores biológicos y cercos vivos, se pone en evidencia que en la mayoría de fincas no hay una buena interacción entre los diversos componentes bióticos y abióticos. Según Altieri (1987) citado por Mestre (2011), las interacciones que mueven el sistema son aquellas en que ciertos productos o resultados de un componente se usan en la producción de otros (por ejemplo, malezas utilizadas como alimento de ganado, estiércol usado como fertilizante en cultivos, rastrojo de cultivos utilizados como mulch y mezclas de estiércol y paja para el compost). La intensidad y beneficio derivados de estas interacciones dependen de lo bien organizados e integrados

que estén los diversos componentes, y de un manejo que permita la recirculación de recursos a nivel del predio o finca. La explotación de estas interacciones o sinergias en situaciones reales, involucra el diseño y manejo del agroecosistema y requiere del entendimiento de las numerosas relaciones entre suelos, microorganismos, plantas, insectos herbívoros y enemigos naturales. Respecto a las coberturas vegetales, en este estudio, es mínima la siembra de ellas, coincidiendo con las fincas productoras de vid en Mendoza, Abraham et al. (2014), reportan que un 71 por ciento de los productores no mantiene cobertura vegetal en el interfilar del viñedo, lo cual no considera sustentable. Al respecto Mestre (2011) menciona que, en muchas zonas vitivinícolas, el cultivo del viñedo se caracteriza por el monocultivo de grandes extensiones con una estructura paisajística muy simplificada. Uno de los problemas conocidos del monocultivo es que la diversidad, abundancia y actividad de los enemigos naturales de las plagas es drásticamente reducida debido a la eliminación de la vegetación, la cual proporciona recursos alimenticios y sitios de hibernación necesarios para la longevidad, reproducción y supervivencia de muchos depredadores y parásitos.

En el caso del viñedo, los cultivos de cobertura ofrecen los siguientes beneficios potenciales al agroecosistema: mejora de la estructura del suelo, de los agregados, de la infiltración del agua, de la capacidad de almacenamiento del agua, de la aireación o reducción de la erosión, reducción de la formación de costras en el suelo, mejora del ciclo de nutrientes, incremento de la fijación de nitrógeno, mejora de la disponibilidad de fósforo o regulación del pH o fuente de energía y nutrientes para la comunidad biótica. Gestión de plagas o hábitat para artrópodos benéficos o supresión de adventicias o algunas especies de los cultivos de cobertura suprimen los nematodos.

Según la experiencia en Penedés (Mestre, 2011) en los dos primeros años de no labranza, desaparecen las malezas más problemáticas del viñedo, como son *Amaranthus retroflexus*, *Convolvulus arvensis*, *Sorghum halepense*, *Lolium multiflorum* o *Latuca serriola*. Por el contrario, aparecen leguminosas rastreras (*Trifolium pratense*) claramente beneficiosas para el incremento de fijación de nitrógeno del suelo. Después incrementan más las gramíneas y también las aromáticas. Se observa pues una constante evolución de las características de la cubierta. Esto resulta esencial también en suelos inundables y con fluctuación de la napa cercana a la superficie. Respecto al tipo de riego, de mayor uso en las fincas de vid para Pisco es el riego a gravedad, lo que concuerda con lo reportado por

Zegarra y Orihuela (2005) quienes manifiestan que casi el cien por ciento de la agricultura de la costa y aproximadamente un 40 por ciento de la agricultura de la sierra es de riego; sin embargo, es todavía muy reducido el porcentaje que adopta técnicas modernas de riego, en un contexto de escasez de agua que se agrava por el proceso de calentamiento global que ha generado cambios climáticos que vienen afectando las fuentes principales de agua de riego (glaciares y lluvias en la sierra). Una de las principales limitaciones para la adopción de riego tecnificado es su alto costo relativo a los costos de producción agropecuarios promedios nacionales y el limitado acceso a servicios financieros de los pequeños agricultores. El agua es manejada de manera ineficiente por el sector, debido a factores como la pérdida por filtración de canales, falta de mantenimiento de infraestructura de riego, uso desmedido del recurso y a la pérdida de reservorios por sedimentación.

Según el MINAG (2010), el sector agrícola en la costa utiliza para riego el 80 por ciento del agua, con una eficiencia promedio de 35 por ciento. Por otro lado, al 2007, de los 55 mil kilómetros de canales evaluados, el 85 por ciento se encuentran sin revestimiento, ocasionando pérdidas por distribución del orden del 15 al 20 por ciento. A esto se puede añadir los problemas de drenaje y salinidad. Finalmente, se registran tarifas de agua que no cubren los costos de operación y mantenimiento de los sistemas de riego, afectando el funcionamiento del riego regulado. Chávez (2010) reporta que, en México, coinciden con esta información en relación a la eficiencia de aplicación a nivel parcelario que son menores al 50 por ciento. Otros estudios realizados también en México, estiman que sólo de 15 a 50 por ciento del agua extraída para la agricultura de riego llega a la zona de cultivos, la mayor parte se pierde durante la conducción o por evaporación antes que sea aprovechada por las plantas. Abraham (2014) también coincide que, en Mendoza-Argentina el indicador de sustentabilidad referido al agua, presenta resultados no satisfactorios, ya que el 65 por ciento de los productores indican el uso de sistemas de riego poco eficientes.

Ante el problema de escasez de agua, en la actualidad se está intentando incrementar la eficiencia del agua mediante técnicas de riego más sofisticadas (Barrios et al., 2006 citado por Chávez et al, 2010), con el objetivo de ahorrar agua y proteger los suelos mediante programas de tecnificación. No obstante, la necesidad de producir más alimentos requiere de un mejor aprovechamiento de los escasos recursos hídricos, obligando a los

investigadores a buscar alternativas de mejoramiento de los sistemas más ampliamente utilizados (riego por gravedad). Respecto a los puntos críticos de la dimensión socio cultural se tiene a los trabajadores que no cuentan con beneficios sociales en la mayoría de las fincas, teniendo solo acuerdos verbales entre los trabajadores y contratantes para labores puntuales y estacionarias.

En el Perú, las pequeñas y medianas empresas tienen obligaciones laborales con sus trabajadores como remuneración mensual, jornada de ocho horas, pago horas extra, descanso semanal, vacaciones, despido arbitrario, seguro social, pensiones, entre otros. Al respecto, luego de la evaluación en las fincas estos datos se contraponen a los conceptos de sustentabilidad. Sarandón (2006), manifiesta que un sistema se considera socio-culturalmente sustentable si mantiene o mejora el capital social, ya que éste es el que pone en funcionamiento el capital natural o ecológico. Al respecto, Vergara (2016), menciona que hoy las personas, son la gran ventaja competitiva del mercado. Ante productos y servicios similares, la diferenciación está dada por la gente que labora al interior de cada empresa.

V. CONCLUSIONES

- Respecto a la tipificación de las fincas productoras de vid para Pisco de la asociación de productores de Pisos y vinos de la provincia de Ica, Perú mediante el análisis de conglomerados por el método de Ward, se concluye que hay dos tipos de fincas. En menor cantidad son fincas con un promedio de 45 ha, denominadas en la investigación como fincas tipo 1 y en mayor cantidad son fincas pequeñas con un promedio de 6 hectáreas denominadas en la investigación como fincas tipo 2.
- Respecto a la caracterización en el contexto físico y socioeconómico de la producción de vid para Pisco en las “fincas tipo” de la asociación de productores de Pisos y vinos de la provincia de Ica, Perú, mediante encuestas estructuradas se concluye que la finca tipo 1 cuenta con mayor área agrícola, donde la mayor parte es para la producción vitícola. Practican una agricultura convencional, riego por goteo y tienen mayor producción de uva. Sus trabajadores, si reciben beneficios sociales. Sus plantaciones son más jóvenes y son las que en la campaña del año 2016 producen más litros de Pisco. Su producto es comercializado en la finca, en el mercado local, nacional e incluso su producción es comercializada en el extranjero. En las fincas tipo 2, también se caracterizan por ser convencionales, el riego que usan en la mayoría de fincas es riego por gravedad, utilizando agua de avenida o agua subterránea. Sus plantas tienen más de 20 años de edad. Sus trabajadores no reciben beneficios sociales. Su producto es comercializado en la finca, en mercado local, nacional. Para los propietarios de ambas fincas tipo, consideran que la amenaza del cultivo de vid es la sequía y la amenaza del Pisco es el aguardiente de otras variedades de vid no registradas en el Reglamento de Denominación de Origen, dañando la calidad e imagen del producto a nivel nacional.
- Respecto a la sustentabilidad ambiental de la producción de vid para Pisco en las “fincas tipo” de la asociación de productores de Pisos y vinos de la provincia de Ica, Perú mediante el cálculo de la huella de carbono se concluye que en las fincas tipo 1,

la huella de carbono es más elevada, debido al mayor número de productos que se utilizan durante la campaña agrícola, es decir productos para la fertilización, para el manejo de plagas, por el uso de energía eléctrica para el funcionamiento del sistema de riego por goteo y por el combustible que utilizan los tractores para sus diferentes labores agrícolas. En las fincas tipo 2, la huella de carbono es menor, debido al menor número de productos que se utilizan en la campaña agrícola. La mayor emisión está dada por el combustible que utilizan los pozos para extraer agua subterránea cuando los propietarios deciden regar con agua subterránea vía riego a gravedad. Respecto a la huella hídrica, los datos son diferentes a lo reportado para la huella de carbono. Las fincas tipo 1 tienen menor huella hídrica que las fincas tipo 2, esto debido al uso eficiente del agua, ya que utilizan riego por goteo.

- Respecto a la sustentabilidad de las fincas productoras de vid para Pisco de la asociación de productores de Pisos y vinos de Ica mediante el análisis multicriterio de Sarandón (2002), se concluye que la mayoría de fincas son sustentables, debido a contar con sus propios viñedos, con área de procesamiento, con área de comercialización y en su mayoría con una pequeña área pecuaria, es decir cumplen con todo para llevar a cabo un sistema. Tienen diversas bebidas alcohólicas además del Pisco para la venta y diversificación de vías de comercialización.

VI. RECOMENDACIONES

Los aspectos más críticos de la sustentabilidad de fincas productoras de vid para Pisco en la provincia de ICA, pertenecen a la dimensión económica (diversificación de la producción, calidad de las plantas, dependencia de insumos externos, ingreso neto anual), para revertir esta situación se recomienda a los viticultores lo siguiente:

- Incorporar materia orgánica, y de preferencia trabajar en el desarrollo de compost, humus de lombriz y otros, para disminuir el uso de fertilizantes sintéticos.
- Utilizar cultivos de coberturas y asociados, por ejemplo, con leguminosas tradicionales en esta región como es el pallar. El uso de coberturas o mulch evitarán la pérdida de humedad del suelo.
- Incrementar el uso de más variedades de vid para Pisco, que no se limite solo a dos o tres variedades de las ocho variedades conocidas.
- Instalar corredores biológicos para albergar y multiplicar la fauna benéfica.
- Estudiar la florística y la ecología de las malezas en el cultivo de vid, base para el desarrollo de un programa de manejo integrado.
- Homogenizar el uso de plantas injertadas con patrones tolerantes a los nematodos, filoxera y a la sequía.
- Usar plantas injertadas, previo estudio de calidad de suelo y plagas presentes en sus campos.

- Instalar sistemas de riego tecnificado con el objetivo de incrementar la eficiencia de riego y minimizar el consumo de agua subterránea cuando es utilizada para riego a gravedad.
- Los productores de Pisco deben registrarse como mediana y pequeña empresa e inscribir a su personal de apoyo eventual y perenne a contar con beneficios sociales, con el fin de fidelizarlos en su empresa.
- Usar insectos benéficos, productos biológicos a base de hongos entomopatógenos y antagonistas, uso de bacterias benéficas para el control de plagas y enfermedades con el debido uso de equipos de protección personal.
- Diversificar la elaboración de productos a partir de la uva pisquera, pudiendo ser diferente de bebidas alcohólicas como néctar, jugos, pectinas y otros.
- Desarrollar estrategias para mejorar el trabajo de la asociación APROPICA.

