


La sostenibilidad Económica en los Ingenios Azucareros

Economic Sustainability in Sugar Factories

Violeta Jiménez-Zárate

*TecNM: Instituto Tecnológico Superior de Pánuco,
México*

violeta.jimenez@itspanuco.edu.mx

 <https://orcid.org/0000-0003-0257-1125>

Ernesto Cavazos-Reyes

Universidad Autónoma de Tamaulipas, México

cavreyer@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0001-6749-5392>

María Elena Martínez-García

Universidad Autónoma de Tamaulipas, México

memarti@docentes.uat.edu.mx

 <https://orcid.org/0000-0001-5869-0444>

Recepción: 02 Febrero 2024

Aprobación: 29 Junio 2024



Acceso abierto diamante

Resumen

La sostenibilidad ha alcanzado mayor relevancia en los últimos años, es así como las empresas han encaminado sus acciones a la sostenibilidad. El presente artículo tiene como objetivo analizar el aspecto económico de la sostenibilidad y su efecto en la cadena de suministro en la industria azucarera de la huasteca veracruzana, se estudiaron 3,182 productores, a través del método de investigación cuantitativo mediante la técnica de correlación, usando el software Stata, los resultados muestran relación entre las variables Producción y IyD, Laboral, Capital y Transporte, el hallazgo principal es que existe cumplimiento por parte de las empresas instaladas en la zona, este trabajo posee la originalidad de estar realizado en un contexto poco estudiado y con gran impacto en la economía nacional dentro de las limitaciones es que solo se estudió una región en particular de México y algunas variables de la sostenibilidad económica.

Palabras clave: Sostenibilidad, Cadena de Suministro, Responsabilidad Social, Innovación, Competitividad, Huasteca Veracruzana.

Abstract

Sustainability has achieved greater relevance in recent years, this is how companies have directed their actions towards sustainability. The objective of this article is to analyze the economic aspect of sustainability and its effect on the supply chain in the sugar industry of the Veracruz Huasteca, 3,182 producers were studied, through the quantitative research method using the correlation technique, using the Stata software, the results show a relationship between the variables Production and R&D, Labor, Capital and Transportation, the main finding is that there is compliance on the part of the companies installed in the area, this work has the originality of being carried out in a little studied context and with great impact on the national economy within the limitations is that only a particular region of Mexico and some variables of economic sustainability were studied.

Keywords: Sustainability, Supply chain, Social responsibility, Innovation, Competitiveness, Huasteca Veracruzana.

Introducción

Derivado de los problemas generados por el cambio climático, la sostenibilidad ha tomado mayor relevancia a nivel mundial (Mani et al., 2018). Partiendo del concepto de sostenibilidad generado en la Comisión Mundial de Medio Ambiente, que señala que solo se logra la sostenibilidad satisfaciendo las necesidades de todos, sin comprometer los recursos a las generaciones futuras, es a partir de este nuevo paradigma que las empresas enfrentan el reto de migrar a nuevas formas de trabajo que contribuyan al cuidado del medio ambiente, atendiendo las necesidades sociales y económicas de los individuos (Brundtland, 1987), y solo aquellas empresas que logren tener equilibrio en los tres pilares, pueden llamarse empresas sostenibles (Rezaei y Behnamian, 2021) hay que resaltar que en la actualidad se han presentado problemas porque no hay cumplimiento en algunas empresas (Meghana y Shastri, 2020), y que es a partir de las presiones que ejercen los compradores por obtener productos sostenibles, lo que ha orillado a las empresas para mejorar sus cadenas de suministro, a tal grado que hoy en día muchas empresas buscan el cumplimiento de los requisitos para consolidarse como empresas socialmente responsables y mejorar sus prácticas para que sean amigables con el medio ambiente (Alam y Islam, 2021; Huang et al., 2022; Silva y Figueiredo, 2020).

Para que se logre una transición adecuada se requiere innovar en los procesos productivos a fin de lograr una producción alimentaria sostenible, en los últimos años han surgido movimientos para impulsar una industria sostenible como la agricultura orgánica o la agroecología (Anderson et al., 2021; el Bilali, 2018; Marchetti et al., 2020) a través de estas nuevas técnicas busca mejorar el Karbe, sin afectar la tierra con fertilizantes a abrasivos (CEDRSSA, 2020), esto a raíz de los cambios que se han implementado para buscar una mejor calidad de vida.

Como contexto se ha enfocado a la industria azucarera, ya que, en México reporta grandes entradas económicas, tan solo en 2021, se estima un ingreso por 40 y 50 mil millones de pesos a nivel nacional (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, 2021). En los países de economías emergentes, como lo es México, las condiciones económicas aún son precarias para el personal operativos, tan solo en 2021 el salario mínimo correspondía a 141.70 pesos, lo cual no es suficiente para abastecer la canasta básica (DOF, 2022). El objetivo de la investigación es analizar el aspecto económico de la sostenibilidad y su efecto en la cadena de suministro en la industria azucarera de la huasteca veracruzana.

Como revisión del estado del arte, se retoma el hecho de que la sostenibilidad está conformada por tres pilares fundamentales, referentes a lo social, económico y ambiental, se hace énfasis que cuando se habla de las cadenas de suministro sostenibles, es cuando las empresas cuidan a todos los actores involucrados, buscando una mejora significativa a través de la cooperación (Seuring y Müller, 2008), tal como lo señalan (Rezaei y Behnamian, 2021) quienes sugieren que a través de alianzas cooperación y diseño de estrategias en conjunto, se lograra establecer una cadena de suministro sostenible en el tiempo, es por ello que las innovaciones son el principal motor del desarrollo económico (Hermundsdottir y Aspelund, 2021). De acuerdo con (Amoako, 2020), cuando las empresas adoptan la sostenibilidad en sus actividades mejoran su competitividad, trayendo mayores beneficios a nivel general, un ejemplo de ello es lo que encontraron Shahzad, Qu et al., (2020) quienes encuestaron a 282 personas y encontraron una relación positiva en la responsabilidad social corporativa y sostenibilidad ambiental, ya que a través del cuidado de las empresas se puede reducir la huella ecológica.

Para que una empresa logre ser sostenible y competitivo, se requieren diversos factores que se encuentran en las tres dimensiones social, económico y ambiental, siendo el cumplimiento cabal de cada uno de ellos, lo que mejore las condiciones de los actores involucrados y reduzca la huella ecológica que se genera por la industria (Paletta et al., 2021; FAO, 2020; Organización de Naciones Unidas (ONU), 2020 y Salazar, 2021).

Para ello, es necesario conocer los elementos que intervienen en la producción agrícola, incide en los cambios que se esperan o se realizan para maximizar las condiciones en el mercado, ya que se deben considerar los montos de inversión y estimar un beneficio, también el crecimiento económico y desarrollo que trae a la

zona, para tratar de abatir las desigualdades en las que se encuentran los diversos actores que intervienen en la industria (Cansino et al., 2021). El aspecto económico de la sostenibilidad se refiere a el valor total de la mejora y el costo que se reduce de la cadena de suministro desde una administración de negocios eficiente, y sean sostenibles en el tiempo (Gamboa Bernal et al., 2020).

Resulta un aspecto relevante lograr un alto desempeño del proveedor para que las operaciones de la empresa mejoren, así lo han comprobado en su estudio, además de que cuando las operaciones de las empresas fluyen armónicamente, se logra fortalecer la cadena de suministros, haciendo las empresas más robustas ante problemas del entorno, especialmente aquellos relacionados con la sostenibilidad (Mani et al., 2020) cuando se logra una integración con los proveedores ayuda a fortalecer la cadena de suministro por tener la información disponible para tomar decisiones adecuadas (Tarigan et al., 2021) y se vuelven más confiables (Mani et al., 2018), así mismo, en la literatura muchos investigadores enfatizan que cuando las empresas capacitan a los proveedores, se presenta una mejora en la cadena de suministro (Mani et al., 2018; Villena y Gioia, 2020). Además, se puede mejorar el proceso de salida de desechos de la empresa, fortaleciendo la cadena de suministro de salida, donde se analizan alternativas para aprovechar al máximo los residuos industriales de procesos de transformación de azúcar (Meghana y Shastri, 2020).

Para Cansino et al. (2021) conocer el aspecto económico de la sostenibilidad a través de la producción genera información confiable para trazar nuevas directrices de acción. Los investigadores Mani et al., (2018), encontraron una relación positiva y significativa entre la producción y las condiciones laborales y el desempleo en la cadena de suministro sostenible, a través de garantizar de trabajo adecuado, erradicar el trabajo infantil, monitorear los eslabones de la cadena con los proveedores y vigilar el cumplimiento de aspectos legales en materia laboral, otorgando un trabajo digno y de remuneración adecuada. Además Cansino et al., (2021) encontraron que la mano de obra resulta un elemento importante en la producción de productos agrícolas.

En los últimos años las cadenas de suministro se han tornado más complejas, esto en parte por los cambios en las preferencias de los clientes, ya que la tendencia de la sostenibilidad ha tomado mayor fuerza y esto ejerce presiones en las empresas para atender los nuevos requerimientos (Meng et al., 2021; Seyedan y Mafakheri, 2020), sobre todo porque los competidores han mejorado sus estrategias de distribución y geolocalización de plantas, a fin de abastecer la demanda con productos de calidad y reducción costos de envío (Ivanov et al., 2021). La singularidad de esta investigación radica en el análisis de estas variables en este sector tan esencial para la economía del país. A fin de mostrar de manera conceptual la investigación se plantea el siguiente modelo teórico en el Figura 1.

