
**Validación de un instrumento para la valoración de la sostenibilidad
en sistemas de riego**

Marco Antonio Martínez Cuestas
marco27879@gmail.com

Nicolás González Cortés
nicolas.gonzalez@ujat.mx

Silvia Lorenzo Zetino
silvia31172@gmail.com

Ana Laura Luna Jiménez
ana.luna.ujat@gmail.com

Universidad de San Carlos de Guatemala
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, México

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue diseñar un instrumento de recolección de datos, que permite evaluar la sostenibilidad de los sistemas de riego en las empresas agroexportadoras del departamento de Petén, Guatemala. Este instrumento se sometió a un proceso sistemático de validación que finalizó con una estructura sólida formulada por 62 ítems, diez variables y tres dimensiones. En el proceso de validación se consultó a expertos y jueces nacionales e internacionales. Se realizaron dos pruebas piloto espaciadas en temporalidad para medir la estabilidad respectiva. Del índice de validez de contenido del cuestionario (CVI) se obtuvo un valor de 0.71. En cuanto al análisis factorial confirmatorio surgieron tres factores que en conjunto explicaron el 80.54 % de la varianza acumulada, además de mostrar una consistencia interna global ($\alpha = 0.917$) satisfactoria de acuerdo con el estadístico alfa de Cronbach. El cuestionario presentó estabilidad al realizar el análisis test y retest, con un coeficiente de Pearson de 0.929. En conclusión, se logró obtener un instrumento válido y confiable que permite medir con eficiencia las tres dimensiones de la sostenibilidad para los sistemas de riego.

Palabras clave: indicadores sostenibilidad; evaluación sostenible; sector agrícola; recurso hídrico; agro sistemas.

Design and validation of an instrument for the sustainable valuation of irrigation in agro-export companies

ABSTRACT

The objective of this work was to design a data collection instrument that allows evaluating the sustainability of irrigation systems in agro-export companies in the department of Petén, Guatemala. This instrument underwent a systematic validation process that ended with a solid structure made up of 62 items, ten variables, and three dimensions. National and international experts and judges were consulted in the validation process. Two pilot tests spaced in time were carried out to measure the respective stability. From the content validity index of the questionnaire (CVI) a value of 0.71 was obtained. Regarding the confirmatory factor analysis, three factors emerged that together explained 80.54% of the accumulated variance, in addition to showing a satisfactory global internal consistency ($\alpha = 0.917$) according to Cronbach's alpha statistic. The questionnaire presented stability when performing the test and retest analysis, with a Pearson coefficient of 0.929. In conclusion, it was possible to obtain a valid and reliable instrument that allows to efficiently measure the three dimensions of sustainability for irrigation systems.

Keywords: sustainability indicators; sustainable evaluation; agricultural sector; hidric resource; agro systems.

Artículo recibido: 05 ene. 2021

Aceptado para publicación: 06 feb. 2021

Correspondencia: marco27879@gmail.com

Conflictos de Interés: Ninguna que declarar

1. INTRODUCCIÓN

Debido a la creciente necesidad de lograr que los agro sistemas sean sostenibles se aborda un proyecto de investigación sobre el nivel de gestión de indicadores de sostenibilidad en los sistemas de riego en empresas agroexportadoras del departamento de Petén, Guatemala;

Sin embargo, uno de los principales problemas para la evaluación de la sostenibilidad de los sistemas de riego fue encontrar una escala de medida que permita medir satisfactoriamente la gestión sostenible de los sistemas de riego de las empresas objeto de estudio.

Existen aportaciones valiosas para evaluar la sostenibilidad a nivel macro (Polanco, 2006; Quiroa, 2001; Pérez y Hernández, 2015; Lanegra, 2018; PNUD, 2018), que muestran el compromiso de organizaciones como: la Comisión de Desarrollo Sostenible (CDS), Departamento de Coordinación Política y Desarrollo Sostenible (DPCDS) de la secretaria de la Organización de las Naciones Unidas (ONU), la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) y el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), entre otras. Estas organizaciones han generado modelos e instrumentos reconocidos a nivel internacional por su calidad; pero con enfoque definido en la economía global, y en otros casos, vinculados a problemas y oportunidades ambientales para procesos económicos, con conceptos amplios y enfoque general.

En cuanto a escalas de medida para evaluar la sostenibilidad en organizaciones empresariales se encontraron las aportaciones de Duque, Daniels, Crowder, & Jiménez, 2012; Zhou, Mueller, Burkhard, Cao y Ying, 2013; Barrezueta, 2015; Cuervo *et al*, 2020 con énfasis en aspectos gerenciales tales como contabilidad, auditoría, capacidad de gobierno, recursos naturales y la industrialización, además de que carecen de vinculación entre las dimensiones, por lo que resultan inadecuadas para el proyecto de investigación antes mencionado.

Específicamente en la revisión de los estudios realizados sobre sostenibilidad en agro sistemas por Astier, Maser y Gálvan, 2008; Gutiérrez et al., 2011; Duque, Daniels, Crowder, & Jiménez, 2012; Thalmann, 2015 se encontró que contienen indicadores que no permiten una valoración objetiva y directa que no permite visualizar la gestión sostenible del recurso hídrico y por tanto de los sistemas de riego.

En este contexto, y mediante el análisis teórico de los diferentes modelos y marcos de sostenibilidad a nivel empresarial y de agro sistemas desarrollados en el tiempo, se logra rescatar los aspectos positivos de cada uno. Por ello el objetivo de este trabajo fue diseñar un instrumento de recolección de datos para evaluar la sostenibilidad de los sistemas de riego en las empresas agroexportadoras del departamento de Petén, Guatemala.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación posee un enfoque de carácter descriptivo con variables cuantitativas de tipo transversal. El proceso metodológico se formuló mediante una serie de pasos sistemáticos desarrollado en tres etapas. En la primera, se realizó la revisión bibliográfica, que permitió fundamentar y consolidar la base teórica del cuestionario; en la segunda, se determinaron las dimensiones, variables e ítems para la construcción del instrumento de investigación, y en la tercera, se realizaron los análisis estadísticos para validar el cuestionario.