A la comunidad científica y al Estado, se recomienda lo siguiente:

- Investigar y desarrollar nuevos productos a base de uva no registrada en el Reglamento de Denominación de Origen y evitar adulteraciones.
- Desarrollar nuevos métodos en laboratorio para identificar en el producto final Pisco, compuestos que adulteren esta bebida y poder reconocer los compuestos propios de las uvas pisqueras.
- Aprobar sanciones más severas en los casos de adulteración de la bebida bandera de Perú.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Abbona, E., Sarandón, J. y Marasas, M. 2007. Los viñateros de Berisso y el manejo ecológico de los nutrientes. *LEISA* 22:13–15.
2. Abraham, L., Alturria, L., Fonzar, A., Ceresa, A. y Arnés, E. 2014. Propuesta de indicadores de sustentabilidad para la producción de vid en Mendoza, Argentina. *Rev. FCA UNCUYO* 26(1): 161-180.
3. Agro al día. 2018. Boletín informativo de la junta de usuarios de aguas subterráneas del valle de Ica. *JUASVI*. Año 8 (32) junio-julio.
4. Allen, R., Pereira, L., Raes, D. y Smith, M. 2006. Estudio FAO Riego y Drenaje. Evapotranspiración del Cultivo: Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos. Serie Cuadernos Técnicos. Roma, Italia. FAO. 298 p.
5. Altieri, M. 1994. Bases agroecológicas para una producción agrícola sustentable. *Agricultura Técnica (Chile)* 54 (4):371 – 386.
6. Álvarez, J., Dipolitto, C. y De Aguilar, E. 2010. Estudio de caso innovador: Pisco Payet. En: CIES- FINCyT Innovación empresarial y comportamiento tecnológico sectorial. Lima, Perú. 553-608 p.
7. Astier, M., López-Ridaura S., Pérez, E. y Masera, R. 2002. El marco de la evaluación de sistemas de manejo incorporando Indicadores de Sustentabilidad y su aplicación en un sistema agrícola campesino en la región Purhepecha, En – *Agroecología: El camino hacia una agricultura sustentable*. Ed. Científicas 21:415-430.
8. Autoridad Nacional del Agua (ANA) 2012. Plan de gestión del acuífero del valle de Ica y pampas de Villacurí y Lanchas, Perú. 36 p.

9. Banco Central de Reserva del Perú (BCRP). 2010. Informe Económico y Social: Región Ica. Banco Central de Reserva del Perú. 153 p.
10. Bayart, B., Worbe, S., Grimaud, J. y Aoustin, E. 2014. The water impact index: a simplified single-indicator approach for water foot printing. *Int. J. Life Cycle Assess* 19(6):1336-1344.
11. Beverage Industry Environmental Roundtable. 2011. Water Use Benchmarking in the Beverage Industry. Trends and Observations. USA. 13 p.
12. Cáceres, H. 2017. Cálculo de huella de carbono del Pisco elaborado y envasado en CITEagroindustrial – Ica. Informe para verificación por tercera parte: AENOR 33 pp. Trabajo inédito. 24p.
13. Cáceres, H., Quispe, P., Pignataro, D., Orjeda, G., Lacombe, T. 2017. Caracterización morfológica de variedades de vid para producción de Pisco bajo condiciones de la zona media del valle de Ica, Perú. *Scientia Agropecuaria* 8(1):63-72.
14. Castellanos, M. 2009. El desarrollo sustentable y la globalización: lo que la lógica de mercado no contó. *La Chronique des Amériques*, N°8. Centre d'Études sur l'Intégration et la Mondialisation Université du Québec á Montréal. Faculté de science politique et de droit. Canadá. 8 p.
15. CENTRUM Católica. 2013. Mercado del Pisco. Visitado el 14 de octubre del 2017. Disponible en: <http://revistas.pucp.edu.pe/index.php/strategia/article/viewFile/4135/4103>
16. Cerda, R. 2008. Calidad de suelos en plantaciones de cacao (*Theobroma cacao*), banano (*Musa AAA*) y plátano (*Musa AAB*) en el valle de Talamanca, Costa Rica. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Tesis para optar el grado de Magister Scientiae en Agricultura Ecológica. Turrialba, Costa Rica. 66 p.
17. Chávez, C., Fuentes C., Ventura, R., 2010. Uso eficiente del agua de riego por gravedad utilizando yeso y poliacrilamida. *Terra Latinoamericana*. Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, A.C. Chapingo, México. 28(3): 231-238.

18. Delgado, F., Ramírez, J., Salas, C., Millones, J. y Arribasplata, Y. 2012. Pisco Peruano. Universidad Señor de Sipán. Visitado el 10 de febrero del 2018. Disponible en: <http://es.scribd.com/doc/225370930/ElPisco-Peruano-Estudio-a-Profundo>
19. Dellepiane, A. y Sarandón, S. 2008. Evaluación de la sustentabilidad en fincas orgánicas en la zona hortícola de La Plata, Argentina. *Revista Brasileira de Agroecología* 3(3): 67-78.
20. Dombre, C., Rigou, P., Wirth, J. and Charlier, P. 2015. Aromatic evolution of wine packed in virgin and recycled PET bottles. *Food Chemistry* 176:376-387.
21. Domínguez, A., Bedano, J. y Becker, A. 2009. Cambios en la comunidad de lombrices de tierra (Annelida: Lumbricina) como consecuencia del uso de la técnica de siembra directa en el centro-sur de Córdoba, Argentina. *Ciencia del Suelo* 27(1): 11-19.
22. Duek, A. y Comellas, E. 2015. Consumo de agua en la cadena vitivinícola de Mendoza, Argentina. Escenarios de uso sostenible. *Revista Iberoamericana de Viticultura, Agroindustria y Ruralidad* 2(6):110-130.
23. Echeandía, F. 2017. El riego tecnificado es un aliado para aumentar las producciones de cacao. *Redagrícola Perú*. N° 43. 98 p.
24. Espíndola, C., y Valderrama, J. 2012. Huella del carbono. Parte 1: Conceptos, métodos de estimación y complejidades metodológicas. *Inform. Tecnológica* 23(1):163-176.
25. Ferrari, M. 2010. ¿Nuestros actuales sistemas de producción agrícola son ambientalmente sustentables? *Informaciones Agronómicas del Cono Sur* 48: 6-10.
26. Garbanzo-León, G. y Vargas-Gutiérrez, M. 2014. Determinación fisicoquímica de diez mezclas de sustratos para producción de almácigos, Guanacaste, Costa Rica. *Revista de las Sedes Regionales* 15(30):151-168.
27. García, F. O. 2004. Agricultura sustentable y materia orgánica del suelo de Bolivia: siembra directa, rotaciones y fertilidad. En: Congreso nacional de la ciencia del suelo en Bolivia. 1-7 p.

28. Glave, M.; Escobal, J. 2001. Indicadores de sostenibilidad para la agricultura andina. Proyecto: Políticas Integradas para el Desarrollo Rural Sostenible – GDRUPA. En: Debate Agrario N° 23.
29. Gobierno Regional de Ica (GORE). 2017. Mapa de los distritos de la provincia de Ica. Visitado el 29 de enero del 2018. Disponible en: www.regionica.gob.pe
30. Gonzales. O. y Guerra, A. 2015. La huella de carbono del azúcar de Guatemala, Zafra 2013-2014. Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático. Revista Atagua.
31. Guigón, C. y Gonzáles, P. 2004. Selección de cepas nativas de *Trichoderma* spp. con actividad antagonica sobre *Phytophthora capsici* Leonian y promotoras de crecimiento en el cultivo de chile (*Capsicum annum* L.). Revista Mexicana de Fitopatología 22(1):117-124.
32. Gutiérrez, G. 2003. El Pisco, Denominación de Origen Peruana. Agenda Internacional 10(19):245-298.
33. Hernández, A. 2007. Impacto de la cultura en los negocios internacionales, un énfasis en los negocios con México. International Journal of Good Conciense 2(2)156-228.
34. Hernández, G., Pérez, R. y Sibrán, V. 2011. Perfil del profesional de la licenciatura en mercadeo internacional en las áreas de comercio internacional y mercadeo internacional de la Universidad de el Salvador. Tesis para optar el Título de Licenciado en Administración de Empresas en la Universidad de El Salvador. 90 p.
35. Hernández, L. 2009. Las denominaciones de origen como estrategia para mejorar el posicionamiento internacional de productos agroalimentarios colombianos: caso del café y el banano. Tesis de Grado de Internacionalista. Universidad Colegio Mayor de Nuestra Señora del Rosario. Colombia. 120 p.
36. Huertas, L. 2004. Historia de la producción de vinos y piscos en el Perú. Revista Universum 19(2):44-61.

37. Junta de Usuarios de Aguas Subterráneas del Valle de Ica (JUASVI), 2017. Memoria Institucional 2012-2016. 68 p.
38. Mamani, E. 2012. Propuesta de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua Subterránea. Ministerio del Ambiente. Viceministerio de Gestión Ambiental. Dirección General de Calidad Ambiental. 144 p.
39. Márquez, F. 2014. Sostenibilidad de cafetales orgánicos y convencionales de La Convención – Cuzco. Tesis para optar el grado de *Doctoris Philosophiae*. UNALM. Perú. 164 p.
40. Martellotto, E; Salas, H; Lovera, E. 2001. El monocultivo de soja y la sustentabilidad de la agricultura cordobesa. Buenos Aires: Estación Experimental Agropecuaria Manfred, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Rotación de Cultivos en Siembra Directa:17-22.
41. Masera, O., Astier, M. y López-Ridaura, S. 1999. Sustentabilidad y Manejo de Recursos Naturales: El Marco de evaluación MESMIS. Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural Apropiada. A.C. Mundi Prensa, México. 59 p.
42. Mathews, J. 2017. Producción de Pisco marca nuevo récord histórico el 2016. Visitado el 14 de noviembre del 2017. Disponible en: <https://www.produce.gob.pe/index.php/k2/noticias/item/198-produccion-de-pisco-marca-nuevo-record-historico-el-2016>
43. MAXIMIXE. 2013. Informe Pisco para el uso del Instituto Técnico de la Producción. Lima, Perú. 20 p.
44. McKeown, R., Hopkins, C., Rizzi, R. y Chrystallbridge, M. 2002. Manual de Educación para el Desarrollo Sostenible. Centro de Energía, Medio Ambiente y Recursos, Universidad de Tennessee. 172 p.
45. Mejía, C. y Cáceres, H. 2018. Cálculo de huella hídrica del Pisco elaborado y envasado en CITEagroindustrial – Ica. Informe para verificación por tercera parte: Autoridad Nacional Del Agua. 33 p.

46. Mekonnen, M., and Hoekstra, Y. 2010. The green, blue and grey water footprint of farm animals and animal products. Main Report. Value of Water Research Report Series N° 48. 50 p.
47. Meneses, M., Torres, M. y Castells, F. 2016. Sensitivity analysis in a life cycle assessment of an aged red wine production from Catalonia, Spain. *Science of the Total Environment* 562: 571-579.
48. Merma, I. 2012. Evaluación y diseño de fincas de selva alta bajo sistemas de cultivos prevalentes, en La Convención – Cuzco. Tesis para optar el grado de *Doctoris Philosophiae* en Agricultura Sustentable. UNALM. Perú. 98 p.
49. Merma, I. y Julca, A. 2012. Caracterización y evaluación de la sustentabilidad de fincas en Alto Urubamba, Cuzco-Perú. *Ecología Aplicada* 11(1): 1-11.
50. Mestre, M. 2011. Indicadores de sostenibilidad en viñedo. Prueba piloto de aplicación de los indicadores en una finca ecológica y una convencional en la zona del Penedés. Máster d'Agricultura Ecológica de la Universidad de Barcelona. 57 p.
51. Ministerio de Agricultura y Riego - MINAG. 2010. Diagnóstico de la Agricultura en Perú. 51 p.
52. Ministerio de Comercio Exterior y Turismo - MINCETUR. 2004. Plan operativo del producto Pisco. Ica. 11 p.
53. Ministerio de la Producción, 2014. Estudio de diagnóstico de crecimiento de la región Ica. Apoyo Consultoría. 154 p.
54. Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo - MTPE 2010. Diagnóstico Socio Económico Laboral de la Región Ica. Observatorio Socio Económico Laboral de la Región Ica. 72 p.
55. Molero, T., Guerrero, R. y Martínez, E. 2007. Caracterización del sistema de producción de uva de vino en el municipio Mara, estado Zulia. Venezuela. *Rev. Fac. Agronomía* (24):343-366.

56. Morabito, J. 2012. Desempeño del riego por superficie en el área de riego Mendoza. Eficiencia actual y potencial. Parámetros de riego y recomendaciones para un mejor aprovechamiento agrícola en un marco sustentable. Tesis para optar el grado de Magister Scientiae. Universidad Nacional de Cuyo. Argentina. 90 p.
57. Muñoz, I. 2015. Adaptación y debilidad del Estado: el caso de la escasez de agua subterránea en Ica. *Revista de Ciencia Política y Gobierno* 2(4): 47-66.
58. Muñoz, I. 2016. Agroexportación y sobreexplotación del acuífero de Ica en Perú. *Anthropologica* (37): 115-138.
59. Nazralla, J., Vila, H. y García, R. 2002. Gestión de efluentes y consumo de agua en bodega. *Rev. FCA UNCuyo* 35(1):35-42.
60. Nichols, C.2001. Capítulo 29. Manipulando la biodiversidad vegetal para incrementar el control biológico de insectos plaga: un estudio de caso de un viñedo orgánico en el Norte de California. En: Sarandón, s. (Ed.). *Agroecología, El camino hacia la agricultura sustentable*. Ed. Científicas Americanas 495-513.
61. Oré, M., Bayer, D., Chiong, J., Rendón, E. 2014. Emergencia hídrica en una zona árida de la costa peruana. Congreso Internacional “Retos para la Gestión Integrada de Cuencas Andinas frente al Cambio Global 2014. 26 p.
62. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), 2017. *El futuro de la alimentación y la agricultura. Tendencias y desafíos*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 52 p.
63. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), 2018. *Land & Water CropWat*. Visitado el 10 de mayo del 2017. Disponible en: <http://www.fao.org/land-water/databases-and-software/cropwat/en/Organización> Internacional de Normalización (ISO) 14046:2014. *Environmental management – Water Footprint – Principles, requirements and guidelines*. 33 p.

