

VALIDACIÓN DE UN CUESTIONARIO SOBRE CIRCULARIDAD EN EL SECTOR AGROINDUSTRIAL ALIMENTARIO

VALIDATION OF A QUESTIONNAIRE ON CIRCULARITY IN THE AGROINDUSTRIAL FOOD SECTOR

Matilde Anaya Villalpanda *  <https://orcid.org/0000-0002-6149-2278>

Oficina Nacional de Normalización, La Habana, Cuba

✉ naya@ncnorma.cu

*Autor para dirigir correspondencia: naya@ncnorma.cu

Clasificación JEL: Q17, Q31, Q57

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.10446153>

Recibido: 03/07/2023

Aceptado: 14/12/2023

Resumen

No existe un valor común para el nivel de circularidad (NC) de una organización que permita evaluar su desempeño. El objetivo de este artículo fue validar un cuestionario para establecer los NC en el sector agroindustrial alimentario. Para ello se creó un grupo de 16 expertos que diseñaron un cuestionario de 46 elementos con una escala de 0 a 100 puntos, en cinco rangos de 20 puntos cada uno para cinco NC de Muy Baja, Baja, Media, Alta y Muy Alta circularidad, equivalentes a las etapas de Linealidad, Transición, Circularidad y Sostenibilidad. Se aplicó a 10 organizaciones cubanas de producciones diferentes, algunas con sistemas de gestión certificados (SG). El cuestionario puede usarse en una metodología de evaluación y como lista de chequeo del cumplimiento de requisitos de una norma para la certificación de la circularidad en Cuba.

Palabras clave: agricultura vertical, bioeconomía, ciclo de vida, ecodiseño, innovación

VALIDACIÓN DE UN CUESTIONARIO SOBRE CIRCULARIDAD EN EL SECTOR AGROINDUSTRIAL ALIMENTARIO

Abstract

There is no common value for an organization's circularity level (NC) to evaluate its performance. The objective of this article was to validate a questionnaire to establish the NC in the agroindustrial food sector. For this purpose, a group of 16 experts was created who designed a 46-item questionnaire with a scale from 0 to 100 points, in five ranges of 20 points each for five NCs of Very Low, Low, Medium, High and Very High circularity, equivalent to the stages of Linearity, Transition, Circularity and Sustainability. It was applied to 10 different Cuban production organizations, some with certified management systems (SG). The questionnaire can be used in an evaluation methodology and as a checklist for compliance with the requirements of a standard for the certification of circularity in Cuba.

Keywords: vertical farming, bioeconomy, life cycle, ecodesign, innovation

Introducción

La circularidad es el grado de alineación con los principios de la economía circular (EC) y esta, a su vez, es una forma de captar, crear y entregar valor múltiple y compartido, con y dentro de ciclos cerrados de materiales, para garantizar la sostenibilidad de un negocio.^{1,2} Es decir, y de acuerdo con Miemczyk y col.,³ para que cualquier organización (establecimiento) sea un negocio circular, debe cerrar al menos un ciclo (de agua, energía, materiales, etc.), seguir agregando valor a sus procesos mediante prácticas sostenibles y otras iniciativas innovadoras.

Por su parte, el Comité Técnico de la Organización Internacional de Normalización ISO/TC 323 de Economía Circular propone como definición que la EC es un "sistema económico que utiliza un enfoque de sistemas para mantener un flujo circular de recursos, regenerando, reteniendo o agregando valor, mientras contribuye al desarrollo sostenible".⁴

A pesar de la importancia de entender estos conceptos para poder implementarlos y lograr la sostenibilidad,⁵⁻⁸ la tendencia mundial es a otorgar sellos y certificaciones de circularidad a las organizaciones según cumplan determinados requisitos.^{4,9-12} Generalmente, estos requisitos están más asociados a los aspectos ambientales,¹³⁻¹⁵ aunque al respecto se plantea que los indicadores convencionales como la huella hídrica y de carbono que se adoptan para el análisis y el costo del ciclo de vida (LCA, siglas en inglés), no pueden expresar el nivel completo de circularidad de productos o procesos, requiriéndose más estudios.¹⁶⁻¹⁷

Sin embargo, no existe un valor o un rango común para el nivel de circularidad en que se encuentra una organización y poder evaluar su desempeño.^{16,18-22} Dependiendo del método o herramienta empleados, los indicadores pueden ser cualitativos y cuantitativos para determinar niveles de circularidad bajo, medio y alto que pueden tener escalas entre 1 y 4; 1 y 5; 1 y 7 o 0 y 100 puntos o una calificación entre

VALIDACIÓN DE UN CUESTIONARIO SOBRE CIRCULARIDAD EN EL SECTOR AGROINDUSTRIAL ALIMENTARIO

A y E. En lo que sí hay coincidencia es en la importancia de realizar un diagnóstico que incluso puede servir para establecer una línea base.^{3,16,19-27}

En este sentido, se necesita la contribución de los elementos de la infraestructura de calidad (IC), como normalización, metrología, calidad o evaluación de conformidad (ensayos, inspección y certificación) y acreditación (NMC-A) 4; 10; 12. Para ello, pueden apoyarse en los resultados de encuestas, que sirven principalmente para asumir supuestos de referencia que luego se confirman por otros métodos 26. La encuesta se ha empleado para conocer el grado de implementación de la EC en un sector, lo que ayuda a la transición hacia la circularidad.^{2,12,14,16,25,26,29-31}

La encuesta puede emplearse como método de indagación empírica y el cuestionario es la herramienta para recolectar los datos, con una serie de preguntas o “posibles respuestas” tanto cerradas (estructuradas) como abiertas (no estructuradas). Las primeras son respuestas múltiples, previamente delimitadas, a elegir por los encuestados; y las segundas, las respuestas son usando las propias palabras de los encuestados. Algunos autores consideran las respuestas mixtas que, junto a las cerradas, requieren de instrucción en la formulación de las preguntas. La encuesta se considera un cuestionario auto-administrado.³²⁻³⁵

Entre las ventajas de las encuestas están que aseguran un mejor modo de obtener opiniones de un número mayor de personas (amplitud), cuando la muestra está dispersa geográficamente (dispersión) y permite una mejor forma procesar y analizar las opiniones recibidas. Además, reduce costo, permite usar un formato para el escalado del tamaño de muestra. Entre sus desventajas principales están constatar la honestidad informativa de los encuestados y no permite asegurar que cada individuo de la muestra responda todas las preguntas. No obstante, se justifica su empleo bajo las condiciones de amplitud y dispersión de la muestra.^{31,34,35}

Se prefiere, como condición, el anonimato para que los encuestados expresen sus opiniones con libertad. Solo en casos excepcionales en que, por interés del investigador o por necesidad de la propia investigación, se requiera conocer la autoría de las opiniones recogidas, se solicita nombres y otros datos que pudieran ser confidenciales 34. Se recomienda someter el cuestionario a una prueba preliminar o pilotaje para agregar o quitar preguntas, con 15 a 30 participantes^{22,26,33} aunque algunos estudios emplearon entre.^{3,524,28,35}

Esta práctica ha ido cayendo en desuso, lo que incrementa la responsabilidad del investigador al diseñar el cuestionario, lo que se resuelve sometiendo el mismo a criterio de expertos o a especialistas en sesiones de talleres.³⁴ El juicio de los expertos puede emplearse como validación útil para verificar la fiabilidad de una investigación.^{36,37} Dichos expertos pueden agruparse en comités, sin necesidad de probar su experticia, aunque se plantea la importancia de aspectos para su selección como conocimiento y competencia sobre el tema.^{17,38} No hay consenso entre la cantidad de expertos, se recomiendan entre 9 y 20, ya que el error medio grupal es bajo.³⁷

VALIDACIÓN DE UN CUESTIONARIO SOBRE CIRCULARIDAD EN EL SECTOR AGROINDUSTRIAL ALIMENTARIO

El cuestionario debe ser diseñado adecuadamente con pocas preguntas y sencillas, según la información que se necesita y puede aplicarse por correo o en línea. Esto evita las no respuestas y los errores de interpretación ya que, junto a las instrucciones de llenado, facilita la lectura del contenido.^{31,33,35} Además, el formato electrónico permite mejorar la validación de los datos y facilita que las respuestas puedan ser importadas directamente a las herramientas de análisis estadístico como Excel y su posible automatización para aplicaciones de móviles.^{16,17,31,33,39}

El objetivo de este artículo fue validar un cuestionario para establecer los niveles de circularidad en el sector agroindustrial alimentario.

Materiales y métodos

La **Figura 1** muestra el nivel de circularidad, como una relación entre el valor múltiple de los ciclos que cierran, sean de agua, energía, materiales y otros y el valor compartido con otros (bajo encadenamiento desde establecimientos, o los encadenamientos hasta las cadenas y redes de valor).