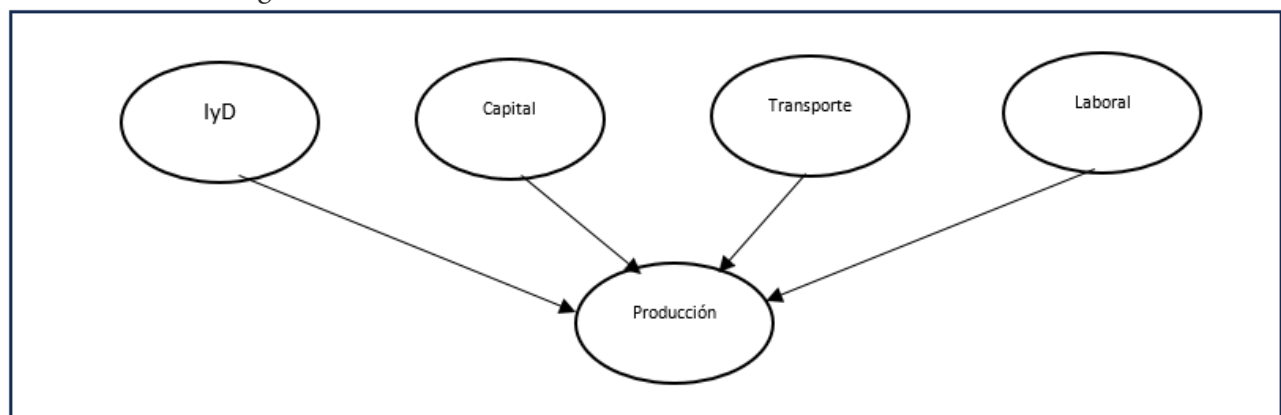


Figura 1. Modelo Teórico
Fuente: Elaboración propia.

En un estudio realizado por (Malak-Rawlikowska et al., 2019) en Inglaterra a 208 negocios del sector primario se encontró una relación significativa entre la producción y la ID de la sostenibilidad económica, donde se observa que factores como el tamaño y las ventas que realiza tienen efectos sobre sus rendimientos y

que aquellas que realizan sus ventas en internet tienen mayor ventaja que aquellas que no innovan o desarrollan nuevas estrategias. Como se ha visto la innovación y la sostenibilidad han hecho un fuerte (Kuzma et al., 2020) vínculo lo que ha traído una nueva perspectiva. La producción agrícola se está viendo afectada por los cambios en las condiciones climáticas ya que se espera que en el año 2050 suba la temperatura a nivel global 1.5 grados, lo cual representa la extensión de algunas especies, de esto deriva la necesidad de seguir innovando para generar cadenas de suministro sostenibles a las industrias agrícolas, de maneras que en un futuro no se vea comprometida el suministro de alimentos (Mejía Salazar y Ayala Soto, 2023; Shivanna, 2022; Yadav et al., 2021), como es el caso de países que se ven afectados en su nutrición debido a las bajas producciones agrícolas (Pawlak y Kołodziejczak, 2020). En otro estudio relacionado con la industria desarrollado por (Darda et al., 2019) se observó que la productividad se relaciona de manera positiva con la innovación ya que se han desarrollado biocombustibles que fomentan la sostenibilidad en la cadena de suministro. Los pequeños agricultores pueden garantizar la producción, en cuanto a la producción agrícola, a través de agricultura intensiva con nueva tecnología (Ren et al., 2021). A partir de esta información, se plantean las siguientes hipótesis:

H1: Existe una relación positiva y significativa en la Producción y la IyD de la sostenibilidad económica en la cadena de suministro de los ingenios de la huasteca veracruzana

De acuerdo con (Fedulova et al., 2019) la producción sectorial por regiones afecta los aspectos laborales ya que esta depende de las condiciones que se encuentren por zonas, así como (Mizik y Gyarmati, 2021), quienes analizaron 13.069 artículos para observar los problemas económicos y sostenibilidad, encontrando que cada vez más la sostenibilidad se traduce como rentabilidad y que es el aspecto económico el más estudiado, esto porque el nivel de productividad requerido en cuestiones laborales por hectárea es mayor al que se da naturalmente (Giampietro, 2019). En otro estudio realizado por (Devkota et al., 2020) en 652 hogares en Odisha, India, se encontró que la productividad y la variable laboral tienen una relación positiva ya que se observa salud y seguridad para los trabajadores, lo cual incide en una sostenibilidad económica del sector agrícola. Derivado de este análisis se plantea la siguiente hipótesis:

H2: Existe una relación positiva y significativa en la Producción y la Laboral de la sostenibilidad económica en la cadena de suministro de los ingenios de la huasteca veracruzana.

Otra de las relaciones que se analizan en esta investigación son la de producción y capital en donde se observa grandes ahorros en capital cuando se migra a sistemas mecanizados en la cosecha de la caña (Cardoso et al., 2019), ya que los elementos que inciden en la siembra como los sistemas de riego requieren inversión y finalmente influyen en el capital que se utiliza y que incide en la producción (Cardoso, 2019) también cuando existen innovaciones en producción de bio combustibles a partir de residuos (Elias et al., 2021). A raíz de esta información, se plantea la siguiente hipótesis:

H3: Existe una relación positiva y significativa en la Producción y el Capital de la sostenibilidad económica en la cadena de suministro de los ingenios de la huasteca veracruzana

La producción agrícola implica el uso de transporte, debido a esto se ha estudiado esta relación y cómo influye en la sostenibilidad económica, algunas empresas han innovado al grado de utilizar biocombustibles generados a partir de sus residuos, por lo cual esto representa un avance importante en materia de sostenibilidad (Darda et al., 2019). El transporte consiste en movilizar la caña y esta puede ser cosechada de forma manual o mecanizada siendo la mecanizada la que representa menores costos de operación (Cardoso et al., 2019), lo que se ha encontrado que entre más altos sean los valores económicos menos lo son los valores ambientales, lo cual muestran desacoplamiento entre dos de los pilares fundamentales de la sostenibilidad (Silalertruksa y Gheewala, 2020), ya que el transporte es una de las actividades que más daña el ecosistema (Parascanu et al., 2021). Derivado de esta información se plantea la siguiente hipótesis:

H4: Existe una relación positiva y significativa en la Producción y el Transporte de la sostenibilidad económica en la cadena de suministro de los ingenios de la huasteca veracruzana

Método

Se analizó la perspectiva económica de la sostenibilidad, utilizando el costo de producción. Lo anterior, basándose en los datos recabados en bases de datos de ingenios en la huasteca veracruzana, del periodo 2021. A continuación, se explican las variables de la base de datos y se interpretan los resultados de las Figuras, reportes estadísticos y regresiones con las cuales podemos tener una aproximación, que nos permita dar respuesta al objetivo de esta investigación desde el enfoque económico de la sostenibilidad, además, se presenta la información aplicando el estilo APA (Rivas-Tovar, 2024).

La base de datos consta de 3,182 registros que contienen información económica de los productores relacionados con la cadena de suministro de ingenios en la huasteca veracruzana y está dividida en diferentes campos los cuales se describen a continuación. Como datos generales se generó El campo Cuenta; es el número interno que se maneja para identificación de los productores involucrados en la cadena de suministro. El campo NumEjido; es el número interno para identificar el ejido o espacio territorial dentro de la zona de abastecimiento de caña para el ingenio. El campo Zona; Es un número que identifica la zona o frentes de corte para el abastecimiento de la caña, se analizaron 9 zonas. El campo Superf; nos proporciona el monto de superficie que tiene cada productor para abastecer la caña de azúcar al ingenio. Para realizar el análisis de correlación de (Cobb y Douglas, 1928) se recolectaron las variables, El campo o variable Producción; es la cantidad de toneladas que cada productor pudo abastecer al ingenio en un periodo de un año, la cual representa la variable independiente de la sostenibilidad económica. El campo o variable IyD; son los montos de dinero aportado por los productores para llevar a cabo Investigación y Desarrollo dentro de sus zonas de trabajo como, por ejemplo: Investigación y Desarrollo de nuevas variedades de caña para hacer más productivas sus tierras, nuevos productos agroquímicos y fertilizantes amigables con el medio ambiente, investigación para control biológico de plagas, Investigación y Desarrollo de nuevas tecnológicas en la producción de la caña así como en la etapa de corte del producto tales como: agricultura de precisión, equipos de trabajo con drones, detectores de humedad del suelo, sistemas modernos de riego, etcétera.

El campo o variable Laboral; identifica los montos que se pagan los productores por los trabajos en los campos tales como el pago de jornaleros, maquileros, el corte de la caña, el alce de la caña. El campo o variable Capital; identifica los montos maquinaria y capital de producción, así como los implementos agrícolas para la producción de la caña y la cosecha de esta. El campo o variable Transporte; representa los montos de dinero que desembolsan los productores para el transporte de la caña de los predios agrícolas hacia el ingenio.

Una vez descritas los campo y variables que se están analizando en esta investigación a través de información establecida en base de datos interna de ingenios en la huasteca veracruzana. Cabe mencionar que las variables Producción, IyD, Laboral, Capital y Transporte son variables normalizadas para este análisis ya que se dividieron los montos entre el total de superficie de cada uno de los productores. A continuación, se desglosan gráficos de correlaciones entre variables y se describen las interpretaciones de los resultados de cada una utilizando la plataforma del Stata versión 14.

Variable	Kmo
IyD	0.6705
Laboral	0.6913
Capital	0.9718
Transporte	0.9458
Overall	0.7626

Tabla 1. Kaiser-Meyer-Olkin Medida de Adecuación del Muestreo

Fuente: Elaboración propia de base de datos de ingenios de la huasteca

Se realizó el AFE a un factor utilizando la rotación varimax para observar cómo se pueden concentrar los valores, encontrando que las variables que se pueden unir son IyD, Laboral y Transporte (ver Tabla 2). Cabe señalar que la intención de esta investigación es conocer la relación entre cada una de las variables dependientes con la independiente, es por eso por lo que posterior a este análisis se realiza a detalle la relación entre cada una de ellas.