64. Osorio, A. 2013. Determinación de la Huella del Agua y Estrategias de Manejo de Recursos Hídricos. Serie Actas N° 50. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación Intihuasi, La Serena, Chile. 211 p.
65. Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC) 2013. Cambio Climático 2013. Bases físicas. Contribución del grupo de trabajo I al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático. 34 p.
66. Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC) 2014. Cambio climático 2014. Impactos, adaptación y vulnerabilidad. Resumen para responsables de políticas. Contribución del grupo de trabajo II al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos Sobre Cambio Climático. 40 p.
67. Parada-Puig, G. 2012. El agua virtual: conceptos e implicaciones. Rev. Orinoquia 16(1):69-76.
68. Pegram, G., Conyngam, S., Orr, S., Álvarez, C., Germaná, C., Riveros, J., Gomez, X., Llerena, C., Redón, E., Ramos, C., Chiok, F. y Mariluz, J. 2015. Huella Hídrica del Perú. Sector Agropecuario. 32 p.
69. Pfister, S., Koehler, A. y Hellweg, S. 2009. Assessing the environmental impact of freshwater consumption in LCA. Environ Sci. Technol 43(11): 4098-4104.
70. Pi Baldo, A. 2012. Metodología para caracterizar participativamente fincas y comunidades en proceso de transición agroecológica (en línea). ECO portal Net. Visitado el 12 de marzo de 2016. Disponible en https://www.ecoportat.net/temas-especiales/desarrollosustentable/metodologia_para_caracterizar_participativamente_fincas_y_comunidades_en_proceso_de_transicion_agroecologica/
71. Point, E., Tyedmers, P. y Naugler, C. 2012. Life cycle environmental impacts of wine production and consumption in Nova Scotia, Canada Journal of Cleaner Production 27:11-20.
72. Referencia PAS 2050:2008. Verificación de la Huella de Carbono. British Standards Institution. 90 p.

73. Reglamento de Denominación de Origen. 2011. Bebidas Alcohólicas. Pisco. Requisitos. Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales. INDECOPI. Lima, Perú. 29 p.
74. Sánchez, R. 2018. La agricultura es la principal causa de escasez de agua: FAO. Asociación de consumidores orgánicos. Visitado el 02 de noviembre del 2018. Disponible en: <https://consumidoresorganicos.org/2018/05/09/la-agricultura-la-principal-causa-escasez-agua-fao/>
75. Santistevan, M. 2013. Sustentabilidad de las Fincas Cafetaleras En Jipijapa Manabí, Ecuador. Tesis Mg. Sc. en Agricultura Sustentable. Lima. Perú. UNALM. 117p.
76. Santistevan, M., Helfgott, S., Loli, O. y Julca, A. 2017. Comportamiento del cultivo del limón (*Citrus aurantifolia* Swingle) en “fincas tipo” en Santa Elena, Ecuador. IDESIA (Chile) 35(1): 45-49.
77. Santistevan, M., Julca, A. y Borjas, R. 2016. Sustentabilidad de fincas productoras de café en Jipijapa (Manabí, -Ecuador). Revista Saber y Hacer 3(1) 23-35.
78. Sarandón, J. y Flores, C. 2009. Evaluación de la sustentabilidad en agroecosistemas. Ediciones Científicas Americanas 13:220-245.
79. Sarandón, J. 2002. El desarrollo y uso de indicadores para evaluar la sustentabilidad de los agroecosistemas. En Agroecología: El camino hacia una agricultura sustentable. Ediciones Científicas Americanas 20:393-414.
80. Sarandón, J., Zuluaga, M., Cieza, R., Gómez., C., Janjetic, L. y Negrete, E. 2006. Evaluación de la sustentabilidad de sistemas agrícolas de fincas de misiones, Argentina, mediante el uso de indicadores. Agroecología 1:19-28.
81. Schneider, H. y Samaniego, J. 2009. La huella del carbono en la producción, distribución y consumo de bienes y servicios. Comisión Económica para América Latina y el Caribe. 46 p.

82. Silva, C. 2010. Agricultura limpia y la necesidad del uso racional de los fertilizantes. IDESIA (Chile) 28(1) 5-7.
83. Silva, M. 2018. Situación actual, análisis y proyecciones de la uva de mesa en Chile 2017-2018. Seminario Técnico Regional UVANOVA Aconcagua 2017. Comisión de Investigación para el Desarrollo de la Uva de Mesa. 33 p.
84. Simon, B., Ben Amor, M. and Fölényi, R. 2016. Lyfe cycle impact assessment of beverage packaging systems: focus on the collection of post-consumer bottles. Journal of Cleaner Production 112: 238-248.
85. Smyth, J. and Dumansky, J. 1995. A framework for evaluating sustainable land management. Canadian Journal of Soil Science 75:401-406.
86. Soldi, A. 2006. La Vid y el Vino en la Costa Central del Perú, siglos XVI y XVII. Rev. Universum 21(2): 42-61.
87. Strauss, A., Corbin J. 2002. Bases de la investigación cualitativa. Técnicas y procedimientos para desarrollar la teoría fundamentada. Medellín: Universidad de Antioquia
88. Tuesta O., Julca A., Borjas R., Rodríguez P. y Santistevan M. 2014. Tipología de fincas cacaoteras en la subcuenca media del río Huayabamba. Distrito de Huicungo (San Martín – Perú). Ecología Aplicada 13(2):71-78.
89. Urteaga, R. 2017. El tiempo está a favor de los medianos y pequeños agricultores. Redagrícola Perú. N° 43. 98 p.
90. USDA. 1999. Guía para la evaluación de la calidad y salud del suelo. Departamento de Agricultura. Servicio de Investigación Agrícola. Servicio de Conservación de Recursos Naturales. Instituto de Calidad de Suelos. 88 p.
91. Vásquez-Rowe, I., Rugani, B., Benetto, E. 2013. Tapping carbon footprint variations in the European wine sector. Journal of Cleaner Production 43:146-155.

92. Vergara, F. 2016. Foro Latinoamericano de Comunicación interna. Chile
93. Yzarra W., Sanabria, J., Cáceres, H., Solis, O. and Lhomme, P. 2015. Impact of climate change on some grapevine varieties grown in Peru for Pisco production. J. Int. Sci. Vigne Vin 49:103-112.
94. Zegarra, E, Orihuela, J.C. 2005. La agenda pendiente en el sector Agricultura. Informe final. Informe de consultoría para el Proyecto Crecer. Lima. 26 p.

VIII. ANEXOS

Anexo 1. Componentes, variables cuantitativas y cualitativas evaluadas para la Caracterización y tipificación de fincas productoras de vid para Pisco en la región Ica, Perú.

N°	Componentes	Variables Cuantitativas	Variables Cualitativas
1	Familiar	Edad del agricultor	Dedicación a la finca a tiempo completo
			Grado de instrucción del responsable de la finca
			Origen del agricultor (departamento de Perú)
			Integración familiar en el manejo de la finca
			Género del responsable de la finca
			Familia vive en la finca
			Vivienda apta para condiciones climáticas de la Región Ica
			Satisfacción con la producción de su finca
			Traspaso de la finca de generación a otra
2	Social	N° personas trabajan en finca	Trabajadores reciben beneficios sociales
		N° personas trabajan permanente en finca	Instituciones de salud cerca de la finca
		N° personas eventuales	Instituciones de educación cerca de la finca
		N° hombres trabajan en la finca	Instituciones de seguridad cerca de la finca
		N° mujeres trabajan en la finca	Caminos adecuados para llegar a la finca
			Movilidad pública para llegar a la finca
			Llega medios de comunicación a la finca
3	Asociatividad		Satisfacción participando en APROPICA
			APROPICA representa colaboración
			Socios de APROPICA representa competencia
			APROPICA genera confianza

4	Actividad en la finca	N° de ha total de la finca	Cuenta con área vitícola
		N° de ha parte vitícola	Cuenta con área de procesamiento
		N° de ha parte pecuaria	Cuenta con área pecuaria
		N° de ha parte comercialización	Cuenta con área de comercialización
		N° de ha parte procesamiento	Ofrece turismo
		N° de ha dedicados a otros cultivos	Ofrece gastronomía
		Edad de su viñedo	
5	Económico	Producción anual vid 2016 (TM)	El total de su producción de uva es suficiente para elaborar Pisco
		N° de variedades de vid pisquera que cultiva	Compra uva para elaborar Pisco
		Producción de Pisco 2016 (L)	Vende Pisco en la Finca
		N° de kg de vid que produce 1L Pisco	Vende Pisco en mercado local
		Ingreso económico 2016 (S/)	Vende Pisco en mercado nacional
		Costo producción 1kg uva (S/)	Vende Pisco en mercado internacional
		Precio que vende Botella Pisco 0.75 L (S/)	Realiza otras actividades de ingreso familiar
		Costo de inversión en marketing 2016 (S/)	Es rentable su finca
		N° otros cultivos que saca a la venta	Cuenta con presupuesto para pagar capacitación
			Tiene acceso a crédito
			Realiza pago por derecho de agua
			El Pisco da para vivir
			El cultivo de vid da para vivir
			Produce Pisco
			Produce vino
Produce mistela			
Produce crema de Pisco			
Produce cachina			

6	Tecnología	En el viñedo se realiza agricultura sustentable
		En el viñedo se realiza agricultura convencional
		En el viñedo se realiza riego por gravedad
		En el viñedo se realiza riego tecnificado
		Usa plantas injertadas
		Usa plantas francas
		Usa plantas francas e injertadas
		Utiliza abono químico para la fertilización
		Utiliza abono orgánico para la fertilización
		Cuantifica los requerimientos hídricos en el viñedo
		Realiza análisis de agua cada campaña
		Utiliza herbicidas
		Utiliza tractor para labrar el suelo
		Utiliza animales para labrar el suelo
		Mantiene el viñedo con cultivos de cobertura
		Realiza análisis de suelo cada campaña
		Realiza monocultivo
		Realiza dos cultivos en paralelo
		Realiza policultivo
		Controla las plagas con agroquímicos en su totalidad
		Controla las plagas con productos naturales en su totalidad
		Usa control biológico
		Realiza análisis de yemas cada campaña
		Realiza análisis de residuos de pesticidas cada campaña
		Los residuos de su finca los quema
		Los residuos de su finca los recicla
Los residuos de su finca los entierra		
Los residuos de su finca hacen compost		
Los residuos de su finca los deja a cielo abierto		
Los residuos de su finca los lleva a botadero o recolector municipal		

			El viñedo cuenta con sistema de conducción (postes de cemento)
			El viñedo cuenta con sistema de conducción (alambres +postes de madera)
			El viñedo cuenta con sistema de riego por goteo
			El viñedo cuenta con malla anti pájaros
			Contrata asesores para aumentar productividad de su finca
			Maneja redes sociales
			Cuenta con movilidad propia
			Cuenta con alguna norma de calidad implementada en viñedo
7	Gestión		Considera Ud. que desde que ha iniciado en la finca, ha evolucionado
			Participa de organizaciones comunitarias para comercialización de Pisco
			Participa en concursos regionales en los últimos cinco años
			Participa en concursos nacionales en los últimos cinco años
			En los últimos cinco años ha obtenido medallas
			Sabe vender Pisco
			Cuenta la finca con título de propiedad
8	Capacitación		Participa en actividades de capacitación
			Aplica conocimientos adquiridos en su finca
9	Recursos Naturales	N° de riegos que realizan por campaña (riego a gravedad)	El suelo de su viñedo es apto para la viticultura
			El suelo de su viñedo tiene buen drenaje
		N° de riegos que realizan con agua temporal (riego a gravedad)	El viñedo tiene pendientes
			El viñedo tiene área de conservación
			El viñedo ha sido antes un bosque
			El agua de su viñedo es apta para la viticultura
10	Problemática en viñedo y del Pisco		El problema en el viñedo es por plagas y enfermedades
			El problema en el viñedo es por daño de aves a los racimos