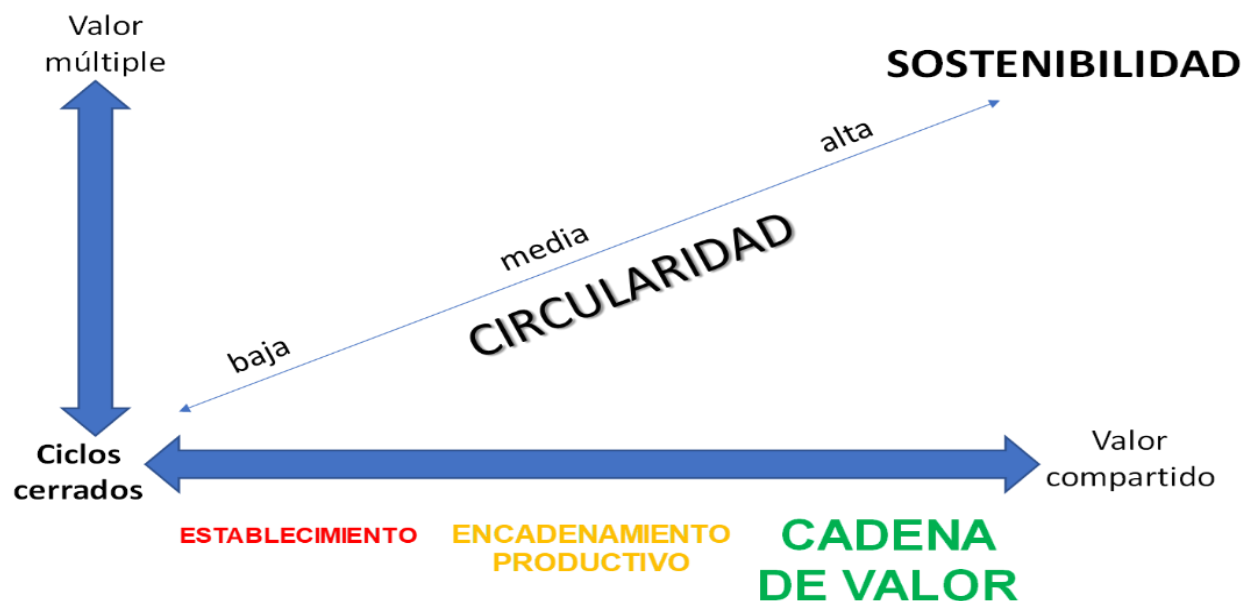


Figura 1. Representación del nivel de circularidad.

Fuente: elaboración propia.

Para la validación del cuestionario se empleó el método Delphi. Se analizó la información de una encuesta sobre EC con un cuestionario diseñado por el grupo de expertos y el diagnóstico y la evaluación de la circularidad, siguiendo las cinco etapas y pasos que se describen a continuación.

VALIDACIÓN DE UN CUESTIONARIO SOBRE CIRCULARIDAD EN EL SECTOR AGROINDUSTRIAL ALIMENTARIO

Etapa 1. Formación del grupo de expertos

En Cuba no se cuenta con expertos en economía circular, por lo que la propuesta de candidatos fue representativa de todas las partes interesadas posibles, referidos a tipos de organizaciones, actividad en la infraestructura de la calidad y ramas productivas del sector agroindustrial alimentario. Los mismos son de cada organismo o entidad participante en el proyecto institucional resultado del proyecto regional sobre el tema: Grupo Empresarial Azucarero (Azcuba); Ministerio de Industria Alimenticia (Minal); Ministerio de la Agricultura (Minag); Grupo Empresarial de Reciclaje (GER) y Centro de Ingeniería e Investigaciones Químicas (CIIQ) del Ministerio de Industria (Mindus); Unión Agropecuaria Militar (UAM) del Ministerio de las Fuerzas Armadas Revolucionarias (Minfar) y el Órgano Nacional de Acreditación de la República de Cuba (ONARC) y la sede central de la Oficina Nacional de Normalización (ONN) del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA). En total 16 candidatos: 7 de la sede central de la ONN (3 de inocuidad alimentaria, 2 de normalización, 1 de metrología y 1 certificación), 2 de la UAM y del CIIQ y uno de cada una del resto de las organizaciones antes mencionadas.

Se calculó el índice de experticia (IE) del experto i , por pasos que se describen a continuación.³⁸

Paso 1: Cálculo del coeficiente de conocimiento

Se valoraron los aspectos de A de la forma siguiente:

- A1: Conocimiento sobre la infraestructura de calidad (IC) y sus elementos (NMC-A e inocuidad).
- A2: Conocimiento sobre economía circular (Nota: debido a que en Cuba no se tiene experiencia anterior en economía circular en el sector agroindustrial alimentario, se tuvo en cuenta la participación del candidato en todas las acciones de capacitación realizadas en el marco del proyecto regional QI4EC-LAC como cursos, seminarios o talleres virtuales y presenciales).
- A3: Conocimiento práctico sobre los sistemas de gestión afines con la economía circular (Por ejemplo: calidad, medio ambiente, seguridad y salud en el trabajo, energía y otros).
- A4: Conocimiento práctico en auditorías internas para la certificación de sistemas de gestión.

Donde A: nivel de conocimiento; A_j : criterios para medir el nivel de conocimientos; n: cantidad de criterios; Kc: Coeficiente de Conocimiento o Información; $A = A_1 + A_2 + \dots + A_n$ y $Kc = A/n$ (0,1).

Se utilizó la escala Likert determinada siguiente: Superiores (10), Medios (8) y Básicos (5).

Paso 2: Cálculo del coeficiente de argumentación

El coeficiente de argumentación se determina por la valoración del candidato a experto con relación a las fuentes que tributan a su conocimiento y que avalan la condición de especialista en el tema objeto de investigación: EC en agroindustria y cadenas de valor alimentarias (CVA).

VALIDACIÓN DE UN CUESTIONARIO SOBRE CIRCULARIDAD EN EL SECTOR AGROINDUSTRIAL ALIMENTARIO

Para la conformación del coeficiente, se determinaron los aspectos de mayor influencia. A partir de estos valores reflejados por cada miembro del grupo de interés, se contrastan con los valores de una tabla patrón (**Tabla 1**), donde se coloca la fuente de argumentación (B) y su coeficiente (Ka).

$$\text{Donde } K_a = B_1 + B_2 + B_3 + B_4 + B_5 + B_6$$

Este coeficiente de argumentación, representa el conocimiento adquirido por las personas, sobre el tema de investigación y su interrelación con el resto de las áreas.

Tabla 1. Patrón sobre el coeficiente de argumentación

Fuente de argumentación o fundamentación	Alto	Medio	Bajo
B1 Estudios teóricos y prácticos realizados sobre CVA	0,5	0,4	0,3
B2 Experiencia obtenida como profesional en IC	0,3	0,2	0,1
B3 Especialización en los componentes de la IC	0,1	0,1	0,1
B4 Dominio de las bases normativa y legal en general	0,1	0,1	0,1
B5 Conocimiento del estado de la EC internacional	0,05	0,05	0,05
B6 Actualización del tema con sus eventos y publicaciones	0,05	0,05	0,05
Total	1,00	0,80	0,50

Fuente: elaboración propia

Paso 3: Cálculo del coeficiente de competencia

El coeficiente de competencia (CC) para cada candidato a experto, significa las aptitudes y actitudes que presenta el candidato. Para ello se utilizan los valores de los coeficientes de conocimiento (Kc) y de argumentación (Ka) calculados de la forma siguiente: $CC = (Kc + Ka) / 2$.

Paso 4: Selección de criterios para determinar el Índice de Experticia

Los criterios fueron seleccionados por el moderador entre los que se proponen en otros estudios para formar grupos de expertos^{34,36} y con ellos poder determinar el Índice de Experticia (IE) de cada posible experto. Dichos criterios son los que se mencionan a continuación:

aepj: años de experiencia profesional u ocupacional del experto j.

aticj: años de trabajo en la actividad de infraestructura de calidad del experto j.

ascaj: años de experiencia en sector de la cadena alimentaria del experto j.

Paso 5: Cálculo del Índice de Experticia

Para determinar el índice de experticia se utilizó la ecuación siguiente:

VALIDACIÓN DE UN CUESTIONARIO SOBRE CIRCULARIDAD EN EL SECTOR AGROINDUSTRIAL ALIMENTARIO

$$IE_{j_1} = \sum_{j=1}^n w_j * c_j \quad \forall_{j_1} = 1 \dots n$$

Donde IE_{j1}: Índice de Experticia; w_j: importancia que se le atribuye al criterio j para el cálculo de IE; c_j: valores normalizados de las variables atic_j, aep_j, asca_j, cc_j y n: total de expertos propuestos que se valoran. En este caso, w_j de las variables son 0,1; 0,15; 0,25 y 0,5 respectivamente, y n=16.

Paso 6: Selección de los expertos

Se recomienda que la cantidad de expertos a seleccionar debe ser mayor o igual que $\alpha * m$, donde α es un número entre 0,7 y 1, prefijado por el moderador en 1 y m es el número de criterios seleccionados, en este caso m = 4. Se desecha el candidato con IE < 0,7.³⁸

Etapa 2. Diseño del cuestionario para el diagnóstico

El cuestionario se diseñó al reducir al 50 % los 91 ítems de nueve categorías de una lista de chequeo²¹ que ya se empleó en estudios de cadenas o empresas de producciones avícola y de camarón y de frutas como plátano, cacao, coco y pitaya.^{21,26,27,40,41} La propuesta final tiene preguntas mixtas en cuatro grupos temáticos (Producción y Consumo, Gestión de Residuos, Materiales Secundarios y Competitividad e Innovación), asociados a los aspectos de circularidad. En total son 46 ítems (15 preguntas y 21 incisos) distribuidos en cinco categorías (Caracterización de la entidad, Consumo de energía y otros portadores energéticos, Agua y residuales líquidos, Residuos sólidos e Indicadores de interés por sus impactos), similares a otros estudios^{16,22} para que este cuestionario sirva de lista de chequeo para obtener una línea base o auditorías externas de futuras certificaciones de circularidad, y que pueda aplicarse a otros sectores estratégicos de Cuba.