Análisis factorial/correlación		Número de obs = 3,182
Método: factores principales		Factores retenidos = 1
Rotación: varimax ortogonal (Kaiser desactivado)		Número de parámetros = 4
Variable	Factor	Unicidad
IyD	0.9954	0.0093
Laboral	0.9936	0.0127
Capital	0.4529	0.7949
Transporte	0.9301	0.1349

Tabla 2. Cargas de Factores Rotados (Matriz de Patrón) y Varianzas Únicas
Fuente: Elaboración propia de base de datos de ingenios de la huasteca

En primera instancia se expone en la Figura 2, la relación entre la variable Producción con la IyD normalizados y el cuadrático.

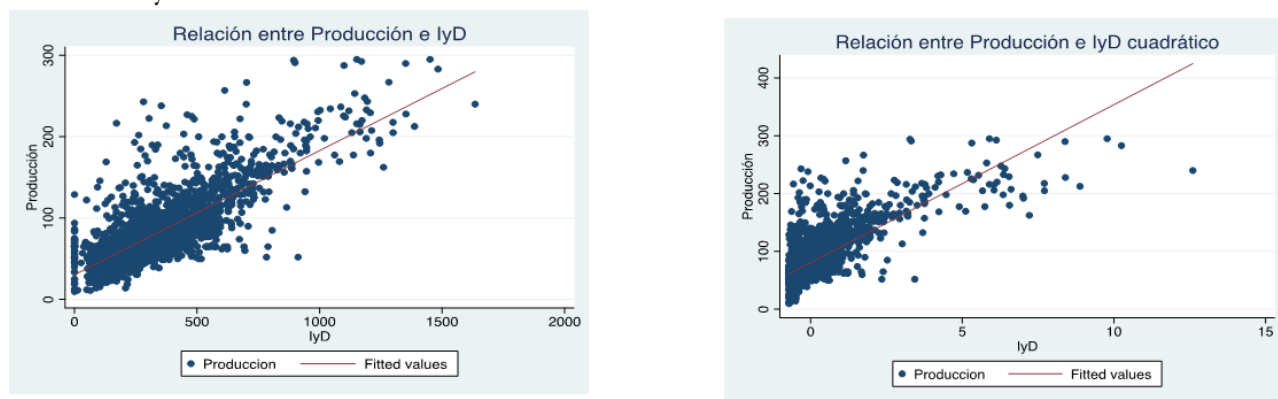


Figura 2. Relación Entre Variables Producción E Iyd Normalizados y Cuadrática
Fuente: Elaboración propia de base de datos de ingenios de la huasteca

En esta Figura de correlación de variables se puede observar la relación de la producción con la Investigación y Desarrollo dentro de la industria. Se enmarca en el gráfico la relación de la variable dependiente con la independiente, con una relación positiva que nos indica que a mayor IyD existe un crecimiento de la variable dependiente de la producción.

Se observa de este modo en la variable IyD normalizada y la IyD cuadrática que existe una acumulación persistente entre montos de investigación y desarrollo que rondan los \$750 pesos y las producciones de 120 toneladas por hectárea máximo, esto obtenido de base de datos de ingenios en la huasteca veracruzana. La gran mayoría de los productores invierte solo lo necesario para el cumplimiento y logro de la producción, obtienen beneficios, pero no a costa de grandes inversiones en investigación y desarrollo. Se manifiesta en el gráfico algunos puntos alejados de la gran masa en conjunto global, esto son muestra que si existe un número de productores que le apuestan al concepto de la investigación para mejoramiento de sus cultivos y por ende obtienen mejores producciones de caña en los diferentes ciclos del producto.

La siguiente Figura 3 de correlación se expone a la variable Producción con la variable Laboral normalizado y el cuadrático.

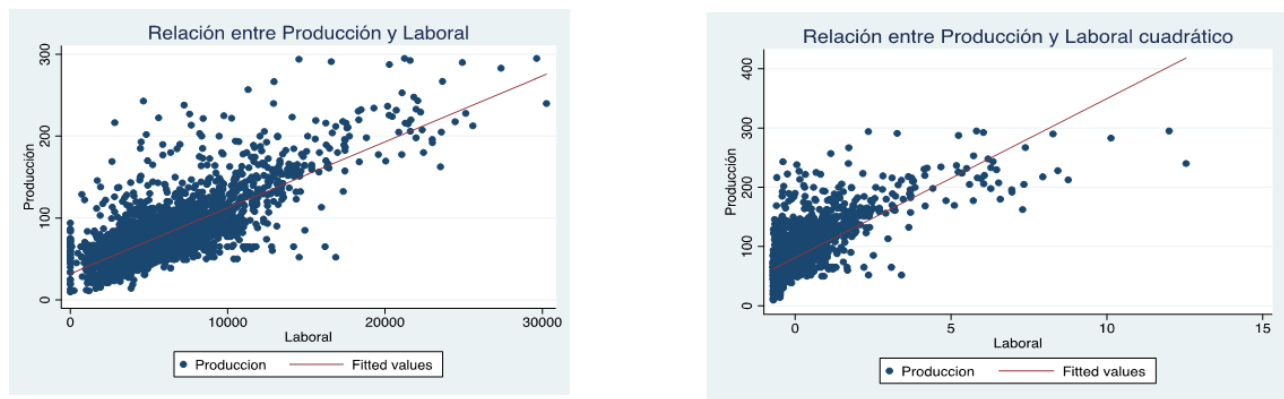


Figura 3. Relación Entre Variables Producción y Laboral Normalizados y Cuadrática

Fuente: Elaboración propia de base de datos de ingenios de la huasteca

En esta Figura de correlación de variables se puede observar la relación de la Producción con la variable Laboral normal y Laboral cuadrática. Tanto la variable dependiente como lo es la Producción como la variable independiente Laboral, se muestran con una relación positiva que nos indica que a mayor Producción se tendrá que invertir mayores montos de dinero en cuestiones laborales de la producción de la caña y las cosechas de estas, aquí se observa un crecimiento de la variable independiente Laboral. De este modo, se manifiesta que existe una acumulación de importes entre la Producción y el esquema laboral en la industria, los montos se mueven para lo laboral entre los 0 y los \$833 dólares promedio por productor y por tonelada, alrededor de las 120 toneladas por cada hectárea de producción.

Lo anterior se explica porque a mayor producción de caña que tenga cada productor se invertirán mayores montos para el pago de los jornaleros, maquileros, proveedores de servicios y cortadores de caña los cuales son la mano de obra del ingenio y productores. Lo anterior en base a datos obtenidos de ingenios en la huasteca veracruzana y de lo percibido y observado en esta misma investigación.

En este sentido, y con información obtenida de ingenios en la huasteca veracruzana, la industria azucarera de los diferentes ingenios instalados en México ya existe costos de las tareas y actividades que se hacen en los cultivos de caña montos establecidos que se pagan por cada hectárea o tonelada de caña trabajada. Es por ello que la relación entre estas dos variables es positiva y está enfocada a que entre más se produzca, mayor será la inversión en materia Laboral, esto se puede visualizar en el gráfico ya que existen puntos mayormente alejados de la concentración principal y es a estas producciones que refiere este párrafo. La siguiente Figura 4 de correlación se expone a la variable Producción con la variable Capital.

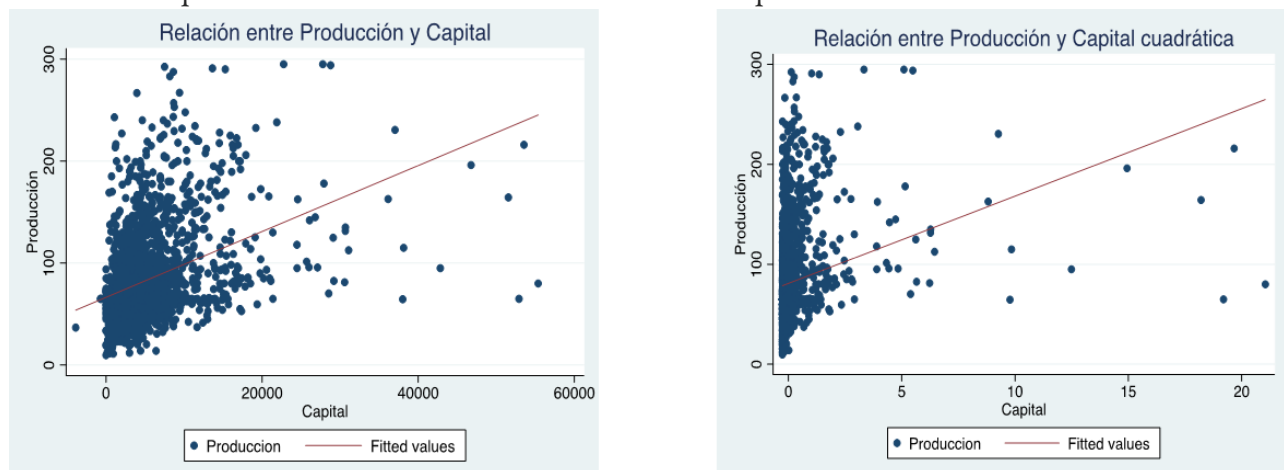


Figura 4. Relación Entre Variables Producción y Capital Normalizados y Cuadrática

Fuente: Elaboración propia de base de datos de ingenios de la huasteca

En esta Figura presentada de correlación de variables se observa una relación de la Producción con la variable Capital normalizada y la cuadrática. Tanto la variable dependiente como lo es la Producción como la variable independiente Capital, se muestran con una relación positiva que nos indica que, a mayor Capital invertido en los campos, se obtiene mayor producción de caña. Los costos invertidos en maquinaria para la producción como: tractores de alto rendimiento, cosechadoras para el corte en verde, alzadoras para las cosechas de la caña, implementos agrícolas adicionales; equipos para el riego agrícola como: sistemas de goteo, aspersión, pivotes frontales o centrales; así como nuevas tecnologías como: la agricultura de precisión que disminuye tiempos y errores en los cultivos, el uso de drones para aplicación de fertilizantes, madurantes, detección de humedad, entre otras tareas. Esto, hace que las producciones sean mejores en cada ciclo y las inversiones hechas se diluyan a mayores producciones de caña por hectárea.