			El problema en el viñedo es por falta de mano de obra
			El problema en el viñedo es por presupuesto
			El problema en el viñedo es por delincuencia
			El problema en el viñedo es por sequía
			La amenaza del Pisco es el cambio climático
			La amenaza del Pisco es la adulteración
			La amenaza del Pisco es el aguardiente de uva de mesa
			La amenaza del Pisco es no ser considerado prioritario para la alimentación
			La amenaza del Pisco son los altos impuestos
			La amenaza del Pisco es la sequía en Ica
			La amenaza del Pisco es la falta de apoyo a productores
			La amenaza del Pisco es otras bebidas alcohólicas con mayor marketing
			La amenaza del Pisco son los productores informales
			Tiene conflictos por uso de agua

Anexo 2. Lista de Gases de Efecto Invernadero

Nombre del GEI	Principal actividad humana que lo genera	Potencial de calentamiento PCG*
Dióxido de carbono (CO ₂)	Combustibles fósiles, producción de cemento, cambios de uso de suelo	1
Metano	Combustibles fósiles, arrozales, vertedero, ganado	21
Óxido nitroso (N ₂ O)	Fertilizantes, procesos de combustión industriales	310
HFC 23 (CHF ₃)	Electrónica, refrigerantes	12000
HFC 134 a (CF ₃ CH ₂ F)	Refrigerantes	1300
HFC 152 a (CH ₃ CHF ₂)	Procesos industriales	120
Tetrafluometano (CF ₄)	Producción de aluminio	5700
Hexafluoretano (C ₂ F ₆)	Producción de aluminio	11900
Hexafluoruro de azufre (SF ₆)	Fluidos dieléctricos	22000

*Calculado para un horizonte temporal de 100 años

Anexo 3. Kc para cultivo de uva de vino

Cultivo		Kc ini1	Kc med	Kc fin	Altura Máx. Cultivo (h) (m)
Banana	1° año	0,50	1,10	1,00	3
	2° año	1,00	1,20	1,10	4
Cacao		1,00	1,05	1,05	3
Café	suelo sin cobertura	0,90	0,95	0,95	2-3
	con malezas	1,05	1,10	1,10	2-3
Palma Datilera		0,90	0,95	0,95	8
Palmas		0,95	1,00	1,00	8
Piña	suelo sin cobertura	0,50	0,30	0,30	0,6 – 1,2
	con coberturas de gramíneas	0,50	0,50	0,50	0,6 – 1,2
Árbol del caucho		0,95	1,00	1,00	10
Té	no sombreado	0,95	1,00	1,00	1,5
	sombreado	1,10	1,15	1,15	2
Uvas y moras					
Moras (arbusto)		0,30	1,05	0,50	1,5
Uvas	Mesa o secas (pasas)	0,30	0,85	0,45	2
	vino	0,30	0,70	0,45	1,5-2
Lúpulo		0,3	1,05	0,85	5

Fuente: Allen et al., 2006. Estudio de riego y drenaje)

Anexo 4. Evapotranspiración anual del cultivo de vid (mm/año)

Mes	N° días	Etapas	ET _o	kc	ET _c mm/día	ET _c (mm/mes)
Agosto	31	Brotación a floración	2.96	0.7	2.072	64.23
Setiembre	30		3.53	0.7	2.471	74.13
Octubre	31	Floración a envero	3.94	0.45	1.773	54.96
Noviembre	30		4.04	0.45	1.818	54.54
Diciembre	31		4.25	0.45	1.9125	59.29
Enero	31		4.26	0.45	1.917	59.43
Febrero	28		4.37	0.45	1.9665	55.06
Marzo	31	Reposo vegetativo	4.24	0.3	1.272	39.43
Abril	30		3.77	0.3	1.131	33.93
Mayo	31		3.04	0.3	0.912	28.27
Junio	30		2.59	0.3	0.777	23.31
Julio	31		2.64	0.3	0.792	24.55
					mm/año	571.14

Anexo 5. Detalle de balance de agua en fase de producción agrícola

Fuente	Flujos de entrada (m ³)			=	Flujos de salida (m ³)				
	Acuífero	+	Precipitación		Evapotranspiración De vegetación	+	Infiltración	+	Agua incorporada
Finca tipo 1	6284.00	+	0.00	=	5711.38	+	566.63	+	6
Finca tipo 2	439.00	+	12000.00	=	5711.38	+	6724.83	+	3

Donde:

Flujo de entrada	
Acuífero:	agua que se agrega al viñedo y se extrae del acuífero
Precipitación:	agua de lluvia o agua de río
Flujo de salida	
Evapotranspiración de vegetación:	de es la ET _c (mm/año) o m ³ /año
Infiltraciones:	es el agua que se obtiene de la diferencia de: agua de acuífero- evapotranspiración-agua incorporada)
Agua incorporada:	20% de agua que se incorpora del total de kg de uva que se cosecha, expresado en m ³

Nota: los datos de flujo de entrada y flujo de salida deben ser iguales

Anexo 6. Detalle de balance de agua en fase de bodega

Fuente	Flujos de entrada (m ³)			=	Flujos de salida (m ³)				
	Acuífero	+	Agua incorporada		Efluente	+	Evaporación de procesos	+	Agua incorporada
Finca tipo 1	10.00	+	6.0	=	10.5	+	3.0	+	2.5
Finca tipo 2	10.00	+	3.0	=	8.9	+	3.0	+	1.1

Donde:

Flujo de entrada	
Acuífero:	agua que se extrae del acuífero para piscina de enfriamiento y lavado de equipos
Agua incorporada en uva:	20% de agua que se incorpora del total de kg de uva que se cosecha, expresado en m ³
Flujo de salida	
Efluente:	Vinaza + 70% de agua evaporada
Evaporación de procesos:	de 30% de agua de acuífero
Agua incorporada en Pisco:	58% de agua contenida en Pisco

Nota: los datos de flujo de entrada y flujo de salida deben ser iguales

Anexo 7. Fertilizantes utilizados en Finca tipo 1 y Finca tipo 2

Datos de fertilizantes utilizados en Finca tipo 1					
% de P	% de N	Producto	Cantidad (kg)	Cantidad de P (kg)	Cantidad de N (kg)
0.0	33.0	Nitrato de amonio	52.1	0.0	17.2
31.6	0.0	Ácido fosfórico	55.6	17.6	0.0
61.0	11.0	Fosfato monoamónico	30.4	18.6	3.3
0.0	15.5	Nitrato de calcio	186.0	0.0	28.8
0.0	0.0	Sulfato de magnesio	142.6	0.0	0.0
0.0	0.0	Sulfato de potasio	570.2	0.0	0.0
				36.2	49.4
Datos de fertilizantes utilizados en Finca tipo 2					
% de P	% de N	Producto	Cantidad (kg)	Cantidad de P (kg)	Cantidad de N (kg)
20.0	20.0	Fosfato triple	200.0	40.0	40.0
				40.0	40.0

Anexo 8. Comparación entre los dos tipos de fincas para las variables estudiadas del Componente Familiar

N°	Variables de componente Familiar		p-valor	TIPOS DE FINCAS		
				Chi cuadrado	I (n=2)	II (n=14)
1	F1	Edad del responsable de la finca (años) sustentable.	0.2642		53 a	62 a
2	F2	Dedicación a la finca a tiempo completo		0.4142	100%	29%
3	F3	El responsable de la finca tiene instrucción superior		0.0126	100%	79%
4	F4	Originario de la región		0.0126	100%	79%
5	F5	Hay integración familiar en manejo de la finca		0.0008	50%	100%
6	F6	Género del responsable de la finca		sd	0%	29%
7	F7	Familia vive en la finca		0.0339	50%	50%
8	F8	Vivienda apta para condiciones climáticas de Ica		0.0339	50%	50%
9	F9	Se encuentra satisfecho con la producción de su finca		0.0196	50%	57%
10	F10	La finca ha sido traspasada de generación en generación		0.0588	50%	43%

Los datos que no comparten una letra en común son significativamente distintos de acuerdo con el test de diferencia de medias de Duncan LSD ($p \leq 0.05$).

Anexo 9. Comparación entre los dos tipos de fincas para las variables estudiadas del Componente Social

N°	Variables de componente Social		p-valor	TIPOS DE FINCAS		
				Chi cuadrado	I (n=2)	II (n=14)
1	S1	N° de personas que trabajan en la finca	0.0011		22.50 b	10.71 a
2	S2	N° de personas permanentes que trabajan en la finca	0.0039		9.50 b	3.43 a
3	S3	N° de personas eventuales que trabajan en la finca	0.0575		13.00 a	7.29 a
4	S4	N° de hombres que trabajan en la finca	0.0015		13.00 b	5.57 a
5	S5	N° de mujeres que trabajan en la finca	0.0800		8.00 a	4.00 a
6	S6	Los trabajadores de su finca reciben beneficios sociales		0.6547	100%	21%
7	S7	Existe instituciones de salud en el distrito que se ubica la finca		0.0027	100%	100%
8	S8	Existe instituciones de educación en el distrito que se ubica la finca		0.0027	100%	100%
9	S9	Existe instituciones de seguridad en el distrito que se ubica la finca		0.0075	100%	86%
10	S10	Existe caminos adecuados para llegar a la finca		0.0027	100%	100%
11	S11	Existe movilidad pública para llegar a la finca		0.0023	50%	86%
12	S12	Llega medios de comunicación a la finca		0.0027	100%	100%

Los datos que no comparten una letra en común son significativamente distintos de acuerdo con el test de diferencia de medias de Duncan LSD ($p \leq 0.05$).

Anexo 10. Comparación entre los dos tipos de fincas para las variables estudiadas del Componente Asociatividad

N°	Variables de componente Asociatividad		TIPOS DE FINCAS		
			Chi cuadrado	I (n=2)	II (n=14)
1	A1	Está satisfecho participando en APROPICA	0.0039	50%	79%
2	A2	Los socios de APROPICA representan para Ud. colaboración	sd	0%	36%
3	A3	Los socios de APROPICA representan para Ud. competencia	0.1573	100%	43%
4	A4	APROPICA le genera confianza	0.0013	50%	93%

Anexo 11. Comparación entre los dos tipos de fincas para las variables estudiadas del Componente Actividad en la Finca

N°	Variables de componente Actividad en la finca		p-valor	TIPOS DE FINCAS		
				Chi cuadrado	I (n=2)	II (n=14)
1	V1	N° Ha total de la finca	0.0015		44.50 b	5.50 a
2	V2	N° Ha parte vitícola	0.0013		31.25 b	4.46 a
3	V3	N° Ha parte pecuaria	0.3780		0.01 a	0.01 a
4	V4	N° Ha parte comercialización	0.5473		0.02 a	0.02 a
5	V5	N° Ha parte procesamiento	0.0031		0.27 b	0.02 a
6	V6	N° Ha dedicados a otros cultivos	0.0127		12.96 b	1.00 a
7	V7	Edad de su viñedo (años)	0.0092		4.00 a	21.79 b
8	V8	Cuenta con área vitícola		0.0027	100%	100%
9	V9	Cuenta con área de procesamiento		0.0075	100%	86%
10	V10	Cuenta con área pecuaria		0.0339	50%	50%
11	V11	Cuenta con área de comercialización		0.0075	100%	86%
12	V12	Ofrece turismo		0.0196	50%	57%
13	V13	Ofrece gastronomía		0.3173	50%	21%

Los datos que no comparten una letra en común son significativamente distintos de acuerdo con el test de diferencia de medias de Duncan LSD ($p \leq 0.05$).

Anexo 12. Comparación entre los dos tipos de fincas para las variables estudiadas del Componente Económico

N°	Variables de componente Económico		p-valor	TIPOS DE FINCAS		
				Chi cuadrado	I (n=2)	II (n=14)
1	E1	Producción anual de vid 2016 (toneladas)	0.0059		24.50 b	12.57 a
2	E2	N° variedades de vid pisquera que cultiva	0.2688		2.50 a	1.57 a
3	E3	Producción anual de Pisco 2016 (litros)	0.1740		39500 a	21214 a
4	E4	N° de kg de vid que produce 1L de Pisco	0.8610		6.50 a	6.43 a
5	E5	Ingreso económico 2016 (S/)	0.0666		200000 a	91785 a
6	E6	Costo producción 1 kg uva (S/)	0.1013		0.50 a	0.89 a
7	E7	Precio que vende botella Pisco 0.75 L (S/)	0.3624		27.50 a	22.29 a
8	E8	Costo de inversión en marketing 2016 (S/)	0.0597		14500 a	4778 a
9	E9	N° otros cultivos que saca a la venta	0.8866		0.50 a	0.43 a
10	E10	El total de su producción es suficiente para elaborar Pisco		0.0339	50%	50%
11	E11	Compra uva para elaborar Pisco		0.0196	50%	57%
12	E12	Vende Pisco en la finca		0.0067	50%	71%
13	E13	Vende Pisco en mercado local		0.0114	50%	64%
14	E14	Vende Pisco en mercado nacional		0.0339	50%	50%
15	E15	Vende Pisco en mercado internacional		sd	50%	0%
16	E16	Realiza otras actividades de ingreso familiar		0.0027	100%	100%
17	E17	Es rentable su finca		0.0126	100%	79%
18	E18	Cuenta con presupuesto para pagar capacitación		0.0126	100%	79%
19	E19	Tiene acceso a crédito		0.0045	100%	93%
20	E20	Realiza pago por derecho de agua		0.0027	100%	100%
21	E21	El Pisco dá para vivir		0.0023	50%	86%
22	E22	El cultivo de vid dá para vivir		0.1025	100%	36%
23	E23	Produce Pisco		0.0027	100%	100%
24	E24	Produce vino		0.2637	50%	14%
25	E25	Produce mistela		0.0039	50%	79%
26	E26	Produce crema de Pisco		sd	0%	29%
27	E27	Produce cachina		sd	0%	50%

Los datos que no comparten una letra en común son significativamente distintos de acuerdo con el test de diferencia de medias de Duncan LSD ($p \leq 0.05$).

