

REVISTA ELECTRÓNICA MENSUAL

Debates

sobre **Innovación**

ISSN: 2594-0937

Jul-Sep 2024

VOL.8 NÚM.3

NÚMERO ESPECIAL
MEMORIAS CONGRESO CICA 2024



Casa abierta al tiempo

UNIVERSIDAD
AUTÓNOMA
METROPOLITANA
Unidad Xochimilco



MEGI
MAESTRÍA EN ECONOMÍA, GESTIÓN
Y POLÍTICAS DE INNOVACIÓN



LALICS

LATIN AMERICAN NETWORK FOR ECONOMICS OF LEARNING,
INNOVATION AND COMPETENCE BUILDING SYSTEMS

DEBATES SOBRE INNOVACIÓN. Volumen 8, Número 3, jul-sep 2024, es una publicación trimestral de la Universidad Autónoma Metropolitana a través de la Unidad Xochimilco, División de Ciencias Sociales y Humanidades, Departamento de Producción Económica. Prolongación Canal de Miramontes 3855, Col. Ex-Hacienda San Juan de Dios, Alcaldía Tlalpan, C.P. 14387, Ciudad de México y Calzada del Hueso 1100, Col. Villa Quietud, Alcaldía Coyoacán, C.P. 04960, Ciudad de México. Teléfono 55 54837200, ext.7279. Página electrónica de la revista <https://revistadebates.xoc.uam.mx/index.php/debinnovacion/issue/view/17> y dirección electrónica: noticiaslalics@gmail.com Editor responsable: Dra. Gabriela Dutrénit Bielous. Certificado de Reserva de Derechos al Uso Exclusivo de Título No. 04-2022-101113015800-102. ISSN 2594-0937, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este número: Mtra. Gloria Magdalena González Trejo, Departamento de Producción Económica, División de Ciencias Sociales y Humanidades, Unidad Xochimilco. Calzada del Hueso 1100, Col. Villa Quietud, Alcaldía Coyoacán, C.P. 04960, Ciudad de México. Fecha de última modificación: 30 de septiembre de 2024 Tamaño del archivo: 3.5 MB Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación. Queda estrictamente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización de la Universidad Autónoma Metropolitana.

Análisis del cumplimiento a las obligaciones fiscales en materia de precios de transferencia en el sistema fiscal mexicano.

BÁRCENAS PUENTE, José Luis

Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato, Dirección Económica-Administrativa, México
jlbarcenasp@utsoe.edu.mx

ANDRADE OSEGUERA, Miguel Ángel

Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato, Dirección Económica-Administrativa, México
maandrade@utsoe.edu.mx

Resumen

La finalidad de este material es exponer el compendio de obligaciones fiscales relativas a la figura jurídica “precios de transferencia entre partes relacionadas”. No solamente con la intención de tener una bitácora de cumplimiento; sino para crear conciencia entre colegas y empresarios en general acerca de la sujeción de una gran cantidad de personas físicas y morales a estas obligaciones, mismas que, puede ocurrir que no se tengan contempladas y por tanto, se tenga el riesgo de la imposición de sanciones.

De esta manera, el contenido de este artículo pretende aportar un llamado de atención al respecto, recordando que este tema es aplicable para partes relacionadas tanto para nacionales como extranjeras y asimismo, para personas morales y para físicas con actividad empresarial; para estas últimas, se abordará la discusión si algún otro capítulo del Título IV de la LISR puede ser sujeto también de este paquete de obligaciones.

Palabras clave: Partes relacionadas, precios, obligaciones.

Abstract

The purpose of this material is to expose the compendium of tax obligations related to the legal figure “transfer pricing between related parties”. Not only with the intention of having a compliance log, but to create awareness among colleagues and businessmen in general about the subjection of a large number of individuals and companies to these obligations, which may not be taken into account and therefore, there is a risk of penalties being imposed.

In this way, the content of this article intends to call attention to this issue, remembering that this topic is applicable to related parties, both for national and foreign, and also for individuals and corporations with business activity; for the latter, the discussion will address whether any other chapter of Title IV of the Income Tax Law can also be subject to this set of obligations.

Keywords: Related sections, prices, obligations.

1. Introducción

Cuando la figura precios de transferencia entre partes relacionadas hizo su arribo a nuestra LISR, en aquél lejano 1997, aún las grandes firmas de colegas radicadas en la Ciudad de México tocaron el tema de manera superficial; por supuesto que representó una novedad en la reforma de ese año, pero al suponer una aplicación exclusiva para personas morales residentes en el extranjero, pocos contribuyentes prestaron atención, dejando todo en manos de su casa matriz.

Un par de años después, algunos despachos internacionales iniciaron con la elaboración de estudios de precios de transferencia, capacitando, a su vez a otros cuantos más, sin representar un número importante de ellos; así, se empezó a prestar este nuevo servicio para la profesión, ya superado un debate previo discutido en diversos foros, acerca de cuál es el profesionista indicado para hacerse cargo, ¿un abogado?, ¿un economista?, ¿un contador público?; finalmente la naturaleza de esta tarea se inclinó a favor de la profesión contable, aunque se debía tener determinado entrenamiento, y no sería nada sencillo.

Al inicio de este siglo, la legislación fiscal mexicana presentó algunas modificaciones sobre el tema, derivadas de las establecidas en los *'Transfer Pricing Guidelines for Multinational Enterprises and Tax Administrations'* (Lineamientos-guía de Precios de Transferencia para Empresas Multinacionales y Administraciones de Impuestos), emitidos por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), de la que México forma parte. Con tales cambios, los estudios se han hecho ahora más estrictos en su desarrollo, como más adelante se mencionará.

Es necesario hacer énfasis en la reforma de 2022 referente a este tema, en la que expresamente y sin dejar duda alguna, se establece que las obligaciones que habremos de mencionar en este trabajo, son completamente aplicables para personas morales y personas físicas con actividad empresarial, tratándose de operaciones con partes relacionadas tanto extranjeras como nacionales; con las correspondientes sanciones si se incumple con ello.

¿Sabrán los contribuyentes, tanto morales como físicas, que deben cumplir con estas obligaciones?, ¿están preparados para dar cumplimiento?, sabrán al menos si el trato comercial que tiene con otros contribuyentes califica como “parte relacionada”?, ¿qué se ha aprendido desde 1997 hasta la fecha sobre este tema?, ¿la Contaduría Pública se encuentra a la vanguardia para asesorar a los clientes sobre esta figura jurídica que llegó para quedarse?

2. Revisión de literatura

En resumen podemos decir que un precio de transferencia es aquel que se establece en transacciones que se realizan entre diferentes ramos o divisiones de una empresa. El empleo de precios de transferencia representa un intento de reemplazar la coordinación administrativa por un mecanismo de mercado en la asignación de recursos dentro de una gran corporación (Bárceñas, 2000).

Es decir, hablamos de un esquema básico en el que un grupo empresarial; entiéndase éste integrado por personas morales, personas físicas o personas físicas y morales; lleva a cabo operaciones (préstamos, prestación de servicios, compra de mercancía o materia prima, etc.), y que como consecuencia de ello, se establecen precios que, en condiciones de una economía de

mercado, deberían ser competitivos, sin que esa coordinación administrativa (corporativo, casa matriz, o “holding”), interfiera en su negociación.

Ahora bien, habremos de recordar y tener presente el concepto de “partes relacionadas”, bajo el cual inicia la discusión del alcance de esta figura jurídica; a saber:

Artículo 179. (...) Se considera que dos o más personas son partes relacionadas, cuando una participa de manera directa o indirecta en la administración, control o capital de la otra, o cuando una persona o grupo de personas participe directa o indirectamente en la administración, control o capital de dichas personas. Tratándose de asociaciones en participación, se consideran como partes relacionadas sus integrantes, así como las personas que conforme a este párrafo se consideren partes relacionadas de dicho integrante. (Ley del Impuesto sobre la Renta, 2024).

Esta definición, posteriormente replicada en otros artículos de la misma LISR, nos menciona tres tipos de relación entre dos contribuyentes, ya sean personas físicas o morales: Administración, control o capital. Es precisamente este último concepto el que deja entrever que la figura jurídica objeto de análisis en este material, que en realidad debiera tener una aplicación exclusiva para personas morales, puesto que todo capital se encuentra integrado por acciones (Ley General de Sociedades Mercantiles, 2024), mientras que una persona física se ostenta en un negocio como dueño único, mismo que a su vez se hace cargo de su administración. Sin embargo, la evolución legislativa fiscal mexicana en este sentido ha contradicho esta tesis, muy posiblemente trastocando la naturaleza jurídica de esta figura.

Hasta aquí se ha ventilado que un grupo empresarial, bajo el concepto de empresa que establece el último párrafo del Código Fiscal de la Federación, a saber:

Artículo 16. Se considera empresa la persona física o moral que realice las actividades a que se refiere este artículo, ya sea directamente, a través de fideicomiso o por conducto de terceros; por establecimiento se entenderá cualquier lugar de negocios en que se desarrollen, parcial o totalmente, las citadas actividades empresariales. (Código Fiscal de la Federación, 2024)

2.1 Sujetos obligados personas morales

El artículo 76 de la Ley del impuesto sobre la renta dispone al respecto:

Artículo 76. Los contribuyentes que obtengan ingresos de los señalados en este Título, además de las obligaciones establecidas en otros artículos de esta Ley, tendrán las siguientes:

(...) IX. Obtener y conservar la documentación comprobatoria, tratándose de contribuyentes que celebren operaciones con partes relacionadas, con la que demuestren que el monto de sus ingresos y deducciones se efectuaron de acuerdo a los precios, montos de contraprestaciones o márgenes de utilidad, que hubieran utilizado u obtenido con o entre partes independientes en operaciones comparables, la cual deberá contener los siguientes datos:

- a) El nombre, denominación o razón social, domicilio y residencia fiscal, de las personas relacionadas con las que se celebren operaciones, así como la documentación que demuestre la participación directa e indirecta entre las partes relacionadas.
- b) Información relativa a las funciones o actividades, activos utilizados y riesgos asumidos por el contribuyente y la parte o partes relacionadas con las que se celebren operaciones, por cada tipo de operación.

e) Información y documentación sobre las operaciones con partes relacionadas y sus montos, por cada parte relacionada y por cada tipo de operación de acuerdo con la clasificación, así como con los datos y elementos de comparabilidad que establece el artículo 179 de esta Ley.

d) El método aplicado conforme al artículo 180 de esta Ley, incluyendo la información y la documentación sobre operaciones o empresas comparables por cada tipo de operación, así como el detalle en la aplicación de los ajustes que, en su caso, se hayan realizado en los términos del artículo 179, tercer párrafo de esta Ley.

Los contribuyentes que realicen actividades empresariales cuyos ingresos en el ejercicio inmediato anterior no hayan excedido de \$13'000,000.00, así como los contribuyentes cuyos ingresos derivados de prestación de servicios profesionales no hubiesen excedido en dicho ejercicio de \$3'000,000.00 no estarán obligados a cumplir con la obligación establecida en esta fracción, excepto aquéllos que se encuentren en el supuesto a que se refiere el penúltimo párrafo del artículo 179 de esta Ley y los que tengan el carácter de contratistas o asignatarios en términos de la Ley de Ingresos sobre Hidrocarburos. (Ley del Impuesto sobre la Renta, 2024).

Es importante resaltar que se refiere, en forma general, a una obligación derivada de celebrar operaciones con partes relacionadas, sin distinguir si éstas son nacionales y extranjeras. Asimismo, la información que debe conservarse trata precisamente de lo que conocemos como “estudio de precios de transferencia”. La única excepción a esta obligación se encuentra contenida en este último párrafo de la fracción citada.

Adicionalmente, la fracción X del mismo artículo menciona lo siguiente:

X. Presentar, a más tardar el 15 de mayo del año inmediato posterior a la terminación del ejercicio de que se trate, la información de las operaciones que realicen con partes relacionadas residentes en el extranjero, efectuadas durante el año de calendario inmediato anterior, que se solicite mediante la forma oficial que al efecto aprueben las autoridades fiscales. (Ley del Impuesto sobre la Renta, 2024).

La presentación de esta declaración informativa marca el plazo máximo para tener dicho estudio listo, puesto que resultaría imposible su llenado de no contar con éste.

En complemento al referido estudio, la fracción XII establece:

XII. Tratándose de personas morales que celebren operaciones con partes relacionadas, éstas deberán determinar sus ingresos acumulables y sus deducciones autorizadas, considerando para esas operaciones los precios, montos de contraprestaciones o márgenes de utilidad que hubieran utilizado u obtenido con o entre partes independientes en operaciones comparables. Para estos efectos, aplicarán los métodos establecidos en el artículo 180 de esta Ley, en el orden establecido en el citado artículo. (Ley del Impuesto sobre la Renta, 2024).

Esta disposición precisa que para la comprobación del valor de mercado en las operaciones celebradas, deberán aplicarse los métodos previstos en el artículo 180 de la propia Ley, (y supletoriamente, los Lineamientos-Guía de la OCDE).

2.2 Sujetos obligados personas físicas con actividad empresarial

El artículo 110 de la Ley del impuesto sobre la renta establece, sobre el particular, lo siguiente:

Artículo 110. Los contribuyentes personas físicas sujetos al régimen establecido en esta Sección, además de las obligaciones establecidas en otros artículos de esta Ley y en las demás disposiciones fiscales, tendrán las siguientes:

X. Presentar, a más tardar el 15 de mayo del año inmediato posterior a la terminación del ejercicio de que se trate, la información a que se refiere el artículo 76, la fracción X de esta Ley. (Ley del Impuesto sobre la Renta, 2024).

Sobre lo cual, la Comisión Fiscal del Instituto Mexicano de Contadores Públicos, se pronuncia de la siguiente manera:

Al igual que las personas morales, el 15 de mayo del año siguiente, es la fecha límite para presentar la información de las operaciones que realicen las personas físicas que tributen en el presente régimen con sus partes relacionadas, efectuadas durante el año de calendario inmediato anterior.