En la figura se plasma que las inversiones de capital promedio para la industria oscilan entre los que no invierten nada y los que invierten alrededor de los \$1,000 dólares por hectárea de caña con rendimientos promedio de producción a nivel nacional de 68 toneladas de caña por hectárea.[1] Por ende podemos ver en el gráfico la existencia de productores más eficientes que con lo que invierten obtienen mayores producciones con la misma cantidad de hectáreas.

En la Figura 5 de correlación se expone a la variable Producción con la variable Transporte.

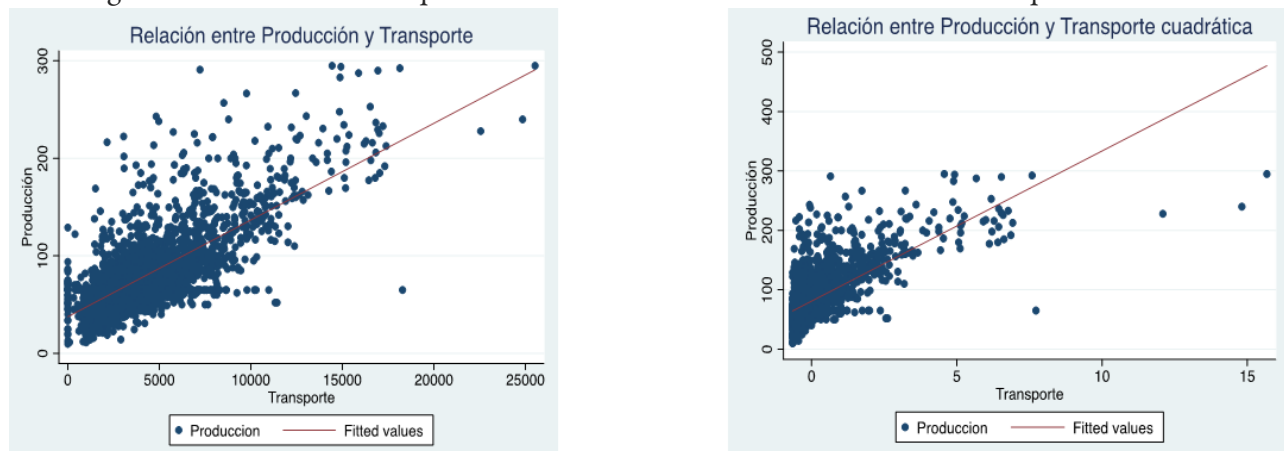


Figura 5. Relación Entre Variables Producción y Transporte Normalizados y Cuadrática

Fuente: Elaboración propia de base de datos de ingenios de la Huasteca

En esta Figura se expone la correlación de variables y se observa una relación positiva de la producción con la variable Transporte normalizada y la cuadrática. Tanto la variable dependiente como lo es la Producción como la variable independiente Transporte, nos indica que a mayor Producción se invierten mayores montos en el transporte de la caña de las fincas de producción hasta el ingenio. Estos costos son pagados por tonelada cargada a cada transportista en la temporada de cosecha o en la temporada de siembra de la caña. En la Figura se observa que los montos de costos de transporte de la caña oscilan entre los cero y los \$555 dolares por volumen total de toneladas transportadas de las fincas.

Ahora bien, en el mismo gráfico se puede observar que a mayores producciones de caña se invierte menos en importes de transporte, esto es el resultado de la implementación de mejores técnicas de transporte de caña al implementar jaulas y cajas de mayor capacidad que van de los 35 a las 40 toneladas por jaula por viaje, así como equipos automotores de mejores rendimientos y eficiencias en combustibles, esto da como resultado menores gastos en transporte y mejores ingresos al productor. Se expone a continuación, la Tabla 3 que muestra datos estadísticos de las variables estandarizadas y las cuadráticas de los datos.

Variable	Observaciones	Media	Desviación Estándar	Min	Max
Prodest	3,182	-2.83e-09	1	-1.960899	5.904052
lydest	3,182	6.77e-11	1	-1.796002	7.081223
lyd22est	3,182	-3.00e-10	1	-.7138891	12.60067
Laboralest	3,182	1.20e-09	1	-1.771639	7.052483
Laboral22est	3,182	-8.04e-10	1	-.7038722	12.53971
Capitalest	3,182	4.96e-10	1	-1.938566	11.81209
Capital22est	3,182	-2.78e-10	1	-.2678275	21.04432
Transtest	3,182	-1.16e-09	1	-1.644598	7.963966
Transportest	3,182	-4.45e-10	1	-.6550349	15.6704

Tabla 3. Datos Estadísticos de las Variables Estandarizadas y Cuadráticas

Fuente: Elaboración propia de base de datos ingenios de la huasteca

En la Tabla 3 expuesta arriba nos muestra los datos estadísticos de las variables estandarizadas y cuadráticas del estudio, lo importante que se visualiza aquí es la uniformidad que tienen los datos ya que tienen poca variabilidad los datos al obtener una desviación estándar baja para cada una de las variables. A continuación, se muestra la Figura 6 con la curva de la normal de los residuales.

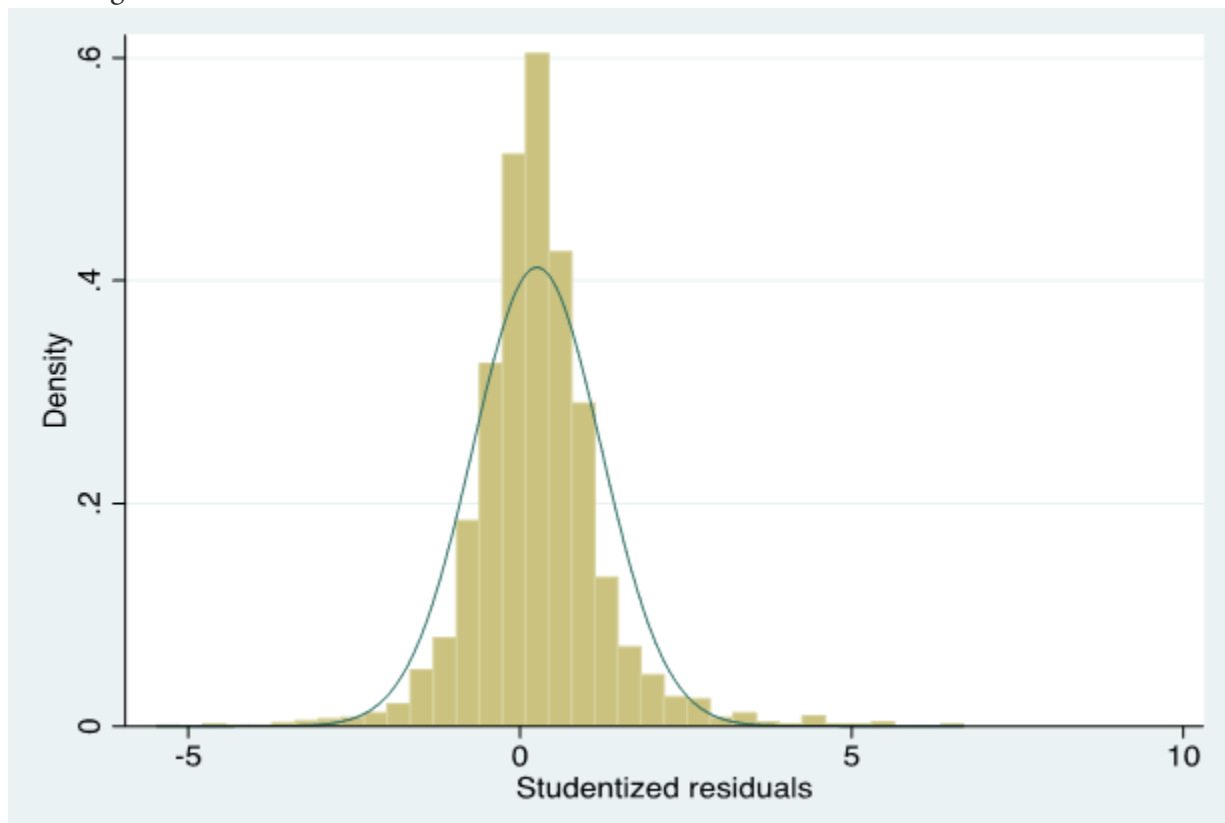


Figura 6. Curva de la Normal de los Datos

Fuente: Elaboración propia de base de datos de ingenios de la Huasteca

En este gráfico se muestra la curva de la normal de los residuales con predicción por cada uno de los elementos de la base de datos. Lo anterior muestra poca o nula normalidad en este modelo, ya que la mayoría de estos residuales caen fuera de la curva de la normal.

