

# Sustentabilidad de las unidades productoras de papa (*Solanum tuberosum* L.), en Jauja, Perú

## Sustainability of the potato producer units (*Solanum tuberosum* L.), in Jauja, Peru

DOI:<https://doi.org/10.5281/zenodo.3240674>

Coaquira Incacari <sup>1,\*</sup>, Alberto Julca Otiniano <sup>2,†</sup>  
Roberto Coaquira Lastarria <sup>3,‡</sup> Juan Mendoza Cortez <sup>4,#</sup>

<sup>1,2,3,4</sup>Universidad Nacional Agraria La Molina.

rcoaquira@lamolina.edu.pe<sup>1</sup>; ajo@lamolina.edu.pe<sup>2</sup>;  
rclastarria2519@gmail.com<sup>3</sup>; jmendoza@lamolina.edu.pe<sup>4</sup>

Fecha de recepción: 28 de diciembre de 2018 — Fecha de aceptación: 17 de febrero de 2019

**Resumen** —La papa es un alimento tradicionalmente cultivado en la zona andina del Perú, donde miles de productores dependen económicamente. El objetivo de la investigación fue evaluar la sustentabilidad de las unidades productoras de papa en las zonas de Acolla y San Lorenzo Provincia de Jauja. La metodología estuvo basada en la aplicación de encuestas con preguntas estructuradas en las tres dimensiones de la sustentabilidad económica, social y ambiental, aquí se identificaron 11 indicadores y 42 subindicadores que fueron estandarizados a una escala de 1 a 5 siendo 1 el menos sustentable y 5 la más sustentable y fueron analizados aplicando las técnicas estadísticas de análisis multivariado con el fin de ver los niveles de asociación de los productores de papa. En los resultados en San Lorenzo la dimensión social fue sustentable con un valor de 3.43, sin embargo, en Acolla no fue sustentable para ninguno de los indicadores. En conclusión el índice de sustentabilidad general (ISG) en Acolla presentó un valor de 2.79 y San Lorenzo 2.85 por consiguiente no fueron sustentables. Se recomienda difundir esta metodología y emplearla en trabajos para evaluar la sustentabilidad de las unidades productoras de papa en otros lugares o regiones del país.

**Palabras Claves**—Indicadores; Sustentabilidad; Índice de Sustentabilidad.

**Abstract**—The potato is a food traditionally grown in the Andean region of Peru, where thousands of producers depend economically. The objective of the research was to evaluate the sustainability of the potato producing units in the areas of Acolla and San Lorenzo, Province of Jauja. The methodology was based on the application of surveys with structured questions in the three dimensions of economic, social and environmental sustainability, 11 indicators and 42 sub-indicators were identified, which were standardized on a scale of 1 to 5, 1 being the least sustainable and 5 the most sustainable and were analyzed by applying the statistical techniques of multivariate analysis in order to see the levels of association of potato producers. In the results in San Lorenzo the social dimension was sustainable with a value of 3.43, however, in Acolla it was not sustainable for any of the indicators. In conclusion, the general sustainability index (ISG) in Acolla presented a value of 2.79 and San Lorenzo 2.85, therefore they were not sustainable. It is recommended to disseminate this methodology and use it in works to evaluate the sustainability of the potato producing units in other places or regions of the country.

**Keywords**—Indicators; Sustainability; Sustainability Index.

### INTRODUCCIÓN

Para el año 2050, será necesario satisfacer la demanda de alimentos de más de 9000 millones de personas (1)(FAO, 2015). Para ello, será fundamental aumentar la producción de alimentos a escala mundial en un 60 %, mientras que en los países en vías de desarrollo este aumento deberá ser del 100 %. Uno de los cultivos que contribuirá con el aumento de la producción de alimentos será el cultivo de papa, el cual tiene una gran importancia económica y social, debido a que es el cuarto alimento más consumido en el mundo, después del maíz, trigo y arroz (2)(FAO y Banco Mundial,

2001). Además la papa en el Perú es una planta alimenticia que ha estado vinculada con las culturas más remotas de nuestra historia (3)(Egúsqüiza, 2000), teniendo una diversidad genética mayor que la de otras especies cultivadas (4)(De Haan *et al.*, 2010), en donde se incluyen parientes silvestres, grupo de cultivares nativos e híbridos (5)(FAO, 2009).