Algunos datos solicitados pueden considerarse confidenciales por ser cuantitativos y pedirse en unidades (kW-h, t y m³) como se reporta por la OECD¹³ y otros coinciden con los seleccionados por Klein y col.³¹ como cantidad de trabajadores, conocimientos sobre economía circular del personal, implementación de sistema de gestión ambiental, consumo de papel y tóner, gestión de residuos, tratamiento de residuales, prácticas de reciclaje, aprovechamiento de materiales y uso de la flota de vehículos. Cada categoría se colocó en una hoja de un libro Excel en forma de tablas que facilitó su procesamiento, para contar con la información necesaria siguiente:

1- Caracterización de la entidad

1.1- Ubicación (provincia y municipio) y rama del sector agroindustrial alimentario

1.2- Madurez y cultura de la organización

a)- Sistema de gestión implementados (¿calidad ISO 9001, inocuidad HACCP, inocuidad ISO 22000, medio ambiente ISO 14001, seguridad y salud en el trabajo ISO 45001, energía ISO 50001; otros sistemas cuáles?)

VALIDACIÓN DE UN CUESTIONARIO SOBRE CIRCULARIDAD EN EL SECTOR AGROINDUSTRIAL ALIMENTARIO

b)- Sistema de gestión integrados (¿calidad ISO 9001, inocuidad HACCP, inocuidad ISO 22000, medio ambiente ISO 14001, seguridad y salud en el trabajo ISO 45001, energía ISO 50001; otros sistemas cuáles?)

c)- Sistema de gestión certificados (¿calidad ISO 9001, inocuidad HACCP, inocuidad ISO 22000, medio ambiente ISO 14001, seguridad y salud en el trabajo ISO 45001, energía ISO 50001; otros cuáles?; ¿mantiene la certificación desde hace 1 año/ hace 2 años/ hace más de 2 años)

d)- algo del inciso c) con otras certificaciones (¿ASC, Bonsucro, BRC Global, BSCI, GobaL GAP, IFS Food; orgánico o ecológico; GRASP, RSC Applus17, RSE 100, SA8000 u otra de responsabilidad social; otras cuáles?)

e)- Forma de gestión empresarial (¿estatal o privada?; ¿empresa o UEB?; ¿encadenado con otra organización o parte de una CVA? clasificación MIPYMES, TCP, CNA o PDL antes y las creadas)

1.3- Descripción del personal

a)- Cantidad de trabajadores (total y de ellos, ¿cuántos directos a la producción?)

b)- Del total (¿cuántos capacitados en economía circular (EC), en cadenas de valor alimentarias (CVA) con enfoque de gestión de riesgos y ambos temas?)

c)- De directos a la producción (vinculados a EC; jóvenes < 35 años y mujeres)

2- Consumo de energía y otros portadores energéticos

2.1- Consumo de energía eléctrica [kW-h] (del sistema electroenergético nacional y de otras fuentes renovables de energía) SEN y FRE, respectivamente.

2.2- Consumo de combustibles [L] (total y de ellos, en electricidad y en transporte) de fuel oil, diésel, gasolina y [m3] (total y de ellos, en electricidad, cocción y otros) de gas licuado y biogás.

2.3- Consumo de otros portadores energéticos [m3] (agua) y [t] (vapor, bagazo, biomasa y carbón)

3- Agua y residuales líquidos

3.1- Consumo de agua potable [m3] (total, de ellos y del agua para otros portadores energéticos)

a)- Fuente [m3] (del sistema de abasto o de pozos propios)

b)- Uso [m3] (para producir vapor; para el resto del proceso o para limpieza y desinfección)

3.2- Residuales líquidos [m3] (total y de ellos)

a)- Tratamiento [m3] (en planta (PTR) o en sistema (STR))

b)- Caracterización del residual (valor de DBO5 y de DQO)

c)- Agua residual tratada [m3] (total de reúso; de ellos, en el proceso o en otros usos)

4- Residuos sólidos

4.1- Consumo de material en oficinas (papel y tóner; de ellos, reutilizables)

4.2- Generación de residuos (total y de ellos, reciclables no metálicos)

a)- Oficina (consumo de papel)

b)- Proceso (papel, cartón, plástico, vidrio, textiles y neumáticos)

4.3- Residuos de alimentos (total y de ellos)

a)- Subproductos por (insuficientes trabajadores; falta de equipamiento por inversiones; sin mercado identificado o poca cultura de consumo local)

VALIDACIÓN DE UN CUESTIONARIO SOBRE CIRCULARIDAD EN EL SECTOR AGROINDUSTRIAL ALIMENTARIO

- b)- Pérdidas
- c)- Desperdicios
- 4.4- Gestión de residuos (total de aprovechados y de reciclados)

5- Indicadores de interés por sus impactos

5.1- Uso responsable del transporte (cantidad total de medios de transporte y de ellos, para)

- a)- Directivos o transporte obrero
- b)- Apoya a comunidad o brinda servicio por contrato
- c)- Eléctricos u otra fuente renovable de energía

5.2- Otros indicadores de interés (flujos circulares de los materiales; innovación de nuevos productos, nuevos empleos e ingreso promedio de trabajadores después de aplicar EC; otras ayudas a la comunidad; costos de calidad; costos ambientales; calidad del aire; calidad del suelo; emisión de gases de efecto invernadero; huella hídrica; huella de carbono; análisis del ciclo de vida; otros no mencionados aquí, ¿cuáles?)

Se seleccionó el uso responsable del transporte, ya que es una dificultad para la población cubana, conociendo que con la base legal vigente sí se garantizan otros aspectos sociales para evaluar la responsabilidad social empresarial o corporativa de las organizaciones, según la norma ISO 26000 que se toma como referencia para el tema, pero que no ha sido adoptada en Cuba.

El resto de los indicadores de interés, son opcionales y proporcionan una mejor evaluación, de acuerdo con Amicarelli y Bux.¹⁶

Etapa 3. Selección de los establecimientos para el envío del cuestionario

Los expertos seleccionaron diez establecimientos productores de nueve ramas del sector agroindustrial alimentario en siete provincias representativas de las tres regiones de Cuba. Atendiendo al grado de madurez de las organizaciones por tener certificado algún SG (verificado en la página oficial www.ncnorma.cu) y su importancia estratégica para la economía del país, similar a lo reportado por Fortunati y col. para seleccionar nueve empresas italianas.¹

En la región occidental: Procesadora “Juan José” (producción de pescado de acuicultura en Pinar del Río), Granja Integral de Atabey (producción de frutas y hortalizas en La Habana), Granja Jamaica (producción de huevo y pienso en La Habana), UEB Procesadora de miel (envasadora de miel en Artemisa), UEB Matadero (cría y sacrificio de cerdo y res en Matanzas). En la región central: Empresa Agrofarma (semillas y posturas; cultivo y procesamiento de frutas, viandas y hortalizas en Villa Clara), Central “Carlos Baliño” (cosecha y producción de azúcar orgánica en Villa Clara) y UEB Ceballos (procesamiento de frutas en Ciego de Ávila). En la región oriental: UEB Calisur (cría y procesamiento de camarón de cultivo en Granma) y UEB Arturo Lince (cosecha y procesamiento de café en Guantánamo). Para mantener la confidencialidad de los datos aportados, se numeraron aleatoriamente del 1 al 10.

VALIDACIÓN DE UN CUESTIONARIO SOBRE CIRCULARIDAD EN EL SECTOR AGROINDUSTRIAL ALIMENTARIO

El cuestionario diseñado se envió por correo electrónico, a los Jefes de Departamento o Área de calidad de las organizaciones, similar a lo descrito por Klein y col.³¹ Se solicitó aportar datos del promedio histórico anual de los últimos tres años antes de la pandemia, es decir, 2017-2019. Se recibieron en diciembre de 2022 y se procesaron durante el primer semestre de 2023.

Etapa 4. Validación del cuestionario para el diagnóstico

Con el análisis de la fiabilidad del cuestionario se determinó la consistencia de sus elementos usando el coeficiente alfa de Cronbach (α) para encontrar las correlaciones (r) entre ellos, así como el estadístico Kappa (K) y el coeficiente de concordancia de Kendall (W), para el conocer el grado de consenso del grupo de expertos.^{36,37}

Etapa 5. Evaluación del nivel de circularidad

Las diferentes opciones de respuestas a las preguntas del cuestionario que aportan información cualitativa o cuantitativa respecto a la gestión de los procesos, se consideran indicadores y se les asigna el valor 1 si se toman como indicadores principales (obligatorios) y específicos (obligatorios), mientras toman valor 0,5 se consideran como indicador de recompensa (opcional). Se calculó el nivel de circularidad según la norma italiana UNI/TS 11820 del 2022 que establece un método de medición con la ecuación siguiente¹⁶:

$$NC = \frac{\sum Ip + \sum Ie + \sum Ir}{Ip_{total} + Ie_{total}}$$

Donde NC es nivel de circularidad; IP es indicador principal; IE es indicador específico; IR es indicador de recompensa y los IP e IE totales son los que se establezcan para el cuestionario.