Variable	Observaciones	Pr (Asimetría)	Pr (Curtosis)	Chi2(2)	Prob>chi2
Producción	3,182	0.0000	0.0000	1410.40	0.0000
Prodest	3,182	0.0000	0.0000	1410.40	0.0000
lydest	3,182	0.0000	0.0000	1321.71	0.0000
Laboralest	3,182	0.0000	0.0000	1325.16	0.0000
Capitalest	3,182	0.0000	0.0000	3071.02	0.0000
Transect	3,182	0.0000	0.0000	1331.40	0.0000

Tabla 4. Test de Normalidad de los Datos
 Fuente: Elaboración propia de base de datos de ingenios de la huasteca

En la Tabla 4 se muestra el test de normalidad de los datos verificando los coeficientes de normalidad en cuanto a simetría y curtosis de los datos donde se expresan las variables estandarizadas. Como se observa en los datos de esta prueba por separado ninguna de las variables estandarizadas está siendo normal ya que $P < .0005$ ni de forma separa con simetría y curtosis ni de forma conjunta.

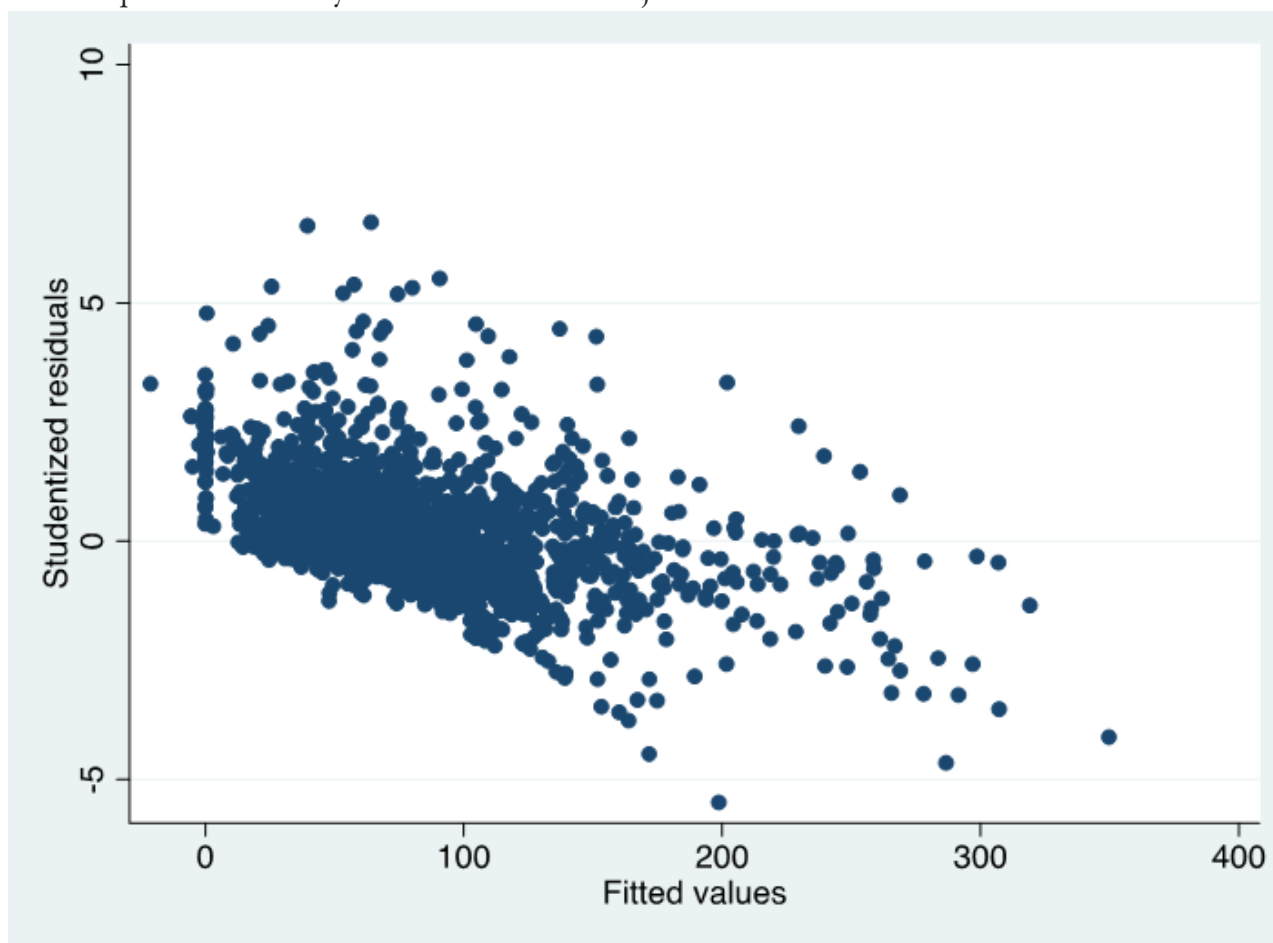


Figura 7. Resultados Estandarizados de las Varianzas
 Fuente: Elaboración propia de base de datos de ingenios de la huasteca

En este apartado se observa la Figura 7 de los residuales estandarizados y se exponen las varianzas y se mantienen iguales para todos los puntos de los datos predichos. Se observa cierta simetría, pero existen algunos datos que quedan fuera y que posiblemente se tengan que retirar al correr la regresión ya que representan una varianza mayor.

	Prodest	lydest	Laboralest	Capitalest	Transtest
Prodest	1.0000				
lydest	0.7743	1.0000			
Laboralest	0.7617	0.9923	1.0000		
Capitalest	0.3838	0.4453	0.4545	1.0000	
Transtest	0.7267	0.9297	0.9211	0.4205	1.0000

Tabla 5. Correlaciones entre Variables

Fuente: Elaboración propia de base de datos de ingenios de la Huasteca

En la Tabla 5 se muestra la correlación que existe entre la variable dependiente y los predictores lo cual en todos los casos es positiva y con alta significancia. Siento de esto la correlación más baja en .3838 del Prodest con Capitalest y la más alta correlación .9923 entre variables predictores es Iydest con Laboralest.

Análisis

A continuación, en este bloque se presentan la explicaciones y evidencia empírica de los resultados obtenidos de una regresión sobre la base de datos de Ingenios en la Huasteca veracruzana en la tabla 6 del modelo de regresión para las variables estandarizadas. En primera instancia, la variable dependiente Producción y las independientes: IyD, Laboral, Capital y Transporte. Cabe mencionar que los resultados de este cuadro y sus variables son datos estandarizados.

Explicación				
Observaciones	3182		Anova	1925.1
F	1217.8		Residual	1255.8
Prob>F	0.0000			
R2	0.6052			
R2 Ajust	0.6047			
Coefficientes				
Variables	Coef.	t	P>t	
Iydest	1.182	12.41	0.000	
Laboralest	-0.477	-5.26	0.000	
Capitalest	0.056	4.46	0.000	
Transtest	0.043	1.42	0.157	

Tabla 6. Explicación del Modelo de Regresión

Fuente: Elaboración propia de base de datos ingenios de la huasteca

Se cuenta con una base de 3,182 registros los cuales es el número de productores con sus respectivos datos en importes e inversiones para los cortadores de caña, jornaleros o maquileros, transportistas, proveedores de servicios o contratistas.

En el primer plano viene la ANOVA con una explicación del modelo que logra 1925.122 y un residual de 1255.87 esto nos da una r2 de explicación de variables por medio del modelo de regresión 60.52% de variabilidad de la variable Producción esta explicado con las variables independientes y con un 39,48% del residual no explicado con el modelo. La Varianza explicada por el modelo es de 481.28 mientras que la Varianza del residual es de .3951. Si dividimos la varianza del modelo entre la variancia del residual obtenemos una ratio F 1217.88 la cual es estadísticamente significativo $P > .0001$ con 3178 y 4 grados de libertad. Con este resultado de F podemos comentar que las variables del modelo pueden explicar los valores de la variable dependiente Prodest.

La explicación de los coeficientes de las pendientes: Iydest, Laboralest, Capitalest y Transtest. Nos explica para el Iydest que por cada unidad de aplicación en investigación y desarrollo se incrementa en 1.18 puntos la

producción de caña; para *Laboralest* que por cada unidad más de pago para los conceptos laborales en la industria se reduce en $-.477$ puntos la producción de caña; para *Capitalest* que por cada unidad más de inversión o pago en capital en la industria se aumenta en $.056$ puntos la producción de caña; para *Transtest* que por cada unidad más de pago en los conceptos de transporte de la caña en la industria azucarera se aumenta en $.043$ puntos la producción.

Por tanto, dividiendo el coeficiente de cada una de las variables independientes entre su error estándar se obtiene el estadístico t que sugiere que la variable independiente contribuye significativamente a estimar la variable dependiente. Para este caso el estadístico t de la variable *Iydest* obtiene un 12.41 con una significancia $p > .000$ el cual es el de mayor contribución en el modelo; otra de las variables a analizar es *Laboralest* ya que obtiene un t de -5.26 con significancia $p > .000$ pero de manera negativa para la variable dependiente; la variable independiente *Capitalest* alcanza un estadístico t de 4.46 con una significancia también de $p > .000$; por último la variable *Transtest* que es su estadístico t obtiene un nivel más bajo de impacto con 1.42 y con una significancia de $p > .157$.

A continuación, en este bloque se presentan los resultados y sus explicaciones de una regresión sobre la base de datos de ingenios en la huasteca veracruzana en la Tabla 7 del modelo de regresión para las variables estandarizadas y cuadráticas. En primera instancia, la variable dependiente Producción y las independientes: *IyD*, *Laboral*, *Capital* y *Transporte*.