Hasta el año 2000, el Perú era el mayor productor de papa de América Latina (6)(Maldonado *et al.*, 2008), contribuyendo con alrededor del 25 % del producto bruto interno agropecuario. Además el cultivo de papa es el sustento de 711, 313 familias peruanas, especialmente de las zonas andinas, la superficie cultivada es aproximadamente 318, 530 ha, con una producción de 4.5 millones de toneladas con rendimiento promedio de 14.5 t/ha. (7)(MINAGRI, 2017),

\*Doctorante de Agricultura Sustentable.

†Doctor en Producción Vegetal.

‡Bachiller en Estadística e Informática.

#Doctor en Fisiología Vegetal.

esto comparado con los rendimiento promedio de otros países que van entre 45 y 47 t/ha. (FAO, 2018). Entonces una de las razones de bajo rendimiento del cultivo de papa es debido a la degeneración de la semilla, para solucionar el problema se tiene que implementar uso de semilla certificada y esto en el Perú es menos de 3 %, debido a muchos problemas entre ellos podemos mencionar. Escasa inversión por parte del estado en la investigación, costo elevado de adquisición de semilla, falta de disponibilidad de la semilla, mala calidad de semilla y escaso conocimiento de la producción de semilla por parte de los agricultores.

En otro escenario la sustentabilidad consiste en colocar en un mismo plano el medio ambiente y el desarrollo socioeconómico como integrantes de una misma realidad (Torres y Cruz, 1999). Entonces la sustentabilidad es una estrategia para preservar la capacidad productiva del sistema desde el punto de vista agronómico, económico ambiental y la calidad de los recursos renovables y no renovables. (8)(García, 2004). Además la sustentabilidad 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. (9)(10)(Martellotto *et al.* 2001, Altieri y Nichols 2002). Según (Sarandón y Flores 2009), una cuantificación y análisis objetivo de la sustentabilidad consiste en una serie de pasos que conducen a la obtención de un conjunto de indicadores adecuados para evaluar los puntos críticos de la sustentabilidad de los agroecosistemas.

En ese contexto, la presente investigación tiene por objetivo de evaluar la sustentabilidad de las unidades productoras de papa en Acolla y San Lorenzo Jauja, Perú.

## MATERIALES Y MÉTODOS.

El estudio se realizó en la provincia de Jauja, distritos de Acolla: a 3465 msnm, latitud: 11°43'54", longitud: 75°32'56", superficie: 122.4 km, y San Lorenzo: a 3308 msnm latitud: 11°50'50" longitud: 75°23'03", superficie: 22.15 km<sup>2</sup>. (Figura 1).



Figura 1. Localización de la zona de estudio, Jauja Perú

En la metodología la aplicación de la encuesta estructurada, se realizó mediante un muestreo Irrestringido aleatorio según. (11)Scheffer *et al.* (1987). Donde la población (N: 1233), en San Lorenzo representada con tamaño de muestra de n: 93 (UPP) y en Acolla la población total de (N: 3032), con tamaño de muestra de n: 97 (UPP). Estructuralmente, la encuesta contiene: Aspectos socio económicos del agricultor (ASEA); Aspectos socio económicos de la finca (ASEF) y Factores ambientales del predio (FAP).

A partir de esta estructura, se confeccionó el cuestionario (12)(Benítez-García *et al.*, 2015), con indicadores sensibles a las condiciones del agroecosistema y ser fácilmente comprendidos por los agricultores (13)(Machado *et al.*, 2015, Pinedo *et al.* 2017). Agrupados en dimensión social, económico y Ambiental. Donde se obtuvieron 42 variables primarias, cualitativas y cuantitativas, que fueron definidas y codificadas para el procesamiento y análisis, dependiendo de cada tipo de variable biofísica y cultural (14)(Córdoba-Vargas y León-Sicard, 2013). Se utilizó el análisis multicriterio propuesto por Sarandón (2002), se utilizaron variables e indicadores previamente validados en la zona de estudio con los agricultores se trabajaron con once indicadores y cuarenta dos sub indicadores (Tabla 1).