El peso específico de cada indicador dentro del nivel de circularidad y la condición del cierre de un ciclo se determinó con el método de proceso de jerarquía analítica, en una versión simplificada,⁴² para tomar las decisiones sobre la prioridad de las preguntas en las que logró el consenso grupal.⁴³ Se aplicó una escala de comparación de 1 a 9, empleada en estudios similares.^{27,44}

La escala de 0 a 100 puntos por rangos de NC es: Muy Baja (0 a 20 puntos), Baja (21 a 40 puntos), Media (41 a 60 puntos), Alta (61 a 80) y Muy Alta (81 a 100 puntos). Los dos primeros se corresponden con etapa de linealidad, NC media con transición, NC alta con circularidad y la última NC con sostenibilidad. Es condición necesaria que la sumatoria de I_P e I_E debe sea mayor que el 50 % del total de los indicadores y con menos de 41 puntos, si la organización cierra al menos un ciclo (**Figura 1**), realmente se considera que está en la etapa de transición.

VALIDACIÓN DE UN CUESTIONARIO SOBRE CIRCULARIDAD EN EL SECTOR AGROINDUSTRIAL ALIMENTARIO

Resultados y discusión

Los candidatos a expertos tuvieron un nivel de competencia y un índice de experticia superiores a 0,7. Todos con más de 20 años de experiencia profesional (uno con 18), y tres con menos de 5 y 10 años relacionados con alimentos e IC, respectivamente (**Tabla 2**). Por tanto, todos son expertos.

Tabla 2. Formación profesional e índice de experticia de los expertos seleccionados

Exp.	Título Profesional	Grado científico	CC	Asca	Aep	Atic	IE
1	Licenciatura en Química	Dr. C. Técnica Biotecnología	0.94	45	45	35	1.00
2	Ingeniero Químico	Dr. C. Técnica Medio Ambiente	0.98	25	25	15	1.00
3	Dr. Medicina Veterinaria	M. Sc. Medio Ambiente	0.92	35	40	35	0.99
4	Ingeniero Eléctrico	-	0.84	46	46	46	0.97
5	Ingeniero Químico	-	0.89	43	43	43	0.93
6	Ing. Agroindustrial Azucarera	M. Sc. Dirección de Empresas	0.86	25	36	25	0.91
7	Ingeniero Agrónomo	M. Sc. Dirección de Empresas	0.81	25	35	3	0.88
9	Ing. Mecánico Industrial	M. Sc. Medio Ambiente	0.84	20	34	20	0.87
8	Técnico Tecnología de Alimentos	-	0.80	20	20	5	0.85
10	Ing. en Riego y Drenaje	M. Sc. Dirección de Empresas	0.79	19	32	19	0.85
11	Licenciatura en Química	-	0.78	19	31	26	0.83
12	Lic. Ciencia Farmacéutica	M. Sc. Gestión Calidad	0.84	10	41	40	0.82
13	Licenciatura en Química	M. Sc. Biotecnología Ambiental	0.79	10	26	20	0.77
14	Licenciatura en Química	Esp. Envase y Embalaje	0.81	4	36	27	0.75
15	Lic. en Ciencias Alimentos	-	0.79	5	21	6	0.73
16	Ingeniero Químico	M. Sc. Medio Ambiente	0.76	5	18	10	0.71

Fuente: elaboración propia

Con el trabajo grupal de los 16 expertos se llegó al consenso sobre los elementos del cuestionario y su utilidad como lista de chequeo ($\alpha = 0,978$; $r = 0,866$; $K = 0,903$ y $W = 0,831$). Este posible uso, es a partir de la puntuación total (100 puntos) a alcanzar por categorías y su relación con la tipología de los indicadores principales, específicos y de recompensa seleccionados de entre las diferentes respuestas al marcar con una X (118 posibles) si la organización no desea dar datos considerados confidenciales. Hubo consenso para una lista de chequeo con 56 IP y 26 IE, que en conjunto representan casi el 70 % de la información posible, y 36 IR (el 30 % restante) (**Tabla 3**).

VALIDACIÓN DE UN CUESTIONARIO SOBRE CIRCULARIDAD EN EL SECTOR AGROINDUSTRIAL ALIMENTARIO

Tabla 3. Uso del cuestionario como lista de chequeo para la evaluación de la circularidad

Categorías por aspectos de circularidad	Puntos	Tipología de los indicadores		
		IP	IE	IR
1- Caracterización de la entidad	40	16	13	22
1.1 Ubicación y rama del sector	-	-	-	-
1.2- Madurez y cultura de la organización	24	6	8	20
1.3-Forma de gestión empresarial	9	4	4	2
1.4- Descripción del personal	7	6	1	-
2- Consumo de energía y otros portadores energéticos	14	14	-	-
2.1- Consumo de energía eléctrica	2	2	-	-
2.2- Consumo de combustibles	8	8	-	-
2.3- Consumo de otros portadores energéticos	4	4	-	-
3- Agua y residuales líquidos	11	6	5	-
3.1- Consumo de agua potable	5	2	3	-
3.2- Gestión de residuales líquidos	6	4	2	-
4- Residuos sólidos	18	14	4	-
4.1- Consumo de materiales en oficinas	3	3	-	-
4.2- Generación de residuos	7	7	-	-
4.3- Residuos de alimentos	6	2	4	-
4.4- Gestión de residuos sólidos	2	2	-	-
5- Indicadores de interés por sus impactos	17	6	4	14
5.1- Uso responsable del transporte	10	6	4	-
5.2- Otros indicadores de interés	7	-	-	14
TOTAL	100	56	26	36

Fuente: elaboración propia

Puede apreciarse que la categoría 1 que caracteriza a la organización aporta 40 puntos y el resto suman 60 puntos (60 % del total). La puntuación de estas cuatro categorías se distribuye de forma que la última otorga 17 puntos y los 43 restantes son por el consumo de energía, de agua potable y de materiales de oficina (14, 5 y 3 puntos, respectivamente) y por la gestión de los residuales líquidos (6 puntos) y de los residuos sólidos (15 puntos). Es decir, el consumo representa el 22 % y la gestión de los residuos el 21 %, con igual peso en la evaluación del nivel de circularidad.

En correspondencia, el consumo de energía solo está constituido por indicadores principales (IP), mientras que el consumo de agua solo por dos IP y el de materiales en oficinas por tres IP. Esta decisión de los expertos se debe a que la energía puede sustituirse por las FRE, pero el agua no cuya cantidad

VALIDACIÓN DE UN CUESTIONARIO SOBRE CIRCULARIDAD EN EL SECTOR AGROINDUSTRIAL ALIMENTARIO

depende del nivel de actividad de la rama productiva de un sector y el trabajo en las oficinas sí puede gestionarse de forma similar en todas las organizaciones. En este sentido, se dio más peso a los indicadores de la gestión de los residuos (15 IP en total), similar a los de consumo energético (14 IP) y a los que caracterizan a la organización (16 IP). Estos 50 IP representan el 89 % de este grupo y el 42 % de los 118 indicadores, que evidencia su importancia en la evaluación.

Por ese motivo, para completar la evaluación los indicadores específicos (IE) también tienen un peso similar en aspectos de circularidad de las tres últimas categorías relacionadas con el consumo de agua y la gestión de sus residuales (5 IE), los residuos de alimentos (4 IE) y el uso responsable del transporte como un indicador de interés por su impacto (4 IE). El total de ellos es igual a los que caracterizan la organización (13 IE en ambos), siendo estas dos últimas categorías las que aportan puntos de recompensas (14 y 22 IR, respectivamente), con mayor peso para la madurez y cultura de la organización (20 IR) y las que brindan información sobre otros indicadores (14 IR).

