

PERSPECTIVA DE LA SUSTENTABILIDAD SOCIAL, ECONÓMICA Y AMBIENTAL DE LA INDUSTRIA TEQUILERA

SOCIAL, ECONOMIC, AND ENVIRONMENTAL SUSTAINABILITY PERSPECTIVE OF THE TEQUILA INDUSTRY

Norberto **Santiago-Olivares**¹; Fabiola Guadalupe **Arriaga-López**²;
Celina **Beltrán-Hernández**² y Edgardo **Martínez-Orozco**²

Resumen

La industria tequilera es de una de las más prósperas del país, aporta el 18.6% del Producto Interno Bruto nacional en el apartado de bebidas alcohólicas, junto con el mezcal con exportaciones que rebasan los 1874 millones de dólares en 2019. Se estima que 70,000 familias dependen de la industria tequilera de manera directa. Su desempeño ha sido ascendente y no se ha visto afectada a nivel producción por la pandemia de COVID-19. El año de 2020 rompió la marca de producción: más de un millón de litros de tequila diariamente, presentando además 7 años de crecimiento consecutivo. El presente documento tiene como objetivo analizar la percepción de sustentabilidad social,

económica y ambiental de la industria tequilera y sus áreas de oportunidad. Se utilizó una revisión documental de tipo cualitativo-descriptivo. Dentro de los apartados de sustentabilidad se encuentra que el apartado económico está en muy buen nivel, no obstante existen retos, por ejemplo, promover un consumo responsable, mejorar los métodos de cultivo de agave, evitar la deforestación y la desertificación, desarrollar tecnologías de tratamiento de residuos que sean eficientes, rápidas y económicas para alcanzar un escenario de cero residuos y evitar la contaminación ambiental que generan la gran mayoría de las empresas del sector.

¹ Autor principal. Profesor en el Tecnológico Nacional de México - Instituto Tecnológico José Mario Molina Pasquel y Henríquez Unidad Académica Arandas, Avenida José Guadalupe Tejeda 557, Arandas, Jalisco, México. Correo electrónico: norberto.santiago@arandas.tecmm.edu.mx.

² Profesor en el Tecnológico Nacional de México - Instituto Tecnológico José Mario Molina Pasquel y Henríquez Unidad Académica Arandas, Avenida José Guadalupe Tejeda 557, Arandas, Jalisco, México. Correos electrónicos: fabiola.arriaga@arandas.tecmm.edu.mx, celina.beltran@arandas.tecmm.edu.mx y edgardo.martinez@arandas.tecmm.edu.mx.

Palabras clave: agave, crecimiento, desarrollo, desertificación, recursos.

Abstract

The tequila industry is one of the most prosperous industries in Mexico, it contributes 18.6% of the national Gross Domestic Product in the alcoholic beverages section, along with mezcal with exports that exceed 1874 million dollars in 2019. It is estimated that 70,000 families depend of the tequila industry directly. Its performance has been going upward and it has not been affected at the production level by the COVID-19 pandemic. The year 2020 broke the production mark: more than a million liters of tequila daily, also presenting 7 years of consecutive growth. The present study

aims to review the sustainability perspective of the tequila industry. A qualitative-descriptive documentary review was used. Within the sustainability sections it is found that although the economic section is at a very good level, there are still challenges, for example promoting responsible consumption, improving agave cultivation methods, avoiding deforestation and desertification, developing technologies for the treatment of waste that can be efficient, fast and economical to achieve a zero waste scenario and to avoid the environmental pollution generated by the vast majority of companies in the sector.

Key words: agave, growth, development, desertification, resources.

INTRODUCCIÓN

Generalidades del tequila

El tequila es un licor fabricado a partir de azúcares de *Agave Tequilana Weber* variedad azul. Cuenta con Denominación de Origen por tanto su proceso de producción y el de cultivo del Agave deben darse dentro del territorio señalado en la Declaración de Protección a la Denominación de Origen Tequila. Este territorio comprende todos los municipios del estado de Jalisco y algunos municipios de los estados de Guanajuato (7), Nayarit (8), Michoacán (30) y Tamaulipas (11) (Cámara Nacional de la Industria Tequilera [CNIT], 2021), ver Figura 1.



Figura 2. Zona de denominación de origen del tequila.

Fuente: Consejo Regulador del Tequila, 2021.

Para que un producto pueda llamarse Tequila, además debe producirse cumpliendo con la Norma Oficial Mexicana para el Tequila NOM-006-SCFI-2012 y cuya producción y comercialización sea verificada y certificada por el Consejo Regulador de Tequila, CRT, de México (Consejo Regulador del tequila [CRT], 2021; López-López y col., 2010).

Categorías y tipos de tequila

Existen dos categorías de tequila: Tequila 100% de agave y Tequila. El “tequila 100% de agave” se fabrica con azúcares obtenidos exclusivamente del *Agave Tequilana Weber* var. Azul cultivado en la zona de denominación de origen del tequila. El “tequila”, anteriormente llamado tequila mixto, debe producirse con al menos 51% de azúcares obtenidos del *Agave Tequilana Weber* var. Azul cultivado en la zona de denominación de origen del tequila y hasta un 49% de otros azúcares (CRT, 2021); por disponibilidad y precio, generalmente se utiliza azúcar de caña. Las características de etiquetado se señalan en la Norma Oficial Mexicana para el Tequila NOM-006-SCFI-2012.

La NOM-006-SCFI-2012 establece 5 clases de tequila: blanco o plata, joven u oro, reposado, añejo y extra añejo. Estas clases se derivan en cuanto a sus aditivos abocantes (color caramelo, extracto natural de roble o encino, glicerina y/o jarabe de azúcar) que están permitidos hasta un 1% de la formulación y

añejamiento, como se indica en la Tabla 1. Se señalan en cursivas las traducciones al inglés para su comercialización en el extranjero conforme a lo permitido por la NOM-006-SCFI-2012.

Tabla 3. Clases de tequila y sus características de preparación conforme a la NOM-006-SCFI-2012

Clase de Tequila	Abocantes	Añejamiento
Blanco o plata <i>Silver</i>	No permitidos	No obligatorio, con opción en recipientes de roble o encino con un máximo de dos meses.
Joven u oro <i>Gold</i>	Permitidos, con opción a mezcla con tequila reposado, añejo o extra añejo	No obligatorio
Reposado <i>Aged</i>	Permitidos, con opción a mezcla con tequila añejo o extra añejo	Obligatorio con un mínimo de dos meses en recipientes de roble o encino
Añejo <i>Extra-aged</i>	Permitidos, con opción a mezcla con tequila extra añejo	Obligatorio con un mínimo de un año en recipientes de roble o encino
Extra añejo <i>Ultra-aged</i>	Permitidos, cualquier mezcla con otros tequilas resultará siempre en la menor clase.	Obligatorio con un mínimo de tres años en recipientes de roble o encino

Fuente: Secretaría de Energía NOM-006-SCFI-2012, 2012.