**Tabla 1.** Indicadores para medir la sustentabilidad de sistemas de producción de papa.

Dimensión Económica (IK)	Dimensión Ambiental (IA)	Dimensión Social (IS)
A: Autosuficiencia Alimentaria	A: Conservación de la vida del suelo	A: Satisfacción de necesidades básicas
A1. Superficie de producción.	A1. Tipo de rotación de cultivos.	A1. Posesión de la vivienda
A2. Almacenamiento de alimentos.	A2. Diversidad de cultivos.	A2. Tipo de vivienda del agricultor
B: Ingreso económico	A3. Incorporación de materia orgánica.	A3. Nivel de educación del agricultor
B1. Ingreso por cultivo de papa.	A4. Preparación del terreno.	A4. Acceso a servicios básicos
B2. Ingreso por otros cultivos.	B: Riesgo de erosión	A5. Tipo de organización
B3. Actividades complementarias.	B1. Pendiente predominante.	B.-Nivel de satisfacción del productor
C: Riesgo económico	B2. Orientación de los surcos.	B1. Tenencia de la tierra
C1. Gasto de pesticidas.	B3. Sistema de riego	B2. Nivel de satisfacción del productor.
C2. Costo de producción.	B4. Tipo de mecanización agrícola.	C. Integración social
C3. Precio de venta en chacra.	C: Manejo de biodiversidad	C1. Relación con otras comunidades.
C4. Canales de comercialización.	C1. Variedad sembradas in situ.	C2. Capacitación que recibe
C5. Dependencia de insumos externos.	C2. Métodos de control de plagas.	C3. Número de personas que viven en hogar
C6. Valor agregado de la papa.	C3. Uso de semilla del agricultor.	
D: Rendimiento.	C4. Uso de semilla certificada.	
D1. Rendimientos con semilla del agricultor.	C5. Procedencia de la semilla.	
D2. Rendimiento con semilla certificada.	C6. Incidencia de plagas.	
D3. Acceso al crédito.	C7. Incidencia de enfermedades.	
	C8. Frecuencia de aplicaciones pesticidas.	
	C9. Factores climáticos que afectan.	
	D. Conocimiento sobre contaminación ambiental.	
	D1. Conocimientos sobre contaminación ambiental.	

A, B, C, D = Variables; A1, B1, C1, D1 = Sub indicadores.

Los datos de las encuestas se estandarizaron para cada indicador mediante la transformación a una escala de 1 a 5; siendo 5 el mayor valor de sustentabilidad y 1 el más bajo (15)(Meza y Julca 2015). Para determinar la situación actual de los indicadores, independientemente de las unidades medidas originalmente, los valores de cada indicador se expresaron en escala (Sarandón y Flores 2014), luego se establecieron ponderaciones de acuerdo al grado de importancia (Sarandón *et al.* 2006).

Para ver la asociatividad entre los productores de papa se realizó la consistencia interna en cada variable/indicador y el nivel de similitud de estas, se determinó con el análisis de correspondencia múltiple (ACM), (16)(Benítez *et al.* 2016. (17)Pinedo *et al.* 2017). la consistencia interna de los datos se consideró un Alfa de CronBach no menor de 0.741, ya que valores menores revelan una débil relación entre las variables analizadas (Gonzales y Pazmiño 2015, Pinedo *et al.* 2017).

El valor de los Indicadores Económicos (IK), Indicadores Ambientales (IA) e Indicadores Sociales (IS), se determinaron con la suma algebraica de sus respectivos indicadores, que se multiplicaron por su factor de ponderación, con las siguientes relación matemáticas:

$$IS=[((A1+A2+A3+A4+A5)/5))+((B1+B2)/2)+((C1+C2)/2)]/3$$

$$IK=[((A1+A2)/2)+((B1+B2+B3)/3)+((C1+C2+C3+C4+C5+C6)/6)+((D1+D2)/2)]/4$$

$$IA=[((A1+A2+A3+A4)/4)+((B1+B2+B3+B4)/4)+((C1+C2+C3+C4+C5+C6+C7+C8+C9)/9)+D1]/4$$

$$ISG=(IK+IA+IS)/3$$

El valor mínimo que debe alcanzar el índice de sustentabilidad general (ISG) para considerar que la producción de las unidades productoras de papa, sea sustentable debe ser igual o mayor que el valor medio de la escala de 3 para las tres dimensiones consideradas modificada del autor basado según (18)(Sarandón *et al.* 2006).

## RESULTADOS

El análisis de consistencia interna para las 42 variables, tuvo valores de 0.821 y 0.741 alfa de Cronbach, lo que le confiere buena confiabilidad al análisis de consistencia y pertinencia interna de los indicadores y la escala utilizada (Gonzales y Pazmiño 2015). Este análisis determinó los niveles de asociación, relaciones de dependencia y semejanza de los productores de papa en las zonas Acolla y San Lorenzo. En la Figura 2, se observan los productores de San Lorenzo identificados con los números 182, 189 y 143, 178, los cuales se caracterizan porque tienen bajo pendiente predominante, poco sistema de riego tecnificado, conocen muy poco sobre la contaminación ambiental y en lo social tienen bajo nivel de educación; por lo tanto este grupo no se toma en cuenta en el análisis general debido a su escasa representatividad para definir la sustentabilidad de los sistemas de producción de papa en las dos zonas de estudio.