2.1 Base teórica (Primera etapa)

La investigación en su etapa inicial contó con una propuesta de instrumento basada principalmente en los estudios realizados por OCDE (1993), Quiroa (2001), Pérez y Hernández (2015), Barrezueta (2015) y Lanegra, (2018), que fueron las bases primarias para la formulación teórica de las variables del estudio.

La revisión bibliográfica permitió establecer una búsqueda minuciosa de instrumentos existentes, para realizar el análisis y comparación estructural, que garantizará rescatar los aspectos positivos de los estudios, y establecer una escala adecuada para el estudio de la sostenibilidad de los sistemas de riego utilizados en el sector agroexportador del departamento de Petén, Guatemala.

2.2 Diseño del instrumento (Segunda etapa)

El diseño del cuestionario se realizó mediante un proceso sistemático, detallado y riguroso; a partir de la revisión bibliográfica, esto permitió generar los ítems para la integración del constructo teórico establecido para la sostenibilidad de los sistemas de riego, conformado por ocho variables y 33 ítems con diferentes cargas porcentuales por dimensión, ambiental (36.4 %), social (21.2 %) y económica (42.4 %).

En la Tabla 1 se observa el modelo de distribución de ítems en el cuestionario inicial basado en dimensión, variables e ítems.

Tabla 1. Distribución de ítems en el instrumento inicial.

Dimensión	Variable	Rango de Ítems	No. de ítems
Ambiental	Recurso hídrico	1 - 6	6
	Contaminación ambiental	7 - 9	3
	Educación ambiental del riego	10 - 12	3
Social	Impacto en la comunidad	13 - 16	4
	Aspectos internos en la empresa	17 - 19	3
	Igualdad de género	20 - 25	6
Económica	Costo directo del agua	26 - 28	3
	Mitigación del uso del agua	29 - 33	5
Total, de ítems en el instrumento			33

2.3 Validación del instrumento (Tercera etapa)

El proceso de validación fue realizado durante los meses de septiembre a diciembre del año 2020, con la participación de un grupo de expertos y jueces previamente seleccionados en función de su conocimiento, experiencia en el tema, además de ser profesionales reconocidos nacional e internacionalmente con grado académico de doctorado de países como Guatemala, México, Venezuela y Colombia.

La intención de seleccionar a los diferentes actores claves para la validación, no solamente fue para valorar el instrumento diseñado, sino también para obtener aportes que permitan al instrumento cumplir con las características y el rigor científico que se requiere.

El desarrollo de la investigación se realizó en tres de las empresas exportadoras, localizadas en los municipios de las Cruces, La Libertad y Santa Ana en el departamento de Petén, el cual colinda al norte y al oeste con México; al sur con los departamentos de Izabal y Alta Verapaz y al este con Belice y posee una extensión territorial de 35 854 km². En la Figura 1 se aprecia la ubicación geográfica de las empresas agroexportadoras localizadas en el departamento de Petén, que representan las unidades de estudio.

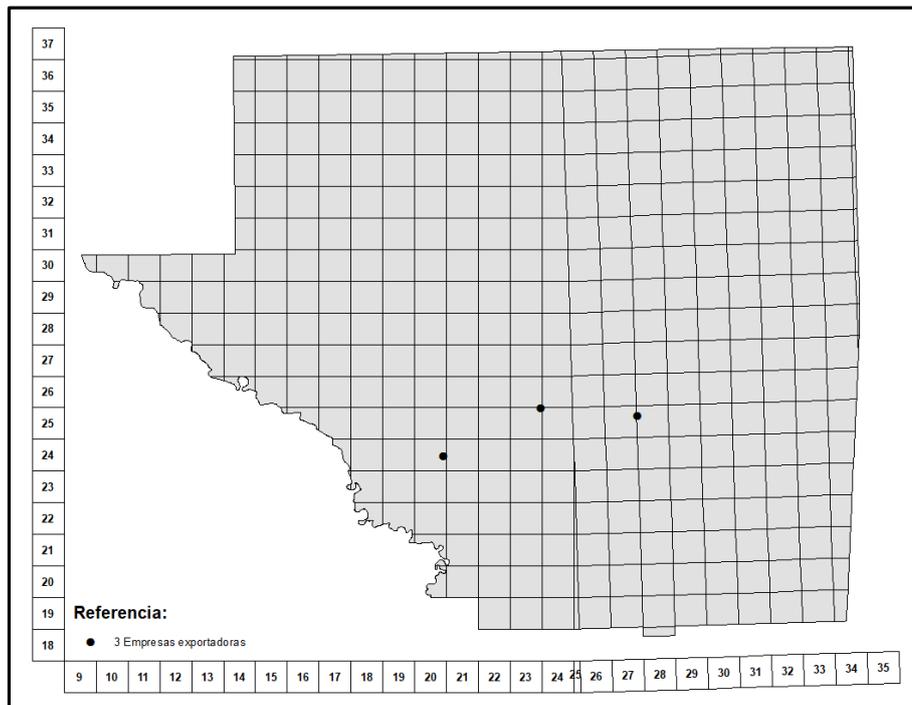


Figura 1. Ubicación de las empresas agroexportadoras en estudio de Petén, Guatemala.