Anexo 13. Comparación entre los dos tipos de fincas para las variables estudiadas del Componente Tecnología

N°	Variables de componente Tecnología		TIPOS DE FINCAS		
			Chi cuadrado	I (n=2)	II (n=14)
1	T1	En el viñedo se realiza agricultura sustentable.	sd	0%	36%
2	T2	En el viñedo se realiza agricultura convencional.	0.0348	100%	64%
3	T3	En el viñedo se realiza riego por gravedad	sd	0%	93%
4	T4	en el viñedo se realiza riego tecnificado	0.5637	100%	0.07%
5	T5	Usa plantas injertadas	0.9999	50%	0.07%
6	T6	Usa plantas francas	sd	0%	50%
7	T7	Usa plantas francas e injertadas	0.0588	50%	43%
8	T8	Utiliza abono químico para la fertilización	0.0075	100%	86%
9	T9	Utiliza abono orgánico para la fertilización	0.0023	50%	86%
10	T10	Cuantifica los requerimientos hídricos para el viñedo	sd	0%	0%
11	T11	Realiza análisis de agua cada campaña	sd	50%	0%
12	T12	Utiliza herbicidas	0.0578	100%	57%
13	T13	Utiliza tractor para labrar el suelo	0.2568	100%	36%
14	T14	Utiliza animales para labrar el suelo	sd	0%	79%
15	T15	Mantiene el viñedo con cultivos de cobertura	0.9999	50%	0.07%
16	T16	Realiza análisis de suelo cada campaña	sd	50%	0%
17	T17	Realiza monocultivo	0.0067	50%	71%
18	T18	Realiza dos cultivos en paralelo	0.5637	50%	14%
19	T19	Realiza policultivo	sd	0%	0%
20	T20	Controla las plagas con agroquímicos en su totalidad	0.0126	100%	79%
21	T21	Controla las plagas con productos biológicos en su totalidad	sd	0%	0%
22	T22	Usa control biológico	sd	0%	0%
23	T23	Realiza análisis de yema cada campaña	sd	50%	0%
24	T24	Realiza análisis de residuos de pesticidas cada campaña	sd	0%	0%
25	T25	Los residuos en su finca los quema	sd	0%	64%
26	T26	Los residuos de su finca los recicla	sd	0%	14%
27	T27	Los residuos de su finca los entierra	sd	0%	29%
28	T28	Los residuos de su finca hacen compost	0.5637	50%	14%
29	T29	Los residuos de su finca los deja a cielo abierto	0.0588	50%	43%
30	T30	Los residuos de su finca los lleva a botadero o recolector municipal	0.9999	50%	0.07%
31	T31	El viñedo cuenta con sistema de conducción (postes de cemento)	sd	0%	21%
32	T32	El viñedo cuenta con sistema de conducción (postes de madera + alambres)	0.0578	100%	57%
33	T33	El viñedo cuenta con sistema de riego por goteo	sd	100%	0%
34	T34	El viñedo cuenta con malla anti pájaros	sd	50%	0%
35	T35	Contrata a asesores para aumentar productividad de su finca	0.6547	100%	21%
36	T36	Utiliza redes sociales	0.0126	100%	79%
37	T37	Cuenta con movilidad propia	0.0209	100%	71%
38	T38	Cuenta con alguna norma de calidad implementada en viñedo	sd	50%	0%

Anexo 14. Comparación entre los dos tipos de fincas para las variables estudiadas del
Componente Gestión

N°	Variables de componente Gestión		TIPOS DE FINCAS		
			Chi cuadrado	I (n=2)	II (n=14)
1	G1	Considera Ud. que desde que ha iniciado en la finca, ha evolucionado	0.0045	100%	93%
2	G2	Participa de organizaciones comunitarias para comercialización de Pisco	0.0126	100%	79%
3	G3	Participa en concursos regionales en los últimos cinco años	0.0348	100%	64%
4	G4	Participa en concursos nacionales en los últimos cinco años	0.0348	100%	64%
5	G5	En los últimos cinco años ha obtenido medallas	0.0956	100%	50%
6	G6	Sabe vender Pisco	0.0209	100%	71%
7	G7	Cuenta l a finca con título de propiedad	0.0027	100%	100%

Anexo 15. Comparación entre los dos tipos de fincas para las variables estudiadas del Componente Capacitación

N°	Variables de componente Capacitación		TIPOS DE FINCAS		
			Chi cuadrado	I (n=2)	II (n=14)
1	C1	Participa en actividades de capacitación	0.0045	100%	93%
2	C2	Aplica conocimientos adquiridos en su finca	0.0075	100%	86%

Anexo 16. Comparación entre los dos tipos de fincas para las variables estudiadas del Componente Recursos Naturales

N°	Variables de componente Recursos Naturales	p-valor	TIPOS DE FINCAS		
			Chi cuadrado	I (n=2)	II (n=14)
1	R1 Viticultores que realizan riego por gravedad: N° de riegos que realiza por campaña	0.0001		210 b	2.03 a
2	R2 Viticultores que realizan riego por gravedad: N° de riegos con agua temporal	0.0135		0.00 a	3.07 b
3	R3 El suelo de su viñedo es apto para la viticultura		0.0027	100%	100%
4	R4 El suelo de su viñedo tiene buen drenaje		0.1025	50%	36%
5	R5 El viñedo tiene pendientes		sd	0%	0%
6	R6 El viñedo tiene área de conservación		sd	0%	0%
7	R7 El viñedo ha sido antes un bosque		sd	0%	0%
8	R8 El agua de su viñedo es apta para la viticultura		0.0027	100%	100%

Los datos que no comparten una letra en común son significativamente distintos de acuerdo con el test de diferencia de medias de Duncan LSD ($p \leq 0.05$).

Anexo 17. Comparación entre los dos tipos de fincas para las variables estudiadas del Componente Problemática en viñedos y del Pisco

N°	Variables de componente Problemática en viñedo y del Pisco		TIPOS DE FINCAS		
			Chi cuadrado	I (n=2)	II (n=14)
1	P1	El problema en el viñedo es por plagas y enfermedades	sd	0%	14%
2	P2	El problema en el viñedo es por aves	sd	0%	21%
3	P3	El problema en el viñedo es por falta de mano de obra	sd	0%	36%
4	P4	El problema en el viñedo es por presupuesto	0.3173	50%	21%
5	P5	El problema en el viñedo es por delincuencia	0.1025	50%	36%
6	P6	El problema en el viñedo es por sequía	0.0196	50%	57%
7	P7	La amenaza del Pisco es el cambio climático	sd	0%	0.07%
8	P8	La amenaza del Pisco es la adulteración	0.0114	50%	64%
9	P9	La amenaza del Pisco es el aguardiente de uva de mesa	0.1573	100%	43%
10	P10	La amenaza del Pisco es no ser considerado prioritario para la alimentación	0.9999	50%	0.07%
11	P11	La amenaza del Pisco son los altos impuestos	sd	0%	21%
12	P12	La amenaza del Pisco es la sequía en Ica	sd	0%	14%
13	P13	La amenaza del Pisco es la falta de apoyo a productores	sd	0%	0.07%
14	P14	La amenaza del Pisco es otras bebidas alcohólicas con mayor marketing	sd	0%	0%
15	P15	La amenaza del Pisco son los productores informales	sd	0%	0.07%
16	P16	Tiene conflictos por uso de agua	sd	0%	0.14%

Anexo 18. Hallando Huella de escasez en fase de producción agrícola y en fase de bodega

$$\text{Huella de Escasez} = \text{Factor de Escasez} * \text{Inventario de agua para la uva}$$

El agua consumida por la planta de vid se calcula usando la evapotranspiración de la planta (vid) mediante el uso del programa CROPWATv8. En el **Anexo 4** se muestra el detalle de los datos obtenidos del CROPWATv8.

Datos previos para Huella de Escasez:

Para producir 1 L de Pisco se utiliza 7 kg de uva; entonces para 0.5 L de Pisco se utilizó 3.5 kg de uva*

Evapotranspiración	571	mm/año			
Evapotranspiración	5710	m ³ /año			
Producción de uva anual en finca tipo 1	30000	kg uva/ha	=	30	TM/ha
	190.33	m ³ /año/1 TM	=	1000	kg de uva
	0.19	m ³ /1kg de uva	=	1	kg de uva
	0.67	m ³ /3.5 kg de uva	=	*3.5	kg de uva
Producción de uva anual en finca tipo 2	14000	kg uva/ha	=	14	TM/ha
	407.86	m ³ /año/1 TM	=	1000	kg de uva
	0.41	m ³ /1kg de uva	=	1	kg de uva
	1.22	m ³ /3.5 kg de uva	=	*3.5	kg de uva

Reemplazando la fórmula para finca tipo 1 y 2:

$$\text{Huella de Escasez} = \text{Factor de Escasez} * \text{Inventario de agua para la uva}$$

$$\text{Huella de Escasez} = 0.98 * \text{Inventario de agua para la uva}$$

Huella de Escasez para 1kg- 3.5 kg de uva. Finca tipo 1 y tipo 2

Tipo de finca	Para 1 kg de uva		Para 3.5 kg de uva	
	m3	L	m3	L
Finca tipo 1	0.19	186.2	0.66	656.6
Finca tipo 2	0.40	401.8	1.20	1195.6

b) Huella de escasez en fase de bodega

$$\text{Huella de Escasez} = \text{Factor de Escasez} * \text{Inventario de agua}$$

Se realiza el balance de agua, donde el inventario de agua corresponde al agua contenida dentro del Pisco y al agua de lavado que se evapora y no regresa a la cuenca.

Para la finca tipo 1, se tiene los siguientes datos:			
Producción de uva en viñedo	=	30000	kg de uva
Producción de 1 L Pisco	=	7	kg de uva
Producción total de Pisco en finca tipo 1	=	4285.71	L
Contenido de agua en 4285.71 L de Pisco (58%) en Finca tipo 1	=	2485.71	L
Volumen de agua de limpieza y agua en piscina de enfriamiento (condensación del Pisco) (valor referencial) (huella hídrica azul)	=	10	m ³
Pérdida de agua de limpieza 30% **	=	3	m ³
Agua de limpieza que queda como efluente	=	7	m ³

**valor asumido

Por tanto, se tiene:

Agua contenida en Pisco					
Agua consumida en el Pisco en 4285.71 L	2485.71	L	=	2.49	m ³
Agua consumida en 0.5 L de Pisco	0.00029	m ³	para	0.50	L
Agua consumida en 0.5 L de Pisco	0.29	L	para	0.50	L
Agua de lavado					
Volumen de agua de limpieza evaporada	3				m ³

Hallando el inventario de agua=agua contenida en el Pisco + sumatoria de agua evaporada

Agua contenida en el Pisco (58% de agua)	=	2.49	m ³			
Agua evaporada	=	3	m ³			
Inventario de agua	=	2.49	m ³	+	3	m ³
Inventario de agua	=	5.49	m ³	para	4285.71	L de Pisco
Inventario de agua	=	0.0006	m ³	para	0.5	L de Pisco
Inventario de agua	=	0.64	L	para	0.5	L de Pisco
Inventario de agua	=	1.28	L	para	1	L de Pisco

Para la finca tipo 2, se tiene los siguientes datos:

Producción de uva en viñedo	=	14000	kg de uva
Producción de 1 L Pisco	=	7	kg de uva
Producción total de Pisco en finca tipo 2	=	2000.00	L
Contenido de agua en 5000 L de Pisco (58%) en Finca tipo 2	=	1160.00	L
Volumen de agua de limpieza y agua en piscina de enfriamiento (condensación del Pisco) (valor referencial) (huella hídrica azul)	=	10	m ³
Pérdida de agua de limpieza 30%**	=	3	m ³
Agua de limpieza que queda como efluente	=	7	m ³

Por tanto, se tiene:

Agua contenida en Pisco						
Agua consumida en 2000 L de Pisco	1160	L	=	1.1	m ³	
Agua consumida en 0.5 L de Pisco	0.00029	m3	para	0.5	L	
Agua consumida en 0.5 L de Pisco	0.29	L	para	0.5	L	
Agua de lavado						
Volumen de agua de limpieza evaporada	3				m ³	