**Tabla 2.** Valores de los indicadores de sustentabilidad de las unidades productoras de papa

Sistema	AAL	IECO	RECO	RDTO	IK	CVS	RE	MB	CSMA	IA	SNB	NSP	ISO	IS
Acolla	2.53	3.22	2.71	3.76	3.05*	3.08	1.85	2.31	2.78	2.51*	2.94	3.55	2.87	3.12*
San Lorenzo	2.36	3.36	2.31	3.76	2.95*	2.91	2.92	2.34	2.78	2.74*	3.16	3.53	3.14	3.27**

\* No sustentable con valor  $\geq 3$ , \*\* Sustentable con valor  $\geq 3$ . Indicador Económico (IK): Autosuficiencia alimentaria (AAL), Ingreso Económico (IECO), Riesgo Económico (RECO), Rendimiento (RDTO). Indicador Ambiental (IA): Conservación Vida del Suelo (CVS); Riesgo de Erosión (RE); Manejo de la Biodiversidad (MB); Conocimiento de contaminación ambiental (CSMA). Indicador Social (IS): Satisfacción de las Necesidades Básicas (SNB), Nivel de satisfacción del productor (NSP), Interacción social (ISO).

### Análisis de sustentabilidad económica (IK)

En Acolla tiene un valor de 3.05, y en San Lorenzo tiene un valor de 2.95 en las dos zonas no fue sustentable en lo económico. Los indicadores que afectan en mayor grado la sustentabilidad económica de los productores de Acolla y San Lorenzo son la autosuficiencia alimentaria, riesgo económico. (Tabla2).

En Figura 2, en las dos zonas de estudio Acolla y San Lorenzo se puede observar que los punto crítico son las variables

superficie de producción (A1), almacena su producción (A2), gasto en fertilizantes y pesticidas (C1), precio de papa en chacra (C3), valor agregado de papa (C6) y la variable rendimiento con semilla tradicional (D1). Las variables Ingreso por otras actividades (B3), costo de producción (C2), dependencia de insumos externos (C5), rendimiento con semilla certificada (D2), acceso al crédito (D3) son sustentables para las dos zonas de estudio como se puede observar todas estas variables son mayores de 3 por eso son sustentables.

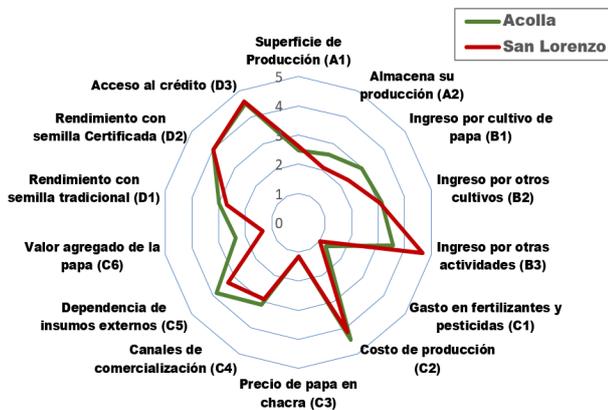


Figura 2. Diagrama de indicadores de niveles de sustentabilidad económica de sistemas de producción de papa.

### Análisis de sustentabilidad ambiental (IA)

En Acolla tiene un valor de 2.51, y en San Lorenzo valor de 2.74 en las dos zonas no fue sustentable en lo ambiental. Los indicadores que afectan la sustentabilidad ambiental de los productores de Acolla y San Lorenzo son el riesgo de erosión; manejo de la biodiversidad; conocimiento de contaminación ambiental. (Tabla2). En la Figura 3, en la zona de Acolla los indicadores de preparación del terreno (A4), pendiente predominante (B1), orientación de los surcos (B2), manejo de riego (B3), tipo de mecanización agrícola (B4), variedades sembradas in situ (C1), métodos de control de plagas (C2), uso de semilla de agricultor (C3), uso de semilla certificada (C4), incidencia de plagas (C6), incidencia de enfermedades (C7), factores climático que afectan (C9), conocimiento de contaminación ambiental (D1) presentaron valores menores al valor umbral establecido que es 3 los indicadores y subindicadores de rotación de cultivo (A1), diversidad de cultivo (A2), incorporación de M.O. (A3), procedencia de semilla (C5), frecuencia de aplicación pesticidas (C8) son mayores de 3 por eso son sustentables.