Atendiendo a lo anterior, con las respuestas recibidas se pudo establecer el nivel de circularidad de las diez organizaciones evaluadas (**Tabla 4**). Obtuvieron entre 17 y 44 puntos, nueve de ellas en los niveles Bajo y Medio de circularidad, correspondientes a las etapas de linealidad y de transición. Este resultado coincide con los obtenidos entre Baja y Media circularidad en estudios similares en varias organizaciones de cadenas de valor en Ecuador y en México.^{21,26,27,40,41}

Tabla 4. Resumen del cuestionario y evaluación de la circularidad

No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
IP	18	14	17	25	9	18	11	18	16	16
IE	6	5	5	9	5	5	6	5	5	7
IP+IE	24	19	22	34	14	23	17	23	21	23
(%)	(75)	(91)	(85)	(89)	(100)	(100)	(77)	(100)	(100)	(96)
IR	8	2	4	4	-	-	5	-	-	1
(%)	(25)	(9)	(15)	(11)	-	-	(23)	-	-	(4)
Puntos	34	24	29	44	17	28	23	28	26	29
Nivel de circularidad	Bajo	Bajo	Bajo	Medio	<i>Muy Bajo</i>	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo

Fuente: elaboración propia

La organización No. 5 con 17 puntos estuvo cerca del límite superior de la escala (20 puntos) del nivel Muy Bajo de la etapa de Linealidad. Sin embargo, junto a este análisis cuantitativo puede hacerse uno cualitativo con los indicadores, a las organizaciones que están en el mismo nivel con una puntuación similar, siendo una mejora a la herramienta de evaluación propuesta por Diéguez y col. 21. Por ejemplo, al comparar la No. 1 con 34 puntos respecto a las No. 3, 6 y 10 con 29, 28 y 29 puntos, respectivamente; estas tres últimas tuvieron 22, 23 y 23 IP+IE que representaron entre 85, 100 y 96 % de sus respuestas, respecto al 75 % de la No. 1. Lo anterior significa que la organización No. 1 realmente está más lejos

VALIDACIÓN DE UN CUESTIONARIO SOBRE CIRCULARIDAD EN EL SECTOR AGROINDUSTRIAL ALIMENTARIO

que las otras tres de llegar a la etapa de Transición a la circularidad, por lo que puede inferirse que no está aprovechando adecuadamente los aspectos que evidencian su mejor desempeño organizacional (8 IR). Este resultado demuestra la validez de esta herramienta diseñada, que puede aplicarse tanto para evaluar la gestión empresarial como para mejorar el desempeño en materia de circularidad, de una sola organización o una cadena de valor, ya sea si aportan datos numéricos en el cuestionario o si deciden marcar solo con una X.

Lo anterior se muestra en las **Tablas 5** a la **9**. En ellas se resume en las dos primeras columnas el valor absoluto total de las 10 organizaciones evaluadas y su valor porcentual, respectivamente, que puede tomarse como una línea base preliminar del sector. En las restantes columnas, aparecen los valores porcentuales respecto al total de cada una de las organizaciones.

En la **Tabla 5** puede apreciarse que solo cinco organizaciones (No. 1 a la 4 y No. 7) tienen certificados sus sistemas de gestión (SG), coinciden con las mismas que tienen las puntuaciones mayores (No. 4, 1 y 3 en orden decreciente de la **Tabla 4**), mientras que las No. 2 y 7 con SG certificados y 20 puntos cada una, menos que las No. 6 y del No. 8 al 10 que ni siquiera declaran tener un SG implementado. Este resultado reafirma el comentario anterior respecto a que no precisamente existe relación entre la certificación de los SG y el nivel de circularidad y la necesidad de contar con una certificación propia para la EC de acuerdo con varios autores.^{4,9-12}

Se reportó en total 3 617 trabajadores, de los cuales 3 035 trabajan directamente en la producción (83,91 % del total) y de estos se declara que solo 854 están vinculados con EC (28,14 %), 629 son jóvenes menores de 35 años y 601 son mujeres (aproximadamente 20 % en ambos), y de ellos, solo 459 están capacitados tanto en temas de CVA como de EC. Estos datos están relacionados con la dimensión social de la circularidad e impactan en la sostenibilidad, por lo que se impone aumentar las acciones de capacitación en ambos temas para aprovechar las oportunidades que brinda la certificación de los SG en cuanto a madurez y cultura de la organización para lograr formar cadenas de valor y facilitar la transición hacia la circularidad.

En ese sentido, las organizaciones evaluadas distan de lograr ese objetivo, vistos los valores porcentuales de las **Tablas 6** a la **9** como una línea base preliminar. En la **Tabla 6** se observa que la mayoría de los procesos se realizan con electricidad del SEN (100 % del total) ya que solo la No. 1 reportó el uso de otras FRE en este caso 59,52 % de su biogás (el resto para otros usos). Esto conlleva que el 5,51 % del diésel, el 6,67 % del fuel oil y 8,65 % del gas se empleen en generar electricidad y el consumo de otros portadores energéticos como el carbón por la No. 4. Se evidencian las reservas que aún quedan en el uso de las FRE como un reflejo del sector en Cuba, igual a lo que sucede en países europeos según un estudio de 6263 empresas encuestadas.¹⁴

Un comportamiento similar se observó en consumo de agua y gestión de los residuales líquidos (**Tabla 7**). El 2,59 % del total de los más de 4 millos de m³ de agua potable se emplean como un portador energético siendo 14,25 % para producir vapor, 29,50 % para la limpieza y la desinfección y 56,25 %

VALIDACIÓN DE UN CUESTIONARIO SOBRE CIRCULARIDAD EN EL SECTOR AGROINDUSTRIAL ALIMENTARIO

para el resto de los procesos. Todas las organizaciones tratan sus residuales líquidos, sin embargo, solo dos (No. 3 y 4) reportaron los valores de DQO y DBO5 en los límites máximos para estos parámetros básicos establecidos en las normas cubanas. Pero no reúsan esta agua tratada, lo que concuerda con estudios en 98 cerveceras de Brasil.³⁰ Solo la organización No. 6 realiza esta práctica (35,71 % para otros usos), por tanto, es la única que cierra al menos un ciclo (**Figura 1**), en este caso del agua, condición que la ubica en transición, aunque obtuvo 28 puntos (**Tabla 4**) y no tiene SG certificado (**Tabla 5**).

Respecto a los sólidos (**Tabla 8**), cinco organizaciones declararon usar 100 % de tóner reutilizables mientras que el 4,26 % de las 0,52 t de papel de oficina son residuos sólidos excepto en dos organizaciones (No. 5 y 7 que no informaron). Estas pudieran gestionarse mejor mediante la digitalización de procesos con las TIC u otras iniciativas de circularidad como se estableció por resolución del Consejo de Ministros en Portugal.³¹ El resto de las 12,30 t de residuos sólidos están constituidos mayormente, en orden decreciente, por envases textiles (35,87 %), papel sin incluir el de oficina (18,67 %), neumáticos (17,67 %), cartón (9,14 %) y plástico (8,46 %). De ellos solo se reciclan 1,75 t lo que significa 14,26 % de tasa de reciclaje en 10 organizaciones.

Aunque el reciclaje tiene menor jerarquía entre las 9R, cabe destacar que solo cuatro organizaciones utilizan esta iniciativa: las No. 2 y 9 reciclan el 100 %, la No. 6 el 72 % y la No. 8 el 62,5 % de sus residuos sólidos con valor económico. Resultados similares de entre 55 y 100 % de sus residuos reciclados se reportan en varios estudios en Brasil, Ecuador.^{30,41}

Este comportamiento es similar al observado en los residuos de alimentos ya que se aprovechan solo 3,84 % de las 19,54 t que se declaran, debido fundamentalmente a la falta de equipamiento por inversiones (90,91 al 100 %). Estas se dividen en 15,80 t como pérdidas y 3,74 t como desperdicios (81 y 19 % del total, respectivamente). Es decir, una relación 4:1 que no es representativa del sector agroindustrial alimentario cubano, pero sí una estimación adecuada ya que las 10 organizaciones evaluadas en este estudio tienen procesos desde la producción primaria hasta la comercialización minorista y en la metodología cubana propuesta para evaluar esta variable se incluyó el uso de encuestas como un método para recopilar información al respecto.⁴⁵

En 2021 Cuba informó voluntariamente que no tiene una línea base para evaluar la meta 12.3 de los 17 ODS que es para el 2030 reducir los desperdicios de alimentos a la mitad 46. Por tanto, este resultado con el cuestionario diseñado, de 19 % de desperdicios sería un primer estimado en Cuba para esta variable, similar a los datos a nivel mundial, que se estima entre 13 % de los desperdicios ocurren en el comercio minorista y representa el 17 % de la producción total de alimentos.⁴⁵

Tabla 5. Caracterización de la organización

Descripción	Total [n=10]	% del Total	Porcentaje respecto al valor total de la propia organización (%) [n= 1]										
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Cantidad de establecimientos encuestados	10	-	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Cantidad de SG implementados	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cantidad de SG integrados	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cantidad de SG certificados	9	-	x ^[1y2]	x ^[1]	x ^[1y2]	x ^[1y3]	-	-	x ^[1y2]	-	-	-	-
Cantidad de otras certificaciones	1	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Forma de gestión estatal	10	100	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Forma de gestión privada	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Empresa	3	30.0	x	-	-	-	-	-	-	-	-	x	x
Unidad Empresarial de Base (UEB)	7	70.0	-	x	x	x	x	x	x	x	-	-	-
Mipymes, TCP, CNA o PDL creadas	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cantidad de trabajadores en entidad estatal	3617	-	-										
De ellos, directos a producción	3035	83.91	89.65	78.13	87.27	82.35	79.21	80.91	74.61	89.39	73.68	83.23	-
De los directos, vinculados a EC	854	28.14	88.02	-	-	-	85.00	82.02	85.42	78.81	35.71	-	-
De los directos, jóvenes < 35 años	629	20.72	37.91	8.00	-	31.55	26.25	43.26	10.42	65.25	26.79	12.18	-
De los directos, mujeres	601	19.80	23.09	-	-	29.17	26.25	14.04	20.83	21.19	19.64	24.44	-
Cantidad de trabajadores en entidad privada	0	-	-										
De ellos, vinculados a EC	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
De ellos, jóvenes < 35 años	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
De ellos, mujeres	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cantidad total de trabajadores	3617	-	-										
Del total, capacitados en cadena de valor (CVA)	6	0.17	-	9.38	0.37	-	-	-	-	-	1.32	-	-
Del total, capacitados en economía circular (EC)	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Del total, capacitados en ambos	459	12.69	89.65	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Nota: ^[1] SGC (calidad por NC-ISO 9001); ^[2] HACCP (inocuidad por NC 136) y ^[3] SGSST (seguridad y salud en el trabajo por NC-ISO 45001).