Hallando el inventario de agua=agua contenida en el Pisco + sumatoria de agua evaporada

Agua contenida en 2000 L de Pisco	=	1.1	m3			
Agua evaporada	=	3	m3			
Inventario de agua	=	1.1	m3	+	3	m3
Inventario de agua	=	4.1	m3	para	2000.0	L de Pisco
Inventario de agua	=	0.001	m3	para	0.5	L de Pisco
Inventario de agua	=	1025	L	para	0.5	L de Pisco
Inventario de agua	=	2050	L	para	1	L de Pisco

Reemplazando la fórmula para finca tipo 1 y 2:

$$\text{Huella de Escasez} = \text{Factor de Escasez} * \text{Inventario de agua}$$

$$\text{Huella de Escasez} = 0.98 * \text{Inventario de agua}$$

Huella de Escasez para 0.5 – 1 L de Pisco. Finca tipo 1 y tipo 2

Tipo de finca	Para 0.5 L de Pisco		Para 1 L de Pisco	
	m ³	L	m ³	L
Finca tipo 1	0.00059	0.59	0.0012	1.18
Finca tipo 2	0.00098	0.98	0.0020	1.96

Por tanto, la Huella de Escasez del Pisco para ambas fincas es el siguiente: expresado en m³

Huella de Escasez General para 0.5 L de Pisco. Finca tipo 1 y tipo 2

Tipo de finca	Huella de Escasez en fase de producción agrícola para 3.5 kg de uva	+	Huella de Escasez en fase de bodega para 0.5 L de Pisco	=	Huella de Escasez de 0.5 L de Pisco
Finca tipo 1	0.66 m ³	+	0.0006 m ³	=	0.66 m ³
Finca tipo 2	1.20 m ³	+	0.00098 m ³	=	1.20 m ³

Huella de Escasez del Pisco para ambas fincas expresado en litros:

Tipo de finca	Huella de Escasez en fase de producción agrícola para 3.5 kg de uva	+	Huella de Escasez en fase de bodega para 0.5 L de Pisco	=	Huella de Escasez de 0.5 L de Pisco
Finca tipo 1	656.6 L	+	0.59 L	=	657.19 L
Finca tipo 2	1195.6 L	+	0.98 L	=	1196.58L

Anexo 19. Hallando Huella de disponibilidad en fase de producción agrícola

a) Huella de disponibilidad en fase producción agrícola

Los valores en el afluente para el **Nitrógeno** son:

Cref (mg/L)	1.6	Propuesta de ECA Agua Subterránea, Mamaní 2012)
Cafl (mg/L)	0.054	Resultado de análisis de agua de pozo
QE=Cref/Cafl	29.62	El QE es un valor entre 0 y 1; si el valor es mayor a 1 entonces se considera 1.
QE	1	

Para el efluente se tiene:

Datos de finca tipo 1		
Nitrógeno infiltrado (kg/año)	18.32	Anexo 24
Volumen de agua (infiltración) (m ³ /año)	566.63	S
Concentración (mg/L)	0.0323	Concentración= N infiltrado/volumen de agua
Cref	0.0016	Propuesta de ECA Agua Subterránea, Mamaní 2012)
QS	0.0495	QS= Cref/concentración
Datos de finca tipo 2		
Nitrógeno infiltrado (kg/año)	14.84	Anexo 24
Volumen de agua (infiltración) (m ³ /año)	6724.83	S
Concentración (mg/L)	0.0022	Concentración= N infiltrado/volumen de agua
Cref	0.0016	Propuesta de ECA Agua Subterránea, Mamaní 2012)
QS	0.7272	QS= Cref/concentración

Los valores en el afluente para el **Fósforo** son:

Cref (mg/L)	0.4	Propuesta de ECA Agua Subterránea, Mamaní 2012)
Cafl (mg/L)	0.219	Resultado de análisis de agua de pozo
QE=Cref/Cafl	1.826	El QE es un valor entre 0 y 1; si el valor es mayor a 1 entonces se considera 1.
QE	1	

Para el efluente se tiene:

Datos de finca tipo 1		
Fósforo infiltrado (kg/año)	3.62	Anexo 24
Volumen de agua (infiltración) (m ³ /año)	566.63	S
Concentración (mg/L)	0.0064	Concentración= P infiltrado/volumen de agua
Cref	0.0016	Propuesta de ECA Agua Subterránea, Mamaní 2012)
QS	0.25	QS= Cref/concentración

Datos de finca tipo 2		
Fósforo infiltrado (kg/año)	1.32	Anexo 24
Volumen de agua (infiltración) (m ³ /año)	6724.83	S
Concentración (mg/L)	0.0002	Concentración= P infiltrado/volumen de agua
Cref	0.0016	Propuesta de ECA Agua Subterránea, Mamaní 2012)
QS	8	QS= Cref/concentración

El cálculo del QE y QS son los factores de calidad del afluente y efluente. Se tomó el nitrógeno como el contaminante crítico para calcular el WIIX dado que presento el menor factor de calidad de agua extraída y menor factor de calidad de agua vertida (QE y QS) de ambos. Reemplazando los valores de la fórmula para la finca tipo 1 y tipo 2:

$$WIIX = (E * QE * WSIE) - (S * QS * WSIS)$$

WIIX	=	E	x	QE	x	WSIE	-	S	*	QS	*	WSIS	=	m ³
Finca tipo 1	=	6284.0	x	1	x	0.98	-	566.6	*	0.05	*	0.98	=	6130.6
Finca tipo 2	=	12439.0	x	1	x	0.98	-	6724.8	*	0.72	*	0.98	=	7445.2

Por tanto, se tiene que el cálculo de Huella de disponibilidad en fase agrícola se tiene:

Huella de Disponibilidad en fase agrícola. Finca tipo 1 y tipo 2

Finca tipo 1	6130.6	m ³	para	30000	kg/uva	o	30	TM/ha
	0.71	m ³	para	3.5	kg/uva			
	0.20	m ³	para	1	kg/uva			
Finca tipo 2	7445.2	m ³	para	14000	kg/uva	o	14	TM/ha
	1.86	m ³	para	3.5	kg/uva			
	0.53	m ³	para	1	kg/uva			

b) Huella de disponibilidad en fase de bodega

Cabe resaltar que se considera afluente, al agua de pozo extraída para realizar el lavado de equipos y maquinarias y el efluente a la sumatoria de la vinaza y al 70 por ciento del agua de limpieza.

Por tanto, para DBO_5 del agua de lavado se tiene:

Cref (mg/L)	15	ECA de Agua Superficial, Río Ica Clase III) (Mamaní, 2012)
Cafl (mg/L) =Cp	2.0	Resultado de análisis de laboratorio
QE=Cref/Cp	7.5	El QE es un valor entre 0 y 1; si el valor es mayor a 1 entonces se considera 1.
QE	1.0	

Por tanto, para DBO_5 del efluente total se tiene:

Cref (mg/L)	15	ECA de Agua Superficial, Río Ica Clase III)
Cefl (mg/L) =Cp Finca tipo 1	1955.4	Anexo 25
Cefl (mg/L) =Cp Finca tipo 2	14228.0	Anexo 25
QS=Cref/Cp Finca tipo 1	0.0076	El QS es un valor entre 0 y 1; si el valor es mayor a 1 entonces se considera 1.
QS=Cref/Cp Finca tipo 2	0.0010	

Reemplazando los valores de la fórmula:

WIIX	=	E	x	QE	x	WSIE	-	S	*	QS	*	WSIS	=	
Finca tipo 1	=	10.0	x	1	x	0.98	-	19.9	*	0.007	*	0.98	=	9.65
Finca tipo 2	=	10.0	x	1	x	0.98	-	13.0	*	0.001	*	0.98	=	9.79

Hallando el WIIX para 0.5 L de Pisco

Finca tipo 1	9.65	m3	30000	kg de uva	o	4285.71	L de Pisco
	0.0011	m3	para			0.5	L de Pisco
	1.13	L	para			0.5	L de Pisco
Finca tipo 2	9.79	m3	14000	kg de uva	o	2000.00	L de Pisco
	0.0024	m3	para			0.5	L de Pisco
	2.45	L	para			0.5	L de Pisco

Por tanto, para DQO del agua de lavado se tiene:

Cref (mg/L)	30	ECA de Agua Superficial,
Cafl (mg/L) =Cp	10	Resultado de análisis de laboratorio
QE=Cref/Cp	3.0	El QE es un valor entre 0 y 1; si el valor es mayor a 1 entonces se considera 1.
QE	1.0	

Por tanto, para DQO del efluente total se tiene:

Cref (mg/L)	30	ECA de Agua Superficial
Cefl (mg/L) =Cp Finca tipo 1	19954.7	Anexo 25
Cefl (mg/L) =Cp Finca tipo 2	14227.0	Anexo 25
QS=Cref/Cp Finca tipo 1	0.0015	El QS es un valor entre 0 y 1; si el valor es mayor a 1 entonces se considera 1.
QS=Cref/Cp Finca tipo 2	0.0021	

Se tomó la DBO₅ como contaminante principal para calcular el WIIX dado que presento el menor factor de calidad de agua vertida (QS) de ambos. Reemplazando los valores de la fórmula para los dos tipos de fincas (**Anexo 26**):

WIIX	=	E	x	QE	x	WSIE	-	S	*	QS	*	WSIS		
Finca tipo 1	=	10.0	x	1	x	0.98	-	19.9	*	0.007	*	0.98	=	9.65
Finca tipo 2	=	10.0	x	1	x	0.98	-	13.0	*	0.001	*	0.98	=	9.79

Hallando el WIIX para 0.5 L de Pisco							
Finca tipo 1	9.65	m3	30000	kg de uva	o	4285.71	L de Pisco
	0.0011	m3	para			0.5	L de Pisco
	1.13	L	para			0.5	L de Pisco
Finca tipo 2	9.79	m3	14000	kg de uva	o	2000.00	L de Pisco
	0.0024	m3	para			0.5	L de Pisco
	2.45	L	para			0.5	L de Pisco

Paso 4: Interpretación de resultados

El cálculo de la Huella Hídrica dio los siguientes resultados: expresado en m³.

Huella Hídrica de 1kg de uva y 0.5 L de Pisco. Finca tipo 1 y tipo 2

Huella	Producción agrícola 1kg uva	Fase bodega 0.5 L Pisco
Huella de Escasez Finca tipo 1	0.19 m ³	0.00059 m ³
Huella de Escasez Finca tipo 2	0.40 m ³	0.00098 m ³
Huella de Disponibilidad Finca tipo1	0.20 m ³	0.0011m ³
Huella de Disponibilidad Finca tipo2	0.53 m ³	0.0024 m ³

El cálculo de la Huella Hídrica dio los siguientes resultados: expresado en litros

Huella	Producción agrícola 1kg uva	Fase bodega 0.5 L Pisco
Huella de Escasez Finca tipo 1	186.6 L	0.59 L
Huella de Escasez Finca tipo 2	401.8 L	0.98 L
Huella de Disponibilidad Finca tipo1	200.0 L	1.13L
Huella de Disponibilidad Finca tipo2	530.0 L	2.45L

Anexo 20. Hallando Nitrógeno y Fósforo Infiltrado (kg/año)

Nitrógeno

Tabla 3. Factores que influyen en el potencial de lixiviación-escorrentía del nitrógeno. El estado del factor determina la escorrentía, potencial de lixiviación, expresado como un puntaje entre 0 y 1. Un peso por factor muestra la importancia de cada factor.

		NITRÓGENO						
		potencial de lixiviación-escorrentía		muy bajo	bajo	alto	muy alto	
		Puntuación (s)	0	0.33	0.67	1		
		Peso * (w)						
Categoría	Factor	α	β					
Factores ambientales	entrada atmosférica	Deposición de N (g N m ⁻² vr ⁻¹)(ver apéndice II mapa 1)	10	10	<0.5	>0.5	<1.5	>1.5
		textura (relevante para la lixiviación) (ver apéndice II, mapa 2)	15	15	arcilloso	limoso	franco	arena
		textura (relevante para la escorrentía) (ver apéndice II, mapa 2)	10	10	arena	franco	limoso	arcilloso
		drenaje natural (relevante para la lixiviación)(ver apéndice II, mapa 3)	10	15	mal o muy mal drenado	moderadamente a imperfectamente drenado	bien drenado	excesivamente a extremadamente drenado
		drenaje natural (relevante para la escorrentía)(ver apéndice II, mapa 3)	5	10	excesivamente a extremadamente drenado	bien drenado	moderadamente a imperfectamente drenado	mal o muy mal drenado
		clima	precipitación (mm) (ver apéndice II, mapa 5)	15	15	0-600	600-1200	1200-1800
Práctica agrícola		N-fijación (kg / ha)	10	10	0	>0	<60	>60
		Rango de aplicación**	10	0	muy bajo	bajo	alto	muy alto
		absorción de la planta (rendimiento de la cosecha) **	5	0	muy alto	alto	bajo	muy bajo
		práctica de gestión	10	15	mejor	buena	promedio	peor

* al derivar la carga de N a las aguas subterráneas y superficiales como una fracción de la tasa de aplicación de N, se deben usar los pesos en la columna alfa.
Al derivar la carga de N a las aguas subterráneas y superficiales como una fracción del excedente de N en el suelo, se deben tomar los pesos de la columna beta.