Para San Lorenzo, los subindicadores diversidad de cultivo (A2), preparación del terreno (A4), manejo de riego (B3), tipo de mecanización agrícola (B4), variedades sembradas in situ (C1), métodos de control de plagas (C2), uso de semilla de agricultor (C3), Incidencia de las plagas (C6), incidencia de las enfermedades (C7), factores climáticos que afecta (C9), Conocimiento sobre contaminación ambiental (D1) presentaron valores menores al valor umbral Establecido que es 3 por tanto estas variables son considerados como no sustentables.

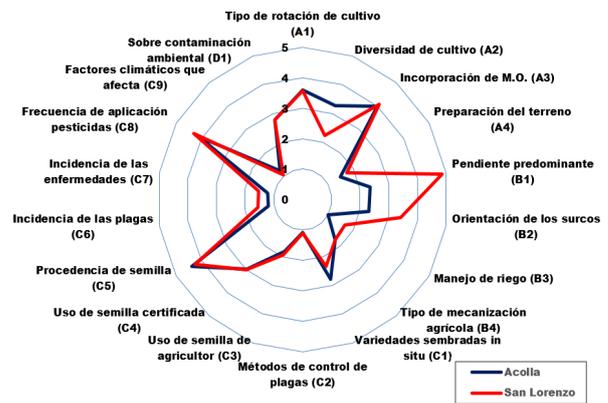


Figura 3. Diagrama de valores de indicadores de sustentabilidad ambiental de sistemas de producción de papa.

### Análisis de sustentabilidad Social (IS)

Las unidades de productores en Acolla tienen un valor de 3.12 no es sustentable, Los indicadores que afectan la sustentabilidad social de los productores de Acolla son satisfacción de necesidades básicas, interacción social. En San Lorenzo es sustentable con un valor de 3.27. (Tabla2). En la Figura 4, los subindicadores posesión de vivienda (A1), nivel de educación (A3), nivel de satisfacción (B2), número de personas en el hogar (C1), capacitación que recibe (C3), mientras que las variables acceso a servicios básicos (A4), tenencia de la tierra (B1), número de personas en el hogar (C1), relación con comunidades (C2) alcanzan valores que contribuyen a la sostenibilidad del sistema analizado.

Para la zona San Lorenzo los puntos críticos que merecen atención son la posesión de vivienda (A1), nivel de educación (A3), tipo de organización (A5), nivel de satisfacción (B2), capacitación que recibe (C3), mientras que las variables acceso a servicios básicos (A4), tenencia de la tierra (B1), número de personas en el hogar (C1), relación con comunidades (C2) alcanzan valores que contribuyen al soporte de los sistemas analizados

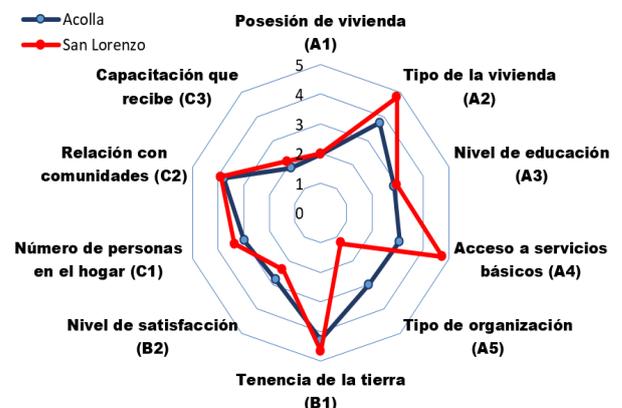


Figura 4. Diagrama valores de indicadores de sustentabilidad social de sistemas de producción de papa.