Cabe señalar que la presentación de la declaración informativa, es un requisito para efectuar la deducción correspondiente, conforme a lo dispuesto en el último párrafo del artículo 105 en correlación con la fracción XVI 11 del artículo 27 de la Ley en comento, adicionalmente su omisión constituye una infracción conforme a lo dispuesto por el artículo 81, fracción XVII, del CFF; a la cual le corresponde una sanción de \$99,590.00 a \$ 199,190.00, de acuerdo con el artículo 82, fracción XVII, del mencionado Código. (Instituto Mexicano de Contadores Públicos, 2024).

Además de destacar la extensión a la obligación de las personas morales, también para las personas físicas con actividad empresarial; aporta la importancia de su cumplimiento para efectos de la deducción, así como la sanción establecida ante su omisión.

De la misma forma, la fracción XI del citado artículo añade:

XI. Obtener y conservar la documentación a que se refiere el artículo 76, fracción IX de esta Ley. Lo previsto en esta fracción no se aplicará tratándose de contribuyentes cuyos ingresos en el ejercicio inmediato anterior no hayan excedido de \$13'000,000.00, excepto aquéllos que se encuentren en el supuesto a que se refiere el penúltimo párrafo del artículo 179 de esta Ley. El ejercicio de las facultades de comprobación respecto de esta obligación solamente se podrá realizar por ejercicios terminados. (Ley del Impuesto sobre la Renta, 2024).

Igualmente que para el caso de las personas morales, se hace alusión a la documentación comprobatoria para personas físicas, insumo necesario para el estudio de precios de transferencia.

Por su parte, el IMCP opina:

A partir de 2022 y por lo tanto, aplicable también en el ejercicio fiscal de 2023 es obligatorio por las operaciones celebradas entre partes relacionadas residentes en

México, el obtener y conservar la documentación comprobatoria con la que demuestren que sus ingresos y deducciones se efectuaron de acuerdo con los precios, montos de contraprestaciones o márgenes de utilidad, que hubieran utilizado u obtenido con o entre partes independientes en operaciones comparables (estudio de precios de transferencia). La documentación e información de estas operaciones, deberá registrarse en la contabilidad, identificando que se trata de operaciones con partes relacionadas. (Instituto Mexicano de Contadores Públicos, 2024).

De manera contundente, el IMCP concluye en que las obligaciones correspondientes a partes relacionadas involucran tanto a personas morales como a personas físicas con actividad empresarial, ya sea que celebren operaciones con residentes nacionales o extranjeras.

Por último, en lo que respecta a la citada fracción XI, esta agrupación profesional señala:

Esta obligación suele confundir a contribuyentes con ingresos hasta de 13'000,000.00, respecto a si se debe o no pactar operaciones con partes relacionadas a precios de mercado, utilizando para tales fines la metodología de precios prevista en LISR. Al respecto, se debe de tener cuidado, ya que la fracción anterior únicamente releva al contribuyente de contar con la documentación que se establece en los cuatro incisos que prevé el artículo 76 de la LISR, en su fracción IX. Lo anterior no releva al contribuyente de pactar sus operaciones con todas sus partes relacionadas a valor de mercado. (Instituto Mexicano de Contadores Públicos, 2024).

2.3 ¿Qué debe entenderse por actividades empresariales?

Si bien es cierto que el citado artículo 16 del Código Fiscal de la Federación menciona cuales son las actividades empresariales, al decir:

Artículo 16.- Se entenderá por actividades empresariales las siguientes:

I. Las comerciales que son las que de conformidad con las leyes federales tienen ese carácter y no están comprendidas en las fracciones siguientes.

II. Las industriales entendidas como la extracción, conservación o transformación de materias primas, acabado de productos y la elaboración de satisfactores.

III. Las agrícolas que comprenden las actividades de siembra, cultivo, cosecha y la primera enajenación de los productos obtenidos, que no hayan sido objeto de transformación industrial.

IV. Las ganaderas que son las consistentes en la cría y engorda de ganado, aves de corral y animales, así como la primera enajenación de sus productos, que no hayan sido objeto de transformación industrial.

V. Las de pesca que incluyen la cría, cultivo, fomento y cuidado de la reproducción de toda clase de especies marinas y de agua dulce, incluida la acuicultura, así como la captura y extracción de las mismas y la primera enajenación de esos productos, que no hayan sido objeto de transformación industrial.

VI. Las silvícolas que son las de cultivo de los bosques o montes, así como la cría, conservación, restraución (sic), fomento y aprovechamiento de la vegetación de los mismos y la primera enajenación de sus productos, que no hayan sido objeto de transformación industrial. (Código Fiscal de la Federación, 2024).

Parece entonces quedar claro que, cualquier persona física (moral incluso), que realice cualquiera o cualesquiera de estas actividades, al ser consideradas empresariales, es una empresa, cuya definición ya se citó en este mismo material.

Sin embargo, debemos recordar que estas mismas actividades conllevan por sí mismas lo que el Código de Comercio llama actos de comercio, a lo cual se dispone lo siguiente:

Artículo 75.- La ley reputa actos de comercio:

I.- Todas las adquisiciones, enajenaciones y alquileres verificados con propósito de especulación comercial, de mantenimientos, artículos, muebles o mercaderías, sea en estado natural, sea después de trabajados o labrados;

II.- Las compras y ventas de bienes inmuebles, cuando se hagan con dicho propósito de especulación comercial;

III.- Las compras y ventas de porciones, acciones y obligaciones de las sociedades mercantiles;

IV.- Los contratos relativos y obligaciones del Estado ú otros títulos de crédito corrientes en el comercio;

V.- Las empresas de abastecimientos y suministros;

VI.- Las empresas de construcciones, y trabajos públicos y privados;

VII.- Las empresas de fábricas y manufacturas;

VIII.- Las empresas de trasportes de personas o cosas, por tierra o por agua; y las empresas de turismo.

IX.- Las librerías, y las empresas editoriales y tipográficas;

X. Las empresas de comisiones, de agencias, de oficinas de negocios comerciales, casas de empeño y establecimientos de ventas en pública almoneda;

XI.- Las empresas de espectáculos públicos;

XII.- Las operaciones de comisión mercantil;

XIII.- Las operaciones de mediación de negocios mercantiles;

XIV.- Las operaciones de bancos;

XV.- Todos los contratos relativos al comercio marítimo y a la navegación interior y exterior;

- XVI.-** Los contratos de seguros de toda especie;
- XVII.-** Los depósitos por causa de comercio;
- XVIII.-** Los depósitos en los almacenes generales y todas las operaciones hechas sobre los certificados de depósito y bonos de prenda librados por los mismos;
- XIX.-** Los cheques, letras de cambio o remesas de dinero de una plaza a otra, entre toda clase de personas;
- XX.-** Los vales ú otros títulos a la orden o al portador, y las obligaciones de los comerciantes, a no ser que se pruebe que se derivan de una causa extraña al comercio;
- XXI.-** Las obligaciones entre comerciantes y banqueros, si no son de naturaleza esencialmente civil;
- XXII.-** Los contratos y obligaciones de los empleados de los comerciantes en lo que concierne al comercio del negociante que los tiene a su servicio;
- XXIII.-** La enajenación que el propietario o el cultivador hagan de los productos de su finca o de su cultivo;
- XXIV.** Las operaciones contenidas en la Ley General de Títulos y Operaciones de Crédito;
- XXV.-** Cualesquiera otros actos de naturaleza análoga a los expresados en este código.

En caso de duda, la naturaleza comercial del acto será fijada por arbitrio judicial. (Código de Comercio, 2024).

Puede apreciarse, además de la inclusión de un mayor número de fracciones, que la redacción demuestra un lenguaje más antiguo, como consecuencia de la lejana fecha en que data este ordenamiento respecto del Código Fiscal de la Federación.

Pero es la fracción I la que merece el asunto reservado a este apartado, al decir, **I.-** Todas las adquisiciones, enajenaciones y *alquileres verificados con propósito de especulación comercial*, de mantenimientos, artículos, muebles o mercaderías, sea en estado natural, sea después de trabajados o labrados. (...)

Al decir alquileres, debemos entender por éstos, de acuerdo a la Real Academia Española:

“m.Arrendamiento, arriendo, inquilinato, subarriendo, locación, leasing” (Real Academia Española, 2024).

¿Es que acaso el Capítulo III del Título IV de la LISR, denominado “De los ingresos por arrendamiento y en general por otorgar el uso o goce temporal de bienes inmuebles”, debería incluirse en las actividades empresariales por ser actos de comercio y, por consecuencia, ser sujeto de todas las obligaciones relativas a partes relacionadas?

3. Metodología

El presente trabajo sigue el método inductivo y se trata de una investigación documental y cualitativa.

4. Resultados

Exponer los argumentos necesarios y suficientes para enfatizar sobre la importancia del cumplimiento de este tipo de obligaciones fiscales.

5. Discusión

Sin duda, estamos en presencia de un paquete de obligaciones fiscales que, en la práctica, aún son poco conocidas para la mayoría de los contribuyentes, además de que, aun sabiéndolo, muchos de ellos no cuentan con la infraestructura ni la capacidad económica para darle cumplimiento. El grueso de los contribuyentes conoce que sus obligaciones fiscales se basan en inscribirse al RFC, llevar contabilidad, expedir comprobantes, presentar pagos provisionales, presentar declaración anual y algunas informativas, como la DIOT, pero no así en lo referente a partes relacionadas. Sin embargo, como sabemos, el desconocimiento de la ley no exime a nadie de su cumplimiento. Desde la profesión, ¿estamos haciendo lo suficiente para difundir y concientizar sobre esto?

6. Conclusiones

De acuerdo a lo expuesto se puede concluir lo siguiente:

- a) Las obligaciones referentes a partes relacionadas ha dejado de pertenecer al ámbito internacional exclusivamente.
- b) Como consecuencia, son sujetos de estas obligaciones las personas morales y aun las físicas con actividad empresarial, siempre que celebren operaciones con partes relacionadas tanto nacionales como extranjeras.
- c) Por lo que respecta a las actividades empresariales, es importante considerar la posibilidad de que también el arrendamiento se incluya en tales actividades, al ser un acto de comercio.
- d) Este paquete de obligaciones debe incluirse, de una vez por todas, dentro del *compliance* empresarial cotidiano de nuestro país.

Referencias

Bárceñas, J. L. (2000). Precios de transferencia. *Excelencia Profesional*, 11-22.

Código de Comercio. (2024). México: 2024.

Código Fiscal de la Federación. (2024). México: ISEF.

Instituto Mexicano de Contadores Públicos. (2024). *Ley del Impuesto Sobre la Renta Comentada 2024*. México: IMCP.

Ley del Impuesto sobre la Renta. (2024). México: ISEF.

Ley General de Sociedades Mercantiles. (2024). México: ISEF.

Real Academia Española. (25 de septiembre de 2024). *Asociación de Academias de la Lengua Española*. Obtenido de <https://dle.rae.es/alquiler>

Efecto de la densidad de siembra en la producción de maíz híbrido (*Zea mays L.*) bajo condiciones de riego en Valle de Santiago, Guanajuato.

Vargas Espinoza Everardo
Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato, Dirección Agroalimentaria, México.
E-mail: evargase@utsoe.edu.mx

Calderón Ruiz Alberto
Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato, Dirección Agroalimentaria, México.
E-mail: acalderonr@utsoe.edu.mx

Gaytán Ruelas Marina
Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato, Dirección Agroalimentaria, México.
E-mail: mgaytanr@utsoe.edu.mx

Con el objetivo de evaluar el efecto de la densidad de siembra sobre la producción del híbrido de maíz (*Zea mays L.*) variedad Samurai de la empresa ASPROS®, se estableció un experimento de mayo a noviembre de 2022 en la parcela experimental de la Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato (UTSOE), bajo un diseño experimental simple completamente al azar, con cuatro tratamientos de densidades de siembra y tres repeticiones. Las densidades de siembra evaluadas fueron 80,000, 90,000, 100,000 y 110,000 semillas por hectárea. Se evaluaron el rendimiento, la altura de la planta, el diámetro del tallo y la altura de la primera mazorca. El análisis estadístico mostró que había diferencias significativas para la altura de la planta y la altura de la mazorca; para la altura de la planta, la densidad de 80.000 semillas/ha mostró la altura más baja; mientras que para la altura de la mazorca, las densidades de 80.000 y 90.000 semillas/ha mostraron la altura más baja. El análisis no mostró diferencias significativas para el rendimiento; sin embargo, con la densidad de 90.000 semillas/ha se obtuvo el mayor rendimiento numérico.

Palabras clave: Densidades de siembra, híbrido, rendimiento de grano, maíz.

Abstract

With the objective of evaluating the effect of sowing density on the production of the corn hybrid (*Zea mays L.*) variety Samurai of the company ASPROS®, an experiment was established from May to November 2022 in the experimental plot of the Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato (UTSOE), under a simple completely randomized experimental design, with four treatments of sowing densities and three replications. The sowing densities evaluated were 80,000, 90,000, 100,000 and 110,000 seeds for hectare. Yield, plant height, stem diameter and height of the first cob were evaluated. The statistical analysis showed that there were significant differences for plant height and cob height; for plant height, the density of 80,000 seeds/ha showed the lowest height; while for cob height, the density of 80,000 and 90,000 seeds/ha showed the lowest height. The analysis did not show significant differences for yield; however, with the density of 90,000 seeds/ha the highest yield was obtained numerically.

Keywords: Sowing densities, hybrid, grain yield, corn.

1. INTRODUCTION

Maize is one of the most important cereal crops and is used as food, feed and industrial raw material worldwide (Acosta, 2009). In 2012, maize production exceeded that of rice and wheat (Qi et al., 2012). The world's population is estimated to be 9.15 billion, requiring a 70% increase in agricultural production (Kamran et al., 2017). Meeting the demand required by the estimated population is a major challenge for food security. And to meet future needs, productivity per unit area cultivated (in other words, grain yield) must be increased.