A partir de los datos reportados del CRT (2021), para producir un litro de tequila 100% de agave al 40% A.V. se requieren aproximadamente 4.7 kg de agave, 8 litros de agua y energía, dejando como residuos 4.0 kg de hoja de agave en los campos de cultivo, 7-10 litros de vinaza, 1.4 kg de bagazo de agave y 3.0 kg de CO₂e; mientras que para 1 litro de tequila al 40% A.V. se requieren 2.3 kg de agave, 0.52 kg de otros azúcares, 12 litros de agua y energía, dejando como residuos 2.0 kg de hoja de agave, 7-10 litros de vinaza, 0.7 kg de bagazo de agave y 3.0 kg de CO₂e.

Importancia de la industria tequilera

La industria tequilera es de las industrias más prósperas del país, aporta el 18.6% del Producto Interno Bruto nacional en el apartado de bebidas alcohólicas, junto con el mezcal (Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI], 2019) con exportaciones que rebasan los 1874 millones de dólares en 2019 (Instituto de Información Estadística y Geografía [IIEG], 2020). Se estima que 70,000 familias dependen de la industria tequilera de manera directa (Forbes, 2020). Su desempeño ha sido ascendente y no se ha visto afectada a nivel producción por la pandemia de COVID-19 (Romo, 2021). El año de 2020 rompió la marca de producir más de un millón de litros de tequila diariamente y con un crecimiento importante no sólo en consumo sino también en plantas en proceso de cultivo, el apartado económico luce prometedor a corto y mediano plazo (Forbes, 2020). En contraparte el alcoholismo representa no sólo un problema para la salud, sino también es el iniciador de otras problemáticas sociales como accidentes personales o automovilísticos, violencia familiar y social y desatención de responsabilidades (Organización Mundial de la Salud [OMS], 2018). Es importante también el resaltar la parte ambiental. Aun cuando se reportan de manera oficial buenos números con relación a los tratamientos de los desechos, comprendidos por vinaza tequilera, hojas y bagazo de agave (INEGI, 2019), existen múltiples irregularidades comenzando con opacidad en la información sobre las tecnologías de tratamientos de residuos en cada tequilera, así como los constantes reportes de vertimiento de vinaza de manera irregular en predios a altas horas de la noche o madrugada. Aunado a esto, el incremento de cultivo de plantas de agave conlleva generalmente deforestación para construir las parcelas y el cultivo lleva a la pérdida de suelo y desertificación, que son problemas que se presentarán con mayor gravedad a mediano y largo plazo, principalmente en la zona de Altos de Jalisco.

Objetivo

El objetivo de la presente publicación es analizar la percepción de sustentabilidad social, económica y ambiental de la industria tequilera y sus áreas de oportunidad.

MÉTODOS Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

El presente proyecto se desarrolló bajo la perspectiva de una metodología de investigación documental, con una serie de métodos y técnicas de búsqueda,

procesamiento y almacenamiento de hallazgos contenidos en diversas fuentes documentales, presentados de manera sistemática, con coherencia y argumentos suficientes para cumplir con el objetivo establecido.

El enfoque de la revisión documental es de tipo cualitativo- descriptivo, adaptándose a la búsqueda de descubrimientos que manifiesten indicios para analizar el rango de sustentabilidad de la industria tequilera, desde el ámbito social, económico y ambiental, de manera generalizada.

El concepto de la investigación cualitativa de acuerdo a Hernández, Fernández y Baptista (2014), utiliza la recolección de datos para descubrir o afinar las preguntas de la investigación, examinado el mundo social bajo un proceso coherente para explorar, describir y posteriormente generar nuevas teorías; buscando una investigación fundamentada en una rigurosa y depurada descripción del contexto del fenómeno estudiado, manteniendo una conducta que garantice la objetividad de los hechos con la finalidad de respaldar una recogida sistemática de datos con independencia de la orientación o fines individuales del autor, para posibilitar un análisis exploratorio, de reducción de datos, de toma de decisiones, descripción y evaluación acordes al objetivo.

El enfoque descriptivo al cual pertenece la revisión documental propuesto por Hernández, Fernández y Baptista (2014) define que: es el estudio que describe fenómenos, situaciones, contextos y sucesos; esto es, detallar cómo son y se manifiestan; con este tipo de estudios se busca especificar las características, las propiedades y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis; es decir, únicamente pretenden medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o las variables a las que se refieren.

El diseño de la revisión documental es no experimental; es decir, se trata de estudios donde se observan fenómenos tal como se dan en su contexto natural, para posteriormente analizarlos.

Se seleccionó este tipo de metodología porque se enfoca en las cualidades del hecho a investigar, descripción de características del objeto de estudio y relación entre los ejes de la sustentabilidad, específicamente el social, económico y ambiental de la industria del tequila.

Para llevar a cabo esta revisión y análisis del fenómeno, primeramente, se realizó una búsqueda y exploración en diversas fuentes de información, se seleccionó los datos que aporten hallazgos acordes al contenido de la investigación, se evaluó la calidad de la información seleccionada para iniciar el proceso de depuración para realizar el análisis y descripción de la misma, posteriormente se procedió realizar las discusiones de los datos encontrados y respectivamente la conclusión.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Sustentabilidad social

El hombre trabaja cada vez más para nivelar su estilo de vida, para su pleno desarrollo e integración social, aún más para la conservación de los recursos, esto es la base del equilibrio en la sustentabilidad social, enfocada a tener una vida mejor y en armonía, con una actitud socialmente responsable y sin comprometer el sustento de las generaciones futuras, haciendo así un mundo más estable, contribuyendo no solo en al ámbito económico, sino en la integración social adaptándose armónicamente con valores para una sana convivencia entre los seres humanos y la interacción con la naturaleza. La sustentabilidad social implica el buen funcionamiento de los mercados laborales, un alto nivel de empleo, sistemas culturales y sociales estables y prósperos (Centro Mario Molina [CMM], 2016).

En la industria del tequila, se han definido acciones para lograr lo antes mencionado, entre las cuales destacan: garantizar una situación de equidad entre el hombre y la mujer; garantizar espacios laborales dignos y estables, en cumplimiento a la normatividad vigente; promover la solidaridad entre los integrantes de las comunidades.