Fuente: elaboración propia

VALIDACIÓN DE UN CUESTIONARIO SOBRE CIRCULARIDAD EN EL SECTOR AGROINDUSTRIAL ALIMENTARIO

Tabla 6. Consumo de energía y otros portadores energéticos

Descripción	Total [n=10]	% del Total	Porcentaje respecto al valor total de la propia organización (%) [n= 1]									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Consumo electricidad (kW-h)	2356367.00	-	-									
Del total, del SEN (kW-h)	2356367.00	100	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Del total, hidroeléctrica (kW-h)	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Del total, eólica (kW-h)	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Del total, fotovoltaica (kW-h)	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Consumo de diésel (L)	201363.10	-	-									
Del total, en electricidad (L)	11100.00	5.51	14.77	-	2.46	21.03	-	-	-	-	13.28	-
Del total, en transporte (L)	117628.10	58.42	85.23	100	97.54	78.97	100	100	100	100	86.72	-
Consumo de fuel oil (L)	164800.00	-	-									
Del total, en electricidad (L)	11000.00	6.67	-	-	-	-	-	-	100	-	-	-
Del total, en transporte (L)	0.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Consumo de gasolina (L)	5997.30	-	-									
Del total, en electricidad (L)	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Del total, en transporte (L)	5894.10	98.28	100	100	100	98.72	100	-	84.22	-	-	100
Consumo de gas (m³)	2116.00	-	-									
Del total, en electricidad (m ³)	183.00	8.65	-	-	-	30.45	-	-	-	-	-	-
Del total, en cocción (m ³)	1933.00	91.35	-	-	100	69.55	100	100	-	100	-	100
Consumo de biogás (m³)	138600.00	-	-									
Del total, en electricidad (m ³)	82500.00	59.52	-	-	-	-	-	59.52	-	-	-	-
Del total, en otros usos (m ³)	56100.00	40.48	-	-	-	-	-	40.48	-	-	-	-
Consumo de agua (m³)	15998359.27	-	-									
Consumo de vapor (T)	4627.40	-	-	-	-	x	-	-	x	-	x	x

VALIDACIÓN DE UN CUESTIONARIO SOBRE CIRCULARIDAD EN EL SECTOR AGROINDUSTRIAL ALIMENTARIO

Consumo de bagazo (T)	0.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Consumo de biomasa (T)	0.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Consumo de carbón (T)	9.73	-	-	-	-	100	-	-	-	-	-	-

Nota: X sustituye el valor porcentual para mantener la confidencialidad de los datos recibidos en los cuestionarios enviados por las organizaciones.

Tabla 7. Agua y residuales líquidos

Descripción	Total [n=10]	% del Total	Porcentaje respecto al valor total de la propia organización (%) [n= 1]									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Consumo de agua potable (m³)	414290.87	-	-									
Es del agua en portadores energéticos	-	2.59	100	100	13.91	100	0.07	10.00	-	15.61	100	-
Del total, es del sistema de abasto (m ³)	243705.00	58.82	100	-	100	-	100	-	100	-	-	100
Del total, es de pozos propios (m ³)	170585.90	41.18	-	100	-	100	-	100	-	100	100	-
Del total, para producir vapor (m ³)	59034.00	14.25	24.17	-	-	9.86	-	-	42.11	-	13.76	2.57
Del total, para resto de procesos (m ³)	233021.50	56.25	71.26	-	75.16	10.14	90.00	40.00	42.11	25.93	50.13	87.40
Del total, para limpieza y desinfección (m ³)	122235.40	29.50	4.58	100	24.84	80.00	10.00	60.00	15.79	74.07	36.11	10.03
Residuales líquidos (m³)	154535.10	-	-									
Del total, se trata en sistemas (m ³)	127455.10	82.48	100	100	100	-	100	100	100	100	100	100
Del total, se trata en plantas (m ³)	27080.00	17.52	-	-	-	100	-	-	-	-	-	-
DBO ₅ (30 a 150 ^[1] y < 300 ^[2] mg/L)	-	-	-	-	-	35	-	-	-	-	-	-
DQO (75 a 300 ^[1] y < 700 ^[2] mg/L)	-	-	-	-	364	56	-	-	-	-	-	-
Total tratada no apta para reúso (m³)	99347.10	64.29	-									
Del total apta, se reúsa en proceso (m ³)	0.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Del total apta, para otros usos (m ³)	55188.00	35.71	-	-	-	-	-	35.71	-	-	-	-

Nota: ^[1] tomado de la Norma Cubana 521. Vertimiento de aguas residuales a la zona costera y aguas marinas. Especificaciones.

^[2] tomado de la Norma Cubana 27. Vertimiento de aguas residuales a las aguas terrestres y al alcantarillado. Especificaciones.

Fuente: elaboración propia

VALIDACIÓN DE UN CUESTIONARIO SOBRE CIRCULARIDAD EN EL SECTOR AGROINDUSTRIAL ALIMENTARIO

Tabla 8. Residuos sólidos y su gestión

Descripción	Total [n=10]	% del Total	Porcentaje respecto al valor total de la propia organización (%) [n=1]										
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Consumo de tóner o cartuchos de impresión (U)	51	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
De ellos, reutilizables (U)	51	100	100	100	100	100	100	-	-	-	-	-	100
Consumo de papel en oficina (T)	0.52	-	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Cantidad total de residuos sólidos (T)	12.30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
De ellos, papel de oficina (T)	0.52	4.26	57.14	1.00	0.71	0.69	-	1.36	-	2.11	12.50	11.11	-
De ellos, papel (no oficina) (T)	2.30	18.67	42.86	98.51	13.87	-	-	28.57	-	-	-	-	433.33
De ellos, cartón (T)	1.12	9.14	-	0.50	18.86	4.60	-	0.68	-	4.21	-	-	-
De ellos, plástico (no tóner o cartucho) (T)	1.04	8.46	-	-	20.06	1.84	-	-	-	-	-	37.50	-
De ellos, envase de vidrio (T)	0.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
De ellos, envase textiles (T)	4.41	35.87	-	-	-	91.95	-	21.77	-	9.47	-	-	-
De ellos, desechos textiles (T)	0.03	0.27	-	-	0.50	-	-	-	-	-	-	12.50	-
De ellos, desechos de vidrio (T)	0.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
De ellos, frascos (T)	0.03	0.24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	37.50	-
De ellos, neumáticos (T)	2.17	17.67	-	-	2.85	0.92	-	47.62	-	84.21	-	-	555.56
De ellos, botellas de ron (T)	0.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
De ellos, botellas de cerveza (T)	0.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
De ellos, reciclado (T)	1.75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tasa de reciclaje (%)	14.26	-	-	100	-	-	-	72.07	-	62.53	100	-	-
Residuos de alimentos iniciales (T)	19.54	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
De ellos, pérdidas (T)	15.80	80.84	-	100	100	100	-	90.91	-	72.09	63.51	70.00	-
De ellos, desperdicios (T)	3.74	19.16	-	-	-	-	-	9.09	-	27.91	36.49	30.00	-
De ellos, por insuficientes trabajadores (T)	0.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

VALIDACIÓN DE UN CUESTIONARIO SOBRE CIRCULARIDAD EN EL SECTOR AGROINDUSTRIAL ALIMENTARIO

De ellos, por falta de equipamiento por inversiones (T)	13.67	69.94	-	-	100	100	-	90.91	-	100	100	-
De ellos, por mercado sin identificar (T)	5.87	30.06	-	100	-	-	-	9.09	-	-	-	100
De ellos, por poca cultura de consumo local (T)	0.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Alimentos aprovechados finales (T)	0.75	3.84	-	-	-	-	-	0.90	-	1.24	7.53	10.00
Reducción de generación de residuos de alimentos	18.79	96.16	-	100	100	100	-	99.10	-	98.76	92.47	90.00

Fuente: elaboración propia

Tabla 9. Uso responsable del transporte como un indicador de interés por sus impactos

Descripción	Total [n=10]	% del Total	Porcentaje respecto al valor total de la propia organización (%) [n= 1]										
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Cantidad de motocicletos (U)	180	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
De ellos, eléctricos (U)	112	62.22	-	100	-	65.24	-	-	-	-	-	-	-
De ellos, otra energía renovable (U)	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cantidad de automóviles hasta 8 plazas (U)	96	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
De ellos, eléctricos (U)	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
De ellos, otra energía renovable (U)	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cantidad de autobuses hasta 50 plazas (U)	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
De ellos, eléctricos (U)	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
De ellos, otra energía renovable (U)	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cantidad de total de transporte ligero (U)	285	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
De ellos, directivos (U)	39	13.68	30.00	12.50	-	10.09	-	-	50.00	-	-	-	11.76
De ellos, transporte obrero (U)	254	89.12	70.00	87.50	-	89.91	-	-	50.00	-	-	-	88.24
De ellos, apoyo a la comunidad (U)	108	37.89	100	-	-	28.07	-	-	-	-	-	-	100
De ellos, servicio por contrato (U)	4	1.40	20.00	-	-	-	-	-	25.00	-	-	-	2.94
Del total, son eléctricos (U)	112	39.30	-	62.50	-	46.93	-	-	-	-	-	-	-