Since the development of single-hybrid maize breeding programs launched in the middle of the 20th century (Andorf et al., 2019), maize yields have increased sevenfold, and much of this increase can be attributed to tolerance to higher planting density (Mansfield and Mumm, 2014). Plant density is an energetic method for improving maize production by maximizing the use of energy and nutrients (Cui et al., 2020)¹.

In the municipality of Valle de Santiago, located in the Bajío region, characterized by its climate, soils and technology transfer, suitable for maize production, several white maize hybrids are recommended for each spring-summer agricultural cycle; However, they are recommended based on technical characteristics obtained under experimental conditions; therefore, the aim was to establish the hybrid variety Samurai under real production conditions, so as to subject it to the soil, climate and management conditions present and used in the region, in order to exploit its maximum potential.

Therefore, the effect of four sowing densities (80,000, 90,000, 100,000 and 110,000 seeds/hectare) was evaluated in grain yield, plant height, stem diameter and height of the first ear, during an agricultural cycle of six months from sowing to harvest, so that the producer can make a good choice of the sowing density to be used in the case of acquiring this variety.

2. REVIEW OF LITERATURE

Density tolerance in maize probably involves multiple factors such as:

a) The photosynthetic capacity

The photosynthetic capacity of a maize plant can be interpreted as the amount of sunlight intercepted for conversion into assimilates. It is responsible for higher overall dry matter production (Sinclair, 1998) and higher grain yield (Stewart et al., 2003).

b) The source-demand relationship

This is defined as the supply and demand of assimilates within a maize plant during grain filling (Rajcan and Tollenaar, 1999). A study by Lashkari et al. (2011), found that grains per row, grains

per cob and ear diameter decreased as planting density increased; thus there may also be reduction in grain weight and size (Sangoi et al., 2002; Maddonni et al., 2006).

On the other hand, Peña et al. (2010), quantified the variables of grain yield per hectare and dry matter, in three different planting densities (60,000, 80,000 and 100,000 plants ha⁻¹) of the corn hybrids H-376 and Lobo. The increase in population density from 80,000 to 100,000 plants ha⁻¹ increased the yield by 1 t ha⁻¹ and the increase from 60,000 to 100,000 plants ha⁻¹ increased the total dry matter by 3.2 t ha⁻¹.

c) Hormonal balance

Plant hormones have been shown to play an important role in modifying grain filling progress and various other factors that regulate grain filling progress. Yang et al. (2001), have reported that wheat grain filling rate is mediated by the balance between abscisic acid and ethylene, and grain filling rate increases with an increase in the ratio of ABA to ethylene in grains. A concentration of 60 mg L⁻¹ of gibberellins is useful for improving grain filling, subtracting senescence and increasing yield in maize¹ (Idem).

d) The architecture of the plant.

Plant architecture plays a role in how the plant intercepts light. The angle of the upright leaf has been related to higher grain yield, particularly as plant density has increased (Hammer et al., 2009). However, intraspecific competition at high densities induces gradual plant stress throughout the growing season that can alter plant growth (Incógnito et al., 2019).

In this way, maize hybrids have been evaluated for many decades grown at different plant densities ranging from 10,000 plants ha⁻¹ to 100,000 plants ha⁻¹. It is known that hybrids are evaluated at extremely low plant densities, which represents an almost stress-free environment, where hybrids are allowed to express maximum yield potential (Duvick 2005a). Considering that plants grown in the same agricultural field basically compete for sunlight, moisture and soil nutrients, increasing the plant population would, at some point, induce stress in the hybrids as they compete for the basic requirements for growth.

On the other hand, Duvick, (2005b), mentions that older hybrids have as much yield potential as newer and elite hybrids when grown under stress-free conditions. However, recent hybrids grown under stress conditions (higher plant density) yield significantly more per unit area (Sangoi et al., 2002). In contrast, high plant population density aggravates grain abortion rate, which represents fewer grains per cob¹ (Idem). Therefore, increasing plant density, improving grain filling rate, extending the growing period of individual maize plants and regulating crop senescence would be the first priority.

e) Grain protein quality

According to Vázquez et al. (2013), when evaluating the effect of population density on the commercial and protein quality of the grain and tortillas of three maize hybrids, two of high quality protein (HQP) developed for the High Valleys of Mexico ('H-143C' and 'H-149C'), and a

non- HQP control ('Promesa'), grown at densities of 67,000 and 80,000 plants ha⁻¹, found that the commercial quality and chemical composition of HQP hybrids were affected by planting density and its interaction with the genotype. Crop management with 67,000 plants ha⁻¹ allowed the production of HQP maize with quality for the dough and tortilla industries. The hybrid 'H-143C' showed a similar quality in the two population densities studied, while the 'H-149C' planted at 80 000 plants ha⁻¹ produced soft endosperm grains, with low protein content (8.6 %) and tryptophan (0.73%).

3. MATERIALS AND METHODS

3.1 Project location

The experiment was established from May to November 2022 in the experimental plot of Sustainable and Protected Agriculture of the UTSOE, in an area of 0.75 ha, located on the road Valle-Huanímaro Km 1.2 in Valle de Santiago, Gto. It is located at coordinates 101° 11' 29" west longitude and 20° 23' 34" north latitude and at an altitude of 1,744 m above sea level.

3.2 Establishment of plant material

The recently commercially released white maize variety Samurai from Aspros®, a single-cross hybrid recommended for the Bajío region of Guanajuato, was established. Sowing was carried out in the second week of May and a background chemical fertilization of 75 % of that commonly used in the region was applied. The crop was established under localized drip irrigation conditions.

3.3 Experimental design and data analysis

The experiment was established under a simple completely randomized experimental design with four treatments and three replications. The treatments consisted of each of the sowing densities used: 80,000, 90,000, 100,000 and 110,000 seeds/hectare. The experimental unit consisted of four 10 m furrows at a distance of 75 cm between them. The data were analyzed using SAS 9.3 statistical software to perform the analysis of variance (Anova), mean comparison test ($p \leq 0.05$) and correlation between the four variables evaluated.

3.4 Variables evaluated

Yield: It was obtained by threshing and weighing with the aid of a granatary scale, the harvested from the total number of plants of the experimental unit at 14% humidity. It was expressed in ton/ha.

Plant height: It was measured with the help of a tape measure from the base of the stem to the spike in a total of 10 plants per experimental unit to obtain an average at the end. It was expressed in meters (m).

Stem diameter: It was measured with the help of a digital vernier below the first ear in a total of 10 plants per experimental unit to obtain an average at the end. It was expressed in centimeters (cm).

Height of the first cob: The height of the first cob was measured with the help of a tape measure from the base of the stem, on a total of 10 plants per experimental unit in order to obtain an average. It was expressed in meters (m).

3.5 Agronomic management

A 75% fertilization of the 260-80-60 formula recommended by INIFAP for maize production in the Bajío region and under irrigation conditions was used. A background fertilization was carried out at the moment of sowing with 97-60-35, the second fertilization was carried out at the V6 stage with 49-00-10 and the third fertilization was carried out at the beginning of flowering with 49-00-00. The irrigations were carried out every third day in the absence of rain. Two foliar applications of amino acids and vitamins were made.

Weed control was carried out manually and with two applications throughout the crop cycle, with contact herbicides and systemic herbicides selective for maize. Pest and disease management was carried out using an integrated scheme, with weeding, the application of organic-biological pesticides, pheromone traps and chemical pesticides, with permanent monitoring.

Harvesting of the entire sown area took place in the last week of November.

4. RESULTS AND DISCUSSION

In the analysis of variance for the yield and morphological variables (Table 1), significant differences ($p \leq 0.05$) were detected for the morphological variables of plant height and cob height, but not for yield, a variable for which statistical significance was assumed. This significance found in the variables indicates the findings of Incógnito et al. (2019), mentioning that as the sowing density is increased, the growth of the plants is modified.

Table 1. Mean squares and statistical significance level for the variables evaluated in the experiment of sowing densities in the production of the maize hybrid variety Samurai in Valle de Santiago, Gto.

FV	REN	AP	DT	AM
Trat	14.8613667	0.18623056*	0.013275	0.18027778*
Error	10.4695083	0.006675	0.016775	0.03304167
CV (%)	22.42	2.328	5.529	11.739
Means	14.428	3.509	2.342	1.548333

FV: source of variation; Trat: Treatment; CV: Coefficient of variation; AP: Height of the plant; REN: Yield; DT: Diameter of stem; AM: height of the first cob * Significant at $p \leq 0.05$.

The comparison of means test ($p \leq 0.05$) in Table 2 shows that there was a statistical difference between treatments in terms of plant height, with the planting density of 80,000 seeds/ha producing plants of lesser height. This reflects what was found by Duvick (2005a), that when plants are in environments of low stress from competition, they do not need to grow, as they intercept and make use of sunlight more efficiently.

Table 2. Comparison of means for yield and morphological variables in the experiment of sowing densities in the production of the maize hybrid variety Samurai in Valle de Santiago, Gto.

Treatment (Density)	Yield (ton/ha)	Height of the plant (m)	Diameter of stem (cm)	height of the first cob (m)
80,000	12.28 a ^z	3.14 b	2.273 a	1.28 b
90,000	16.48 a	3.56 a	2.373 a	1.43 ab
100,000	16.21 a	3.67 a	2.420 a	1.65 a
110,000	12.74 a	3.65 a	2.303 a	1.61 a
Means	14.428	3.509	2.342	1.548
DSH	8.462	0.21	0.338	0.32

DSH: Significant difference honest. *Same letters within the same column are statistically equal (Tukey $\alpha \leq 0.05$).

The height of the first cob was another variable that showed statistical significance ($p \leq 0.05$), demonstrating the same effect of a crop established in minimum stress conditions due to sunlight competition, knowing that crops grow more when they compete strongly for this factor. Both plant height and height of the first cob presented in the density of 80,000 seeds, correspond with what is reported in the technical data sheet of the variety, but not with the observed yield.

This efficiency of the crop under conditions of low stress in terms of little competition for sunlight, is supposed to be directly related to a higher yield; however, this was not the case, as the density of 80,000 seeds was the one that numerically, but not statistically, produced the lowest yield, demonstrating that this hybrid can tolerate higher sowing densities; the ideal density is 90,000 seeds, technically recommended and in which the highest yield was achieved numerically, which in effect makes it reliable for the producer to acquire it; and with a considerable plant height of 3.56 m, half a meter above the height reported in its technical data sheet.

For the stem diameter variable, there were no significant statistical differences, the average being 2.3 cm, and in general, in the field, the development of vigorous stems resistant to lodging was observed.

In the correlation table (Table 3), the experiment only showed a direct and medium level correlation between the variables plant height and height of the first cob, indicating that this is a genetic characteristic of this variety and well mentioned in its technical data sheet; a characteristic in plant architecture that makes it attractive to the producer.

Table 3. Correlation coefficient between the variables evaluated in the experiment of sowing densities in the production of the maize hybrid variety Samurai in Valle de Santiago, Gto.

	REN	AP	DT	AM
REN	1			
AP	0.18711	1		
DT	0.39644	0.18361	1	
AM	0.17354	0.62488*	0.29186	1

AP: Height of the plant; REN: Yield; DT: Diameter of stem; AM: height of the first cob. * Significant at $p \leq 0.05$.

5. CONCLUSIONS

The different sowing densities did not show statistical differences in grain yield; however, the 90,000 and 100,000 seed densities were numerically the highest yielding, in agreement with what is reported in the variety's technical data sheet.

The density of 80,000 seeds/ha was the one that produced the lowest plant height and height of the first cob according to the technical data sheet of the variety, but not for yield, the density at which the lowest yield was obtained numerically.

The results found for the density of 90 seeds/ha are the most in line with those reported in the technical data sheet of the variety, a density that can be implemented without any problem in the Bajío region, for this and other hybrids of the business house.

6. BIBLIOGRAPHICAL REFERENCES

Acosta, R. (2009). El cultivo del maíz, su origen y clasificación. El maíz en Cuba. Cultivos tropicales, 30(2), 00.

Andorf C., Beavis W.D., Hufford M., Smith S., Suza W.P., Wang K., Woodhouse M., Yu J., Lübberstedt T. 2019. Technological advances in maize breeding: past, present and future. Theor Appl Genet. 132(3):817-849.

Cui W., Song Q., Zuo B., Han Q., Jia Z. 2020. Effects of Gibberellin (GA4+7) in Grain Filling, Hormonal Behavior, and Antioxidants in High-Density Maize (*Zea mays* L.). Plants (Basel). 9(8):978.

Duvick, D.N. 2005a. The contribution of breeding to yield advances in maize (*Zea mays* L.). Adv. Agron. 86: 83–145.

Duvick, D.N. 2005b. Genetic progress in yield of United States maize (*Zea mays* L.). Maydica 50: 193-202.

Hammer, G.L., Dong, Z., McLean, G., Doherty, A., Messina, C., Schussler, J., Zinselmeier, C., Paszkiewicz, S., and Cooper, M.. 2009. Can changes in canopy and/or root system architecture explain historical maize yield trend in the U.S. Corn Belt? Crop Sci. 49: 299– 312.

Incógnito S. J. P.; López, C. G.; Maddonni, G. A. 2019. Tolerance to high plant density stress in maize (*Zea mays* L.): effect of plant breeding and genetic bases determining associated architectural traits.7-3.

Kamran M., Cui W.W., Ahmad I., Meng X.P., Zhang X.D., Su W.N., Chen J.Z., Ahmad S., Fahad S., Han Q.F. 2017. Effect of paclobutrazol, a potential growth regulator on stalk mechanical strength, lignin accumulation and its relation with lodging resistance of maize. Plant Growth Regul.;84:317–332.

Lashkari, M., Madani, H., Golzardi, M.R.A.F., and Zargari, K.. 2011. Effect of plant density on yield and yield components of different corn (*Zea mays* L.) hybrids. Am.-Eurasian J. Agric. Environ. Sci. 10: 450– 457.

Maddonni, G.A., Cirilo, A.G., and Otegui, M.E.. 2006. Row width and maize grain yield. Agron. J. 98: 1532– 1543.