Uno de los hallazgos más evidentes de que el sector tequilero trabaja en este sentido de sustentabilidad, es el porcentaje de trabajadores de ambos sexos que desempeñan actividades en el área de la producción de tequila, tal como lo muestra la Figura 2 de “personal ocupado según sexo” contenida en la Colección de estudios sectoriales y regionales del INEGI año 2019 “Conociendo la industria del Tequila y mezcal” en colaboración con el Consejo Agropecuario de Jalisco (INEGI, 2019). La evidencia refleja que el sector del tequila tiene una ocupación del 68% de hombres y 32% de mujeres, con un porcentaje mínimo contra el resto de la industria manufacturera, integrando al sexo femenino en el trabajo correspondiente a toda la cadena de suministros, ejerciendo labores que anteriormente se creían exclusivas de hombres.

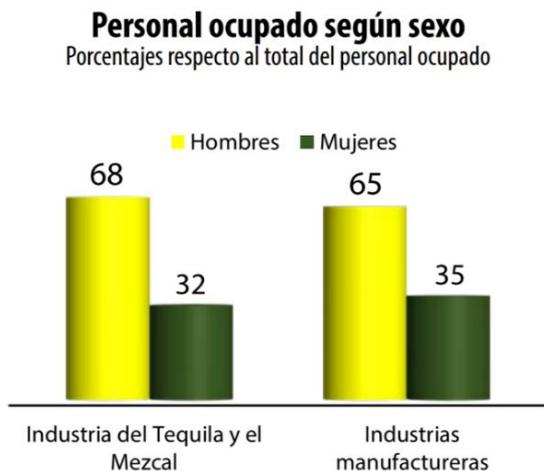


Figura 3. Personal ocupado según sexo.

Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2019.

Los salarios en la Industria del Tequila y el Mezcal son superiores a las que se pagan en promedio en las Industrias manufactureras. Los sueldos pagados a empleados y los salarios pagados a obreros mensuales por persona crecen gradualmente en esta industria (INEGI, 2019).

La denominación de origen dio pie al desarrollo del turismo en las comunidades tequileras que cuentan con nombramiento de “pueblo mágico”, gracias a su paisaje agavero, fábricas y destiladoras; siendo algunos destinos altamente competitivos, capaces de proveer atracciones turísticas disponibles en la región.

Uno de los principales atractivos de las regiones denominadas tequileras, está representado por el producto ofertado, la bebida típica nacional tiene una gran variedad de presentaciones y propiedades organolépticas que se pueden degustar en un sinnúmero de establecimientos con amenidades que complacen a los visitantes; las fábricas y destiladoras son una visita obligatoria, en donde se observa el proceso de producción de bebidas alcohólicas, guiadas por expertos en la materia; las rutas del paisaje agavero impactan a nivel nacional, disfrutando de las plantaciones de agave y su peculiar colorido azul; otro gran atractivo turístico está representado por trenes que ofertan una experiencia única al combinar música, bebida, charrería y recorridos únicos por la naturaleza.

Un ejemplo de lo antes mencionado se observa el pueblo de Tequila, Jalisco dado que la Secretaría de Turismo de México lo nombró como “pueblo mágico” (Secretaría de Turismo [SECTUR], 2021), contribuyendo a revalorar el imaginario colectivo de la nación que representa una alternativa fresca y variada

para los visitantes nacionales y extranjeros, ya que es la principal representante del sector y es donde nace el nombre del líquido derivado del mezcal, distinguido como un pueblo con turismo sostenible, dado por un entorno natural privilegiado.

Algunas empresas tequileras, sobre todo las de mayor magnitud, emprenden actividades y programas de responsabilidad social, los cuales han incluido: mejoras y construcciones requeridas en infraestructura, como calles, escuelas, hospitales, centros deportivos, etc.; apoyos del sector salud, donativos a centros de rehabilitación física-integral, reforestación, programas de prevención educativa relacionados al consumo de alcohol y otros temas de interés actual, capacitación y adiestramiento, incluso han impulsado a otros sectores económicos para potencializar las comunidades y cubrir las necesidades.

Sobresalen las acciones del Centro Mario Molina, en conjunto con empresas del sector (CMM, 2016), que entre otros aspectos buscan la valoración del patrimonio y los aspectos culturales, históricos, ecológicos y estéticos de la región en que se producen, con el objetivo de que tanto la industria como los consumidores se concienticen y eduquen en los aspectos de sostenibilidad y sus diferentes significados, buscando el empoderamiento de la comunidad y la aportación de un esfuerzo en conjunto para la mejora de la sociedad.

El apoyo social de la industria tequilera también abarca los vínculos de la triple hélice, empresa-gobierno-universidad (Etzkowitz y Leydesdorff, 1997), ya que actualmente existen programas destinados a impulsar a los profesionistas que se especializan en las áreas de la cadena de suministros que esta actividad representa (Abarca, 2016), garantizando la igualdad de trato en cualquier situación, dando oportunidades de contratación, respetando los derechos de los trabajadores; contribuyendo al progreso económico, social y ambiental, desarrollo de nuevos productos, minimizar la huella ecológica, con prácticas de mercado honestas y transparentes.

Cabe resaltar que el consumo de alcohol incrementó en términos generales a nivel mundial, sin embargo ha pasado de un consumo en reuniones a un consumo en solitario, que se considera hasta cierto punto peligroso (Smith, 2020).

Sustentabilidad económica

La sustentabilidad económica conlleva que se garanticen las condiciones para un crecimiento económico alto y perdurable (CMM, 2016). La Industria del Tequila y el Mezcal constituye una de las actividades económicas más importantes dentro del conjunto de las bebidas alcohólicas, en el estado de Jalisco, debido a su denominación de origen, su cosecha de agave y es donde se procesa el 76% del Tequila a nivel mundial (CMM, 2016); contribuyendo al crecimiento de las

regiones en las que prolifera dicha actividad, convirtiéndose en uno de los ejes económicos.

De acuerdo con cifras proporcionados por el INEGI, en el documento “Conociendo la industria del Tequila y mezcal” (INEGI, 2019), el porcentaje de producción de Tequila ha tenido un desempeño creciente en los últimos años, por ejemplo, elevó su porcentaje en un 8.8% en términos reales en el 2008 en cuanto al año anterior, y en litros el aumento fue de 15.70%. A cierre de 2020, la producción de tequila alcanzó los 374 millones de litros de tequila anuales, que requirieron 1 millón 407 mil toneladas de agave, esto representa un incremento del 6% con respecto al año anterior (CRT, 2021), ver Figuras 3 y 4.