Los dos sistemas de producción no son sustentables con valores de Índice de Sustentabilidad General de 2.89 para Acolla y 2.99 para San Lorenzo (Figura 5), para el IA, el sistema de producción en Acolla tiene un valor menor a 2.51, lo que indica que no cumple con el requisito de sostenibilidad de acuerdo con el análisis multicriterio utilizado. Los resultados independientes de ISG (Figura 5) para los sistemas de producción en San Lorenzo tienen los valores de IA 2.74 y IE 2.95

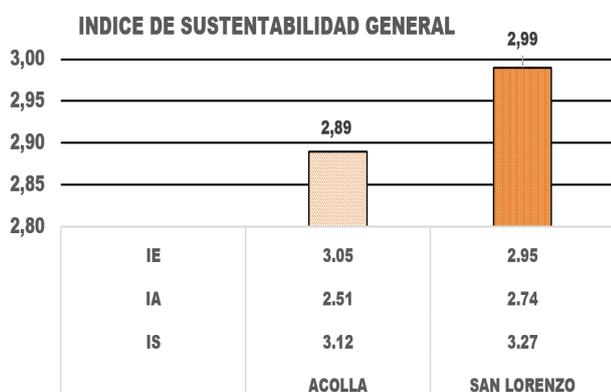


Figura 5. Índice de sustentabilidad general (ISG) de los sistemas de producción de papa

### DISCUSIÓN.

Al realizar el análisis de consistencia interna de las 42 variables estudiadas, se tuvo valores de 0.821 y 0.741 alfa de Cronbach, lo que indica buena consistencia interna de los datos y confiabilidad para definir las características y sustentabilidad de los sistemas de producción de papa de las dos zonas de estudio. Sin embargo se presentó como productores atípicos los de 182, 189, y 143,178 que corresponden a productores de San Lorenzo. Al respecto (19)Gonzales y Pazmiño (2015), afirman que un valor del alfa de Cronbach, entre 0.70 y 0.90 indica buena consistencia interna debido a que las variables que conforman las dimensiones están correlacionadas y son interdependientes, lo que garantiza la pertinencia del análisis de correspondencias y permite clasificar los sistemas de producción. Además se mencionan que se deben elegir indicadores que sean fáciles de obtener, de interpretar, que brinden la información necesaria, y que permitan detectar tendencias en el ámbito de las unidades en estudio. A su vez los indicadores deben estar compuestos por sub indicadores y variables seleccionadas y cuantificadas (Sarandón *et al.*, 2006).

En el análisis comparativo del Indicador Económico (IK), muestra que el sistema de producción de papa de la zona de San Lorenzo tiene el valor más bajo y menos sustentable de los sistemas en estudio (Tabla 2). Con valor IK de 2.95 que indica sustentabilidad crítica, por la baja autosuficiencia alimentaria y presentar riesgo económico. Al respecto (15)Meza y Julca (2015) reportan IK similares para el sistema de producción de

la zona de estudio. Sin embargo para la zona de Acolla el IK es 3.05 pero no es sustentable porque está afectado por baja autosuficiencia alimentaria y por alto riesgo económico. Por lo tanto, el punto crítico en la evaluación de la sustentabilidad reside en la relación que se establece entre productor y consumidor, al igual que con políticas de su manejo, definidas desde un ámbito espacial y temporal, particularmente, la construcción de esquemas metodológicos en estudios para elucidar las relaciones entre sistemas culturales, cambios económicos y procesos ecológicos (20)(21)(Halperin, 1989; Hilhorst, 1990).

En el análisis comparativo del Indicador Ambiental (IA), muestra que el sistema de producción de papa de la zona de Acolla tiene el valor más bajo y menos sustentable de los sistemas en estudio (Tabla 2). Con valor IA de 2.51 que indica sustentabilidad crítica, por presentar riesgo de erosión de sus suelos y poco manejo de su biodiversidad. Sin embargo para la zona de San Lorenzo el IA es 2.74 tampoco no es sustentable porque está afectado por lo que muy pocos manejan su biodiversidad y por lo que muy poco conocimiento de contaminación ambiental. La sustentabilidad de un ambiente constituye un paradigma complejo cuya formulación es escenario de discusión entre diferentes ideales y valores acerca de la ecología, la economía, la sociedad y la política. Una virtud de este concepto consiste en colocar en un mismo plano el medio ambiente y el desarrollo socioeconómico como integrantes de una misma realidad (Torres y Cruz, 1999), Tal desarrollo sustentable conserva el suelo, el agua, y recursos genéticos animales y vegetales; no degrada al medio ambiente; es técnicamente apropiado, económicamente viable y socialmente aceptable. (5)(FAO, 2009).