Mansfield, B. D. & Mumm, R. H. 2014. Survey of plant density tolerance in U.S. maize germplasm. Crop Sci. 54, 157–173.

Peña, R. A., González, C. F., Robles, E. F. J. Manejo agronómico para incrementar el rendimiento de grano y forraje en híbridos tardíos de maíz. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas [en línea]. 2010, 1(1), 27-35[fecha de Consulta 2 de Febrero de 2022]. ISSN: 2007-0934. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=263120585003>

Qi W.Z., Liu H.H., Liu P., Dong S.T., Zhao B.Q., So H.B., Li G., Liu H.D., Zhang J.W., Zhao B. 2012 Morphological and physiological characteristics of corn (*Zea mays* L.) roots from cultivars with different yield potentials. Eur. J. Agron. 2012;38:54–63.

IA aplicada en la logística para el reparto por moto-envío

Marisol Arroyo Almaguer

Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato, Tecnologías de la Información, México
marroyoal@utsoe.edu.mx

Citlali Aguilar Aguilera

Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato, Entornos Virtuales y Negocios Digitales, México
citlaliaguilaraguilera@gmail.com

Mary Carmen González Martínez

Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato, Entornos Virtuales y Negocios Digitales, México
mc.gonzalezmar2@utsoe.edu.mx

María de Jesús Rodríguez Vargas

Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato, Tecnologías de la Información, México
mjrodriguez@utsoe.edu.mx

Resumen

MAKO es una aplicación de soporte al servicio de paquetería en la región, sector vital para la economía nacional, que enfrenta desafíos de eficiencia y seguridad a través de moto-envío. El propósito es proporcionar un servicio rápido y seguro de envío, enfocado en la seguridad y confiabilidad, implementando localización en tiempo real de paquetes y confirmación de su seguridad. El problema se basa en investigaciones previas que han identificado riesgos significativos en el servicio, incluyendo incidentes graves como explosiones, cambiando las políticas de entrega, limitando el servicio en áreas afectadas; generando retrasos y clientes insatisfechos, según la Asociación Mexicana de Ventas Online. La metodología experimental atiende un enfoque cuantitativo. Los resultados incluyen el prototipo de cerradura conectado a un servidor web, incorporando inteligencia artificial en el escaneo de paquetes. Se destaca el potencial de MAKO como una solución a la necesidad identificada, vislumbrando oportunidades en un mercado en constante crecimiento.

Palabras clave: Inteligencia Artificial, Moto-envío, Logística

Abstract

MAKO is an application to support the parcel service in the region, a vital sector for the national economy, which faces efficiency and security challenges through moto-delivery. The purpose is to provide a fast and secure delivery service, focused on safety and reliability, implementing real-time tracking of packages and confirmation of their safety level. The problem is based on previous research that has identified significant service risks, including serious incidents such as explosions, changing delivery policies, limiting service in affected areas, generating delays and dissatisfied customers, according to the Mexican Association of Online Sales. The experimental methodology follows a quantitative approach. The results include the prototype lock connected to a web server, incorporating artificial intelligence in package scanning. It highlights the potential

of MAKO as a solution to the identified need, envisioning opportunities in an ever-growing market.

Keywords: Artificial Intelligence, Moto-delivery, Logistics

1. Introducción

El servicio de paquetería es fundamental para la economía de México. De un total de 822 actividades económicas, los servicios de mensajería y paquetería prestan sus servicios a 743 actividades, que equivale al 90.4% del total, es decir, apoyan a casi toda la economía. El servicio de envío y recepción de paquetes por moto-envío presenta ciertos riesgos en términos de seguridad y eficiencia.

MAKO provee un espacio seguro, en el que los clientes, los repartidores y las empresas puedan enviar y recibir paquetes de forma confiable.

Justificación

MAKO busca convertirse en una aplicación que permita a los usuarios contratar servicios exprés de envío de paquetes y pagos de forma rápida y segura. Para lograrlo, se enfoca en crear un entorno seguro y confiable tanto para las pequeñas empresas que la utilizan, como para los repartidores de moto envío y los usuarios finales.

Para lograr estos objetivos, MAKO implementará herramientas como la localización en tiempo real de los paquetes y la confirmación de su seguridad, entre otras medidas.

Problema

Las investigaciones previas sustentan que el riesgo en el proceso de envío y recepción de paquetes es alto, notas periodísticas lo confirman.

Un ejemplo de ello es lo acontecido en la ciudad de Salamanca, Guanajuato, luego de una entrega por medio de moto envío, se reportó una explosión afuera de un restaurante, en el cual hubo pérdidas humanas.

Los repartidores de envíos se vieron obligados a cambiar sus políticas, restringiendo el uso de este servicio en la zona del suceso, brindándolo solo a las personas que se consideren de entera confianza.

La falta de eficiencia en el proceso de envío y recepción de paquetes puede llevar a retrasos en la entrega y a clientes insatisfechos, además de generar problemas de seguridad, como pérdidas o robos de paquetes.

La Asociación Mexicana de Ventas Online (AMVO, 2023) informó en un estudio que el 66% de los compradores en línea en México ha experimentado retrasos en la entrega de sus paquetes y el 29% ha reportado la pérdida de sus envíos.

Hipótesis

La implementación de la aplicación MAKO brindará un entorno seguro para el envío y recepción de paquetes de manera rápida y segura.

Preguntas de investigación

¿Qué impacto tiene el uso de la inteligencia artificial en MAKO para medir el tamaño de los paquetes y la cantidad de productos, en el proceso de entrega de paquetes?

¿Cómo incide la disponibilidad de información en tiempo real sobre la entrega de paquetes, en términos de satisfacción del usuario y reducción de devoluciones/reclamos?

Objetivo

Proporcionar un entorno seguro en el servicio de paquetería a través de una aplicación que controle el proceso de entrega y recepción de paquetes con el uso de moto-envío.

Objetivos específicos

- Ofrecer el servicio exprés de envío de paquetes, realización de pagos y rastreo de la ubicación en tiempo real del paquete, de manera rápida y segura.
- Automatizar el diseño de viajes, mantener un registro, evaluación e historial de entrega de los repartidores.

2. Revisión de literatura

2.1 Estado del arte

Según Lima (2021) el uso de una plataforma que permita compartir la información para que más personas estén al tanto y el tema o solicitud pueda ser abordado con mayor rapidez ha sido de gran ayuda para el tema periodístico.

De acuerdo con Jara (2018) la implementación de rastreo en tiempo real durante la entrega de un paquete permitirá a los implicados tener mayor seguridad con respecto a la entrega de éste.

Villalobos (2017) expone una aplicación que permite realizar la solicitud de entrega de un paquete desde la comodidad de su casa, lo que ayuda a reducir filas y a que el cliente pueda realizar diversas tareas mientras espera la entrega del paquete.

De acuerdo con la página T21 (2022) la implementación de inteligencia artificial en los procesos de mensajería y en la implementación de algoritmos para la optimización de rutas ha permitido la reducción de los tiempos de entrega en este tipo de servicios en hasta un 25%, permitiendo mejorar la atención y el servicio al cliente.

Según la página Retos en Supply Chain (2018) el uso de la realidad virtual ha sido de gran ayuda en diversos sectores de logística, donde resalta la gestión de compras, permitiendo identificar y rastrear cada envío desde la fábrica hasta el cliente, contribuyendo a que el cliente se sienta más seguro al realizar sus compras en línea.

2.2 Conceptos teóricos

Inteligencia Artificial (IA)

La IA es la inteligencia llevada a cabo por máquinas y se desarrolla mediante diferentes disciplinas, entre las que se encuentran: visión por computadora, procesamiento del lenguaje natural, redes neuronales y aprendizaje automático (Mohd Shafri et al, 2019).

Cadena logística

La cadena logística es la entrega de mercancías producidas en una fábrica o de los productos del sector primario a su cliente final.

Para hacer este envío, es esencial cumplir con las metas trazadas por la organización y hacerlo de forma eficiente en tiempo y forma. (PAK2GO, 2023)

2.3 Herramientas de desarrollo

Para la realización del proyecto se utilizaron las siguientes herramientas:

- FlutterFlow. Plataforma de desarrollo de aplicaciones.
- PyCharm. Herramienta para programar el escaneo de paquetes, utilizando Python.
- Arduino. Plataforma para diseñar el circuito de la cerradura y programar los componentes físicos.
- MySQL. Gestor para crear la base de datos.
- Lenguajes de programación C++, PHP y JavaScript.

3. Metodología

La investigación y estudio empleado en el desarrollo del proyecto ha sido el método cuantitativo, ya que éste permite fundamentar la hipótesis planteada sobre el problema recompilando y comparando diferentes datos de forma que permite obtener información concisa y encontrar un parámetro definido.

La realización del proyecto inició el 16 de enero de 2023 y hasta el momento se cuenta con un prototipo semi-funcional; esto significa que ya se ha avanzado en la definición de la estructura de la aplicación y se ha comenzado a trabajar en la programación de las funcionalidades.

Para el desarrollo del proyecto se siguen las fases descritas a continuación:

- **Detección de necesidades.** Se realizaron entrevistas/encuestas a:

- Propietarios de pequeños comercios que buscan integrar un servicio de entrega de sus productos.
- Empresas y trabajadores independientes de moto-envíos que buscan ampliar su alcance de entregas.
- Usuarios que regularmente envían o reciben algún tipo de entrega a domicilio.

Esto permitió identificar las necesidades y problemas en el servicio de entrega de paquetes reconociendo la necesidad de mejorar las condiciones, tiempo y seguridad en el proceso de entrega de paquetes.

- **Investigación documental.** Se realiza una investigación sobre la situación actual del servicio de paquetería, indagando en cómo las empresas atienden problemas similares y qué tecnologías han aplicado con éxito.
- **Definición del proyecto.** Se define el proyecto, sus objetivos y como propuesta de solución, el desarrollo de una aplicación que mejore la eficiencia y precisión en la entrega de paquetes.
- **Planeación del proyecto.** Se elabora un cronograma, especificando los tiempos y los responsables; estableciendo dos reuniones semanales para verificar avances. También se toma la decisión de implementar inteligencia artificial para medir el tamaño de los paquetes y la cantidad de productos.
- **Desarrollo e implementación.** Se estructura el repositorio de datos, se diseñan las interfaces, se codifican y se realizan pruebas de funcionalidad en un ambiente controlado, siguiendo la metodología de desarrollo evolutivo (figura 1).



Figura 1

Modelo evolutivo de software
Fuente: Sommerville, 2005

Esta metodología permite comprender de una manera eficiente las necesidades del usuario final y tener mayor facilidad para implementar cualquier modificación que se desee y que esté dentro del rango del proyecto.

A continuación, se resumen las etapas de desarrollo de la aplicación:

- **Requerimientos.** Se definieron varios roles de usuario: administrador, usuario cliente, usuario repartidor y usuario microempresa. Los requerimientos encontrados y plasmados en el Product Backlog, van desde la creación de una cuenta hasta la administración del sitio web.
- **Diseño.** El diseño se inició con base en un proyecto anterior, lo que permitió contar con una estructura previa para la página, adaptándolo a las necesidades específicas de la nueva aplicación.

También se diseñó la base de datos de la aplicación (figura 2).

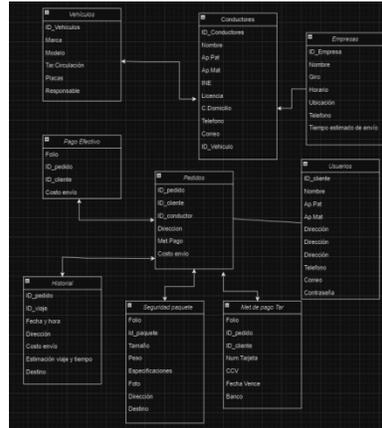


Figura 2

Modelo relacional.

Fuente: Elaboración propia (MAKO, 2023).

El diseño de la cerradura que se implementará en las cajas transportadoras del paquete, se presenta en la figura 3.

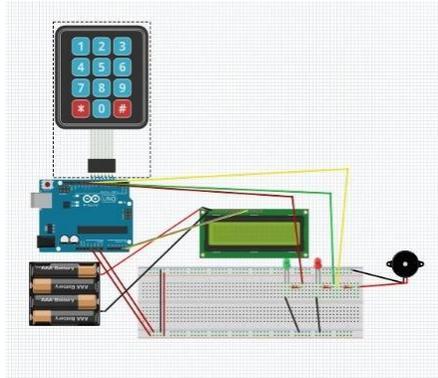


Figura 3

Diseño de cerradura.
Elaboración propia (MAKO, 2023).

- Codificación. Para el escaneo de medidas de los paquetes se utilizó Python y las librerías Numpy y OpenCV.

La figura 4 muestra parte del código que detecta y mide los objetos.

```
#-----DETECCION OBJETOS-----  
contornos = detector.deteccion_objetos(frame)  
if contornos is not None: # Verificación para asegurarse que existen contornos detectados  
    #Dibujamos la detección de objeto  
    for cont in contornos:  
        #dibujamos el contorno del objeto  
        #cv2.polylines(frame, [cont], True, (0,255,0), 2)  
  
        #-----Rectangulo del objeto-----  
        # a partir del poligono anterior vamos a obtener un rectangulo  
        rectangulo = cv2.minAreaRect(cont)  
        (x,y), (an, al), angulo = rectangulo
```

Figura 4

Código escáner.
Elaboración propia (MAKO, 2023).

- Pruebas. Se realizan las pruebas de funcionamiento y se comprueba que la aplicación opere adecuadamente; en caso de encontrar errores, se corrigen y realizan los ajustes correspondientes.

Es importante destacar que el desarrollo de software es un proceso iterativo, lo que significa que es posible volver a etapas anteriores para realizar ajustes y mejoras a medida que se obtiene retroalimentación y se identifican nuevas necesidades.

4. Resultados

Se presentan algunas de las interfaces de la aplicación MAKO.

La interfaz principal para iniciar el uso de la aplicación (figura 5).



Figura 5

Interfaz inicial MAKO.
Elaboración propia (MAKO, 2023).