Señala Hernández, Fernández y Baptista (2014), que todo instrumento de recolección de datos debe reunir tres requisitos esenciales: confiabilidad, validez y objetividad.

En referencia a lo expuesto, se presenta la validación del instrumento mediante las siguientes técnicas estadísticas:

➤ **Validez de contenido mediante Content Validity Ratio (CVR).**

La validez de contenido se refiere al grado en que un instrumento refleja un dominio específico de contenido de lo que se mide (Hernández et al., 2014).

Para verificar la validez de contenido se utilizó el método Content Validity Ratio (CVR); con la participación de 7 jueces (cuatro de Guatemala y tres de México), de ellos, tres con mayor experiencia en metodología de investigación, validación de instrumentos y fundamento teórico del objeto de estudio; los otros cuatro en área práctica del conocimiento y con diversas publicaciones científicas sobre el tema. Todos los jueces son miembros de grupos académicos o red de investigación. La actividad fue realizada mediante la utilización del modelo Lawshe (1975) modificado por Tristán (2008).

Puerta y Marín (2015) mencionan que Lawshe (1975) propuso un modelo para determinar un índice cuantitativo para la validez de contenido de un instrumento objetivo; el cual es modificado por Tristán (2008), debido a que requiere de un gran número de jueces, con acuerdos muy fuertes entre ellos; lo cual hace notable su poca viabilidad en la práctica y utilización por las psicometrías. En condiciones donde se cuenta con menos de 7 jueces

o panelistas, el modelo de Lawshe obliga a tener un acuerdo unánime entre todos los panelistas, por lo que, al contar con un desacuerdo entre los jueces, se invalida el ítem. El modelo matemático definido por Lawshe (1975) para obtener la validez de contenido (Content Validity Ratio, CVR), para cada ítem por individual es el siguiente:

$$CVR = \frac{ne - n/2}{n/2}$$

Donde:

ne= número de panelistas que tienen acuerdo en la categoría esencial.

n= número total de panelistas.

El modelo establecido por Lawshe, tiene la finalidad de interpretarse como una correlación, por tomar valores entre -1 a +1; de esta manera CVR es negativa si el acuerdo ocurre en menos de la mitad de los jueces; CVR es nula si se tiene exactamente la mitad de acuerdos en los panelistas, y CVR es positiva si hay más de la mitad de acuerdos (Tristán, 2008).

Borboa & Delhumeau (2016) mencionan que, con objetivo de mejorar el modelo de Lawshe (1975), Tristán (2008) hace una aportación con relación a los problemas del modelo, al revisar el modelo de establecimiento de los valores CVR mínimos, identifica la condición que hace que la exigencia del modelo dependa del número de jueces, a manera de poder utilizar el modelo con el menor número posible, además no necesariamente en consenso unánime.

Para fines prácticos se puede decir que CVR debe proporcionar por lo menos un 58% para ser aceptable, valor constante independientemente del número de panelistas, con lo cual no solamente se resuelve el problema del efecto de tamaño, sino también la interpretación de los acuerdos en la relación de validez de contenido.

La validez de contenido (CVR') para cada ítem fue calculado por el modelo modificado por Tristán (2008) y que se describe a continuación:

$$CVR' = \frac{CVR + 1}{2}$$

En donde:

CVR' = Índice de validez de contenido modificado por Tristán (2008).

CVR = Razón de validez de contenido para cada ítem de acuerdo con el criterio de Lawshe (1975).

Posteriormente se calculó el Índice de Validez de Contenido de todo el cuestionario (CVI), con el modelo descrito por Lawshe (1975) modificado por Tristán (2008), representado por el siguiente modelo matemático:

$$CVI = \frac{\sum_{i=1}^M CVRi}{M}$$

En donde:

CVI = Índice de Validez de Contenido.

CVRi = Razón de validez de contenido de los ítems aceptables.

M = Total de ítems aceptables de la prueba.

➤ **Validez de constructo utilizando análisis factorial exploratorio.**

Para que el instrumento tenga validez de constructo, se requiere que cumplan con un proceso metodológico que establezca que, en realidad el instrumento permita medir las variables que pretende medir (Sanclemente et al., 2017).

Para la validación de la estructura del constructo se contó con la participación de 7 expertos (cuatro de México, dos de Venezuela y uno de Colombia), con experiencia en investigación sobre ciencias a fines al presente trabajo y con publicaciones científicas sobre el tema. Se utilizó un análisis estadístico factorial confirmatorio (AFC), el cual permitió ejecutar la comprobación deductiva, es decir. Desde el constructo teórico hacia los ítems, comprobando una correspondencia de semejanza entre ello, lo que se busca es comprobar la correlación de las preguntas ante cada una de las dimensiones y la variable de constructo final (Caparó, 2016).

➤ **Fiabilidad mediante el coeficiente Alpha de Cronbach.**

Después de llevar a cabo la validez de contenido y constructo por los jueces y expertos respectivamente, así como el reajuste de los ítems del instrumento, se obtuvieron 55 ítems validados para proceder con la aplicación de la prueba piloto a 50 colaboradores formados por personal directivo/gerencial, profesional y operativo del riego en tres empresas productoras (Yaxtunilhá, Frutas del Paraíso, S.A. y Agrícola San Rafael).

Para determinar la fiabilidad del instrumento diseñado, se realizó el análisis de consistencia interna, por medio de la determinación del alfa de Cronbach, que se utiliza para evaluar la homogeneidad de los distintos ítems de una misma variable y del cuestionario global (Ruiz, & Radillo, 2015).