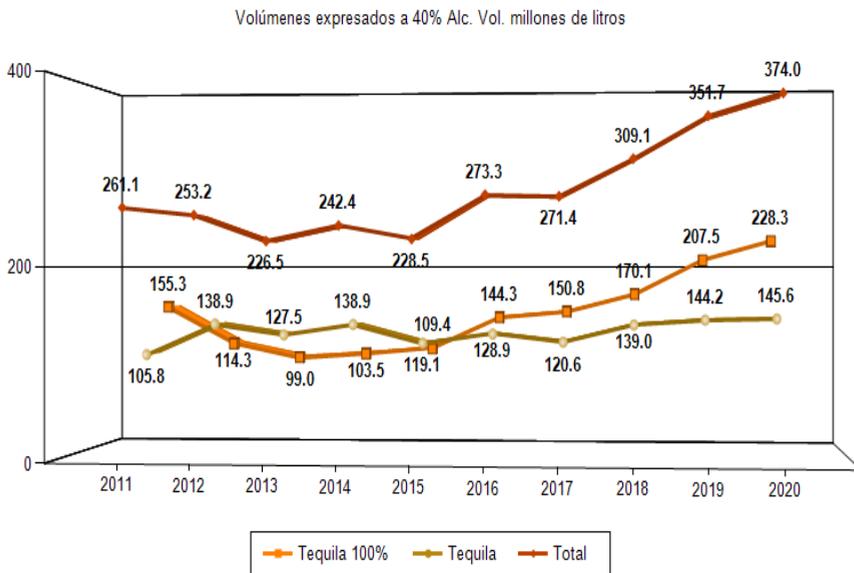


Figura 4. Producción de tequila, por categoría, de 2011-2020.

Fuente: Consejo Regulador del Tequila, 2021.

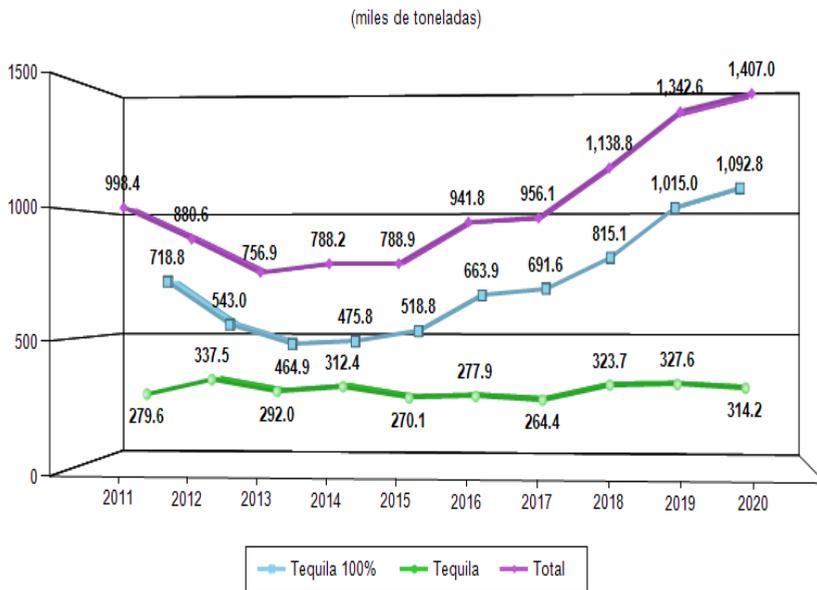


Figura 5. Consumo de agave para producción de tequila, por categoría, de 2011-2020.

Fuente: Consejo Regulador del Tequila, 2021.

El incremento de la producción en los últimos años obedece a la inyección de capital extranjero, principalmente de Estados Unidos y Europa, aumentando la comercialización de tequila a nivel mundial, y el reconocimiento de la bebida en países con un alto potencial de consumo como son China y Rusia (Perez-Souza, 2013). Para el 2021, el CRT reporta 146 productores, 1471 marcas de tequila para uso nacional y 293 marcas para uso internacional.

La industria del tequila es un factor innegable de importancia económica, indicadores del auge de esta actividad lo representa el aporte de la industria tequilera y mezcales, en el apartado de bebidas alcohólicas, al producto interno bruto nacional con una aportación del 18.6 % (INEGI, 2019), el crecimiento ha sido exponencial, el valor total de las exportaciones de tequila en el año 2019 alcanzó los 1874 millones de dólares (IIEG, 2020) aprovechando el posicionamiento en los mercados de bebidas a nivel mundial, los empleos directos favorecen alrededor de 70,000 familias (Forbes, 2020), en el año de 2020 rompió la marca de producir más de un millón de litros de tequila diariamente en promedio y con un crecimiento importante no sólo en consumo sino también en plantas en proceso de cultivo (Forbes, 2020), actualmente son 157 municipios con plantaciones de agave tequilana Weber variedad azul (CRT, 2019). El apartado económico luce prometedor a corto y mediano plazo, su desempeño ha

sido ascendente en los últimos 7 años, y no se ha visto afectada a nivel producción por la pandemia de COVID-19 (Romo, 2021), sin embargo, en cuestiones comerciales las empresas perjudicadas son las PYMES por su limitada capacidad de venta y de financiamiento debido a una poca cooperación del gremio (CRT, 2019).

Sustentabilidad ambiental

El cultivo del agave puede tener diversas configuraciones. Las parcelas pueden prácticamente ajustarse a cualquier arreglo con distancias entre plantas y entre surcos que van de 0.90 m a 3.00 m. Por motivos de mantenimiento, es muy común utilizar arreglos de 0.90 m de distancia entre plantas y 2.70 m de distancia entre surcos, esto da un aproximado de 4115 plantas por hectárea (Rendón-Salcido y col., 2011).

En la Tabla 2 se muestra el histórico de plantas de agave registradas en el CRT de 2016 a 2019 y las hectáreas estimadas que requieren dichas plantaciones. Cabe señalar que estas hectáreas generalmente proceden de zonas forestales que no son protegidas adecuadamente (Herrera, 2020).

Tabla 4. Hectáreas ocupadas para el cultivo de Agave

Año	Plantas de agave registradas	Hectáreas ocupadas
2016	88.1	21409
2017	127.1	30887
2018	152.7	37108
2019	194.4	47242

Fuente: Consejo Regulador del Tequila, 2021.

Dado que hay dos categorías de tequila, es necesario diferenciar el impacto ambiental de cada una, por ello, en la Tabla 3 se indican los insumos y los residuos para la producción de 1 litro de tequila 100% de agave y en la Tabla 4 para 1 litro de tequila y en la Tabla 5 la estimación de residuos de la industria tequilera del último año.