Interfaz para crear una nueva cuenta o iniciar sesión (figura 6).

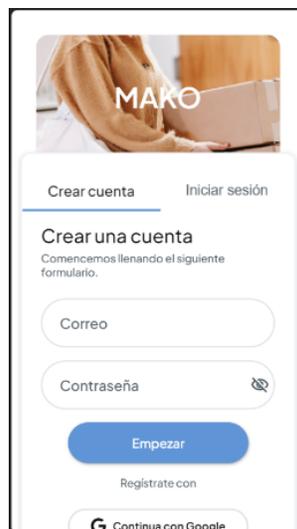


Figura 6

Creación de cuenta.
Elaboración propia (MAKO, 2023).

Al iniciar sesión, se muestra la interfaz para utilizar el servicio de envío de paquetes (figura 7).

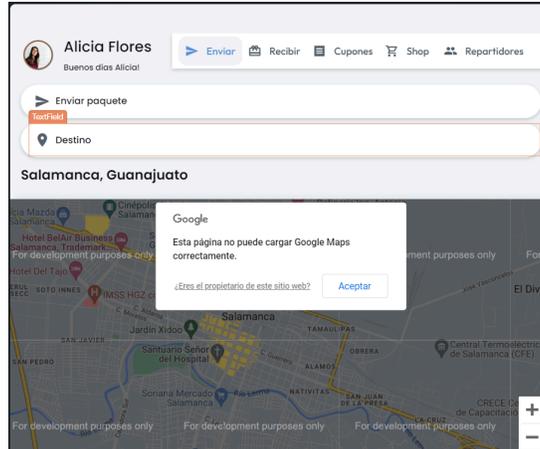


Figura 7

Pantalla principal usuario.
Elaboración propia (MAKO, 2023).

Interfaz para enviar un paquete (figura 8). Es esencial completar el formulario, en el que se especifica el lugar origen y el lugar destino del paquete. Asimismo, en la aparte de abajo aparece un botón “escanear” que permite medir el paquete. Una vez realizado el escaneo, se envía al conductor disponible con su vehículo acondicionado para hacer la entrega.



Figura 8

Realizar un envío.
Elaboración propia (MAKO, 2023).

El prototipo de cerradura se conecta a un servidor web privado a través de un módulo ESP-12E, donde se almacena la información generada a partir del formulario proporcionado por el cliente. En el servidor, se hospeda una página web con un botón que crea un código aleatorio de 6 dígitos, vinculado a la cerradura destinada para el paquete en una base de datos. Cuando se genera la asociación del código y la cerradura, el módulo ESP-12E verifica el identificador de cerradura y almacena el código para desbloquearla. La información se envía a un Arduino uno que verifica el código a través de un keypad y muestra el resultado en una pantalla LCD (figura 9).



Figura 9

Cerradura Mako.
Elaboración propia (MAKO, 2023).

El prototipo MAKO se implementará como prueba piloto en un sector controlado en las ciudades de Valle de Santiago y Salamanca, Guanajuato; midiendo el nivel de satisfacción de los diferentes usuarios. Después de obtener resultados positivos, MAKO se dirigirá a un mercado más grande, aplicando el modelo de negocios basado en un sistema de suscripción y membresías, así como las alianzas con otras empresas para su crecimiento.

5. Discusión

MAKO ofrecerá un servicio rápido, seguro y eficiente, aumentando la demanda de servicios de moto-envío en la región donde opere. Asimismo, contribuirá en la reducción de los riesgos de pérdida, robo o daño de paquetes, al permitir un seguimiento en tiempo real y un buen control en el proceso de envío y recepción de paquetes.

Trabajo a futuro

A diferencia de las aplicaciones ya existentes en el mercado de delivery, MAKO brinda un servicio innovador para todos los usuarios, implementando el uso de herramientas tecnológicas como visión computacional para la validación de paquetes e inteligencia artificial para la selección de ruta más rápida.

6. Conclusiones

Al implementar la aplicación los beneficios son amplios abarcando negocios, repartidores y particulares, dando a conocer sus servicios y en consecuencia, aumentando sus ingresos. El nivel de seguridad y satisfacción en el usuario representan el valor agregado del servicio.

El sector de entrega y recepción de paquetes es uno de los más importantes en la economía global, que está en constante crecimiento, lo que indica que hay una gran oportunidad de mercado para MAKO. La aplicación ofrecerá un servicio eficiente, seguro y confiable, que permitirá tener una buena aceptación y participación de mercado para convertirse en un negocio rentable.

Referencias

- AMVO - Asociación Mexicana de Venta Online. (2023). *Estudio sobre Venta Online en México – 2023*. <https://www.amvo.org.mx/estudios/estudio-sobre-venta-online-en-mexico-2023/>
- EAE Business School Barcelona. (2018). Aplicaciones de realidad virtual: qué son y cómo se utilizan en supply chain. *Retos en Supply Chain*. <https://retos-operaciones-logistica.eae.es/aplicaciones-de-realidad-virtual-que-son-y-como-se-utilizan-en-supply-chain/>
- Jara, P.A. (2018). *Análisis de parámetros de la relación efectiva señal-ruido (ESNR) basadas en WSN para el envío de paquetes* [Tesis de Ingeniería no publicada, Universidad Católica de Santiago de Guayaquil]. Repositorio Institucional – Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.
- Lima, P. (2021). Educación y tecnologías de la información y la comunicación (TIC): un doble desafío para la Amazonía brasileña. En G. Sunkel y G. Trucco (Ed). *Las tecnologías digitales frente a los desafíos de una educación inclusiva en América Latina, Algunos casos de buenas prácticas* (pp 187-210). Naciones Unidas, Santiago de Chile.
- Mohd Shafri, H. Z., Al-Habsh, M. M., & Nisa Shaharum, N. S. (2019). *Métodos de inteligencia artificial (IA) para aplicaciones de teledetección de palma de aceite*. Revista Palmas Vol. 40.
- PAK2GO. (2023). *Cadena Logística*. <https://www.pak2go.com/glosario/cadena-logistica/>
- T21. (2022). *Algoritmos para optimizar las entregas de última milla*. <https://t21.com.mx/logistica-2022-08-25-algoritmos-optimizar-las-entregas-ultima-milla/>
- Villalobos, D. Z. (2017). *Desarrollo de una plataforma móvil para el envío de paquetes. Mensajería en Moto – Servicio de Mensajería Express en la CDMX*. <https://motoenviexpress.com/>

La relación del financiamiento con el rendimiento sustentable de las Mipymes de Guanajuato

José Luis Bárcenas Puente

Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato, Dirección Económico-Administrativa, México
jlbarcenasp@utsoe.edu.mx

Miguel Ángel Andrade Oseguera

Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato, Dirección Económico-Administrativa, México
maandrade@utsoe.edu.mx

Adriana Paredes Barrón

Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato, Dirección Económico-Administrativa, México
aparedesb@utsoe.edu.mx

María de la Luz Gómez Bravo

Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato, Dirección Económico-Administrativa, México
mlgomezbra@utsoe.edu.mx

Héctor Cuevas-Vargas*

Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato, Dirección Económico-Administrativa, México
hcuevas@utsoe.edu.mx

*Autor corresponsal

Resumen

Este estudio empírico con alcance correlacional y enfoque cuantitativo tuvo como propósito analizar la relación entre las fuentes de financiamiento y el rendimiento sustentable de las MiPyMEs en Guanajuato. Para ello, se diseñó un cuestionario tipo encuesta el cual se aplicó a una muestra de 100 directivos o dueños de este tipo de organizaciones. Los resultados muestran que el financiamiento externo, como créditos gubernamentales, préstamos de familiares y créditos de proveedores, tiene un impacto significativo en variables clave como liderazgo en sostenibilidad, desarrollo de productos ecológicos y mejora de reputación. En contraste, las fuentes internas, como reinversión de ganancias, presentan una relación limitada con el rendimiento sustentable. Las implicaciones prácticas destacan la importancia de fomentar el acceso a financiamiento externo para impulsar prácticas sostenibles y competitivas, así como el diseño de políticas que incentiven la innovación ecológica. Entre las limitaciones se encuentra el enfoque regional y el diseño transversal, que impiden generalizar los hallazgos y establecer causalidad. Futuras investigaciones podrían abordar estudios longitudinales, explorar contextos internacionales y analizar factores sectoriales para ampliar la comprensión de la sostenibilidad en las empresas.

Palabras clave: Financiamiento, Rendimiento sustentable, MiPymes, Competitividad.

Abstract

The purpose of this empirical study with correlational scope and quantitative approach was to analyze the relationship between the sources of financing and the sustainable performance of MSMEs in Guanajuato. For this purpose, a survey-type questionnaire was designed and applied to a sample of 100 managers or owners of this type of organizations. The results show that external financing, such as government loans, loans from family members and supplier loans, has a significant impact on key variables such as sustainability leadership, green product development and reputation enhancement. In contrast, internal sources, such as profit reinvestment, have a limited relationship with sustainable performance. The practical implications highlight the importance of fostering access to external financing to promote sustainable and competitive practices, as well as the design of policies that encourage eco-innovation. Limitations include the regional focus and the cross-sectional design, which prevent generalizing the findings and establishing causality. Future research could address longitudinal studies, explore international contexts and analyze sectoral factors to broaden the understanding of sustainability in firms.

Keywords: Financing, Sustainable performance, MSMEs, Competitiveness.

1. Introducción

Las micro, pequeñas y medianas empresas (Mipymes) son una piedra angular de la economía mexicana, representando más del 99% del total de empresas del país, generando la mayoría de los empleos y contribuyendo significativamente al PIB (Cuevas-Vargas & Cortés-Palacios, 2020). Estas organizaciones no solo son fundamentales para el desarrollo local y la innovación, sino que también desempeñan un papel clave en la cohesión social y el fortalecimiento de las economías regionales. Sin embargo, en el estado de Guanajuato, las Mipymes enfrentan múltiples desafíos derivados de un entorno competitivo global, la inestabilidad económica y la necesidad creciente de adaptarse a prácticas sustentables (Cuevas-Vargas, Armendáriz-Esparza, et al., 2024).

La sustentabilidad en las Mipymes implica una integración equilibrada de la gestión ambiental, la responsabilidad social y la viabilidad económica, convirtiéndose en una estrategia clave no solo para garantizar su supervivencia, sino también para crear un impacto positivo a largo plazo en sus comunidades (Vázquez Maguirre & García de la Torre, 2022). En este contexto, el financiamiento juega un papel crítico al permitir la adopción de tecnologías, prácticas e innovaciones que promuevan procesos más eficientes y sostenibles, elevando la competitividad empresarial frente a las demandas de un mercado que valora cada vez más la sostenibilidad (Heredia, 2020).

Pese a su relevancia, las Mipymes a menudo enfrentan barreras significativas para acceder a fuentes de financiamiento adecuadas, especialmente aquellas orientadas al desarrollo de iniciativas sustentables. La limitada disponibilidad de recursos financieros y las restricciones estructurales dificultan la implementación de estrategias que favorezcan su transición hacia modelos más responsables y sostenibles (Cuevas-Vargas, Cortés-Palacios, et al., 2024).

El presente artículo tiene como objetivo analizar la relación entre las diversas fuentes de financiamiento y el rendimiento sustentable de las Mipymes en Guanajuato. En particular, se

busca comprender cómo el acceso a diferentes tipos de financiamiento —interno y externo— contribuye a la implementación de estrategias orientadas a la sostenibilidad, promoviendo así un desarrollo económico más inclusivo y sostenible en la región.

2. Revisión de literatura

2.1 Financiamiento para Mipymes

El financiamiento representa uno de los principales desafíos para las Mipymes en países en desarrollo, incluido México. Estas empresas suelen enfrentar limitaciones en cuanto al acceso a capital debido a la percepción de alto riesgo que representan y a la falta de historial crediticio o garantías suficientes (Beck & Demirguc-Kunt, 2006). La falta de acceso a financiamiento restringe sus posibilidades de crecimiento e innovación, limitando así su competitividad (Riding et al., 2007). Sin embargo, investigaciones recientes sugieren que las políticas de financiamiento enfocadas en las Mipymes, como los microcréditos, el financiamiento de capital y los subsidios gubernamentales, han generado impactos positivos en su rendimiento y resiliencia (Cortés-Palacios et al., 2024).

2.2 Rendimiento sustentable y Mipymes

El concepto de rendimiento sustentable se enfoca en el equilibrio entre los resultados económicos, sociales y ambientales, con el fin de garantizar que el crecimiento empresarial no comprometa los recursos ni el bienestar de futuras generaciones. En el caso de las Mipymes, se ha demostrado que el rendimiento sustentable está vinculado a la adopción de prácticas como el uso eficiente de recursos, la reducción de emisiones y la gestión de residuos (Schaltegger & Wagner, 2011). No obstante, las Mipymes enfrentan dificultades para implementar prácticas sustentables debido a sus limitados recursos financieros y capacidades tecnológicas, lo que aumenta su vulnerabilidad en un entorno de alta competencia y mayor presión regulatoria (Delmas & Toffel, 2008).

2.3 Relación entre financiamiento y rendimiento sustentable en Mipymes

Diversos estudios han explorado la relación entre el acceso a financiamiento y la adopción de prácticas sustentables en las Mipymes. El financiamiento externo permite a estas empresas invertir en tecnologías limpias y optimizar procesos que les permitan cumplir con estándares ambientales y sociales, mejorando así su rendimiento sustentable (Hutchinson & Xavier, 2006). Algunos investigadores señalan que el financiamiento verde, que incluye créditos con tasas de interés preferenciales para proyectos sustentables, ha facilitado que las Mipymes reduzcan su impacto ambiental y se vuelvan más competitivas (Zhou et al., 2021). Sin embargo, la evidencia empírica sobre la efectividad de estas iniciativas en países en desarrollo es aún limitada, lo que subraya la necesidad de estudios específicos en contextos regionales como el de Guanajuato. En este sentido, el estado cuenta con el programa “GTO sustentable”, mismo que se plantea en los siguientes términos, de acuerdo con la Secretaría del Agua y Medio Ambiente (2022): Su objetivo principal es promover la adquisición de sistemas fotovoltaicos, fomentando el uso de energías renovables para reducir el consumo energético y proteger el medio ambiente. Esto permite a las micro, pequeñas y medianas empresas de Guanajuato mejorar sus condiciones

frente al entorno económico, fortalecer su competitividad, y avanzar hacia la sustentabilidad y el desarrollo, al generar la energía eléctrica necesaria para sus actividades productivas.