➤ **Estabilidad del instrumento con análisis de correlación de Pearson**

La estabilidad de un instrumento de medición se refiere a la capacidad para dar el mismo resultado en dos momentos de tiempo distintos, teniendo en cuenta que el espacio entre ambas mediciones está condicionado a la capacidad de los sujetos para recordar las preguntas (tiempo muy corto) y también a la naturaleza de la variable, que puede sufrir cambios al transcurrir tiempos muy largos (Villavicencio, Ruíz y Cabrera, 2016).

Para el análisis se utilizó la correlación TEST-RETEST, mediante el coeficiente de correlación de Pearson (R). El cuestionario se administró a la misma muestra que se utilizó para la prueba de validez de fiabilidad en la prueba piloto anterior, pero en otro espacio temporal y con diferente encuestador.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados y su respectiva discusión se desarrollan en cuatro apartados que describen en forma sistemática el proceso de validación, así como todos los pasos que llevaron a la transformación técnica y científica del instrumento.

3.1 Validez de contenido mediante Content Validity Ratio (CVR)

La propuesta inicial quedó conformado por 33 ítems, clasificadas en ocho variables y tres dimensiones. A cada uno de los miembros del panel de jueces se les envió vía correo electrónico el vínculo que contenía un formulario de Google®, con todos los ítems del cuestionario a validar, en donde se debería emitir la opinión clasificada en tres categorías: esencial, útil pero no esencial y no necesario.

Con la información obtenida se realizó la validez de contenido del cuestionario, mediante el método Content Validity Ratio (CVR); utilizando el modelo matemático definido por Lawshe (1975) modificado por Tristán (2008); el proceso de análisis se realizó en forma individual para cada dimensión en estudio (ambiental, social y económica), así como también para la estructura global del cuestionario.

En la Tabla 2 se aprecian los resultados obtenidos del proceso estadístico de validez de contenido, para la dimensión ambiental.

Tabla 2. Razón de validez de contenido para la dimensión ambiental.

Variables	ítems	Esencial	Útil/ no esencial	No importante	CVR	CVR'
Recurso hídrico	1	7	0	0	1.000	1.000
	2	5	2	0	0.429	0.714
	3	7	0	0	1.000	1.000
	4	6	1	0	0.714	0.857
	5	6	0	1	0.714	0.857
	6	7	0	0	1.000	1.000
Contaminación ambiental	7	6	1	0	0.714	0.857
	8	3	4	0	-0.143	0.429 *
	9	5	2	0	0.429	0.714
Educación ambiental del riego	10	2	5	0	-0.429	0.286 *
	11	4	3	0	0.143	0.571 *
	12	5	2	0	0.429	0.714

* Valores no aceptables.

De acuerdo a la Tabla 2, se observa que solamente los ítems 8, 10 y 11 fueron valorados con puntaje menor al aceptable (0.58), mientras que los otros nueve ítems se encuentran por encima del valor aceptado.

Con el soporte y la retroalimentación del cuestionario realizado por los jueces, el ítem 8 presentaba problemas de redacción. Por otro lado, la pregunta 10 y 11 trataba sobre capacitación de sostenibilidad y licencia ambiental, a consideración de los jueces aportaban poco a la investigación y se reformuló con sus sugerencias.

Al final, los jueces aportaron cinco preguntas nuevas para la dimensión ambiental, esto permitió consolidar cada una de las variables en estudio.

En la Tabla 3 se observa la razón de validez de contenido para la dimensión social.

Variables	ítems	Esencial	Útil/ no esencial	No importante	CVR	CVR'
Impacto en la comunidad	13	6	1	0	0.714	0.857
	14	5	2	0	0.429	0.714
	15	3	3	1	-0.143	0.429 *
	16	6	1	0	0.714	0.857
Aspectos internos en la empresa	17	3	4	0	-0.143	0.429 *
	18	3	3	1	-0.143	0.429 *
	19	5	2	0	0.429	0.714
Igualdad de género	20	5	2	0	0.429	0.714
	21	3	4	0	-0.143	0.429 *
	22	4	3	0	0.143	0.571 *
	23	5	2	0	0.429	0.714
	24	3	4	0	-0.143	0.429 *

Tabla 3. Razón de validez de contenido para la dimensión social.

* Valores no aceptables.

En la Tabla 3, se observa que para la dimensión social se presentó un 50 % de ítems valorados con puntaje no aceptable, siendo estos, el 15, 17, 18, 21, 22, 24 y 25.

La pregunta 15 que hablan sobre la parte laboral de la comunidad en el manejo del riego, se eliminó del cuestionario; la pregunta 18 se reformuló quedando en el cuestionario a solicitud de los jueces.

Por otro lado, las preguntas 17, 21, 22, 24 y 25 mostraron problemas de redacción y débil interpretación, por ello, se decidió replantearlas y en algunos casos se cambiaron por completo, lo que permitió un valioso aporte a esta dimensión.

En la Tabla 4 se aprecia el valor de la razón de validez de contenido para la dimensión económica de cada ítem del cuestionario.

Tabla 4. Razón de validez de contenido para la dimensión económica.

Variables	Ítems	Esencial	Útil/ no esencial	No importante	CVR	CVR'
Costo directo del agua	26	6	1	0	0.714	0.857
	27	5	2	0	0.429	0.714
	28	6	1	0	0.714	0.857
	29	6	1	0	0.714	0.857
Mitigación del uso del agua	30	6	1	0	0.714	0.857
	31	4	2	1	0.143	0.571 *
	32	7	0	0	1.000	1.000
	33	6	1	0	0.714	0.857

* Valores no aceptables

En la dimensión económica solamente la pregunta 31 presentó un valor no aceptable, como se aprecia en a la Tabla 4. Esta pregunta hace referencia a la cantidad de medidas de mitigación que la empresa posee al momento de existir falta de agua para riego; por recomendación de los jueces la escala de la pregunta fue reestructurada por completo.