Explicación				
Observaciones	3182		Anova	1959.7
F	636.6		Residual	1221.2
Prob>F	0.0000			
R2	0.6161			
R2 Ajust	0.6151			
Coeficientes				
Variables	Tipo.	Coef.	P>t	P>t
<i>Iydest</i>	Estandarizada	0.394	2.15	0.031
<i>Iyd22est</i>	Cuadrática	1.194	5.02	0.000
<i>Laboralest</i>	Estandarizada	0.117	0.66	0.511
<i>Laboral22est</i>	Cuadrática	-1.003	-4.12	0.000
<i>Capitalest</i>	Estandarizada	0.071	2.89	0.004
<i>Capital22est</i>	Cuadrática	-0.013	-0.57	0.570
<i>Transtest</i>	Estandarizada	-0.012	-0.20	0.841
<i>Transporte22est</i>	Cuadrática	0.074	1.30	0.193

Tabla 7. Explicación del Modelo de Regresión
Fuente: Elaboración propia de base de datos de ingenios de la huasteca

Se toma para este modelo la misma base de datos de 3,182 registros los cuales es el número de productores con sus respectivos datos en importes e inversiones para los cortadores de caña, jornaleros o maquileros, transportistas, proveedores de servicios o contratistas. En el primer plano viene la ANOVA con una explicación del modelo que logra 1959.7 un poco por encima del modelo anterior en su explicación y un residual de 1221.2, esto nos da una r^2 de explicación de variables por medio del modelo de regresión 61.61% de variabilidad de la variable Producción esta explicado con las variables independientes y con un 38.47% del residual no explicado con el modelo. La Varianza explicada por el modelo es de 244.96 mientras que la Varianza del residual es de .3847. Si dividimos la varianza del modelo entre la variancia del residual obtenemos una ratio F 636.6 la cual es estadísticamente significativo $P > .0001$ con 3174 y 8 grados de libertad. Con este resultado de F podemos comentar que las variables del modelo pueden explicar los valores de la variable dependiente *Prodest*.

La explicación de los coeficientes de las pendientes: $Iydest$, $IyD22est$, $Laboralest$, $Laboral22est$, $Capitalest$, $Capital22est$, $Transtest$ y $Trasnporte22est$. Nos explica para el $Iydest$ que por cada unidad de aplicación en investigación y desarrollo se incrementa en .394 puntos la producción de caña mientras que para $IyD22est$ la variable cuadrática se incrementa en 1,194; para $Laboralest$ que por cada unidad más de pago para los conceptos laborales en la industria se incrementa en .117 puntos la producción de caña mientras que para la variable cuadrática $Laboral22est$ se reduce en 1.003; para $Capitalest$ que por cada unidad más de inversión o pago en capital en la industria se aumenta en .071 puntos la producción de caña mientras que para la variable cuadrática $Capital22est$ por cada unidad en capital la producción se reduce en .013; para $Transtest$ que por cada unidad más de pago en los conceptos de transporte de la caña en la industria azucarera se reduce en .012 puntos la producción y para la variable cuadrática $Transporte22est$, por cada unidad aplicada en transporte la producción aumenta en .074.

Por tanto, dividiendo el coeficiente de cada una de las variables independientes entre su error estándar se obtiene el estadístico t que sugiere que la variable independiente contribuye significativamente a estimar la variable dependiente. Para este caso el estadístico t de la variable $Iydest$ obtiene un 2.15 con una significancia $p > .031$ y para la variable cuadrática $IyD22est$ se obtiene una t de 5.02 con una significancia en $p > .000$; otra de las variables a analizar es $Laboralest$ ya que obtiene un t de .66 con significancia $p > .511$ mientras que para esta misma variable pero cuadrática $Laboral22est$ se obtiene -4.12 impactando negativamente la variable dependiente con una significancia de $p > .000$; la variable independiente $Capitalest$ alcanza un estadístico t de 2.89 con una significancia también de $p > .004$ y la variable cuadrática $Capital22est$ alcanza una t de -0.57 también impactando de manera negativa la variable producción y con una significancia de $p > .570$; por último la variable $Transtest$ que es su estadístico t obtiene un nivel bajo de impacto con -0.20 y con una significancia de $p > .841$ y misma variable pero cuadrática $Transporte22est$ obtiene un estadístico t positivo de 1.30 con una significancia de $p > .193$.

Discusión

Tomando como base la información analizada sobre los resultados de la base de datos de ingenios en la huasteca veracruzana, se observa en los gráficos de correlación ciertas concentraciones de resultados y ciertamente con correlación entre los datos. Los resultados expuestos muestran que los productores de la cadena de suministro de ingenios en la huasteca veracruzana tienen un comportamiento muy similar en su gran mayoría, ya que las variables observadas reflejan el comportamiento mencionado se entiende que se invierten poco o solo lo necesario para sus actividades y por esta razón conservan bajas productividades lo cual impacta en lo económico al resto de los actores de la cadena.

En este orden de ideas, los modelos expuestos en base modelo de producción de Cobb Douglas nos muestran en su aplicación un modelo aceptable con una r^2 considerable y que nos sirve para predecir el comportamiento de las variables. Diversos autores (Beck-O'Brien y Bringezu, 2021; Antúnez et al., 2023; Dorta Polier, 2017 y Sardi Sernich, 2022) han hecho énfasis en la importancia de la producción de la caña de azúcar, sobre todo en comprender los factores que le afectan de manera directa, tal es el caso de las variables analizadas, empezando con la H1: donde se evalúa una relación positiva y significativa en la Producción y la IyD de la sostenibilidad económica en la cadena de suministro de los ingenios de la huasteca veracruzana, se encontró una relación positiva y significativa, que coincide con lo encontrado por (Segarra-Oña et al., 2011). Por otro lado, en cuanto al a H2: que plantea una relación positiva y significativa en la Producción y Laboral de la sostenibilidad económica en la cadena de suministro de los ingenios de la huasteca veracruzana tal como lo sugieren los autores (Céspedes et al., 2016 y Magaña et al., 2016), quienes consideraron los ingresos que obtienen los productores por las superficies sembradas, se observa que los resultados obtenidos en la relación, presentan una relación negativa y significativa, tal como lo sugiere por (Dogliotti et al., 2012).

En el análisis de la H3: relación positiva y significativa en la Producción y Capital de la sostenibilidad económica en la cadena de suministro de los ingenios de la huasteca veracruzana, se encontró una relación positiva y significativa de las variables Producción y Capital, lo cual coincide con los trabajos de (Céspedes et al., 2016; Sarmiento Rosales y Díaz Tandazo, 2005), así mismo (Sarmiento Rosales y Díaz Tandazo, 2005), señala que el sector azucarero ha tenido un avance en la inversión de capital en el campo para mejorar las condiciones de los productores y su gente.

Retomando la H4: donde se evalúa la relación positiva y significativa en la Producción y Transporte de la sostenibilidad económica en la cadena de suministro de los ingenios de la huasteca veracruzana. Tomando en cuenta las grandes cantidades de contaminación que emanan de transporte de caña (Reinosa-Valladares et al., 2018), se observó la producción como se relaciona con esta variable, a eso se le suma el costo de que genera este traslado, encontrando una relación positiva, tal como los trabajos de (Loi, 2019 y López y Zamora, 2017), pero no significativa.

Dentro de los hallazgos más relevantes se encuentran la aceptación de las hipótesis IyD y Producción y Capital y Producción, a continuación, se muestra en la Tabla 8, el desglose de los resultados.

Variables	B	P	Hipótesis
lydest	1.182	0.000	H1: Aceptada
Laboralest	-0.477	0.000	H2: Rechazada
Capitalest	0.056	0.000	H3: Aceptada
Transect	0.043	0.157	H4: Rechazada

Tabla 8. Prueba de Hipótesis

Fuente: Elaboración propia

Los resultados nos indican como un acercamiento a mejorar la sostenibilidad económica del sector de la industria azucarera en la cadena de suministro de Ingenios en la Huasteca veracruzana es que invirtiendo en investigación y desarrollo en un porcentaje directamente proporcionar al crecimiento de la producción se va a lograr mayores rendimientos a corto, mediano y largo plazo y que este crecimiento favorecerá a todos los actores dentro de la cadena. Esto debido porque al haber mayor producción se va a requerir mayor cantidad de trabajadores para cortar la caña, mayor cantidad de jornaleros para los trabajos de preparación y mantenimiento de los campos agrícolas, mayor cantidad de maquileros por el crecimiento en canto a materia prima, incremento en el transporte de la caña se requieren más fletes para movilizar el producto, incremento en trabajos por proveedores de servicios para mejoramiento de proyectos agrícolas y por último al haber más producción habrá más azúcar que elaborar y por lo tanto más trabajo para el personal obrero y empleados de confianza. Por tanto, el incremento en investigación y desarrollo IyD y en base a los resultados obtenidos en este estudio, es la pauta para lograr sostenibilidad económica en la industria.

Ahora bien, la investigación y desarrollo para que de los beneficios esperados y en base a la experiencia esta debe enfocarse a mejoramiento de variedades de caña que permitan mayores rendimientos, mejor resistencia sequias, más resistentes plagas, mayor sanidad vegetal, entre otras características de mejora, para dar continuidad al producto y lograr un balance varietal en el campo, investigación en control de plagas por medio de controles biológicos y uso de bio-fertilizantes y bio-herbicidas que no dañen el suelo, amigables con el medio ambiente y sin peligro para los aplicadores. Investigación y desarrollo para mejorar el uso del agua para el riego agrícola, buscar mayores eficiencias y menores consumos de agua, utilización de sistemas de drones para aplicación de fertilizantes, herbicidas, detección de humedad en el suelo, detección de plagas, mapas nutrimentales, mapeo de tierras para geo-referenciación, utilización de agricultura de precisión para la siembras y cosechas de los predios.