Por otro lado, Guanajuato forma parte de los 12 estados que cuentan con impuestos ecológicos, de acuerdo al Servicio de Administración Tributaria del estado de Guanajuato (2022), con fecha 30 de noviembre de 2022, para entrar en vigor el 1 de enero de 2023, se adicionaron a la Ley de Hacienda para el Estado de Guanajuato cuatro secciones:

Sección I. Disposiciones Generales.

Sección II. Impuesto para Remediación Ambiental por la emisión de Gases Contaminantes.

Sección III. Impuesto para Remediación Ambiental por la Emisión de Contaminantes al Suelo, Subsuelo y Agua.

Sección IV: Impuesto para Remediación Ambiental por el Depósito de Residuos.

Con lo que podemos apreciar que tanto el aspecto relativo al financiamiento gubernamental, como el relativo a la regulación impositiva que busca corregir las malas prácticas sobre el cuidado del ecosistema; se encuentra cubierto en el estado de Guanajuato.

3. Metodología

Esta investigación empírica de tipo correlacional se realizó con enfoque cuantitativo, de corte transversal y diseño no experimental, a través del software estadístico JASP.

3.1 Diseño de la muestra y recolección de los datos

Se diseñó un cuestionario tipo encuesta el cual se aplicó entre los meses de mayo a julio de 2024, a través de un formulario de Google de manera aleatoria simple a una muestra de 150 directivos o dueños de las micro, pequeñas y medianas empresas (MiPymes) en el estado de Guanajuato.

El resultado de la aplicación digital del instrumento de la encuesta, luego de tres meses corresponde a la obtención de 100 respuestas válidas, recogidas de empresas del sector industrial, comercial y de servicios en el estado de Guanajuato. Se utilizó un nivel de confianza del 95% y un error de estimación del 6%.

3.2 Perfil de la muestra

De acuerdo con la distribución de la muestra, el 73% son empresas micro de 2 hasta 10 trabajadores; 20% son pequeñas empresas y solo el 7% son de tamaño mediano. 73% son personas físicas y 27% son persona moral. 68% son familiares y 32% son no familiares. De acuerdo al sector al que pertenecen, 54% son comerciales, 35% pertenecen al sector servicios y solo el 11% pertenecen al sector industrial manufacturero. En el mismo sentido, la edad promedio es de 11.5 años, donde el 65% son consideradas empresas jóvenes con hasta 10 años de vida y el 35% son empresas maduras con más de 10 años de operación.

3.3 Variables

Para medir las fuentes de financiamiento se adaptó la escala utilizada por Cuevas-Vargas, Cortés-Palacios, et al. (2024), la cual permite medir el financiamiento interno, a través de tres ítems, y el financiamiento externo a través de cuatro ítems. Todos ellos medidos con una escala tipo Likert de cinco puntos; donde las respuestas posibles van desde “baja importancia” hasta “alta importancia”.

Para medir el rendimiento sustentable se utilizó la escala de utilizada por (Gelhard & von Delft, 2016), la cual ya ha sido validada previamente por (Cuevas-Vargas et al., 2022), la cual se midió a través de cinco ítems. Todos ellos medidos con una escala tipo Likert de cinco puntos; donde las respuestas posibles van desde “total desacuerdo” hasta “total acuerdo”.

3.4 Fiabilidad de las escalas

Al evaluar la consistencia interna de las variables a través del coeficiente Alpha de Cronbach, se encontró que ambas variables evidenciaron contar con suficiente fiabilidad ya que los valores de Alpha de Cronbach superaron el valor crítico de 0.7 que sugieren (Nunnally & Bernstein, 1994), tal y como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Fiabilidad de las escalas

Variable	Fuente	Ítems	Alpha de Cronbach
Fuentes de financiamiento	Cuevas-Vargas, Cortés-Palacios, et al. (2024)	7	0.722
Rendimiento sustentable	Gelhard and von Delft (2016)	5	0.899

Fuente: Elaboración propia a partir de los autores.

4. Resultados

Los resultados de la Tabla 2, muestran la percepción promedio de los empresarios sobre diversas fuentes de financiamiento utilizadas en sus actividades productivas, junto con la variabilidad asociada a cada indicador (desviación estándar, SD). A continuación, se interpretan los datos principales.

De las fuentes de financiamiento interno a la que los empresarios dan mayor relevancia es a la reinversión de ganancias, siendo la más utilizada y confiable, con una media de 4.21. Sin embargo, la incorporación de nuevos socios muestra la media más baja dentro de este grupo (2.92) y una alta variabilidad (SD=1.426), indicando que esta práctica es menos común y presenta una mayor diversidad de opiniones.

En cuanto a las fuentes de financiamiento externo se ha encontrado que la variable crédito de proveedores tiene una relevancia media (3.12), lo que sugiere una mayor adopción de esta estrategia, aunque con una desviación estándar de 1.373, lo que implica variaciones significativas entre los empresarios. Y con menor índice de relevancia se encontró que los préstamos de familiares o amigos y los créditos gubernamentales presentan medias similares y bajas (2.34 y 2.44, respectivamente), lo que refleja un uso limitado de estas opciones.

Estos hallazgos reflejan una clara preferencia por las fuentes de financiamiento internas, particularmente la reinversión de ganancias, que destaca como la opción más utilizada y valorada. En contraste, las fuentes externas, como los préstamos de familiares, créditos gubernamentales y bancos comerciales, muestran un menor uso, probablemente debido a dificultades de acceso, altos costos financieros o falta de confianza.

Tabla 2. Estadísticos descriptivos para la variable Fuentes de financiamiento

Variable	Media	SD
FFI1. Reinversión de las ganancias	4.21	0.924
FFI2. Aportar de su dinero para seguir produciendo	3.68	1.246
FFI3. Incorporación de nuevos socios para seguir produciendo	2.92	1.426

FFE1. Préstamos de familiares, amigos o de prestamistas particulares	2.34	1.249
FFE2. Créditos gubernamentales	2.44	1.328
FFE3. Crédito de Proveedores	3.12	1.373
FFE4. Préstamos de Bancos comerciales o cajas de ahorro	2.80	1.456
SD: Desviación estándar		

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados obtenidos.

Respecto al rendimiento sustentable, se ha identificado que, en este tipo de organizaciones, aún se encuentra en fase incipiente, toda vez que los resultados indican que las empresas perciben un desempeño moderado en términos de sostenibilidad, con áreas de mayor fortaleza como la capacidad para responder a demandas sociales y éticas (3.36) y el desarrollo de productos sustentables (3.04). Sin embargo, aspectos como el liderazgo en el mercado de productos ecológicos (2.71) y el reconocimiento como líderes en sostenibilidad (2.80) muestran valores bajos, sugiriendo oportunidades para mejorar su posicionamiento competitivo en sostenibilidad. La dispersión en las respuestas refleja diferencias contextuales entre las empresas, posiblemente relacionadas con su tamaño, sector o grado de adopción de prácticas sostenibles (ver Tabla 3).

Tabla 3. Estadísticos descriptivos para la variable Rendimiento sustentable

Variable	Media	SD
SP1. Somos los primeros en ofrecer productos / servicios ecológicos en el mercado	2.76	1.342
SP2. Nuestros competidores nos consideran una empresa líder en el campo de la sostenibilidad	2.80	1.255
SP3. Desarrollamos nuevos productos / servicios o mejoramos los productos / servicios existentes que se consideran sustentables para la sociedad y el medio ambiente	3.04	1.214
SP4. Nuestra reputación en términos de sustentabilidad es mejor que la reputación de sustentabilidad de nuestros competidores	3.06	1.118
SP5. En comparación con nuestros competidores, respondemos de manera más completa a las demandas sociales y éticas	3.36	1.202
SD: Desviación estándar		

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados obtenidos.

En la Tabla 4, se presentan las correlaciones entre las variables observables del financiamiento interno y externo con el rendimiento sustentable, cuyos hallazgos se describen a continuación. De las fuentes de financiamiento interno se encontró lo siguiente:

La reinversión de ganancias (FFI1), las correlaciones con todas las variables de rendimiento sustentable (SP1 a SP5) son negativas y no significativas (NS), lo que sugiere que reinvertir ganancias no guarda una relación significativa con el desempeño en sostenibilidad. Esto podría indicar que esta fuente de financiamiento se destina principalmente a otras prioridades empresariales.

En cuanto a la aportación de capital propio (FFI2), solo muestra una correlación significativa con SP5 (capacidad de respuesta a demandas sociales y éticas) ($r = 0.206$, $p < .05$), lo que implica que las empresas que aportan capital propio tienden a ser más sensibles a demandas sociales y éticas. Sin embargo, no se observa una relación relevante con otras variables.

Respecto a la incorporación de nuevos socios (FFI3), tiene correlaciones significativas positivas con SP1 (liderazgo en productos ecológicos) ($r = 0.317$, $p < .01$) y SP2 (reconocimiento como líderes en sostenibilidad) ($r = 0.369$, $p < .001$). Esto sugiere que las empresas que incorporan nuevos socios están más orientadas a liderar iniciativas ecológicas y ser reconocidas por su sostenibilidad.

De las fuentes de financiamiento externo al correlacionarse con el rendimiento sustentable, se encontró lo siguiente:

Los préstamos de familiares y amigos (FFE1), presenta correlaciones positivas significativas con SP1 ($r = 0.332$, $*p < .001$) y SP2 ($r = 0.379$, $*p < .001$), lo que indica que recurrir a este tipo de financiamiento externo puede estar asociado con un mayor liderazgo y reconocimiento en sostenibilidad.

En cuanto a los créditos gubernamentales (FFE2), muestra relaciones significativas con SP1 ($r = 0.309$, $p < .01$), lo que indica que el uso de créditos gubernamentales contribuye al liderazgo en productos ecológicos. SP3 (desarrollo de productos/servicios sustentables) ($r = 0.271$, $p < .01$) y SP4 ($r = 0.281$, $p < .01$). Este financiamiento también impulsa el desarrollo de productos sustentables y mejora la reputación en sostenibilidad.

Por su parte el crédito de proveedores (FFE3), se correlaciona significativamente con SP1 ($r = 0.202$, $p < .05$), SP2 ($r = 0.225$, $p < .05$), y SP4 ($r = 0.232$, $p < .05$). Lo que indica que este tipo de financiamiento apoya el liderazgo en sostenibilidad, reconocimiento como líder, y mejora de reputación. Con SP3 (desarrollo de productos sustentables) ($r = 0.337$, $p < .001$), lo que es especialmente relevante para la innovación en productos y servicios sostenibles.

En cuanto a los préstamos de bancos comerciales (FFE4), las correlaciones son significativas con SP1 ($r = 0.244$, $p < .05$), SP3 ($r = 0.319$, $p < .01$), SP4 ($r = 0.274$, $p < .01$), y SP5 ($r = 0.232$, $p < .05$). Este patrón sugiere que los préstamos bancarios pueden ser importantes para impulsar el liderazgo en sostenibilidad, la innovación y la capacidad de respuesta social.

Tabla 4. Correlación bivariada de las fuentes de financiamiento y el rendimiento sustentable

Variable	FFI1	FFI2	FFI3	FFE1	FFE2	FFE3	FFE4
SP1	-0.130 NS	0.159 NS	0.317**	0.332***	0.309**	0.202*	0.244*
SP2	-0.111 NS	0.172 NS	0.369***	0.379***	0.284**	0.225*	0.160 NS
SP3	-0.062 NS	0.089 NS	0.136 NS	0.178 NS	0.271**	0.337***	0.319**
SP4	-0.042 NS	0.159 NS	0.180 NS	0.210*	0.281**	0.232*	0.274**
SP5	0.022 NS	0.206*	-0.153 NS	0.072 NS	0.216*	0.145 NS	0.232*

Significancia: * $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados obtenidos.

5. Discusión

Las fuentes de financiamiento externo (FFE) muestran un impacto más consistente y significativo en el rendimiento sustentable que las fuentes internas (FFI), particularmente en variables relacionadas con liderazgo en sostenibilidad, desarrollo de productos sustentables y reputación.

Por su parte, los créditos gubernamentales (FFE2) y los créditos de proveedores (FFE3) destacan como los mecanismos más influyentes en distintas variables del rendimiento sustentable, posiblemente debido a condiciones favorables para fomentar prácticas responsables.

Aunque menos formal, los préstamos de familiares o amigos (FFE1) también están fuertemente vinculados con liderazgo y reconocimiento en sostenibilidad, lo que podría reflejar su accesibilidad y el uso estratégico de estos fondos.

Por lo tanto, las MiPymes deberían explorar un mayor uso de fuentes externas para financiar iniciativas sostenibles, especialmente aquellas que apoyen la innovación en productos y servicios ecológicos y mejoren su reputación en sostenibilidad.

6. Conclusiones

El estudio evidencia que las fuentes de financiamiento desempeñan un papel crucial en el rendimiento sustentable de las empresas, con una clara distinción entre el impacto de los financiamientos internos y externos. Mientras que las fuentes externas, como créditos gubernamentales, préstamos de familiares y créditos de proveedores, muestran una influencia más consistente en variables clave como liderazgo en sostenibilidad, desarrollo de productos sustentables y mejora de reputación, las fuentes internas, como la reinversión de ganancias, tienen una relación limitada con el rendimiento sustentable. Esto sugiere que las empresas dependen en mayor medida de financiamientos externos para implementar estrategias y prácticas orientadas a la sostenibilidad.