Con los resultados obtenidos en la valoración de cada ítem, fue posible calcular el Índice de Validez de Contenido de todo el cuestionario (CVI), con el modelo descrito por Lawshe (1975) modificado por Tristán (2008). Al considerar todos los ítems del cuestionario, el valor de CVI fue de 0.71 y al considerar solo aquellos ítems cuyo valor CVR' fuera mayor de 0.58, el CVI fue de 0.80.

3.2 Validez de constructo utilizando análisis factorial exploratorio

Para la realización de la validez de constructo del cuestionario, se utilizó el análisis factorial por componentes principales, con rotación tipo varimax utilizando el Software

SPSS, previa verificación que los datos fueran adecuados para este tipo de análisis. Con este análisis se logró obtener un número reducido de combinaciones lineales de las variables que explican la mayor variabilidad de los datos.

Para seleccionar el número de componentes a ser incluidos, se utilizó el criterio de Kaiser, que incluye solo aquellos cuyos valores propios son superiores al promedio (Demey, Adams & Freites, 1994; Zambrano, Demey & González, 1995; Demey, Prada, & Pla, 1995). Como los componentes principales fueron generados vía matriz R, se tomaron en cuenta los componentes cuyos valores propios fueron mayores a uno.

En la Tabla 5 se observa que la regla Kaiser proporciona una estructura factorial con dos factores que explican el 70.011 % de la varianza total.

Tabla 5. *Proporción estructural factorial del constructo.*

Comp.	Autovalores iniciales			Sumas de cargas al cuadrado de la extracción			Sumas de cargas al cuadrado de la rotación		
	Total	% de varianza	% acumulado	Total	% de var.	% acumulado	Total	% de var.	% acumulado
1	4.326	54.080	54.080	4.326	54.080	54.080	3.049	38.116	38.116
2	1.274	15.931	70.011	1.274	15.931	70.011	2.552	31.895	70.011
3	0.843	10.533	80.544						
4	0.646	8.071	88.614						
5	0.444	5.552	94.166						
6	0.353	4.408	98.574						
7	0.075	0.938	99.512						
8	0.039	0.488	100.000						

Método de extracción: análisis de componentes principales.

La Tabla 5 presenta por defecto dos componentes para la carga factorial del constructo, no obstante, el tercer valor se encuentra muy cercano a 1, proporcionando un factor que determina el 10.533 % de la varianza, por lo que se decide también incluirlo en la estructura factorial.

Finalmente se elige una estructura de tres factores que explicarían el 80.544 % de la varianza. Esta decisión se aprecia también en la figura 2 que muestra el gráfico de sedimentación.

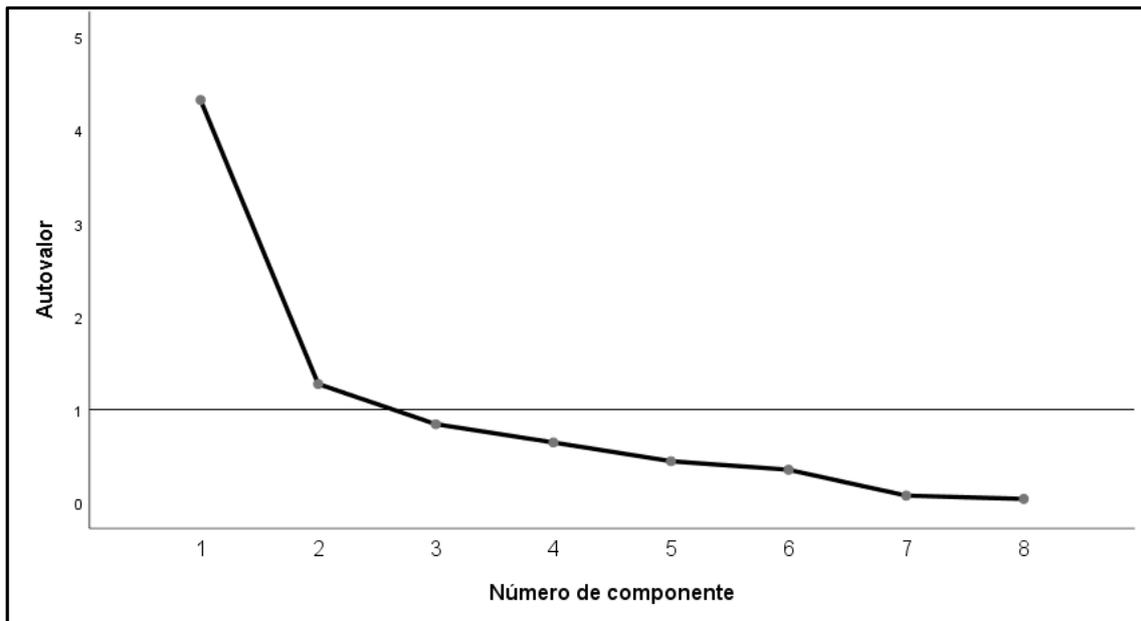


Figura 2. Gráfica de sedimentación de las variables evaluadas en el cuestionario.

En la Tabla 6 se aprecia la nueva matriz de extracción de los componentes estructurales del instrumento, en donde se discriminan aquellos valores de la varianza que son menores 0.5. Este análisis se enfoca en las comunalidades, mostrando los nuevos porcentajes de cada variable que explican la nueva estructura matricial.

En la Tabla 6. Extracción de valores de comunalidades por variable.

No.	Variabes	Inicial	Extracción
1	Recurso hídrico	1.000	0.851
2	Contaminación ambiental	1.000	0.683
3	Educación ambiental del riego	1.000	0.894
4	Impacto en la comunidad	1.000	0.686
5	Aspectos internos en la empresa	1.000	0.753
6	Igualdad de género	1.000	0.802
7	Costo directo del agua	1.000	0.840
8	Mitigación del uso del agua	1.000	0.937

Método de extracción: análisis de componentes principales.