En lo que es el indicador Social (IS) en la zona de Acolla no fue sustentable a pesar de que muestra valor de 3.12 Entonces en esta zona el indicador que afecto en mayor grado la sustentabilidad social son: satisfacción de las necesidades básicas (2.95) y interacción social (2.87), sin embargo, en San Lorenzo fue sustentable en todas sus variables el indicador final presentó un valor de 3.27 (Tabla 2). Estos escenarios deben proveer no de una indicación de probabilidades definitivas, pero sí de posibilidades que permitan la proyección en la toma de decisiones (22)(Clark *et al.*, 2001).

Finalmente Índice de sustentabilidad general (ISG) de los sistemas de producción de papa en la zona de Acolla no fue sustentable con 2.89 (Figura 5) a pesar de que el indicador económico fue de 3.05, y el indicador social fue de 3.12; pero el indicador ambiental (2.51) hace que en términos generales no sea sustentable todo el sistema en el distrito de Acolla; de igual manera en San Lorenzo no fue sustentable con 2.99 (Figura 5) aquí la no sustentabilidad está dada por el indicador económico (2.95) y ambiental (2.74) a pesar de que el indicador social fue de 3.27 al respecto, (23) Gómez *et al.*

(2015) y Sarandón *et al.* (2006) indican que un sistema de producción no es sustentable, cuando uno de los indicadores tiene valores por debajo del umbral mínimo de sustentabilidad.

Al respecto (24)Barrientos (2017) reporta que la introducción o el establecimiento de nuevos sistemas de producción no garantizan la sustentabilidad del cultivo de papa. Mientras que Vargas *et al.* (2015) indican que actualmente prevalece una tendencia de la sustitución de los modos de producción tradicionales en el cultivo de papa. En tanto que (25)Blandi *et al.* (2015) y (26)Barrezueta (2015), indican que la mayor tecnificación de los sistemas de producción conduce a sistemas menos sustentables debido al uso inadecuado de recursos no renovables.

### CONCLUSIONES

**Para la dimensión social** en San Lorenzo fue sustentable con 3.27; Mientras que en la zona de Acolla no fue sustentable a pesar de que fue 3.12 esto debido a su poco manejo de la biodiversidad y poca interacción social que presentan los agricultores en la zona de estudio.

**Para la dimensión económica.** Para las dos zonas de estudio no fueron sustentable por no pasar el valor umbral de 3, se establece como punto crítico al elevado gasto en fertilizantes y pesticidas también a alto costo de producción bajos uso de semilla certificada y por tanto bajos rendimientos.

**Para la dimensión ambiental.** Para las dos zonas de estudio no fueron sustentable además, se establece como punto crítico al uso excesivo de maquinarias en la preparación del terreno para la siembra y en la cosecha, también a la falta de instalaciones de riego tecnificado que muchas veces tiene esperar que llueva, no usan semilla certificada también a la presencia de principales plagas y enfermedades y por último el factor helada que muy perjudicial para el cultivo de papa.

**En el Índice de sustentabilidad general (ISG)** de los sistemas de producción de papa en las dos comunidades analizadas no superó el umbral mínimo de sostenibilidad establecido con la metodología empleada; por lo tanto no son sustentables.