Las micro, pequeñas y medianas empresas (MiPyMEs) deberían considerar un enfoque estratégico hacia el uso de financiamientos externos, especialmente créditos gubernamentales y de proveedores, como herramientas para fortalecer su sostenibilidad y competitividad. Adicionalmente, la incorporación de nuevos socios puede ser una estrategia viable para fomentar el liderazgo en sostenibilidad y el reconocimiento en el mercado.

Es por ello que, los programas de financiamiento deben enfocarse en facilitar el acceso a recursos financieros destinados específicamente a iniciativas de sostenibilidad, promoviendo condiciones favorables como tasas de interés bajas y asesoría técnica. De igual manera, es fundamental el diseño de políticas que incentiven a las empresas a invertir en innovación sostenible, con especial énfasis en productos y servicios ecológicos.

Estos resultados pueden servir como base para desarrollar modelos de capacitación y formación para empresarios sobre el uso eficiente de financiamiento para proyectos sostenibles.

Dentro de las limitaciones nos encontramos que, el estudio se centra en un contexto específico (empresas de Guanajuato), lo que podría limitar la generalización de los hallazgos a otros estados o países con dinámicas económicas diferentes. Por otra parte, al tratarse de un diseño transversal, los resultados reflejan asociaciones en un punto en el tiempo, sin establecer causalidad.

Futuros estudios podrían examinar el impacto de las iniciativas de sostenibilidad financiadas en el desempeño económico, reputación empresarial y beneficios sociales generados y conocer cómo el sector industrial afecta las decisiones de financiamiento y el tipo de prácticas sostenibles que las empresas adoptan.

Referencias

- Beck, T., & Demircuc-Kunt, A. (2006). Small and Medium-Size Enterprises: Access to Finance as a Growth Constraint. *Journal of Banking & Finance*, 30(11), 2931-2943. <https://doi.org/10.1016/j.jbankfin.2006.05.009>
- Cuevas-Vargas, H., Armendáriz-Esparza, D. A., González-Vega, A. M. del C., & Cossio-Vargas, E. (2024). Digitalization strategies and sustainability benefits in Mexican SMEs: Unveiling the mediating role of innovation. *Procedia Computer Science*, 242, 1299–1306. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2024.08.135>
- Cuevas-Vargas, H., Camarena, J. L., & Velázquez-Espinoza, N. (2022). Sustainability performance as a result of frugal innovation. The moderating effect of firm size. *Procedia Computer Science*, 214, 141–148. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.11.159>
- Cuevas-Vargas, H., & Cortés-Palacios, H. A. (2020). Efectos de la estructura de capital en la innovación. *Investigación Administrativa*, 49(126). <https://doi.org/10.35426/IAv49n126.02>
- Cuevas-Vargas, H., Cortés-Palacios, H. A., Parga-Montoya, N., & Cossio-Vargas, E. (2024). Exploring the Interplay Between Capital Structure, Information and Communication Technologies Adoption, and Business Innovation: A

- Mediation Model Analysis. In J. Mejía, M. Muñoz, A. Rocha, Y. Hernandez Perez, & H. Avila-George (Eds.), *New Perspectives in Software Engineering. Studies in Computational Intelligence* (1st ed., pp. 349–364). Springer Nature. https://doi.org/10.1007/978-3-031-50590-4_22
- Gelhard, C., & von Delft, S. (2016). The role of organizational capabilities in achieving superior sustainability performance. *Journal of Business Research*, 69(10), 4632–4642. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2016.03.053>
- Heredia, A. (2020). *Políticas de fomento para la incorporación de las tecnologías digitales en las micro, pequeñas y medianas empresas de América Latina. Revisión de experiencias y oportunidades*. www.cepal.org/apps
- Hutchinson, J., & Xavier, A. (2006). Comparing the Impact of Credit Constraints on the Growth of SMEs in a Transition Country with an Established Market Economy. *Small Business Economics*, 27(2-3), 169-179. <https://doi.org/10.1007/s11187-005-4412-3>
- Nunnally, J. C., & Bernstein, I. H. (1994). *Psychometric theory* (3rd ed.). McGraw-Hill.
- Riding, A., Madill, J., & Haines, G. (2007). Incrementality of SME Loan Guarantees. *Small Business Economics*, 29, 47–61. <https://doi.org/10.1007/s11187-005-4411-4>
- Schaltegger, S., & Wagner, M. (2011). Sustainable Entrepreneurship and Sustainability Innovation: Categories and Interactions. *Business Strategy and the Environment*, 20(4), 222-237. <https://doi.org/10.1002/bse.682>
- Secretaría del Agua y Medio Ambiente. (2022). Agua y Medio Ambiente. Obtenido de <https://smaot.guanajuato.gob.mx/sitio/cambio-climatico/mitigacion.php#:~:text=Programa%20de%20financiamiento%20GTO%20Sustentable.a%20cabo%20sus%20actividades%20productivas>.
- Servicio de Administración Tributaria del estado de Guanajuato. (30 de Noviembre de 2022). Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Guanajuato. Obtenido de www.periodico.guanajuato.gob.mx
- Vázquez Maguirre, M., & García de la Torre, C. (2022). Vazquez. *The Anáhuac Journal*, 18(1), 27–44. <https://doi.org/10.36105/theanahuacjour.2018v18n1.02>

Nutrición vía fertirriego y foliar en dos variedades de arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) bajo invernadero.

Vargas Espinoza Everardo

Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato, Dirección Agroalimentaria, México. E-mail:
vargase@utsoe.edu.mx

Gaytán Ruelas Marina

Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato, Dirección Agroalimentaria, México. E-mail:
mgaytanr@utsoe.edu.mx

Adriana Paola Martínez Camacho

Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato, Dirección Agroalimentaria, México. E-mail:
a.martinez@utsoe.edu.mx

Calderón Ruiz Alberto

Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato, Dirección Agroalimentaria, México. E-mail:
acalderonr@utsoe.edu.mx

Resumen

El presente trabajo de investigación, realizado en el 2023 en Valle de Santiago, Gto., tuvo como objetivo implementar el manejo nutricional vía fertirriego y foliar en la etapa vegetativa de dos variedades de arándano (*Vaccinium corymbosum* L.), variedad Ventura y variedad Biloxi bajo invernadero, donde a través de un diseño experimental completamente al azar se tomó una muestra de tres plantas por cuatro repeticiones de cada variedad. Las variables evaluadas fueron número de brotes, altura de brotes, nivel de clorofila y concentración de nitratos en savia. Se realizó un ANOVA, en el cual, para número de brotes y nivel de clorofila no hubo diferencias estadísticas (Tukey $p \leq 0.05$). Por otro lado, para las variables altura de brotes y nivel de nitratos, el análisis sí mostró diferencias significativas (Tukey $p \leq 0.05$) en las variedades de arándano establecidas. La variedad Biloxi resultó en un mayor contenido de nitratos y con los brotes más cortos, pero más vigorosos en diámetro, relacionándose también con una temprana floración. De manera visual las variedades tienen diferencias en cuanto a color del follaje, arquetipo, desarrollo de brotes secundarios, así como también en precocidad.

Palabras clave: Arándano, Brotes, Clorofila, Nitratos.

The present research work, carried out in 2023 in Valle de Santiago, Gto., had the objective of implementing nutritional management via fertigation and foliar in the vegetative stage of two varieties of blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.), Ventura and Biloxi variety under greenhouse, where through a completely randomized experimental design, a sample of three plants per four replications of each variety was taken. The variables evaluated were shoot number, shoot height, chlorophyll level and nitrate concentration in sap. An ANOVA was performed, in which, for number of shoots and chlorophyll level there were no statistical differences (Tukey $p \leq 0.05$). On the other hand, for the variables shoot height and nitrate level, the analysis did show significant differences (Tukey $p \leq 0.05$) in the established blueberry varieties. The Biloxi variety resulted in a higher nitrate content and with shorter shoots, but more vigorous in diameter, also related to early flowering. Visually, the varieties differed in foliage color, archetype, secondary shoot development, as well as earliness.

Keywords: Blueberry, Sprouts, Chlorophyll, Nitrates

1. INTRODUCCIÓN

El cultivo de berries en México se ha vuelto popular, ya que, hoy en día este tipo de frutilla ocupa el tercer lugar de importancia dentro de las exportaciones del sector agrícola; donde México se ha convertido en el cuarto exportador mundial, cultivando alrededor de 34 mil hectáreas de berries, dentro de ellas se puede encontrar el arándano o blueberry (FND, 2021).

El proyecto consistió en la evaluación del fertirriego y fertilización foliar, en el desarrollo de dos variedades de arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) bajo las condiciones de clima y de infraestructura con que se cuenta en la Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato, en Valle de Santiago, Gto.; debido a que por su ubicación geográfica y por sus condiciones edafo climáticas, es un zona con potencial para el establecimiento y producción del arándano; además de que, al ser un cultivo por primera vez establecido en la universidad, sirva para demostrar y divulgar a los productores los resultados obtenidos.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

La fertirrigación es la técnica que ha permitido proporcionar la cantidad de agua y nutrientes, en el momento y lugar que las plantas necesitan. Esta técnica esta sobre todo asociada con el uso de sistemas de riego localizado, que hacen más eficiente el uso de agua. Permite el fraccionamiento de los nutrientes acorde a los requerimientos del cultivo ha posibilitado reducir la cantidad de fertilizantes empleados en el cultivo de arándano. Asimismo, ha brindado mejoras en la producción y calidad de los frutos cosechados (INTAGRI, 2018).

El riego localizado presenta numerosas ventajas respecto al sistema de riego tradicional en relación a la utilización de aguas salinas y al ahorro de agua. Una de las ventajas de este sistema es la dosificación racional de fertilizantes, control de contaminación, automatización de la fertilización; mientras que entre las desventajas está el coste inicial de infraestructura, obturación de goteros, etc. En el sistema de fertirriego se pueden emplear fertilizantes sólidos y líquidos; los sólidos suelen ser sales puras cristalinas de solubilidad muy elevada, previamente se tienen que disolver en agua para después colocarse en el contenedor de agua (Cadahía, 2005).

El objetivo de la fertilización es eliminar las limitaciones que comprometan el rendimiento y la calidad del cultivo de arándano aplicando los nutrientes con base en la demanda. La fertilización aplicada, debe sustentarse con análisis de suelo y foliares, teniendo en cuenta también las condiciones climáticas, estructura, desarrollo de la planta y experiencia del manejo agronómico (Retamales, 2022).

La fertilización foliar se utiliza para corregir las deficiencias nutrimentales en los cultivos, mejora el vigor de las plantas, rendimiento y calidad de los frutos, algunos factores que influyen en la fertilización foliar son: pH de la solución, surfactantes, adherentes, presencia de sustancias activadoras, nutrimento y el ion acompañante de la aspersión, concentración de la solución, temperatura, luz, humedad relativa y hora de aplicación (Trinidad y Aguilar, 1999).

Srivastava y Singh (2003), indican otros factores como son edad de la hoja, cutícula, estomas, tricomas, turgencia de la hoja y condición nutricional de la planta.

Las fuentes fertilizantes utilizadas deben ser solubles en agua y con un alto grado de pureza. Dentro de algunas fuentes utilizadas en la fertirrigación del arándano se encuentra el sulfato de amonio, urea, sulfato de magnesio, sulfato de potasio, ácido fosfórico, nitrato de magnesio, fosfato monopotásico, fosfato monoamónico, calcio con ácidos carboxílicos, entre otras. Para producción orgánica los fertilizantes empleados que actualmente se utilizan son: harina de pescado, sangre de pescado, roca fosfórica, sulfato de potasio, sulfato de magnesio, sulfato de calcio, vermicomposta o ácido cítrico. Es importante que durante la preparación de las soluciones madre que se inyectarán al sistema de riego se tenga en consideración la compatibilidad de los fertilizantes, que evite taponamientos en los emisores. Se ha evaluado que entre más fraccionada este la aplicación de fertilizantes mediante el sistema de riego en el arándano, los cambios de la conductividad eléctrica en la zona de raíces serán menores, evitando con ello posibles daños en la productividad del cultivo (Hirzel, 2018).

El arándano al tener raíces superficiales, tiene una buena respuesta al riego por goteo, sin embargo, existe un nivel óptimo de riego en el cual el rendimiento es mayor y, a medida que se aleja de ese nivel, la producción se puede ver afectada. El arándano concentra mayor volumen radicular a profundidades de 25 a 30 cm, es así que cubrir esa profundidad sería el objetivo del riego (Undurraga y Vargas, 2013).

Los sistemas de riego tecnificado permiten regar con frecuencias altas y ofrecen la posibilidad de realizar fertirrigación, el riego por goteo es el más adecuado (García y Ciordia, 2018).

El fertirriego cuantitativo es comúnmente usado para aplicar los fertilizantes a donde las cantidades se calculan por demanda del cultivo por hectárea sin importar la lámina de riego aplicada ni el momento de aplicación. Mientras que el fertirriego proporcional, es el más usado en medios sin suelo y en suelos arenosos donde en este caso se inyecta una cantidad de solución de fertilizantes por cada unidad de agua que ingresa por el sistema de riego, por ejemplo, litros/m³ (Vidal, 2019).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Localización del proyecto

El trabajo fue realizado de enero a abril del 2023 en el invernadero 2 de la carrera de Agricultura Sustentable y Protegida de la Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato (UTSOE), ubicada en el municipio de Valle de Santiago, Gto., en el Km 1.2 carretera Valle-Huanímaro, en las coordenadas 20° 24' 1.04" latitud norte y 101° 13' 19.52" de longitud oeste. El área destinada para el proyecto fue de 60 m².

3.2 Material vegetal

Se dispuso de 76 plantas de arándano, establecidas en dos hileras; 38 de la variedad Ventura con 2 años de edad, y 38 de la variedad Biloxi de 3 años de edad, las cuales fueron donadas por la empresa Cravo Equipment LTD. Las plantas fueron establecidas bajo invernadero, en macetas de plástico con capacidad de 15 L y en sustrato de fibra de coco en mezcla con perlita, a una distancia entre hileras de 1.5 m y a 60 cm entre plantas, a una sola hilera, teniendo una densidad de 1.1 plantas/m².