VALIDACIÓN DE UN CUESTIONARIO SOBRE CIRCULARIDAD EN EL SECTOR AGROINDUSTRIAL ALIMENTARIO

De ellos, directivos (U)	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
De ellos, transporte obrero (U)	112	100	-	100	-	100	-	-	-	-	-	-
De ellos, apoyo a la comunidad (U)	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
De ellos, servicios por contratos (U)	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fuente: elaboración propia

Por último, para el uso responsable del transporte como un indicador de interés por su impacto en Cuba (**Tabla 9**) no se encontraron estudios similares cuyos resultados permitan una comparación. Se reportaron 285 vehículos ligeros que podrían ser eléctricos. Sin embargo, solo 112 tienen esta fuente de energía (62,22 %) lo que evidencia que todavía no se aprovecha esta oportunidad de ahorrar combustibles fósiles. No obstante, en las cinco organizaciones que informaron este dato, contrasta que la mayor cantidad de vehículos se emplea en transporte obrero (89,12 %) con que solo tres organizaciones apoyen a la comunidad con 108 (37,89 %) y solo una brinda servicios con 4 (1,40 %). Esto último, concuerda con que menos del 30% de las 45 organizaciones encuestadas del sector público de Portugal están dispuestas a compartir sus vehículos.³¹

La utilidad práctica del cuestionario diseñado y validado por el grupo de expertos constituye una innovación, para determinar el nivel de circularidad de una organización en el sector agroindustrial alimentario y puede aplicarse a varias organizaciones de una cadena de valor o de un territorio. Por tanto, puede incluirse en una metodología de evaluación y la generalización de su uso en Cuba, como lista de chequeo, contribuirá a establecer una línea base, redactar una normativa técnica y diseñar un esquema propio para la posible certificación de la circularidad.

Conclusiones

La aplicación de encuestas es un método eficaz de obtención de información para establecer los niveles de circularidad en sectores estratégicos como es el agroindustrial alimentario. Si los cuestionarios a emplear con este objetivo, se diseñan adecuadamente y se validan antes de su uso generalizado como lista de chequeo, permitirán demostrar que la producción de alimentos en países en vías de desarrollo como Cuba, están en la etapa de transición hacia la economía circular.

En resumen, con la aplicación del cuestionario se obtuvo en la evaluación del nivel de circularidad, se obtuvo un NC Muy Bajo, ocho en Bajo y una en Medio, similar a estudios en Latinoamérica; pero con la condición de cerrar al menos un ciclo, una organización se consideró realmente en transición. Se demostró que no es suficiente tener SG certificados y que se requiere una certificación de circularidad.

Agradecimientos

Proyecto "Implementación de buenas prácticas de economía circular en cadenas alimentarias locales como parte del fortalecimiento de la gestión de la infraestructura nacional de calidad" (INCECA). Al participar en el proyecto regional "*Quality Infrastructure for Circular Economy in Latin America and the Caribbean*" (QI4EC-LAC) aplicando la metodología CABUREK e implementado con la cooperación regional de la Infraestructura de Calidad de las Américas (QICA) - COPANT, IAAC y SIM- y el Instituto Nacional de Metrología de Alemania (PTB).

Referencias bibliográficas

1. Fortunati S, Morea D y Mosconi EM. Circular economy and corporate social responsibility in the agricultural system: Cases study of the Italian agri-food industry. *Agricultural Economics– Czech*

VALIDACIÓN DE UN CUESTIONARIO SOBRE CIRCULARIDAD EN EL SECTOR AGROINDUSTRIAL ALIMENTARIO

-
- 2020; 66: 489–498. [consultado 12 junio 2023] Disponible en: <https://doi.org/10.17221/343/2020-AGRICECON>
2. Rogers HA, Deutz P y Ramos TB. Repairing the circular economy: Public perception and participant profile of the repair economy in Hull, UK. *Resources, Conservation & Recycling* 2021; 168: 105447. [consultado 12 octubre 2023] Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2021.105447>
 3. Miemczyk J, Carbone V y Howard M. Learning to implement the circular economy in the agri-food sector: a multi-level perspective. 2022. [consultado 12 octubre 2023] Disponible en: <https://doi.org/10.1108/978-1-83982-544-620221014>.
 4. Canelas E, Ulrich H, Valqui A, Flores M, Lugo G, Liewald W y Rivadeneira M. Infraestructura de la calidad para la economía circular en América Latina y el Caribe. [Internet]; 2022. [consultado 14 octubre 2023] Disponible en: <https://qica.site/wp-content/uploads/2022/10/Estudio-ICEC-PTB-ESP-Online.pdf>
 5. Nattassha R, Handayati Y, Simatupang TM. y Siallagan M. Understanding circular economy implementation in the agri-food supply chain: the case of an Indonesian organic fertiliser producer. *Agriculture & Food Security* 2020; 9:1-16. [consultado 4 junio 2023] Disponible en: <https://doi.org/10.1186/s40066-020-00264-8>
 6. Almeida M, Almeida S, Rodríguez A y Kowii A. Economía comunitaria y circular, conocimiento ancestral andino. Caso Warmikuna Natabuela. *Estudios de la Gestión* 2023, 14: 128-153. [consultado 14 octubre 2023] Disponible en: <https://doi.org/10.32719/25506641.2023.14.4>
 7. Donner M y de Vries H. Innovative business models for a sustainable circular bioeconomy in the french agrifood domain. *Sustainability* 2023; 15: 5499. [consultado 15 octubre 2023] Disponible en: <https://doi.org/10.3390/su15065499>
 8. Rizos V, Bryhn J, Alessi M, Righetti E, Fujiwara N y Stroia C. Barriers and enablers for implementing circular economy business models: Evidence from the electrical and electronic equipment and agri-food value chains. *CEPS* 2021. [consultado 15 mayo 2023] Disponible en: https://circulareconomy.europa.eu/plattform/sites/default/files/rr2021-01_barriers
 9. Almeida M y Díaz C. Economía circular, una estrategia para el desarrollo sostenible. *Avances en Ecuador. Estudios de la Gestión* 2020; 8: 35-57. [consultado 14 mayo 2023] Disponible en: <https://doi.org/10.32719/25506641.2020.8.10>
 10. Anaya M, Fernández R y Fernández L. La normalización para la economía circular en las cadenas de valor alimentarias sostenibles. *Rev. Normalización* 2022; 3: 7-15. [consultado 16 mayo 2023] Disponible en: http://www.cgdc.cu/sites/default/files/publicaciones/revista_normalizacion_no.3-2022.pdf
 11. Diéguez K, Sarduy LB, Sablón N, Bautista H, Sánchez F y Ruíz SdM. Evaluation of the circular economy in a pitahaya agri-food chain. *Sustainability* 2022; 14, 2950. [consultado 6 mayo 2023] Disponible en: <https://doi.org/10.3390/su14052950>
 12. Turkcu D y Tura N. The dark side of sustainable packaging: Battling with sustainability tensions. *Sustainable Production and Consumption* 2023; 40:412-421. [consultado 16 octubre 2023] Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.spc.2023.07.007>
 13. OECD. The OECD inventory of circular economy indicators. 2021. [consultado 15 mayo 2023] Disponible en: <https://www.oecd.org/cfe/cities/InventoryCircularEconomyIndicators.pdf>
-