Todos estos temas y algunos más pueden contribuir a mejorar la productividad, disminuir los costos de producción y a obtener ganancias para los productores de la cadena de suministro.

Finalmente, como conclusión de esta investigación, se trabajaron las herramientas del corte cuantitativo utilizando una base de datos de costos de producción de ingenios en la huasteca veracruzana a la cual se le aplico un modelo de la producción de Cobb Douglas con la cual se estimó la sostenibilidad económica desde el costo de producción de los actores dentro de la cadena de suministro de ingenios en la huasteca veracruzana, una de las limitaciones del estudio es que se aplicó solo a una región específica lo cual solo permite inferir los resultados para esta región es particular y algunas variables de la sostenibilidad económica.

Como resultado de este estudio podemos responder al objetivo de la investigación es analizar el aspecto económico de la sostenibilidad y su efecto en la cadena de suministro en la industria azucarera de la huasteca veracruzana, ya que se observó una relación entre las variables IyD, y Producción, Capital y Producción, es decir, que para lograr ser sostenible y competitivo debe existir: cumplimiento legal por cada uno de los actores dentro de las cadenas, buenas condiciones laborales para los trabajadores, trabajo digno, sueldos que cumplan los aspectos legales como cubrir al menos los salarios mínimos del país, contar con contratos o convenios de trabajo, dar cumplimiento de las horas trabajadas, no permitir la discriminación, erradicar el trabajo forzado, permitir la equidad de género, proporcionar capacitación técnica y profesional, capacitación en salud y seguridad, garantizar la salud y seguridad para los trabajadores; respetando el medio ambiente, cuidando el agua para evitar el agotamiento del recurso, el suelo para evitar contaminación, promoviendo una cultura del manejo apropiado de residuos para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, proteger los productos y materia primas, buscando las eficiencias, rendimientos de sus procesos y obteniendo un valor agregado por cada unidad de producto generada.

Contribución de los autores:

Conceptualización, Violeta Jiménez Zárate y Ernesto Cavazos Reyes; Curación de datos, Violeta Jiménez Zárate y Ernesto Cavazos Reyes; Análisis formal, Violeta Jiménez Zárate y Ernesto Cavazos Reyes; Investigación, Violeta Jiménez Zárate; Metodología, Ernesto Cavazos Reyes; Administración de proyectos, recursos, software, Violeta Jiménez Zárate y Ernesto Cavazos Reyes; Validación, Violeta Jiménez Zárate, Ernesto Cavazos Reyes y María Elena Martínez García; Visualización, Violeta Jiménez Zárate, Ernesto Cavazos Reyes y María Elena Martínez García; Redacción del borrador original, Violeta Jiménez Zárate y Ernesto Cavazos Reyes; Redacción de revisión y edición, Violeta Jiménez Zárate, Ernesto Cavazos Reyes y María Elena Martínez García.

Financiamiento: Este trabajo no tuvo financiamiento.

Referencias

- Alam, S., y Islam, K. Z. (2021). Examinar el Papel de la Responsabilidad Social Corporativa Ambiental en la Construcción de una Imagen Corporativa Ecológica y una Ventaja Competitiva Ecológica. *Revista Internacional de Responsabilidad Social Empresarial*, 6(8), 1-16. <https://doi.org/10.1186/s40991-021-00062-w>
- Amoako, G. (2020). Un Marco Conceptual: Actividades Corporativas de Gestión Ambiental y Ventaja Competitiva Sostenible. *Gestión de la Calidad Ambiental: Una Revista Internacional*, 31(2), 331-347. <https://doi.org/10.1108/MEQ-09-2019-0187>
- Anderson, C., Bruil, J., Chappell, M. J., Kiss, C., y Pimbert, M. P. (2021). ¡Agroecología Ahora!: Transformaciones hacia Sistemas Alimentarios más Justos y Sostenibles. Macmillan. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-61315-0>
- Antúnez, O. A., Rodríguez, Y. B., Cabrera, A. Q., y Agriel, R. B. (2023). Planificación Sostenible del Manejo Postcosecha de la Caña de Azúcar. 11(2), 62-68. <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/624>
- Beck-O'Brien, M.; Bringezu, S. (2021). Biodiversity Monitoring in Long-Distance Food Supply Chains: Tools, Gaps and Needs to Meet Business Requirements and Sustainability Goals. *Sustainability*, 13(15), 1-23. <https://doi.org/10.3390/su13158536>
- Brundtland. (1987). Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future. Editorial ONU. <http://www.un-documents.net/our-common-future.pdf>
- Cansino, S., Cansino, G., y Quevedo, E. (2021). Vista de Determinación de una Función Cobb Douglas en la Producción de Durazno en Colombia. *Panorama Económico*, 29, 160-171. <https://revistas.unicartagena.edu.co/index.php/panoramaeconomico/article/view/3649/3061>
- Cardoso, T. F., Watanabe, M. D., Souza, A., Chagas, M. F., Cavalett, O., Morais, E. R., y Bonomi, A. (2019). A Regional Approach to Determine Economic, Environmental and Social Impacts of Different Sugarcane Production Systems in Brazil. *Biomass and Bioenergy*, 120, 9-20. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2018.10.018>
- CEDRSSA. (2020). El Programa Sectorial de Agricultura y Desarrollo Rural 2020 - 2024. Editorial CEDRSSA. https://intra.cedrssa.gob.mx/blog_de_opinion.htm
- Céspedes, N., Lavado, P., y Ramírez Rondán, N. (2016). Productividad en el Perú: Medición, Determinantes e Implicancias: Universidad del Pacifico. <http://hdl.handle.net/11354/1083>
- Cobb, C. W., y Douglas, P. H. (1928). A Theory of Production: American Economic. <https://msuweb.montclair.edu/~lebelp/CobbDouglasProdAER1928.pdf>
- Darda, S., Papalas, T., y Zabaniotou, A. (2019). Biofuels Journey in Europe: Currently the Way to Low Carbon Economy Sustainability is Still a Challenge. *Journal of Cleaner Production*, 208, 575-588. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.10.147>
- Devkota, K. P., Khanda, C. M., Beebout, S. J., y Mohapatra, B. K. (2020). Assessing Alternative Crop Establishment Methods With a Sustainability Lens in Rice Production Systems of Eastern India. *Journal of Cleaner Production*, 244, 118835, 1-14. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118835>
- DOF. (07 de 12 de 2022). Salarios Mínimos. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5673550yfecha=07/12/2022#gsc.tab=0
- Dogliotti, S., Abedala, C., Aguerre, V., Albín, A., Alliaume, F., Alvarez, J., Scarlato, M. (2012). Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria. Uruguay. <http://www.inia.org.uy>

- El Bilali, H. (2018). Relation Between Innovation and Sustainability in The Agro-Food System. *Italian Journal of Food Science*, 30, 200-225. <https://doi.org/10.14674/IJFS-1096>
- Elias, A. M., Longati, A. A., Ellamla, H. R., Furlan, F. F., Ribeiro, M. P., Marcelino, P. R., y Giordano, R. C. (2021). Techno-Economic-Environmental Analysis of Sophorolipid Biosurfactant Production from Sugarcane Bagasse. *Industrial y Engineering Chemistry Research*, 60(27), 9833-9850. <https://doi.org/10.1021/acs.iecr.1c00069>
- FAO. (2020). Inversiones Responsables y COVID-19: Abordar los Impactos, los Riesgos y la Conducta Empresarial Responsable en las Cadenas de Valor Agrícolas. Editorial: FAO. <http://www.fao.org/3/cb2581es/CB2581ES.pdf>
- Fedulova, I., Voronkova, O. Y., Zhuravlev, P., y Gerasimova, E. G. (2019). Labor Productivity and its Role in the Sustainable Development of Economy: on the Example of a Region. *Entrepreneurship and Sustainability*, 7(2), 1059-1073. [http://doi.org/10.9770/jesi.2019.7.2\(19\)](http://doi.org/10.9770/jesi.2019.7.2(19))
- Gamboa Bernal, J. P., Orjuela Castro, J. A., y Moreno Mantilla, C. E. (2020). The Sustainable Supply Chain: Concepts, Optimization and Simulation Models, and Trends. *Ingeniería*, 25(3), 355–377. <https://doi.org/10.14483/23448393.16926>
- Giampietro, M. (2019). Giampietro, M. (2019). On the Circular Bioeconomy and Decoupling: Implications for Sustainable Growth. *Ecological Economics*, 143-156. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2019.05.001>
- Hermundsdottir, F., y Aspelund, A. (2021). Innovaciones Sostenibles y Competitividad Empresarial: una Revisión. *Revista de Producción más Limpia*, 1-18. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124715>
- Huang, L., Song, J. S., y Swinney, R. (2022). Gestión de la Responsabilidad Social en Cadenas de Suministro de Múltiples Niveles. *Gestión de Operaciones de Servicios y Fabricación*, 24(6), 2843-2862. <https://doi.org/10.1287/msom.2021.1063>
- Ivanov, D., Tsipoulanidis, A., y Schönberger, J. (2021). Gestión de Operaciones y Cadena de Suministro Global. *EUA: Cham: Editorial Internacional Springer*, 3-19. https://doi.org/10.1007/978-3-030-72331-6_1
- Kuzma, E., Padilha, L. S., Sehnem, S., Julkovski, D. J., y Roman, D. J. (2020). La Relación entre Innovación y Sostenibilidad: un Estudio Meta Analítico. *Revista de Producción más Limpia*, 259. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120745>
- Loi, M. J. (2019). Análisis Energético, Ambiental y Económico del uso de Astillas de Madera para la Producción de Energía Eléctrica en la Industria Azucarera de Tucumán. *Universidad Tecnológica Nacional, FRT – Especialización en Ingeniería Bioenergética*. <https://ria.utn.edu.ar/handle/20.500.12272/6078>
- Magaña, M. A., Tavera Cortés, M. E., y Salazar Barrientos, L. L. (2016). Productividad de la Apicultura en México y su Impacto sobre la Rentabilidad. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 7, 1103–1115. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342016000501103&lng=es&nrm=iso
- Malak-Rawlikowska, A., Majewski, E., Wąs, A., Borgen, S. O., Csillag, P., Donati, M., Lecoeur, J. (2019). Measuring the Economic, Environmental, and Social Sustainability of Short Food Supply Chains. *Sustainability*, 11(15). <https://doi.org/10.3390/su11154004>
- Mani, V., Gunasekaran, A., y Delgado, C. (2018). Enhancing Supply Chain Performance Through. *International Journal of Production Economics*, 259–272. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2017.10.025>
- Mani, V., Jabbour, C. J., y Mani, K. T. (2020). Supply Chain Social Sustainability in Small and Medium Manufacturing Enterprises and Firms' Performance: Empirical Evidence from an Emerging Asian