### REFERENCIAS

- [1] FAO, "Organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura agenda de desarrollo sostenible post-2015.," *Informe temático.*, 2015.
- [2] F. y Banco Mundial, "Sistemas de producción agropecuaria y pobreza: Como mejorar los medios de subsistencia de los pequeños agricultores en un mundo cambiante.," *Compendio. Editor: M. Hall. Roma, Italia. 50 p.*, 2001.
- [3] R. Egúsquiza, "La papa: producción, transformación y comercialización. lima (perú).," *Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM) Asociación de Exportadores (ADEX) Programa de Desarrollo Comunitario en Corredores Económicos (PRISMA) Proyecto Papa Andina CIP-COSUDE. 2000. 192 p.*, 2000.
- [4] N. J. B. M. De Haan, S. and M. Ghislain, "Multilevel agro biodiversity and conservation of andean potatoes in central peru species, morphological, genetic, and spatial diversity.," *Mountain Research and Development. 30: 222-231p*, 2010.
- [5] FAO, "Organización de naciones unidas para la alimentación y la agricultura. sustainable potato production. guidelines for developing countries. international years of the potato celebrated in 2008.," *Roma 94 p.*, 2009.
- [6] G. Maldonado, L. Suarez. V. y Thiele, "Estudio de la adopción de variedades de papa en zonas pobres del Perú.," *Centro Internacional de la papa (CIP) Lima-Perú Documento de trabajo 2008. 37 p.*, 2008.
- [7] M. de Agricultura y Riego dirección general de políticas agrarias., "Dirección de estudios económicos e información agraria.," *MINAGRI*, 2017.
- [8] F. O. García, "Agricultura sustentable y materia orgánica del suelo: siembra directa, rotaciones y fertilidad. in congreso nacional de la ciencia del suelo. infofos.," *Santa Cruz de la Sierra, Bolivia. (August):1-7p.*, 2004.
- [9] I. N. d. T. A. El monocultivo de soja y la sustentabilidad de la agricultura cordobesa. Buenos Aires: Estación Experimental Agropecuaria Manfred, "Rotación de cultivos en siembra directa: 17-22p.," *Centro Internacional de la papa (CIP) Lima-Perú Documento de trabajo 2008. 37 p.*, 2001.
- [10] Altieri and Nicholls, "Un método agroecológico rápido para la evaluación de la sostenibilidad de cafetales.," *Manejo integrado de plagas y agroecología (Costa Rica) 17-24p.*, 2002.
- [11] W. O. L. Scheaffer, R.; Mendenhall, "Elementary survey sampling.," *Duxbury, Belmont.*, 1987.
- [12] E. Benítez-García, "Caracterización de la producción y del comercio de café en el municipio de cuetzalan, Puebla," *AS y D.*, 12 (2), 181-198p., 2015.
- [13] C. M. S. T. S. Machado, V.M.; Nicholls, "Caracterización de nueve agroecosistemas de café de la cuenca del río porce, colombia, con un enfoque agroecológico.," *IDESIA (Chile)*, 33: 69-83p., 1990.
- [14] T. Córdoba-Vargas, C.A.; León-Sicard, "Resiliencia de sistemas agrícolas ecológicos y convencionales frente a la variabilidad climática en anolaima (cundinamarca-colombia).," *Agroecología*, 8: 21-32p., 2013.
- [15] Y. Meza and A. Julca Otiniano, "Sustentabilidad de los sistemas de cultivo con yuca (manihot esculenta crantz) en la subcuenca de santa teresa, cusco," *Ecología Aplicada*, vol. 14, no. 1, pp. 55-63, 2015.
- [16] O. G. S. W. L. A. Benítez G, Alvarado G, "Evaluación rápida de la sostenibilidad en la región de la laguna de cuyutlán, colima, méxico.," *Interciencia 41: 588-595p*, 2016.
- [17] R. Pinedo, L. Gómez, and A. Julca, "Caracterización

- de los sistemas de producción de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en el distrito de Chiara, Ayacucho,” *Aporte Santiaguino*, vol. 10, no. 2, pp. 351–364, 2017.
- [18] F. C. Sarandón SJ, “Agroecología: bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables. 1a ed.,” *Universidad Nacional de La Plata. Argentina. 466p.*, 2014.
- [19] M. González JA, Pazmiño, “Cálculo e interpretación del alfa de Cronbach para el caso de validación de la consistencia interna de un cuestionario, con dos posibles escalas tipo Likert.,” *Revista Publicando 2: 62-77p.*, 2015.
- [20] R. Halperin, ““ecological versus economic anthropology: Changing ‘place’ versus changing ‘hands’ ”,” *Research in Economic Anthropology*, no. 11, pp. 15 - 41., 1989.
- [21] J. Hilhorst, “Regional studies and rural development, Avebury,” *Aldershot.*, 1990.
- [22] S. C. Clark, J. and M. Barber, ““ecological forecasts: an emerging imperative”,” *Science*, no. 293, 657 – 658p., 2001.
- [23] F. O. García, “Sostenibilidad en agroecología.,” *Revista UDCA Actualidad Divulgación Científica 18: 329 – 337p.*, 2015.
- [24] D.-L. J. Barrientos E, Carevic F, “La sustentabilidad del altiplano sur de Bolivia y su relación con la ampliación de superficies de cultivo de quinua.,” *Idesia 35: 7-15p.*, 2017.
- [25] F. C. V. I. Blandi ML, Sarandón SJ, “Evaluación de la sustentabilidad de la incorporación del cultivo bajo cubierta en la horticultura platense.,” *Revista de la Facultad de Agronomía 114: 251-264p.*, 2015.
- [26] P. E. Barrezueta, S. and R. Jimbo, “Características del comercio de cacao a nivel intermediario en la provincia de El Oro - Ecuador.,” *European Scientific Journal*, 13, 273 – 282p., 2017.