Tabla 5. Insumos y residuos involucrados en la producción de 1 litro de tequila 100% de Agave

Insumos	Residuos
4.7 kg agave	4.0 kg de hoja de agave
8 L agua	1.4 kg de bagazo de agave
	7-10 L vinaza
	3.0 Kg de CO ₂ e

Fuente: Consejo Regulador del Tequila, 2021.

Tabla 6. Insumos y residuos involucrados en la producción de 1 litro de tequila

Insumos	Residuos
2.4 kg agave	2.0 kg de hoja de agave
12 L agua	0.7 kg de bagazo de agave
0.52 kg otros azúcares	7-10 L vinaza
	3.0 Kg de CO ₂ e

Fuente: Consejo Regulador del Tequila, 2021.

Tabla 7. Estimación de residuos generados por la industria tequilera en 2020

Parámetro	Residuos Tequila 100% agave	Residuos Tequila	Residuos Totales
Hoja de agave (10 ⁶ kg)	913.2	291.2	1204.4
Bagazo de agave (10 ⁶ kg)	319.6	101.9	421.5
Vinaza tequilera (10 ⁶ L)	2283.0	1456.0	3739.0
CO ₂ e (10 ⁶ kg)	684.9	436.8	1121.7

Fuente: Consejo Regulador del Tequila, 2021.

En cuanto a la cadena de suministro, ésta puede considerarse desde la preparación del suelo y los hijuelos de agave, pasando por el crecimiento y maduración de las plantas de agave, la jima, el procesamiento para transformar el

agave en tequila y la distribución hasta su consumo. En la Figura 5 se muestra la cadena de suministro de manera general, tomado del documento “Estrategia de sustentabilidad de la Cadena Agave-Tequila” (CRT, 2016).

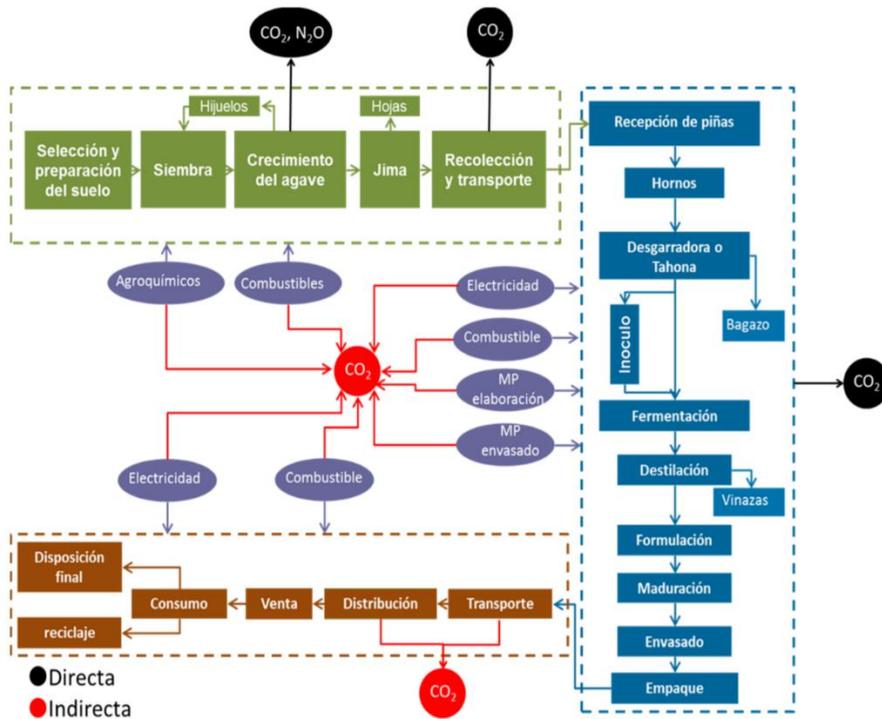


Figura 6. Análisis del ciclo de vida de la cadena productiva agave-tequila.

Fuente: Consejo Regulador del Tequila, 2016.

De acuerdo con Luis Herrera (2020), la industria tequilera, además de haber arrasado con grandes extensiones forestales de Jalisco, contribuye al cambio climático con la emisión anual de toneladas de CO₂e (dióxido de carbono equivalente, unidad con la que se miden los GEI, Gases de Efecto Invernadero); el dato actualizado alcanza los 1.12 millones de toneladas de CO₂e. Los impactos ambientales que provoca la expansión de la industria tequilera incluyen también la desaparición de grandes extensiones de bosques y selvas arrasadas, y la descarga de desechos en cuerpos de agua.

Considerando los datos del Consejo Regulador del Tequila en el documento “Estrategia de sustentabilidad cadena agave-tequila” (CRT, 2016), se realizó la

estimación de las emisiones por esta industria en 2014, utilizando como factor de emisión el reportado: 3.0 kg CO₂e / litro de tequila 40% A.V. producido, ver Figura 6.

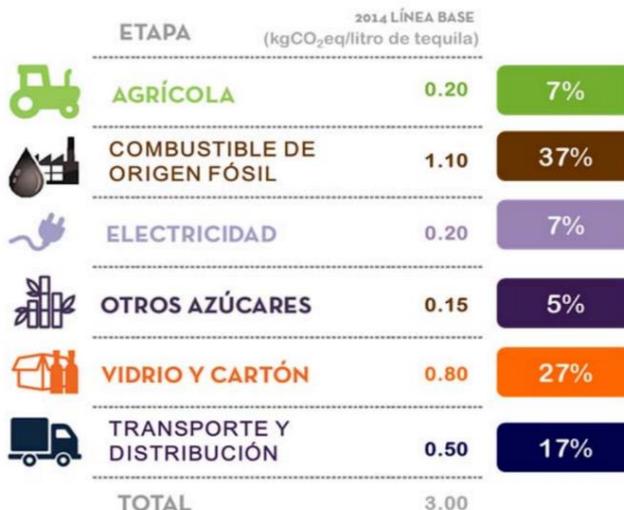


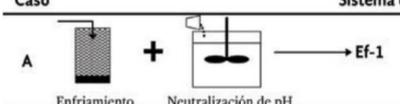
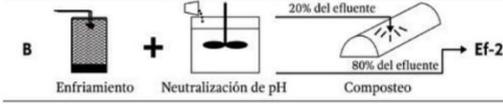
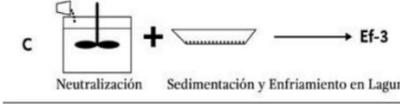
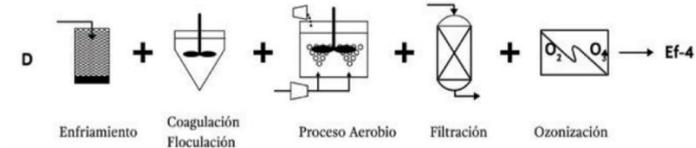
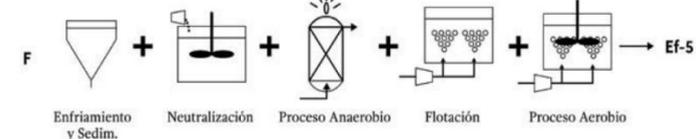
Figura 7. Emisión de gases de efecto invernadero por litro de tequila 40% A.V. producido.