- Economy. *International Journal of Production Economics*, 227, 1-13. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2020.107656>
- Marchetti, L., Cattivelli, V., Coccozza, C., Salbitano, F., y Marchetti, M. (2020). Más allá de la Sostenibilidad en los Sistemas Alimentarios: Perspectivas desde la Agroecología y la Innovación Social. *Sostenibilidad*, 12(18), 1-24. <https://doi.org/10.3390/su12187524>
- Meghana, M., y Shastri, Y. (2020). Sustainable Valorization of Sugar Industry Waste: Status, Opportunities, and Challenges. *Bioresource Technology*, 303, 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2020.122929>
- Mejía Salazar, I., y Ayala Soto, S. (2023). Revisión de Literatura Sobre Gestión de Cadenas de Suministro Sostenibles e Innovaciones Disruptivas en Pymes, *Revista Universidad y Empresa*, 25(44), 1-35. <https://doi.org/10.12804/revistas>.
- Meng, Q., Li, M., Liu, W., Li, Z., y Zhang, J. (2021). Políticas de Precios de la Cadena de Suministro Verde de Doble Canal: Considerando los Subsidios Gubernamentales y las Preferencias Duales de los Consumidores. *Producción y Consumo Sostenible*, 26, 1021-1030. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2021.01.012>
- Mizik, T., y Gyarmati, G. (2021). Economic and Sustainability of Biodiesel Production a Systematic Literature Review. *Clean Technologies*, 3(1), 19-36. <https://doi.org/10.3390/cleantechnol3010002>
- Organización de Naciones Unidas (ONU). (2020). La Agenda de Desarrollo Sostenible Desarrollo Sostenible. Objetivos de Desarrollo Sostenible: Editorial ONU. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/sustainable-development-goals/>
- Paletta, A., Foschi, E., Alimehmeti, G., y Bonoli, A. (2021). A Step-by-Step Process Towards an Evolutionary Policy Encouraging the Adoption of Sustainable Business Models. *Sustainability*, 13(3), 1176, 2-16. <https://doi.org/10.3390/su13031176>
- Parascanu, M. M., Sánchez, N., Sandoval-Salas, F., Carreto, C. M., Soreanu, G., y Sánchez-Silva, L. (2021). Environmental and Economic Analysis of Bioethanol Production from Sugarcane Molasses and Agave Juice. *Environmental Science and Pollution Research*, 28, 64374-64393. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-15471-4>
- Pawlak, K., y Kołodziejczak, M. (2020). The Role of Agriculture in Ensuring Food Security in Developing Countries: Considerations in the Context of the Problem of Sustainable Food. *Production. Sustainability*, 12(13), 1-20. <https://doi.org/10.3390/su12135488>
- Reinosa-Valladares, M., Canciano-Fernández, J., Hernández-Garcés, A., Ordoñez-Sánchez, Y., y Figueroa-Beltrán, I. (2018). Huella de Carbono en la Industria Azucarera. Caso de Tecnología Química, 38(2), 437-445. <http://scielo.sld.cu/pdf/rtq/v38n2/rtq20218.pdf>
- Ren, C., Liu, S, Van Grinsven, H., Reis, S., y Jin, S. L. (2021). The Impact of Farm Size on Agricultural Sustainability. *Journal of Cleaner Production*, 220, 357-367. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.02.151>
- Rezaei, S., y Behnamian, J. (2021). Una Encuesta Sobre Redes de Suministro Competitivas Centrada en Estructuras de Asociación y Alianza Virtual: Nuevas Tendencias. *Revista de Producción más Limpia*, 287-292. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.125031>
- Rivas-Tovar L. A. (2024). Normas Apa 7ª Edición: Estructura, Citas y Referencias. Instituto Politécnico Nacional. https://www.researchgate.net/publication/357046089_NORMAS_APA_7_EDICION_ESTRUCTURA_CITAS_Y_REFERENCIAS
- Salazar, V. E. (2021). Sistematización de la Experiencia Paz y Competitividad. Colombia: Universidad Autónoma de Manizales. ISBN: 978-958-5558-23-6. <https://editorial.autonoma.edu.co/index.php/libros/catalog/book/42>

- Sardi Sernich, G. (2022). Análisis del Cultivo de Caña Orgánica como Alternativa para Impulsar la Competitividad del Sector Azucarero del País. [Tesis de Doctorado, Colegio de Estudios Superiores de Administración] <http://hdl.handle.net/10726/4826>
- Sarmiento Rosales, J. y Díaz Tandazo, G. (2005). Análisis Económico del Sector Azucarero Ecuatoriano: Relación de la Producción con el Capital y el Trabajo. [Tesis de Licenciatura, Escuela Superior Politécnica del Litoral]. <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/3624>
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. (2021). Caña de Azúcar un Cultivo de Importancia para México. <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/cana-de-azucar-un-cultivo-de-importancia-para-mexico?idiom=es#:~:text=De%20acuerdo%20con%20el%20segundo,producir%20sea%20de%206%2C059%2C942%20toneladas>.
- Segarra-Oña, M. V., Peiró-Signes, A., Albors, J., y Miret-Pastor, L. (2011). Impact of Innovative Practices in Environmentally Focused Firms: Moderating Factors. *Int. J. Environ. Res*, 5(2), 425–434. https://www.researchgate.net/publication/283159313_Impact_of_Innovative_Practices_in_Environmentally_Focused_Firms_Moderating_Factors
- Seuring, S., y Müller, M. (2008). From a Literature Review to a Conceptual Framework for Sustainable Supply Chain Management. *Journal of Cleaner Production*, 16(15), 1699–1710. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2008.04.020>
- Seyedan, M., y Mafakheri, F. (2020). Análisis Predictivo de Big Data para la Previsión de la Demanda de la Cadena de Suministro: Métodos, Aplicaciones y Oportunidades de Investigación. *Revista de Big Data*, 7(53), 1-22. <https://doi.org/10.1186/s40537-020-00329-2>
- Shahzad, M., Qu, Y., Javed, S. A., Zafar, A. U., y Rehman, S. U. (2020). Relación de la Sostenibilidad Ambiental con la RSE y la Innovación Verde: un Caso de la Industria Manufacturera de Pakistán. *Revista de Producción más Limpia*, 253, 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119938>
- Shivanna, K. R. (2022). Climate Change and its Impact on Biodiversity and Human Welfare. *Proceedings of the Indian National Science Academy*, 88(2), 160-171. <https://doi.org/10.1007/s43538-022-00073-6>
- Silalertruksa, T., y Gheewala, S. H. (2020). Competitive use of Sugarcane for Food, Fuel, and Biochemical Through the Environmental and Economic Factors. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 25, 1343-1355. <https://doi.org/10.1007/s11367-019-01664-0>
- Silva, M., y Figueiredo, M. D. (2020). Practicar la Sostenibilidad para Negocios Responsables en las Cadenas de Suministro. *Revista de Producción más Limpia*, 251, 1-22. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119621>
- Tarigan, Z., Siagian, H., y Jie, F. (2021). Impacto de la Integración Interna, la Asociación en la Cadena de Suministro, la Agilidad de la Cadena de Suministro y la Resiliencia de la Cadena de Suministro en la Ventaja Sostenible. *Sostenibilidad*, 13(10), 5460. <https://doi.org/10.3390/su13105460>
- Villena, V., y Gioia, D. A. (2020). Una Cadena de Suministro más Sostenible. *Revisión de Negocios de Harvard*, 98(2), 84-93. <https://hbr.org/2020/03/a-more-sustainable-supply-chain>
- Yadav, P., Jaiswal, D. K., y Sinha, R. K. (2021). Climate Change: Impact on Agricultural Production and Sustainable Mitigation. In *Global Climate Change*, Elsevier. 151-174. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-822928-6.00010-1>



Disponible en:

<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=456078343006>

Cómo citar el artículo

Número completo

Más información del artículo

Página de la revista en redalyc.org

Sistema de Información Científica Redalyc
Red de revistas científicas de Acceso Abierto diamante
Infraestructura abierta no comercial propiedad de la
academia

Violeta Jiménez-Zárate, Ernesto Cavazos-Reyes,
María Elena Martínez-García

La sostenibilidad Económica en los Ingenios Azucareros
Economic Sustainability in Sugar Factories

Investigación Administrativa
vol. 53, núm. 134, p. 1 - 22, 2024
Instituto Politécnico Nacional, México
ria@ipn.mx

ISSN: 1870-6614 / **ISSN-E:** 2448-7678



CC BY-NC 4.0 LEGAL CODE

**Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0
Internacional.**