Se puede apreciar que las comunalidades son altas, lo cual implica que todas las variables se encuentran muy bien representadas en el espacio de los factores, es decir que representan el coeficiente de correlación lineal múltiple de cada variable con los factores. Para tener una idea más clara de la estructura factorial sin perder el poder explicativo de las mismas, se realizó una rotación de ejes por el método de rotación ortogonales minimizando el número de variables que tienen saturaciones altas en cada factor (Varimax); lo cual se observa en la Tabla 7.

Tabla 7. Matriz de componentes rotados.

Variables	Componente		
	1	2	3
Recurso hídrico	0.920		
Mitigación del uso del agua	0.767		0.558
Contaminación ambiental	0.749		
Educación ambiental del riego	0.709		0.543
Igualdad de género		0.887	
Impacto en la comunidad		0.729	
Aspectos internos en la empresa		0.617	
Costo directo del agua			0.891

Método de extracción: análisis de componentes principales.

Método de rotación: Varimax con normalización Kaiser.

Con estos resultados se obtiene que el factor uno asocia a las variables: recurso hídrico, contaminación ambiental y educación ambiental con un poder explicativo del 54.08 % de la varianza total, este factor representa la dimensión de sostenibilidad ambiental.

El factor dos asocia a las variables: igualdad de género, impacto en la comunidad y los aspectos internos de la empresa; teniendo un poder explicativo del 15.93 % de la varianza total; este factor representa la dimensión de bienestar social.

Por último, el tercer factor que explica 10.53 % de la varianza total del cuestionario, está formado por el costo directo del agua y la mitigación del uso del agua, este último, aunque presenta una mayor correlación para el factor que representa la sostenibilidad ambiental, también muestra una asociación para este factor, el cual representa la prosperidad económica.

3.3 Fiabilidad mediante el coeficiente Alpha de Cronbach.

Para el análisis que determina la fiabilidad del instrumento de medición elaborado, se determinó el coeficiente de alfa de Cronbach por cada dimensión que compone a la sostenibilidad y así mismo, del cuestionario total.

El modelo matemático que describe el alfa de Cronbach calculado para la validación del instrumento, es el siguiente:

$$\alpha = \frac{K}{K - 1} \left[1 - \frac{\sum V_i}{V_t} \right]$$

En donde:

α = Alfa de Cronbach.

K = Número de ítems.

V_i = Varianza de cada ítem.

V_t = Varianza total.

Como se observa en el modelo matemático del Alpha, el coeficiente depende de tres parámetros: la varianza total de la prueba, la suma de las varianzas de cada ítem y el número de ítems. Son parámetros no independientes en general, y el coeficiente varía entre 0 y 1. Si todos los ítems son totalmente independientes cada uno de los otros, el coeficiente vale 0 ya que la suma de las varianzas es igual a la varianza de la suma en este caso. Se puede interpretar como una incoherencia máxima de la prueba, cada ítem evalúa un aspecto diferente de los otros (Canu & Escobar, 2017).

Ahora bien, no solo resulta importante calcular el valor, sino además es necesario interpretar el significado de ese valor. En este sentido, cabe destacar que no existe un criterio aceptado como adecuado por toda la comunidad científica. Por otra parte, el texto clásico de Nunnally (1978), señala que la puntuación mínima aceptable se situaría en 0.70. Sin embargo, si lo que se pretende es comparar las puntuaciones de dos personas, o comparar las puntuaciones de una persona en dos instrumentos, entonces se requieren valores iguales o superiores a 0.80 o 0.90 (Rodríguez y Reguant, 2020). Los resultados obtenidos se observan en la Tabla 8.

Tabla 8. Resultados del análisis de fiabilidad de la sostenibilidad por dimensión

Descripción/Variable	Ambiental	Social	Económica	Cuestionario total
Alfa de Cronbach	0.762	0.767	0.906	0.917
Desviación estándar	6.174	7.745	10.637	20.989
No. De ítems	17	22	16	55

Con los resultados obtenidos en la Tabla 8 sobre la fiabilidad del instrumento a través del análisis de consistencia interna alfa de Cronbach y el grado de distancia entre las puntuaciones individuales y la media que refleja la desviación estándar, se logró observar la homogeneidad de los distintos ítems de cada variable individual y del cuestionario en forma global. Este análisis mostró que la fiabilidad del cuestionario con 55 ítems fue de 0.917. Mientras que, de las tres variables, la económica fue la que presentó la fiabilidad más alta con un alfa de 0.906.

Barrios y Cosculluela (2013) manifiestan que es posible interpretar como una fiabilidad adecuada valores del coeficiente que se encuentren dentro del intervalo de 0.70 y 0.95.

Bajo este criterio y teniendo en consideración los resultados obtenidos, se puede concluir que la estructura general del cuestionario presenta una alta fiabilidad.

3.4 Estabilidad del instrumento con análisis de correlación de Pearson

Para el análisis de la estabilidad del instrumento se utilizó la correlación TEST-RETEST, mediante el coeficiente de correlación de Pearson (R). El cuestionario se administró a la misma muestra que se utilizó para la prueba de validez de fiabilidad en la prueba piloto, pero en otro espacio temporal y con diferente encuestador.

Como lo recomienda Serra y Peña (2006), el tiempo entre las dos pruebas pilotos realizadas fue de 30 días; esto permitió medir la estabilidad de las puntuaciones, y lograr minimizar los errores sistemáticos que pudieran presentar algún sesgo por parte del encuestador, y al mismo tiempo, se trató de no realizarlo en un período muy cortos para evitar recuerdos de las respuestas anteriores, ni tiempos muy largos que pudieran presentar variaciones en el objeto de estudio.