Fuente: Consejo Regulador del Tequila, 2016.

A pesar de que el Paisaje Agavero fue declarado Patrimonio de la Humanidad por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) en el 2006 (que comprende los municipios Tequila, Magdalena, Amatitán, El Arenal y Teuchitlán), se ha identificado que la zona de cultivo del agave se encamina a sufrir una drástica reducción en los próximos años. El Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del estado de Jalisco señala una reducción de la zona de cultivo del agave en esta región del 60.54%, pasando de 14,904 hectáreas en el 2025 a 5,880 hectáreas en el 2040, sin embargo, la tendencia es inversa pues cada día se produce más tequila y se siembra más agave. Es imperativa la conservación de los recursos naturales y la cultura asociada al tequila para que se pueda seguir impulsando a esta zona como un polo de desarrollo productivo y de destino turístico a nivel nacional e internacional. La sustentabilidad está comprometida por los riesgos a los que se enfrentan los recursos naturales y culturales por falta de un estado de derecho que efectivamente tenga instrumentos de protección y que efectivamente regule la

contaminación ambiental, las prácticas agrícolas y el uso de agua (Herrera, 2020); esta política bien podría extenderse a las otras regiones productoras de tequila.

El incremento de superficie de cultivo para agave lleva un detrimento en la superficie endémica, provocando erosión y desertificación y es una de las principales amenazas a la biodiversidad en la zona de denominación de origen del tequila (Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial [SEMADET], 2020), principalmente en Altos de Jalisco; Loera (2013) reporta, en entrevista con el Dr. Arturo Curiel Ballesteros, profesor investigador del Instituto de Medio Ambiente y Comunidades Humanas, del Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias (CUCBA), que sufrirán desertificación, es decir, pérdida de biomasa en el suelo necesaria para producción vegetal, por actividades de ganadería y cultivo de agave, aunque afortunadamente existen técnicas de restauración de suelo que pueden tomar aproximadamente 15 años. Carrillo (2019) señala, en entrevista con el Dr. Hermes Ulises Ramírez Sánchez, director del Instituto de Astronomía y Meteorología (IAM), que habrá una reducción en lluvias de hasta un 30% en la zona de los Altos de Jalisco para la década de los 20's, por lo que urge a que se tomen medidas para combatir el cambio climático. Sigue afectando la falta de cooperación en el apartado ambiental; aunque el Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, A.C. (CIATEJ) reporta las tecnologías que se utilizan para vinaza tequilera y bagazo de agave (López-López y Contreras-Ramos, 2015), ver Figura 7, no hay registros de tecnologías compartidas y también esta falta de desarrollo afecta principalmente a las PYMES (CRT, 2019).

Caso	Sistema de Tratamiento	Observaciones
A	 <p>Enfriamiento + Neutralización de pH → Ef-1</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Reduce la T a 40° C - pH ≥6 - Reduce 10% la DBO - Reduce 10% los SST - Elimina 20% S_{sed}
B	 <p>Enfriamiento + Neutralización de pH + Composteo → Ef-2</p> <p>20% del efluente 80% del efluente</p>	<p>Solo el 20% de vinaza es aprovechada en composteo. El 80% restante presenta las características de Ef-1.</p>
C	 <p>Neutralización + Sedimentación y Enfriamiento en Laguna → Ef-3</p>	<ul style="list-style-type: none"> - La reducción de la T=f(TRH) - pH ≥6 - Reduce 30% de la DBO y SST. - Reduce ≥60% S_{sed}
D	 <p>Enfriamiento + Coagulación Floculación + Proceso Aerobio + Filtración + Ozonización → Ef-4</p>	<ul style="list-style-type: none"> Reduce la T a 40°C - pH ≥6 - Reduce ≥85% la DBO - Reduce ≥85% los SST - Elimina ≥90% S_{sed} - Reduce ≥85% de DQO - En general, remueve materia orgánica en un orden del 95%
F	 <p>Enfriamiento y Sedim. + Neutralización + Proceso Anaerobio + Flotación + Proceso Aerobio → Ef-5</p>	<ul style="list-style-type: none"> Reduce la temperatura a 40°C - pH ≥ - Reduce ≥ 85% la DBO - Reduce ≥ 85% los SST - Elimina ≥ 90% S_{sed} - Sin embargo no reduce más del 90% la DQO.

EF-1, Ef-2, Ef-3, Ef-4, Ef-5: Descarga de efluentes a cuerpos de agua o suelo.

Figura 8. Sistemas de tratamiento para vinazas tequileras operando a escala industrial.

Fuente: López-López y Contreras-Ramos, 2015.

Cabe resaltar que los residuos tequileros particularmente el bagazo y el CO_{2e} tienen poco impacto ambiental en comparación con las vinazas tequileras. Éstas, además del gran volumen que se genera anualmente, son descargadas a los ríos y arroyos, llegando a cuerpos de agua como lo es el Lago de Chapala contaminando todo el trayecto de la cuenca Lerma-Santiago en el Estado de Jalisco. Cada litro de vinaza tiene capacidad de contaminar hasta 700 litros de agua, considerando únicamente el parámetro de demanda química de oxígeno (DQO) y su descarga en suelos puede ocasionar eutrofización (impermeabilidad del suelo) y alta absorción de sales, volviendo a los suelos infértiles. Con relación al uso de agua, cada litro de tequila requiere para su producción hasta 12 litros de agua, generalmente agua subterránea de pozo profundo, que no se recupera para otros usos, simplemente se vuelve un residuo altamente contaminante en forma de vinaza tequilera.

Los planes de sustentabilidad han quedado cortos por un seguimiento gubernamental poco estricto, aunado a multas muy bajas que llevan muchas veces a preferir pagar la multa que pagar por el tratamiento de las vinazas tequileras, a pesar de tener una normativa relativamente estricta.