** estos factores no necesitan ser considerados al derivar la carga de N al suelo y al agua superficial como una fracción del excedente de N en el suelo, porque estos factores ya han sido contabilizados en el cálculo del excedente

Fuente: Franke, et al. 2013. Contabilidad de la huella de agua gris

Nitrogeno (Finca tipo 1)					
Factor	Descripción	Score (s)	α	Multiplicación	Sustento
Factores Ambientales	Deposición de Nitrogeno	0	10	0	Es baja, según lo indicado en el mapa
	Textura (relevante para la lixiviación)	1	15	15	El tipo de suelo es franco arenoso.
	Textura (relevante para la escorrentía)	0	10	0	El tipo de suelo es franco arenoso.
	Drenaje natural (relevante para la lixiviación)	0.67	10	6.7	Moderado, según el mapa y calidad de suelo
	Drenaje natural (relevante para la escorrentía)	0.67	10	6.7	Moderado a imperfecto drenado
	Precipitación	0	15	0	Hay inexistencia de precipitaciones en la ciudad de Ica
Practica Agrícola	Fijación de Nitrogeno	1	10	10	Se adiciona mas de 60 Kg/ ha según los registros
	Practica de gestión	0	15	0	
			95	38.4	

Para el calculo de la cantidad de exedente que entra a un cuerpo de agua se usa:

$$\alpha = \alpha_{\min} + \left[\frac{\sum Si * Wi}{\sum Wi} \right] * (\alpha_{\max} - \alpha_{\min})$$

Ítem	Nitrogeno
α_{\min}	0.08
α_{\max}	0.8
α	0.3710

Reemplazando en la ecuación se tiene: $L = \alpha * Appl [masa/tiempo]$

Aplicación de N/año/ha	49.370 kg/ha
L=	18.318 Kg/hectarea. Año

Nitrogeno (Finca tipo 2)					
Factor	Descripción	Score (s)	α	Multiplicación	Sustento
Factores Ambientales	Deposición de Nitrogeno	0	10	0	Es baja, según lo indicado en el mapa
	Textura (relevante para la lixiviación)	1	15	15	El tipo de suelo es franco arenoso.
	Textura (relevante para la escorrentía)	0	10	0	El tipo de suelo es franco arenoso.
	Drenaje natural (relevante para la lixiviación)	0.67	10	6.7	Moderado, según el mapa y calidad de suelo
	Drenaje natural (relevante para la escorrentía)	0.67	10	6.7	Moderado a imperfecto drenado
	Precipitación	0	15	0	Hay inexistencia de precipitaciones en la ciudad de Ica
Practica Agrícola	Fijación de Nitrogeno	1	10	10	Se adiciona mas de 60 Kg/ ha según los registros
	Práctica de gestión	0	15	0	
			95	38.4	

Para el calculo de la cantidad de exedente que entra a un cuerpo de agua se usa:

$$\alpha = \alpha_{\min} + \left[\frac{\sum S_i * W_i}{\sum W_i} \right] * (\alpha_{\max} - \alpha_{\min})$$

Ítem	Nitrogeno
α_{\min}	0.08
α_{\max}	0.8
α	0.3710

Reemplazando en la ecuación se tiene: $L = \alpha * Appl [masa/tiempo]$

Aplicación de N/año/ha	40.000 kg/ha
L=	14.841 Kg/hectarea. Año

Fósforo

Tabla 1: Factores que influyen en el potencial de lixiviación-escorrentía de P. El estado del factor determina la pérdida de potencial de lixiviación, expresado como un puntaje entre 0 y 1. Un peso por factor muestra la importancia de cada factor.

		FÓSFORO						
		potencial de lixiviación-escorrentía	muy bajo	bajo	alto	muy alto		
		Puntuación (s)	0	0.33	0.67	1		
		Peso * (w)						
Categoría	Factor	α	β					
Factores ambientales	suelo	textura (relevante para la escorrentía) (ver apéndice II, mapa 2)	15	25	arena	franco	limoso	arcilloso
		erosión (ver apéndice II, mapa 9)	20	25	bajo	moderado	alto	muy alto
		contenido de P (g P m-2) (ver apéndice II mapa 6)	15	20	<200	200-400	400-700	>700
	clima	intensidad de lluvia	10	15	ligero	moderado	fuerte	pesado
Práctica agrícola		Rango de aplicación**	15	0	muy bajo	bajo	alto	muy alto
		absorción de la planta (rendimiento de la cosecha) **	10	0	muy alto	alto	bajo	muy bajo
		práctica de gestión	15	15	mejor	buena	promedio	peor

* al derivar la carga de P a las aguas subterráneas y superficiales como una fracción de la tasa de aplicación de P, se deben usar los pesos en la columna alfa.

Al derivar la carga de P a las aguas subterráneas y superficiales como una fracción del excedente de P en el suelo, se deben tomar los pesos de la columna beta.

** estos factores no necesitan ser considerados al derivar la carga de P al suelo y al agua superficial como una fracción del excedente de P en el suelo, porque estos factores ya han sido contabilizados en el cálculo del excedente

Fuente: Franke, et al. 2013. Contabilidad de la huella de agua gris

Fósforo (Finca tipo 2)					
Factor	Descripción	Score (s)	α		Sustento
Suelo	Textura	0	25	0	El tipo de suelo es franco arenoso.
	Erosión	0	25	0	Leve. El valle de Ica en su mayoría esta compuesto por tierras agrícolas, no hay estudios donde se haya detectado pérdida de tierras agrícolas a causa de erosión.
	P contenido	0.33	20	6.6	Bajo. Ver los resultados de análisis de suelo "fosforo"
Clima	Intensidad de lluvia	0	15	0	Muy baja, Ica no llueve
Agricultura practica	Practica de gestión	0	15	0	Se cuenta con buenas practicas de gestión agrícola
			100	6.6	

Para el calculo de la cantidad de exedente que entra a un cuerpo de agua se usa:

$$\alpha = \alpha \min + \left[\frac{\sum Si * Wi}{\sum Wi} \right] * (\alpha \max - \alpha \min)$$

	Fosforo
$\alpha \min$	0.0001
$\alpha \max$	0.5
α	0.0331

Reemplazando en la ecuación se tiene:

$$L = \alpha * Appl [masa/tiempo]$$

Aplicación de P/año/ha **40.00 kg/hc**

L= **1.32 Kg/hectarea. Año**

Fósforo (Finca tipo 1)					
Factor	Descripción	Score (s)	α		Sustento
Suelo	Textura	0	25	0	El tipo de suelo es franco arenoso.
	Erosión	0	25	0	Leve. El valle de Ica en su mayoría esta compuesto por tierras agrícolas, no hay estudios donde se haya detectado pérdida de tierras agrícolas a causa de erosión.
	P contenido	1	20	20	Muy alto. Ver los resultados de análisis de suelo "fosforo"
Clima	Intensidad de lluvia	0	15	0	Muy baja, Ica no llueve
Agricultura practica	Practica de gestión	0	15	0	Se cuenta con buenas practicas de gestión agrícola
			100	20	

Para el calculo de la cantidad de exedente que entra a un cuerpo de agua se usa:

$$\alpha = \alpha \min + \left[\frac{\sum Si * Wi}{\sum Wi} \right] * (\alpha \max - \alpha \min)$$

	Fosforo
$\alpha \min$	0.0001
$\alpha \max$	0.5
α	0.1001

Reemplazando en la ecuación se tiene:

$$L = \alpha * Appl [masa/tiempo]$$

Aplicación de P/año/ha **36.16 kg/hc**

L= **3.619 Kg/hectarea. Año**

Anexo 21. Hallando concentración de efluente (mg/L) para dos tipos de fincas

Hallando Concentración de efluente para DBO ₅					
C _{efl}	*	Vol _{efl}	=	C ₁	* V ₁ + C ₂ *V ₂
Se cuenta con la siguiente información:					
C ₁	vinaza	=	30825	mg/L	Resultados de análisis de laboratorio
V ₁	vinaza	=	12857.1	L	25% Pisco + 75% vinaza (Finca tipo 1)
V ₁	vinaza	=	6000.00	L	25% Pisco + 75% vinaza (Finca tipo 2)
V ₁	vinaza	=	12.86	m ³	25% Pisco + 75% vinaza (Finca tipo 1)
V ₁	vinaza	=	6.00	m ³	25% Pisco + 75% vinaza (Finca tipo 2)
C ₂	agua de lavado	=	2.0	0.002	2mg/L según análisis de laboratorio
V ₂	agua de lavado	=	7.0	m ³	(70% de agua de lavado)
Vol _{efl}	Finca tipo 1	=	V ₁ + V ₂	=	19.85 m ³
Vol _{efl}	Finca tipo 2	=	V ₁ + V ₂	=	13 m ³
C _{efl}	Finca tipo 1	=	19955.4	mg/L/ m ³	Reemplazando fórmula original
C _{efl}	Finca tipo 2	=	14228.0	mg/L/ m ³	Reemplazando fórmula original

Anexo 22. Datos para reemplazar la formula WIIX

Detalle de la fórmula WIIX								
				Finca tipo 1		Finca tipo 2		
E	m3	=	Volumen de agua extraída	10.00	m3	10.00	m3	
QE		=	Factor de calidad de agua extraída	Cref/Cp				
WSIE		=	Índice de estrés hídrico para la región de abstracción de agua	Referencia Pfister S., Koehler A., Hellweg S., (2009). Assessing the Environmental Impacts of Freshwater Consumption in LCA, Environ Sc. Technol 43 (11): 4098-4104. Ica= 0.98				
S	m3		Volumen de agua vertida (vinaza + 70% agua de lavado)					
QS		=	Factor de calidad de agua vertida	Cref/Cp				
WSIS		=	Índice de estrés hídrico para la región de descarga del efluente	Referencia Pfister S., Koehler A., Hellweg S., (2009). Assessing the Environmental Impacts of Freshwater Consumption in LCA, Environ Sc. Technol 43 (11): 4098-4104. Ica= 0.98				

Anexo 23. Resultados de variables evaluadas en dimensión ecológica

Código de finca	A) conservación de la vida del suelo					B) Riesgo de erosión			c) Manejo de la biodiversidad				D) Manejo del agua	
	a.1 Uso de enmiendas orgánicas	a.2 Uso de herbicidas	a.3 Uso de fertilizantes sintéticos	a.4 Porcentaje adecuado de porosidad	a.5 Densidad aparente adecuada	b.1 Cobertura vegetal	b.2 Cercos vivos	b.3 Realiza labranza (tractor)	c.1 Diversidad de cultivos	c.2 Biodiversidad en el suelo	c.3 Biodiversidad de fauna benéfica	c.4 Corredores biológicos	d.1 Tipo de riego	d.2 Riego de acuerdo a la ETO o fenología
	4: si	4: no	4: no	4: si	4: si	4: si	4: con cerco vivo	4: no	0: no tiene campo agrícola 1: un cultivo (solo vid)	4: se observan lombrices o invertebrados (insectos, arañas, cien pies, hongos antagonistas, etc)	4: se observa insectos benéficos (crysopas, mariquitas, etc.)	4: conserva corredores biológicos	4: riego por goteo	4: si
	0: no	0: si	0: si	0: no	0: no	0: no	0: sin cerco vivo	0: si	2:vid +1 cultivo 3:vid+2 cultivos 4:vid+3 cultivos	2: se observan invertebrados (insectos, arañas, cien pies, etc) 0: no se observa lombrices ni invertebrados	2: se observa insectos benéficos 0: no se observa insectos benéficos	0: no conserva corredores biológicos	0: riego por gravedad	0: no
A	4	0	0	4	4	0	4	4	4	4	4	0	0	4
B	4	0	0	4	4	0	4	4	4	4	4	4	0	4
C	4	0	0	4	4	0	4	0	2	2	0	0	4	4
D	4	0	0	0	4	0	4	4	1	1	4	0	0	4
E	4	4	0	4	4	0	4	4	1	4	4	0	0	4
F	0	4	4	4	4	0	0	0	1	4	4	0	0	4
G	4	0	0	4	4	0	4	0	1	4	4	0	0	4
H	4	4	0	4	4	4	4	0	2	4	4	0	0	4
I	4	0	0	4	4	0	4	0	2	4	4	0	0	4
J	0	0	0	4	4	4	4	0	1	2	2	4	4	4
K	4	4	0	4	4	0	4	4	2	4	4	0	0	4
L	4	4	4	4	4	0	4	4	2	4	4	0	0	4
M	4	4	0	4	4	0	4	4	1	4	0	0	0	4
N	0	0	0	4	4	0	4	4	1	4	4	0	0	4
O	4	0	0	4	4	0	4	4	3	4	4	0	0	4
P	4	0	0	4	4	0	4	4	2	4	4	0	0	4