Por otro lado, en la realización de la prueba piloto, fue posible mejorar diversos aspectos del instrumento de medición, con ello, se logró modificar la redacción de algunos ítems, el orden lógico y las unidades de medidas utilizadas en campo. Los resultados obtenidos se presentan en la Tabla 9.

Tabla 9. Resumen de los análisis de regresión de Pearson.

Prueba piloto	Descripción	Ambiental	Social	Económica	Total
Yaxtunilhá	Coefficiente de Pearson	0.949	0.954	0.832	0.926
	R-cuadrada	90.0%	91.1%	69.2%	85.7%
Frutas del Paraíso, S.A.	Coefficiente de Pearson	0.939	0.981	0.868	0.943
	R-cuadrada	88.2%	96.2%	75.4%	89.0%
Agrícola San Rafael	Coefficiente de Pearson	0.879	0.981	0.809	0.918
	R-cuadrada	77.4%	96.1%	65.4%	84.3%
TOTAL	Coefficiente de Pearson	0.922	0.972	0.836	0.929
	R-cuadrada	85.2%	94.5%	70.0%	86.3%

En la Tabla 9 se aprecia el grado de asociación entre los ítems evaluados en el test y retest para el cuestionario en general, presenta una correlación positiva muy fuerte, según la escala presentada por Hernández, Fernández y Baptista (2014).

Así mismo el coeficiente de determinación (R^2), indica que el modelo ajustado explica el 86.3 % de la estabilidad del cuestionario en las dos fases realizadas de la prueba piloto.

En la Tabla 10 se observa el resumen de la versión final del cuestionario, quedando estructurado por tres dimensiones, nueve variables y 62 ítems distribuidos homogéneamente.

Tabla 10. Resumen de la estructura final del cuestionario

Dimensión	Variable	Rango de Ítems	No. de ítems
Sostenibilidad Ambiental	Recurso hídrico	1 - 6	6
	Contaminación ambiental	7 - 15	9
	Educación ambiental del riego	16 - 21	6
Bienestar Social	Impacto en la comunidad	22 - 27	6
	Aspectos internos en la empresa	28 - 31	4
	Igualdad de género	32 - 44	13
Prosperidad Económica	Costo directo del agua	45 - 47	3
	Mitigación del uso del agua	48 - 55	8
	Eficiencia del agua	56 - 62	7
Total de ítems en el instrumento			62

4. CONCLUSIONES

Los ítems evaluados obtuvieron en forma global un Índice de Validez de Contenido (CVI) de 0.71 el cual se encuentra por encima de lo aceptable (recomendado por Tristán, 2008). En lo que respecta a la validez de constructo del cuestionario, se confirma que la estructura teórica del instrumento posee una correspondencia adecuada de los ítems ante cada dimensión y variable propuesta del constructo final, quedando una estructura factorial que explica el 80.544 % de la varianza cada ítem.

Con la aplicación de la prueba piloto se logró establecer que la estructura general del cuestionario diseñado, generó un índice de fiabilidad alto al realizar el análisis de consistencia interna alfa de Cronbach con un valor de 0.917.

La estabilidad del instrumento evaluado en dos espacios temporales distintos y con diferentes encuestadores presentó una correlación fuerte en los resultados obtenidos, con un coeficiente de Pearson de 0.929; así mismo, el modelo ajustado explica el 86.3 % de la estabilidad del cuestionario en las dos fases en que fue realizada las pruebas piloto.

Después del aporte y las recomendaciones realizadas por los jueces y expertos al cuestionario, así como los análisis estadísticos respectivos sobre la validez del instrumento la estructura quedo con 62 ítems distribuidos homogéneamente.

5. LISTA DE REFERENCIAS

- Borboa, E. & Delhumeau, S. (2016). Validez de contenido de un instrumento para medir la responsabilidad social de las empresas bancarias. *RECAI Revista De Estudios En Contaduría, Administración E Informática*, 5(12), 1-29. Recuperado de <https://recai.uaemex.mx/article/view/8927>
- Astier, M., Masera, O.R. y Gálvan, Y. (2008). Evaluación de la Sustentabilidad. Un enfoque dinámico y multidimensional. Instituto de Agricultura Ecológica y Sustentable:España. Recuperado de https://www.ciga.unam.mx/publicaciones/images/abook_file/9788461256419.pdf
- Barrezueta, S. (2015). Introducción a la Sostenibilidad Agraria: Fundamentos teóricos y construcción de indicadores. Universidad Técnica de Machala, Ecuador. Recuperado de <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/6928>
- Barrios, M. y Cosculluela, A. (2013). Fiabilidad. En. Meneses, J. (Coord.) *Psicología. Psicometría* Barcelona, España: Editorial UOC, 13-265 pp. Recuperado de https://www.researchgate.net/profile/Julio_Meneses/publication/293121344_Psicometria/links/584a694408ae5038263d9532/Psicometria.pdf
- Canu, M., & Escobar, I. M. D. (2017). Sobre el coeficiente Alpha de Cronbach y su interpretación en la evaluación educativa. *Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería*. Recuperado de <https://acofipapers.org/index.php/eiei/article/view/608/612>
- Caparó, E. V. (2016). Validación de cuestionarios. *Odontología Activa Revista Científica*, 1(3), 71-76. Recuperado de <https://oactiva.ucacue.edu.ec/index.php/oactiva/article/view/200/338>
- Cuervo, V. D., Ruiz, O., Vargas, L.M., García, E., Gallardo, F. y Díaz, P. (2020). Marcos metodológicos para la evaluación de la sustentabilidad agrícola en cuencas hidrográficas: una revisión. Recuperado de <https://pdfs.semanticscholar.org/450e/6170ad4d2633a2931064e7cc49c0006a1c64.pdf>
- Duque, S., Daniels, R., Crowder, K., & Jiménez, I. (2012). Programa ambiental México-Estados Unidos: frontera 2012. Estrategia para el desarrollo de los indicadores.