CONCLUSIONES

Hablar de sustentabilidad es comprometer los tres ejes que la componen, social, económico y ambiental, y deben trabajarse paralelamente; es indudable que las tequileras aportan muchos beneficios a la sociedad como son: empleos remunerados por encima de la media, proyectos sociales, promoción de cultura y turismo, aportación de impuestos y crecimiento de industria vinculada con la cadena de suministro.

Las autoridades se han planteado el Plan de Sustentabilidad y Estrategia Del Estado de Jalisco Para La Integración de La Biodiversidad En Los Sectores Agropecuario, Pesquero-Acuícola y Forestal Visión 2020-2030 como un intento de promover una sustentabilidad con un enfoque ambiental. Sin embargo, todavía no se cumple la normatividad ambiental vigente. Desde el año 2000 no hay avances significativos, pese a que existen multas por incumplimiento.

A pesar de que se plantea reducir la superficie cultivada de agave, la tendencia es inversa ya que, al incrementar la producción de tequila, se tiene un incremento en la producción de agave y por tanto una mayor generación de parcelas de agave, que muchas veces se construyen a partir de predios deforestados. Además, el método de cultivo del agave favorece la erosión del suelo y su futura desertificación, recordando que es la materia principal de la producción del tequila. Es bien sabido que la industria tequilera tiene un alto consumo de agua, que, si se obtiene de pozo, representa una disminución del agua subterránea y consiguiente desertificación.

Una mayor producción tequilera representa mayor generación de desechos, por tanto, es muy importante el buscar sistemas de tratamientos eficientes y económicamente sustentables que eviten los riesgos de descargas en suelos y cuerpos de agua.

Considerando los datos planteados, los retos o áreas de oportunidad a considerar por la industria tequilera son los siguientes:

- Cumplir a cabalidad las leyes vigentes, como por ejemplo promover la seguridad en la cadena de suministro (personal, materia prima, servicios), incluyen jornaleros y gente de campo.
- Impulsar zonas turísticas y actividades culturales en otras comunidades tequileras.
- Mantener y ampliar los tratados internacionales para una sustentabilidad económica.
- Proteger al medio ambiente de cuya calidad depende para poder producir su materia prima principal para la elaboración del tequila que es el agave, es evidente que se debe preservar un ambiente sano; en el sentido de la

cadena productiva y que están alineados a las necesidades de la sociedad para preservar los recursos naturales para que las generaciones futuras puedan hacer uso.

- Concertar una planeación estratégica de cultivo que abarque toda la cadena productiva para evitar la sobre explotación de suelos, que incluya una normativa para generación de parcelas que causen menor erosión, que considere rotación de cultivos y enfocada a un desarrollo sustentable en conjunto con la autoridad y sociedad.
- Desarrollar e implementar procesos de tratamientos de vinazas para recuperación y reutilización de agua en los procesos de fabricación de tequila.

LITERATURA CITADA

- Abarca, G. (2016, abril, 28). ITESO y CRT impulsan la competitividad de la industria tequilera. *Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente (ITESO)*. Recuperado de https://iteso.mx/web/general/detalle?group_id=4345651
- Carrillo, E. (2014, junio, 10). Prevenir Aumento de Sequía y Desertificación En Altos y Norte de Jalisco. *Universidad de Guadalajara*. Recuperado de <https://www.udg.mx/es/noticia/preven-aumento-de-sequia-y-desertificacion-en-altos-y-norte-de-jalisco>.
- Centro Mario Molina [CMM]. (2016). Estrategia de Sustentabilidad Para La Cadena Productiva Agave Tequila. *Cuajimalpa, México*. Recuperado de <https://centromariomolina.org/estrategia-de-sustentabilidad-para-la-cadena-productiva-agave-tequila/>.
- Cámara Nacional de la Industria Tequilera [CNIT]. 2021. *Cámara Nacional de La Industria Tequilera*. Recuperado de <https://www.tequileros.org/>.
- Consejo Regulador del Tequila [CRT]. 2016. *Estrategia de Sustentabilidad Cadena Agave-Tequila*. Recuperado de https://www.crt.org.mx/images/Documentos/Estrategia_Sustentabilidad.pdf.
- Consejo Regulador del Tequila [CRT]. 2019. *Manual Del Técnico Tequilero*. Recuperado de https://www.crt.org.mx/images/Documentos/Manual_Tecnico_Tequilero/ManualTecnicoTequilero -ImpresionAlta.pdf.
- Consejo Regulador del Tequila [CRT]. 2021. *Consejo Regulador del Tequila*.

Recuperado de <https://www.crt.org.mx>.

- Etzkowitz, H., Leydesdorff, L. (1997) Introduction to special issue on science policy dimensions of the Triple Helix of university-industry-government relations. *Science and Public Policy* (24)1, 2–5, doi.org/10.1093/spp/24.1.2
- Forbes. (2020, julio, 24). El Tequila Avanza Pese a La Pandemia y Perfila Récords Al Cierre de Año. *Forbes México*. Recuperado de <https://www.forbes.com.mx/negocios-dia-de-tequila-avanza-pese-pandemia-perfila-records-cierre-2020/>.
- Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, C., Baptista-Lucio, P. (2014). Metodología de La Investigación. *Editorial McGraw Hill*.
- Herrera, L. (2020, abril, 10). La Huella Ambiental de La Industria Tequilera. *Reporte Indigo*. Recuperado de <https://www.reporteindigo.com/reportes/la-huella-ambiental-del-industria-tequilera-jalisco/>.
- Instituto de Información Estadística y Geografía [IIEG]. 2020. *Exportaciones de Tequila; Un Estudio de Caso Para La Obtención de Ponderadores de Comercio Exterior*.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI]. (2019). *Conociendo La Industria Del Tequila y Del Mezcal*. Recuperado de <https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2019/OtrTemEcon/industriatequila.pdf>
- Loera, M. E. (2013, junio, 18). Dos Mil Hectáreas de Jalisco Sufren Proceso de Desertificación. *Universidad de Guadalajara*. Recuperado de <https://www.udg.mx/es/noticia/dos-mil-hectareas-de-jalisco-sufren-proceso-de-desertificacion>.
- López-López, A., Contreras-Ramos, S. M. (2015). Tratamiento de Efluentes y Aprovechamiento de Residuos. en *Ciencia y Tecnología del Tequila: Avances y perspectivas, 2da ed.*; CIATEJ, Guadalajara: Jalisco, México, 343-378.
- López-López, A., Davila-Vazquez, G., León-Becerril, E., Villegas-García, E., y Gallardo-Valdez, J. (2010). Tequila Vinasses: Generation and Full Scale Treatment Processes. *Reviews in Environmental Science and Biotechnology*, 9(2), 109-116.
- Organización Mundial de la Salud [OMS]. (2018, septiembre, 21). Alcohol, Datos y Cifras. *Organización mundial de la salud*. Recuperado de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/alcohol>.
- Perez-Souza, V. A. (2013). Nuevos Clientes Para El Tequila. *Legiscomex*.