VALIDACIÓN DE UN CUESTIONARIO SOBRE CIRCULARIDAD EN EL SECTOR AGROINDUSTRIAL ALIMENTARIO

14. Hamam M, D'Amico M, Zarbà C, Chinnici G y Tóth J. Eco-innovations transition of agri-food enterprises into a circular economy. *Frontiers in Sustainable Food Systems* 2022; 6:845420. [consultado 5 junio 2023] Disponible en: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fsufs.2022.845420/full>
15. Van Hoof B, Núñez G y de Miguel C. Metodología para la evaluación de avances en la economía circular en los sectores productivos de América Latina y el Caribe, serie Desarrollo Productivo, N° 229 (LC/TS.2022/83). Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL); 2022. [consultado 18 mayo 2023] Disponible en: <https://www.cepal.org/en/node/56678>
16. Amicarelli V y Bux C. Users' Perception of the circular economy monitoring indicators as proposed by the UNI/TS 11820:2022: Evidence from an exploratory survey. *Environments* 2023; 10, 65. [consultado 17 octubre 2023] Disponible en: <https://doi.org/10.3390/environments10040065>
17. Sica D, Esposito B, Malandrino O y Supino S. The role of digital technologies for the LCA empowerment towards circular economy goals: a scenario analysis for the agri-food system. *The International Journal of Life Cycle Assessment* 2022. [consultado 17 junio 2023] Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s11367-022-02104-2>
18. Julkovski DJ, Sehnem S, Pereira MC y Chiappetta ChJ. Circular economy business models and the environment: maturity levels of the circular economy and innovatios greener craft breweries. *Business Strategy and Environment* 2022; 32(6):3465-3488. [consultado 19 mayo 2023] Disponible en: <https://doi.org/10.1002/bse.3311>
19. Scandurra F, Salomone R, Caeiro S y Gulotta TM. The maturity level of the agri-food sector in the circular economy domain: A systematic literature review. *Environmental Impact Assessment Review* 2023; 100: 107079. [consultado 17 octubre 2023] Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2023.107079>
20. Van Hoof B, Núñez G y de Miguel C. Scaling up circular economy initiatives in Latin America and the Caribbean. *Project Documents (LC/TS.2023/39)*, Santiago, Economic Commission for Latin America and the Caribbean (ECLAC) 2023. [consultado 21 octubre 2023] Disponible en: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/48835/1/S2300267_en.pdf
21. Diéguez K, Rodríguez G, Acevedo AJ, Muñoz E y Sablón N. An assessment tool for the evaluation of circular economy implementation. *Academia Revista Latinoamericana de Administración* 2021; 34(2), 316–328. [consultado 12 mayo 2023] Disponible en: <https://doi.org/10.1108/ARLA-08-2020-0188> (and CE evaluation checklist in: <https://www.mdpi.com/article/10.3390/su14052950/s1>)
22. Canales R, Jiménez C y García P. La rendición de cuentas de la circularidad: una guía práctica para la medición; 2023. [consultado 19 octubre 2023] Disponible en: https://foretica.org/wp-content/uploads/2023/07/LA_RENDICIÓN_DE_CUENTAS_DE_LA_CICULARIDAD
23. Gkountani VA, Tsoulfas GT y Rachaniotis NP. Circular economy and resilience: convergences and deviations in the case of agri-food supply chains. *En IOP Conference Serie: Earth and Environmental Science* 2021; 899:012001. [consultado 23 mayo 2023] Disponible en: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/899/1/012001>
24. Kuzma E y Sehnem S. Validation of the measurement scale for the circular economy: a proposal based on the precepts of innovation. *Intern. Journal of Profess. Bus. Review* 2022; 7(1):1-20. [consultado 23 mayo 2023] Disponible en: <https://doi.org/10.26668/businessreview/2022.v7i1.278>

VALIDACIÓN DE UN CUESTIONARIO SOBRE CIRCULARIDAD EN EL SECTOR AGROINDUSTRIAL ALIMENTARIO

25. ENI. Mediterranean youth, NEET (not in education, employment or training) and women advancing skills, employment and awareness in the blue and green economy. Country Territorial Analysis: Greece; 2022. [consultado 21 mayo 2023] Disponible en: <https://www.enicbcmed.eu/sites/default/files/2022-7/MISEA%20Country>
26. Mezones JJ, Köhler S y Acevedo AJ. Valoración de la filosofía de economía circular en una producción avícola de Ecuador. Ingeniería Industrial 2022; XLIII (2):4314. [consultado 22 mayo 2023] Disponible en: <https://scielo.sld.cu/pdf/rii/v43n2/1815-5936-rii-43-02-90.pdf>
27. Silva PM, Orozco E, Verduga DA, Diéguez K, del Monserrate Ruiz S y Sablón N. Prospective of the circular economy in a banana agri-food chain. TEC Empresarial 2023; 17(1): 34 – 52. [consultado 22 octubre 2023] Disponible en: <https://doi.org/10.18845/te.v17i1.6475>
28. Piñosová M. Questionnaire survey focused on the quality of the working environment of industrial plants: case study. European Journal of Medical and Health Sciences 2020; 2(6): 1-8. [consultado 26 mayo 2023] Disponible en: <http://dx.doi.org/10.24018/ejmed.2020.2.6.609>
29. Sugam U y Omaima A. A survey on understanding the perception and awareness towards a circular economy: a comparative study between Nepal and the USA. Westcliff International Journal of Applied Research 2019; 3(1): 37-46. [consultado 25 mayo 2023] Disponible en: <https://www.semanticscholar.org/paper/A-survey-on-Understanding-the-Perception-and-a-A-Alqassimi-Upadhayay/f7f95b36a038b189f6f3180ec9137d72aac83523>
30. Bonato SV, Pacheco DA, Schwengber C y Caro D. The missing link of circularity in small breweries' value chains: Unveiling strategies for waste management and biomass valorization. Journal of Cleaner Production 2022, 336:130275. [consultado 27 mayo 2023] Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.130275>
31. Klein N, Deutz P y Ramos TB. A survey of circular economy initiatives in Portuguese central public sector organisations: National outlook for implementation. Journal of Environmental Management 2022; 314: 114982. [consultado 28 mayo 2023] Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.114982>
32. van Langen KS, Vassillo Ch, Ghisellini P, Restaino D, Passaro R y Ulgiati S. Promoting circular economy transition: A study about perceptions and awareness by different stakeholders' groups. Journal of Cleaner Production 2021; 316:128166 [consultado 24 mayo 2023] Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.128166>
33. Rada VD. Influence of the questionnaire design in self-administered surveys. Sociology International Journal 2019; 3(1):115–121. [consultado 24 mayo 2023] Disponible en: <https://doi.org/10.15406/sij.2019.03.00163>.
34. Feria H, Matilla M y Mantecón S. La entrevista y la encuesta: ¿métodos o técnicas de indagación empírica? Didáctica y Educación 2020; 11(3): 69-79. [consultado 24 mayo 2023] Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7692391.pdf>
35. Taherdoost H. Designing a questionnaire for a research paper: a comprehensive guide to design and develop an effective questionnaire. Asian Journal of Managerial Science 2022; 11: 8-16. [consultado 27 mayo 2023] Disponible en: <https://hal.science/hal-03741836v1/file/Designing%20a%20Questionnaire%20for%20a%20Research>

VALIDACIÓN DE UN CUESTIONARIO SOBRE CIRCULARIDAD EN EL SECTOR AGROINDUSTRIAL ALIMENTARIO

36. Robles P y Rojas MdC. La validación por juicio de expertos: dos investigaciones cualitativas en lingüística aplicada. Revista Nebrija de Lingüística Aplicada 2015; 18. [consultado 26 mayo 2023] Disponible en: <https://revistas.nebrija.com/revista-linguistica/article/view/259/227>
37. Herrera JR, Calero JL, González MA, Collazo MI y Travieso Y. El método de consulta a expertos en tres niveles de validación. Revista Habanera de Ciencias Médicas 2022; 21(1):e4711. [consultado 28 mayo 2023] Disponible en: <http://www.revhabanera.sld.cu/index.php/rhab/article/view/4711>
38. Marrero RA y Smith A. Diseño del grupo de expertos para contribuir a la gestión de la planificación del mantenimiento. Revista Universidad y Sociedad 2022; 14(1): 97-109. [consultado 27 mayo 2023] Disponible en: <https://rii.cujae.edu.cu/index.php/revistaind/article/download/1168/1105/8399>
39. Alarco JJ y Álvarez EV. Google Docs: una alternativa de encuestas online. Educación Medica 2012; 15(1):9-10. [consultado 26 mayo 2023] Disponible en: https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1575-18132012000100004
40. Bravo ML, Ruiz M y Sablón N. Prospectivas de la economía circular en la cadena agroalimentaria del cacao ecológico fino de aroma en la provincia Manabí. Revista Facultad de Agronomía (LUZ) 2020; 37:95-110. [consultado 26 mayo 2023] Disponible en: <https://produccioncientificaluz.org/index.php/agronomia/article/view/32291/33700>
41. Bailón EY y Sablón N. Evaluación de la economía circular en una empaedora de camarón en Ecuador. AquaTechnica 2022; 4(3):134-142. [consultado 26 mayo 2023] Disponible en: <https://doi.org/10.5281/zenodo.7478160>
42. Leal JE. AHP-express: A simplified version of the analytical hierarchy process method. MethodsX 2020; 7:100748. [consultado 25 mayo 2023] Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2215016119303243> (supplementary material in: <https://doi.org/10.1016/j.mex.2019.11021>)
43. Mendoza A, Solano C, Palencia D y García D. Aplicación del proceso de jerarquía analítica (AHP) para la toma de decisión con juicios de expertos. Ingeniare. Revista chilena de ingeniería 2019; 27 (3):348-360. [consultado 28 mayo 2023] Disponible en: https://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S0718-33052019000300348&script=sci_abstract
44. D'Adamo, I. The analytic hierarchy process as an innovative way to enable stakeholder engagement for sustainability reporting in the food industry. Environ. Dev. Sustain. 2022; 1–18. [consultado 27 mayo 2023] Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s10668-022-02700-0>
45. Vega M, Gordillo M y Hernández Y. O. Metodología para la evaluación y reducción de las pérdidas y desperdicios de alimentos a escala local. Agrotecnia de Cuba 2023; 47(1): 56-62.
46. Grupo Nacional para la Implementación de la Agenda 2030. Primer Informe Nacional Voluntario de Cuba. Empresa de Artes Gráficas Federico Engels; 2021.

Conflicto de intereses

La autora declara no presentar conflictos de intereses