- Recuperado de <http://bva.colech.edu.mx/xmlui/bitstream/handle/1/1433/ot046.pdf?sequence=1>
- Gutiérrez C., Jesús G., Aguilera G., Luis I., González E., Ernesto, C.; Pérez e Isabel, J. (2011). Evaluación preliminar de la sustentabilidad de una propuesta agro ecológica, en el sub trópico del altiplano central de México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 14 (2) pp. 567-580. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/939/93918231020.pdf>
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, M. P. (2014). *Metodología de la Investigación* (6ª. Ed). México, D.F: McGraw-Hill/Interamericana Editores, S.A. de C.V. 589 pp.
- Lanegra, I. (2018). El camino ambiental hacia la OCDE. Lima: Oxfam, Cooperación, Propuesta Ciudadana. 106 pp. Recuperado de <http://propuestaciudadana.org.pe/wp-content/uploads/2018/10/El-camino-ambiental-hacia-la-OCDE.pdf>
- Pérez, A. G., & Hernández, M. (2015). Medición de indicadores de desarrollo sostenible en Venezuela: Propuesta metodológica. *Revibec: Revista Iberoamericana de Economía Ecológica*, 24, 1-19.
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo PNUD, (2018). Índices e Indicadores de desarrollo humano, Actualización estadística 2018. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. Recuperado de http://hdr.undp.org/sites/default/files/2018_human_development_statistical_update_es.pdf
- Polanco, C. (2006). Indicadores ambientales y modelos internacionales para toma de decisiones. *Gestión y ambiente*, 9(2), 27-41 pp. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/1694/169420986007.pdf>.
- Puerta, L., & Marín, E. (2015). Análisis de validez de contenido de un instrumento de transferencia de tecnología universidad-industria de Baja California, México. Universidad de Baja California, Baja California, México Recuperado de <http://congreso.investiga.fca.unam.mx/docs/xx/docs/2.02.pdf>.
- Quiroga R. (2001). Indicadores de Sostenibilidad Ambiental y de desarrollo Sostenible: estado del arte y perspectivas. División del Medio Ambiente y Asentamientos

- Humanos. Santiago de Chile: CEPAL/ECLAC-Manuales. Naciones Unidas. 116 pp.
- Rodríguez-Rodríguez, J., y Reguant-Álvarez, M. (2020). Calcular la fiabilidad de un cuestionario o escala mediante el SPSS: el coeficiente alfa de Cronbach. *REIRE Revista d'Innovació i Recerca en Educació*, 13(2), 1–13. <https://doi.org/10.1344/reire2020.13.230048>
- Ruiz, L. M., & Radillo, S. E. M. (2015). Validez y confiabilidad de un instrumento de medición de la competitividad de las pequeñas y medianas vitivinícolas de la Ruta del Vino del Valle de Guadalupe, Baja California, México. *Investigación y Ciencia*, 23(65), (40-47 pp). Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/674/67443217006.pdf>
- Sanclemente-Mesa, Gloria, García, Héctor Iván, Aguirre-Acevedo, Daniel Camilo, Jones-Caballero, María, Lugo, Luz Helena, Escobar, Cristina, María-Mejía, Ana, Restrepo, Catalina, & Tamayo, Sindy. (2017). Fiabilidad y validez de constructo de la versión colombiana del instrumento de calidad de vida Skindex-29 © en Medellín, Colombia. *Iatreia*, 30(1), 21-33. <https://dx.doi.org/10.17533/udea.iatreia.v30n1a02>
- Serra, A. y Peña, J. (2006). Fiabilidad test-retest e interevaluador del Test Barcelona. Sección de Neurología de la Conducta y Demencia. Servicio de Neurología. Hospital del Mar (IMAS). Barcelona. *Neurología* 21(6). 277-281 pp.. Recuperado de https://www.researchgate.net/profile/Jordi_Pena-Casanova/publication/6984434_Test-retest_and_interrater_reliability_of_Barcelona_Test/links/5e3219ada6fdccd9657677f7/Test-retest-and-interrater-reliability-of-Barcelona-Test.pdf
- Thalman, C. (2015). Sustainability Analysis of Strawberry Project in Ukraine with RISE 2015. Bern University of Applied Sciences School of Agricultural, Forest and Food Science, Report. Recuperado de https://ecofruits.com.ua/files/RISE_Repor.pdf
- Tristán, A. (2008). Modificación al modelo de Lawshe para el dictamen cuantitativo de la validez de contenido de un instrumento objetivo. *Avances en medición*, 6(1), 37-48. Recuperado de

http://www.humanas.unal.edu.co/psicometria/files/8413/8574/6036/Articulo4_Indice_de_validez_de_contenido_37-48.pdf

- Villavicencio, E., Ruíz, V. y Cabrera, A. (2016). Validación de cuestionarios. Universidad Católica de Cuenca. Revista OACTIVA UC Cuenca. 1 (3), 71-76 pp. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/333584935_VALIDACION_DE_CUESTIONARIOS
- Zhou, S.D, Mueller, F., Burkhard, B., Cao, X.J. y Ying, H. (2013). Evaluación del desarrollo agrícola sostenible basado en el enfoque DPSIR: estudio de caso en Jiangsu, China. Revista de agricultura integrativa, 12(7), 1292-1299.