Anexo 24. Resultados de variables: porcentaje adecuado de porosidad, densidad aparente adecuada en dimensión ecológica

Código de finca	Tipo de suelo	D.A. (g/cm ³)	Valores estimados D.A.(1)	Densidad real (g/cm ³)	Porosidad (%)	Valores estimados porosidad (2)
A	Franco arenoso	1.29	Bien	2.65	51.32	Bien
B	Franco arenoso	1.38	Bien	2.65	47.92	Bien
C	Arenoso	1.38	Bien	2.65	47.92	Bien
D	Areno francosa	1.54	Bien	2.65	41.89	Mal
E	Franco arenoso	1.11	Bien	2.65	58.11	Bien
F	Franco arcilloso arenoso	1.35	Bien	2.65	49.06	Bien
G	Franco arcilloso arenoso	1.29	Bien	2.65	51.32	Bien
H	Franco arenoso	1.21	Bien	2.65	54.34	Bien
I	Areno francosa	1.38	Bien	2.65	47.92	Bien
J	Franco arenoso	1.25	Bien	2.65	52.83	Bien
K	Franco arenoso	1.21	Bien	2.65	54.34	Bien
L	Franco arenoso	1.14	Bien	2.65	56.98	Bien
M	Franco arenoso	1.33	Bien	2.65	49.81	Bien
N	Franco arenoso	1.08	Bien	2.65	59.25	Bien
O	Arenoso francoso	1.05	Bien	2.65	60.38	Bien
P	Franco arenoso	1.25	Bien	2.65	52.83	Bien

D.A. Densidad aparente (g/cm³)

(1) Valores estimados de densidad aparente adecuada de acuerdo a tipo de suelo. USDA, 1999.

(2) Valores estimados de porosidad total según texturas de suelo. USDA, 1999.

Los análisis fueron realizados por el Laboratorio Agrícola - CITEagroindustrial, 2017

Anexo 25. Resultados de análisis de suelos a las 16 fincas

ANÁLISIS FÍSICO					ANÁLISIS QUÍMICO						CATIONES CAMBIABLES					
Finca	Arena (%)	Arcilla (%)	Limo (%)	Clase textural	PH	C.E (mS/cm)	Materia orgánica (%)	Nitrógeno total (%)	Fósforo (ppm)	PSA (%)	CIC (meq/100g)	Calcio (meq/100)	Magnesio (meq/100)	Sodio (meq/100)	Potasio (meq/100)	P.S.I (%)
A	71.93	3.86	24.21	Franco arenoso	7.43	0.96	0.59	0.03	8.33	29.76	11.7	8.29	2.92	0.13	0.36	1.11
B	68.2	14.09	17.64	Franco arenoso	7.8	0.31	1.30	0.07	30.38	32.04	6.39	3.87	1.95	0.32	0.25	5.01
C	86.63	3.51	9.86	Arenoso	7.91	0.39	0.46	0.02	8.23	23.57	12.05	5.38	6.14	0.14	0.39	1.16
D	78.34	3.51	18.15	Areno francoso	6.84	0.57	0.71	0.04	8.03	23.28	11.27	4.86	5.25	0.3	0.86	2.66
E	54.56	4.65	40.79	Franco arenoso	8.31	0.35	1.75	0.09	1.78	46.06	7.47	3.02	4.1	0.26	0.09	3.48
F	52.27	22.02	25.71	arcilloso arenoso	7.6	0.4	2.76	0.14	5.81	55.77	10.92	8.52	1.80	0.09	0.51	0.82
G	70.36	1.86	27.78	Franco arenoso	7.98	0.35	0.84	0.04	17.36	25.43	4.03	1.22	0.26	2.49	0.06	61.79
H	81.26	7.02	11.72	Arenoso	6.88	0.82	0.72	0.04	19.61	27.3	11.17	5.38	3.62	1.82	0.35	16.29
I	74.34	4.58	21.08	Arena francosa	8.41	0.39	0.93	0.05	0.21	28.30	2.84	1.85	0.66	0.27	0.06	9.51
J	58.3	14.65	27.05	Franco arenoso	8.00	5.11	1.63	0.08	17.19	49.31	10.94	5.69	4.38	0.18	0.63	1.65
K	55.48	5.73	38.79	Franco Arenoso	7.76	0.62	0.97	0.05	4.70	37.89	11.26	6.30	4.10	0.30	0.56	2.66
L	63.81	2.19	34.00	Franco Arenoso	7.98	0.55	1.00	0.05	5.71	33.7	16.09	9.95	4.97	0.75	0.42	4.66
M	67.55	4.38	28.07	Franco arenoso	7.47	0.48	0.92	0.05	22.12	29.88	18.79	9.56	8.54	0.13	0.56	0.69
N	57.86	1.78	40.36	Franco arenoso	5.66	2.20	8.94	0.45	69.56	43.80	20.04	12.20	7.37	0.18	0.29	0.90
O	82.34	10.02	7.64	Areno francoso	7.33	0.10	1.29	0.06	3.19	27.44	11.47	8.35	2.71	0.04	0.37	0.35
P	69.86	3.86	26.28	Franco arenoso	7.37	0.53	0.92	0.05	18.7	30.74	13.48	6.90	5.81	0.26	0.51	1.93

Los análisis fueron realizados por el Laboratorio Agrícola - CITEagroindustrial, 2017

Anexo 26. Promedio de resultados de análisis de suelo en “finca tipo” Finca tipo 1 y tipo 2

Finca	ANÁLISIS QUÍMICO						CATIONES CAMBIABLES					
	PH	C.E. (mS/cm)	Materia orgánica (%)	Nitrógeno total (%)	Fósforo (ppm)	PSA (%)	CIC (meq/100g)	Calcio (meq/100)	Magnesio (meq/100)	Sodio (meq/100)	Potasio (meq/100)	P.S.I (%)
Fincas tipo 1	7.96	2.75	1.05	0.05	12.71	36.44	11.50	5.54	5.26	0.16	0.51	1.41
Fincas tipo 2	7.49	0.62	1.69	0.09	15.39	33.67	11.21	6.45	3.86	0.52	0.38	7.99

Los análisis fueron realizados por el Laboratorio Agrícola - CITEagroindustrial, 2017

Anexo 27. Resultados de variables evaluadas en dimensión socio cultural

Código de finca	A) Satisfacción de las necesidades básicas				B) Aceptabilidad del sistema de producción		c) Integración social		D) conocimiento y conciencia ecológica
	a.1 Acceso a vivienda	a.2 Acceso a educación	a.3 Acceso a salud y cobertura sanitaria	a.4 Servicios en el viñedo	b.1 Aceptabilidad del sistema de producción	b.2 Trabajadores con beneficios sociales en la finca	c.1 Asociatividad	c.2 Fuerza de trabajo femenina	d.1 Conocimiento y conciencia ecológica
	4: Material noble. Muy buena	4: Si. Es parte de la capacitación	4: Centro de salud con buena atención permanente e infraestructura adecuada	4: Señal celular + energía eléctrica + agua potable para vivienda, desagüe pozo	4: Está muy contento con lo que hace. No haría otra actividad aunque le reporte más ingresos	4: Con beneficios sociales	4: Participa en asociatividad	4: Igualdad de género	4: Concibe la ecología desde una visión amplia, más allá de su finca y conoce sus fundamentos
	3: Material noble. Buena	3: Si. capacitación con bastante frecuencia	3: centro de salud con atención semi-permanente y medianamente equipado	3. señal celular+energía eléctrica+agua potable	3: Está contento pero antes le iba mejor	0: Sin beneficios sociales	0: No participa en asociatividad	3: Más mujeres que hombres	3: Tiene un conocimiento de la ecología desde su práctica cotidiana. Sus conocimientos se reducen a la finca con el no uso de agroquímico más prácticas conservacionistas
	2: Regular. Sin terminar o deteriorada	2: Si. poca frecuencia	2: centro de salud mal equipado y personal temporal	2: señal celular + energía eléctrica	2: No está del todo satisfecho. Se queda porque es lo único que sabe hacer			2: Más hombres que mujeres	2: Tiene solo una visión parcializada de la ecología. Tiene la sensación que algunas prácticas pueden estar dañando el medio ambiente
	1: Mala. Sin terminar, deteriorada, piso de tierra	0: No participa capacitación	1: centro de salud mal equipado y sin personal	1: solo señal celular	1: Poco satisfecho con esta forma de vida. Anhela vivir en la ciudad y ocuparse de otra actividad			1: Solo hombres	1: No presenta un conocimiento ecológico ni percibe las consecuencias que pueden estar dañando el medio ambiente
	0: Muy mala		0: sin centro de salud	0: sin viñedo	0: Esta desilusionado con la vida que lleva. No lo harías más. Está esperando que se le presente una oportunidad para que deje la finca			0: Prohibe trabajar a mujeres	0: Sin ningún tipo de conciencia ecológica. Realiza un práctica agresiva al medio por causa de este desconocimiento
A	4	2	3	1	1	4	4	4	2
B	2	2	3	2	3	0	4	4	3
C	3	2	3	3	3	4	4	2	2
D	3	0	3	4	4	0	4	4	3
E	3	3	3	1	3	0	4	3	2
F	4	2	3	1	4	0	4	4	3
G	4	2	3	1	4	4	4	4	3
H	3	3	3	1	4	0	4	4	3
I	3	2	3	2	4	0	4	4	3
J	3	3	3	4	4	4	4	4	3
K	3	2	3	4	3	0	4	4	2
L	3	2	3	2	3	0	4	4	2
M	3	3	4	1	4	0	4	2	2
N	3	2	3	1	4	0	4	2	2
O	4	2	4	4	3	4	4	2	3
P	4	3	4	4	4	4	1	4	4

Anexo 28. Resultados de variables evaluadas en dimensión económica

Código de finca	A) Autosuficiencia alimentaria						B) Ingreso neto anual por grupo	C) Riesgo económico			
	a.1 Diversificación de la producción de un sistema en finca	a.2 Superficie de producción de autoconsumo	a.3 Calidad de producto (fruta)	a.4 Calidad de producto (Pisco)	a.5 Certificación de semillas (plantas injertadas)	a.6 Incidencia de plagas	b1 Ingreso neto mensual por año	c1 Diversificación para la venta	c2 Número de vías de comercialización	c3 Dependencia de insumos externos en su viñedo	c4 Acceso a préstamos
	4: Más de 9 productos	4: Más de 50ha	4: uva sin daño	4: satisfactorio análisis fisicoquímicos	4: 100-75%	4: Aplica MIP	4: Más de 200 mil soles	4: Cuatro productos	4: Cuatro	4: De 0-25% de insumos externos	4: si
	3: De 7 a 9 productos	3: Más 25ha	3: Con mínimo de daño	0: insatisfactorio análisis fisicoquímico	3: 75-50%	0: Sólo aplica químicos	3: Más de 100 mil soles	3: Tres productos	3: Tres	3: De 26-50%	0: no
	2: De 6 a 4 productos	2: Más 10ha	2: Uva con botrytis		2: 50-25%		2: Más de 50 mil soles	2: Dos productos	2: Dos	2: De 51-75%	
	1: De 3 a 1 productos	1: Mas de 1ha	1: Uva con daño de pájaro		1: 25-1%		1: Más de 25 mil soles	1: Un producto	1: Uno	1: De 76-100%	
	0: Ningún producto	0: Menos de 1ha	0: Uva totalmente dañada por hongos, y daño de pájaro		0: 0%		0: 0 soles	0: Ningún producto	0: Ninguno	0: No tiene finca	
A	2	2	4	4	1	0	2	3	3	1	4
B	2	2	3	4	1	4	2	2	1	1	4
C	1	4	4	4	1	0	4	3	4	1	4
D	1	2	4	4	1	0	4	4	4	1	4
E	1	1	3	4	1	0	1	3	2	1	4
F	1	2	4	4	1	4	3	3	3	4	4
G	1	3	4	4	1	0	4	3	3	1	4
H	1	1	3	4	1	0	1	3	2	4	4
I	2	3	3	4	0	0	4	4	4	1	4
J	1	3	4	4	1	4	4	1	4	1	4
K	1	2	4	4	1	0	1	1	1	3	4
L	1	1	4	4	1	0	1	1	1	1	4
M	1	2	4	4	1	0	1	2	2	3	4
N	1	1	3	4	1	0	1	3	2	1	4
O	1	3	4	4	1	4	2	4	3	1	4
P	1	1	4	4	1	4	4	4	4	1	4