- Recuperado de <https://www.legiscomex.com/Documentos/tequila-mexico-virginia-perez-actualizacion>.
- Rendón-Salcido, L.A., Ávila-Miranda, M.E., Rodríguez-Garay, B., Del Real-Laborde, J. I. (2011). *Manual Técnico Para El Establecimiento de Huertas Madre de Agave Azul. Consejo Regulador del tequila, CRT. Libro Técnico (1)*, 127.
- Romo, P. (2021, enero, 13). Tequila Rompe Récords de Producción y Exportación En 2020. *El Economista*. Recuperado de <https://www.economista.com.mx/estados/Tequila-rompe-records-de-produccion-y-exportacion-en-2020-20210113-0076.html>.
- Secretaría de Energía [SE]. 2012. *NOM-006-SCFI-2012 Bebidas alcohólicas-Tequila-Especificaciones*. Recuperado de http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5282165&fecha=13/12/2012
- Secretaría de Turismo [SECTUR]. (2021). Pueblos Mágicos de México. *Secretaría de turismo*. Recuperado de <https://www.gob.mx/sectur/articulos/pueblos-magicos-206528>.
- Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial [SEMADET]. 2020. *Estrategia Del Estado de Jalisco Para La Integración de La Biodiversidad En Los Sectores Agropecuario, Pesquero-Acuícola y Forestal Visión 2020-2030*. Recuperado de https://semadet.jalisco.gob.mx/sites/semadet.jalisco.gob.mx/files/19102_020_estrategia_del_estado_de_jalisco_final_opt.pdf
- Smith, A. (2020, jun, 20). Por La Pandemia Se Está Bebiendo Más Que Nunca, ¿conoces Las Señales de Alcohólicismo?. *Kaiser Health News*. Recuperado de <https://khn.org/news/durante-la-pandemia-se-esta-bebiendo-mas-que-nunca-conoces-las-senales-de-alcoholismo/>.

AGRADECIMIENTOS

Agradecimiento al Tecnológico Nacional de México TecNM, Instituto Tecnológico José Mario Molina Pasquel y Henríquez Unidad Académica Arandas, por proporcionar el apoyo y recursos para la elaboración de la investigación.

SÍNTESIS CURRICULAR

Norberto Santiago Olivares

Ingeniero Químico Industrial por la Universidad Autónoma de Nayarit. Profesor investigador en el Instituto José Mario Molina Pasquel y Henríquez Unidad Académica Arandas. Colaborador de las líneas de investigación registradas en el Tecnológico Nacional de México “Ingeniería ecológica, ambiental y ciencias” con clave LGAC-2017-SMAR-IAMB-06 y “Planeación empresarial, calidad y competitividad” con clave LGAC-2017-SMAR-IGEM-23. Asesor de proyectos de Residencias Profesionales en las carreras de Ingeniería Ambiental e Ingeniería en Industrias Alimentarias, ha dirigido y realizado investigaciones, elaborado y publicado artículos en revistas indexadas y JCR, impartido conferencias y cursos en universidades y empresas. Correos electrónicos: norberto.santiago@arandas.tecmm.edu.mx y nosaol@hotmail.com.

Fabiola Guadalupe Arriaga López

Maestra en Materia Fiscal por la Universidad del Valle De Atemajac y Licenciada en Contaduría Pública por la Universidad de Guadalajara. Profesor-investigador en el Instituto José Mario Molina Pasquel y Henríquez Unidad Académica Arandas, con reconocimiento a Perfil deseable PRODEP, colaborador de la línea de investigación registrada en el Tecnológico Nacional de México “Planeación empresarial, calidad y competitividad” con clave LGAC-2017-SMAR-IGEM-23. auditor en normas ISO 9001 y 14001. Asesora y jurado de eventos de innovación y emprendimiento a nivel regional y local, proyectos de residencia profesional y tesis en las áreas de ingeniería y administración, ha dirigido y realizado investigaciones, elaborado y publicado artículos en revistas indexadas, impartido conferencias y cursos en universidades y empresas. Correos electrónicos: fabiola.arriaga@arandas.tecmm.edu.mx y faymi@hotmail.com.

Celina Beltrán Hernández

Maestra en Ingeniería Industrial por la Universidad del Valle de Atemajac y licenciada en ingeniería industrial por el Instituto tecnológico Superior de Arandas. Profesor-investigador en el Instituto José Mario Molina Pasquel y Henríquez Unidad Académica Arandas, Secretario de Academia de la carrera de Ingeniería Industrial, colaborador de las líneas de investigación registradas en el Tecnológico Nacional de México “Planeación empresarial, calidad y competitividad” con clave LGAC-2017-SMAR-IGEM-23 “Calidad y productividad de los procesos industriales” con clave LGAC-2017-SMAR-IIND-35. Asesor de proyectos de Residencias Profesionales en el Área de Ingeniería

Industrial e Ingeniería en Gestión Empresarial, ha dirigido y realizado investigaciones, elaborado y publicado artículos en revistas indexadas, impartido conferencias y cursos en universidades y empresas. Correos electrónicos: celina.beltran@arandas.tecmm.edu.mx y celintra@hotmail.com.

Edgardo Martínez Orozco

Maestro en Ciencias y licenciatura en Ingeniería Química por la Universidad de Guadalajara. Profesor investigador en el Instituto José Mario Molina Pasquel y Henríquez Unidad Académica Arandas. Enlace de Investigación y de Educación Dual. Colaborador de las líneas de investigación registradas en el Tecnológico Nacional de México “Ingeniería ecológica, ambiental y ciencias” con clave LGAC-2017-SMAR-IAMB-06 y “Planeación empresarial, calidad y competitividad” con clave LGAC-2017-SMAR-IGEM-23. Asesor de proyectos de Residencias Profesionales en las carreras de Ingeniería Ambiental e Ingeniería Electromecánica, ha dirigido y realizado investigaciones, elaborado y publicado artículos en revistas indexadas y JCR, impartido conferencias y cursos en universidades y empresas. Correos electrónicos: edgardo.martinez@arandas.tecmm.edu.mx y ed_orozco@hotmail.com.