3.3 Diseño experimental y análisis de datos

El experimento se estableció bajo un diseño experimental completamente al azar, con dos tratamientos (variedades de arándano) y con cuatro repeticiones. Las repeticiones estuvieron conformadas por tres plantas de cada variedad.

Con los datos obtenidos se realizó un ANOVA y fueron analizados estadísticamente con una prueba de Tukey usando Minitab 17.

3.4 Variables evaluadas

Se hizo una evaluación en la semana 5 del experimento, sobre el número de brotes antes de retirar aquellos infectados por tizón bacteriano (*Pseudomonas syringae*). Durante las tres últimas semanas de la investigación, se evaluó semanalmente el nivel de clorofila con ayuda del medidor Fiel Scout 1000, así como la concentración de nitratos (ppm) con ionómetro portátil, en savia extraída con ayuda de un mortero. Finalmente, en la semana 7, se evaluó también la altura de brotes (cm) con ayuda de una cinta métrica.

3.5 Manejo agronómico

Con respecto a la nutrición vía fertirriego, ésta se implementó con base en una solución nutritiva Steiner a 1 dS/m, durante las primeras cuatro semanas después de la poda a piso. A partir de la semana 5, se trabajó la solución nutritiva a 1.5 dS/m, sin tratamiento de ósmosis, empleando el agua para riego con una CE de 1 dS/m, con un pH de 8 y una RAS de 4.4. En general, las labores culturales llevadas a cabo dentro del sistema protegido consistió en lo siguiente: corrección de fugas en el sistema de fertirriego, sellado de bolsas rotas; desmalezado de orillas del invernadero y en las macetas; monitoreo de plagas y enfermedades; monitoreo de temperatura y humedad relativa, así como de parámetros de pH y CE. También se realizaron aplicaciones fitosanitarias semanalmente, para el control de tizón bacteriano, mosquita blanca y trips. Se realizaron aplicaciones foliares de fertilizantes y de bio estimulantes, cada semana.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La prueba de comparaciones de medias (Tukey $p \leq 0.05$), destacó que, para la variable número de brotes y el nivel de clorofila, no hubo diferencias significativas, al inicio de la floración de ambas variedades (semana 7), lo cual indica que, ambas variedades aprovecharon y realizaron con la misma magnitud, el metabolismo por efecto de la síntesis de clorofila. Sin embargo, en la concentración de nitratos, los datos reflejaron evidencia significativa ($p \leq 0.05$) que la variedad Biloxi presentó mayor concentración de nitratos, en comparación con Ventura (Tabla 1).

Para este estudio, se pudo demostrar estadísticamente que, ambas variedades tienen un desarrollo similar en cuanto a número de brotes, bajo condiciones protegidas con la misma nutrición aplicada vía fertirriego y foliar; aunque los brotes de la variedad Ventura, estadísticamente desarrollaron mayor vigor en longitud o altura (Tabla 1). A pesar que Biloxi tuvo menor altura de brotes, estos se desarrollaron más vigorosos en cuanto al diámetro, lo que puede ser favorable para que los tallos resistan más al manejo cultural, carga de producción, viento, entre otros factores adversos.

Tabla 1. Comparación de medias para las variables morfológicas y nutrimentales, en dos variedades de arándano en sistema protegido en Valle de Santiago, Gto.

En el trabajo de Raigón, *et al.*, (2006) mencionan que, la existencia de nitrógeno de forma abundante ayuda en la formación de clorofila, aumentando la actividad de fotosíntesis y a su vez el desarrollo vegetal; sin embargo, en el presente trabajo se observó que, tanto el nivel de clorofila, así como el número de brotes (Figura 1) entre ambas variedades es similar, estadísticamente.

Variedad	Número de brotes	Altura de brotes (cm)	Clorofila	Nitratos (ppm)
Ventura	29.75 a	70.25 a	265 a	333.5 b
Biloxi	27 a	60.75 b	263.25 a	545.5 a
DMS	3.07	6.02	2.32	50.36

DMS: Diferencia mínima significativa.



Figura 1. Desarrollo de brotes en plantas de arándano variedad ventura bajo invernadero. Valle de Santiago, Gto.

Así también, Rodríguez *et al.*, (2020), dicen que, a mayores dosis de nitrógeno, se obtuvieron mayores valores de altura de planta, número de hojas, índice de clorofila, fotosíntesis neta, contenido de nitrógeno foliar y precocidad de planta en el cultivo de maracuyá. Considerando éste último atributo, se pudo observar que, la variedad Biloxi, que fue la de mayor concentración de nitratos, fue la más precoz en cuanto al inicio de floración (Figura 2), a pesar de ser su tercer año de producción.



Figura 2. Signos de inicio de floración en plantas de arándano variedad Biloxi bajo invernadero. Valle de Santiago, Gto.

El mantenimiento del sistema de riego por goteo, evitó el desperdicio de agua; y las aplicaciones de nutrientes vía foliar, complementaron la nutrición vía fertirriego.

5. CONCLUSIONES

La variedad Biloxi presentó mayor concentración de nitratos, en comparación con Ventura, al cabo de siete semanas después de la poda. Las variables número de brotes y nivel de clorofila, no presentaron diferencias significativas, al inicio de la floración de ambas variedades. Biloxi tuvo menor altura de brotes (60.75 cm), pero siendo más vigorosos en cuanto al diámetro. La variedad Biloxi, fue la más precoz en cuanto al inicio de floración, a pesar de ser su tercer año de producción. La nutrición con fuentes químicas solubles, así como fertilizantes foliares, deben ser un complemento en un plan de manejo nutricional en el cultivo de arándano, además de aplicaciones de bioestimulantes.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cadahía L. C. (2005). Fertirrigación: Cultivos Hortícolas, frutales y ornamentales. En Fertirrigación: Cultivos Hortícolas, frutales y ornamentales (3 ed., págs. 73-99). Paracuellos de Jarama, Madrid, España: Grupo Mundi Prensa.
- Financiera Nacional de Desarrollo Agropecuario, Rural, Forestal y Pesquero. (2021). Gobierno de México. <https://www.gob.mx/fnd/articulos/la-berries-enmexico?idiom=es> (Consultado 13 de Febrero de 2023).
- García J. y Ciordia, M. (2018). El cultivo del arándano en el norte de España. Ed. Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario. Madrid, España.
- Hirzel, C. J. F. 2018. Fertilización del Cultivo de Arándano en Chile. Serie Frutillas. Núm. 23. Artículos Técnicos de INTAGRI. México. 9 p.
- INTAGRI (2018). Manejo de la Fertirrigación en Arándano. Serie Frutillas. Núm. 24. Artículos Técnicos de INTAGRI. México. 6 p.
- Raigón, M.; García M. M.; Guerrero, C.; Esteve, P. (2006). Actividad de la nitrato reductasa y su relación con los factores productivos en la lechuga. Universidad Politécnica de Valencia (157). Recuperado el 16 de abril de 2023, de [https://www.agroecologia.net/recursos/publicaciones/publicacionesonline/2006/CD%20Congreso%20Zaragoza/Ponencias/157%20Raig%C3%B3n%20Com%20Actividad.pdf#:~:text=La%20existencia%20de%20nitrante%20colabora,gran%20desarrollo%](https://www.agroecologia.net/recursos/publicaciones/publicacionesonline/2006/CD%20Congreso%20Zaragoza/Ponencias/157%20Raig%C3%B3n%20Com%20Actividad.pdf#:~:text=La%20existencia%20de%20nitrante%20colabora,gran%20desarrollo%20)
- Retamales, J. (2022). Estrategias para optimizar el calcio en frutos de arándano. XIX Seminario Internacional Blueberries 2022.
- Rodríguez Y. G. A.; Pradenas A. H. E.; Basso de Figuera, C. A.; Barrios G. M.; León P. R. I.; Pérez M. M. (2020). Efecto de dosis de nitrógeno en la agronomía y fisiología de plantas de maracuyá. *Agronomía Mesoamericana*, 31(1), 117-128.
- Srivastava, A.K. & Singh, S. (2003). Foliar fertilization in citrus – A review. *Agricultural Reviews*, 24(4), 250- 264.
- Trinidad, S. A. & Aguilar, M. D. (1999). Fertilización foliar, un respaldo importante en el rendimiento de los cultivos. *Terra*, 17(3), 274-255.
- Undurraga, P., y Vargas, S. (2013). Manual de arándano. INIA. Chile. 45 p.
- Vidal, I. (2019). Fertirrigación: Desde la teoría a la práctica (1st ed.). Universidad de Concepción. Chile. 231 p.

7. AGRADECIMIENTOS

A la empresa Cravo Equipment LTD, por la donación de plantas de arándano a la carrera de Agricultura Sustentable y Protegida.

La estrategia de negocio en las MyPes de Valle de Santiago, Guanajuato.

Sandra Ivette García Pichardo

Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato, Dirección Económico-Administrativo, México
sgarciap@utsoe.edu.mx

María Guadalupe Uribe Plaza

Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato, Dirección Económico-Administrativo, México
mguiribe@utsoe.edu.mx

Patricia del Carmen Mendoza García

Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato, Dirección Económico-Administrativo, México
pcmendoza@utsoe.edu.mx

Resumen

Michael Porter (2002), reconoce el gran impacto de la estrategia empresarial y la clasifica tomando como base las tres metas fundamentales que toda empresa debe perseguir para hacerse competitivo, siendo éstas: el liderazgo en costos, la diferenciación y el enfoque. Dada la importancia de esta variable para que las MyPes tengan un mejor posicionamiento el mercado se propone la siguiente investigación que tiene como objetivo identificar y describir las principales estrategias a las que orientan sus decisiones de negocios las MyPes de la ciudad de Valle de Santiago, Guanajuato; para ello se parte de un estudio cuantitativo no experimental, transversal y con alcance descriptivo; utilizado como instrumento de recolección el cuestionario, aplicándose a un total de 511 empresarios de la región. Este estudio contribuye a la generación de conocimiento sobre el modelo de gestión de las MyPes, lo cual permitirá diseñar estrategias que busquen maximizar su productividad.

Palabras clave: Estrategia de negocio, MyPes, productividad.

Abstract

Michael Porter (2002), recognizes the great impact of business strategy and classifies it based on the three fundamental goals that every company must pursue to become competitive, these being: cost leadership, differentiation and focus. Given the importance of this variable for Mypes to have a better positioning in the market, the following research is proposed, which aims to identify and describe the main strategies to which the MyPes of the city of Valle de Santiago, Guanajuato; guide their business decisions for this, we start from a non-experimental, cross-sectional quantitative study with a descriptive scope; The questionnaire used as a collection technique was applied to a total of 511 businessmen in the region. This study contributes to the generation of knowledge about the management model of MyPes, which will allow the design of strategies that seek to maximize their productivity.

Keywords Business strategy, MyPes, corporate strategy.

1. Introducción

Las pequeñas y medianas empresas juegan un papel crucial en la economía del país, por su aportación al PIB y generación de fuentes de empleo; en México el 99.8% de las unidades económicas existentes, son consideradas Pymes, y a pesar de su contribución, no han alcanzado la competitividad que les permite posicionarse en el mercado y competir a la par con las grandes empresas en un entorno altamente cambiante, dinámico y exigente (López, 2018); su tasa de mortalidad es alarmante, ya que la gran mayoría no sobreviven más de dos años después de haber sido creadas.

Dentro de este contexto, la implementación de estrategias se convierte en factor clave para prever y establecer alternativas viables que la empresa debe asumir para responder a las exigencias del entorno (García et al., 2019); en este sentido, la estrategia organizacional puede ser vista como un modelo de decisiones de una empresa que determina sus objetivos, así como las políticas y planes para lograr esos objetivos y define el tipo de negocios que la empresa va a perseguir, la clase de organización económica y humana que es y será, y la contribución que intenta aportar a sus partes relacionadas, como accionistas, trabajadores, clientes y comunidad (Pacheco, 2013).

Algunas micro y pequeñas empresas perciben que la competencia y cambios del entorno las obligan a emprender estrategias para asegurar su permanencia y posicionamiento en el mercado, entre las cuales se encuentran la orientación hacia las ventas, producción, gestión del capital humano, creación de valor para el cliente, marketing, la capacitación de los empleados (Vagarecha et al., 2022), así como estrategias para mejorar la calidad del producto, de segmentación de mercado, diferenciación y políticas de precio (Avolio, Mesones & Roca, 2011).

De esta manera el presente trabajo tiene como objetivo identificar y describir las principales estrategias a las que orientan sus decisiones de negocios las MyPes de la ciudad de Valle de Santiago, Guanajuato, usando la investigación cuantitativa de alcance descriptivo, como instrumento de investigación se utilizó el cuestionario anual de la RELAYN 2023, aplicado de manera presencial a los directivos de una muestra de unidades económicas de la región de Valle de Santiago.

2. Revisión de literatura

2.1 La Estrategia de negocio

Quinn (2005) define la estrategia organizacional como un plan integral de metas y políticas que plantea actividades a realizar; en este mismo sentido Thompson et al. (2012) señala que se trata de un plan que vincula las ventajas competitivas de la empresa con los retos del entorno; es decir, es un conjunto de acciones cuya formulación demanda un diagnóstico situacional y que se ejecutan con el fin de lograr una ventaja competitiva (Lalaleo & Martínez, 2022), coinciden en esta visión Johnson et al. (2006) al definirla como la dirección y alcance a largo plazo para lograr una ventaja competitiva al coordinar recursos y competencias.

Otra visión teórica la analiza desde dos perspectivas, la estrategia competitiva y la corporativa, la primera se ocupa de cómo la empresa compite en cada unidad de negocio y la segunda, analiza en cuáles negocios y mercados se debe competir, sin embargo, existe una correlación entre ambas ya que el diseño de la estrategia corporativa depende de las ventajas competitivas que la empresa busca en cada una de sus unidades de negocios (Tarziján, 2008), y no deben ser vistas por separado ya que son producto de un mismo proceso de selección estratégica.

La estrategia provee una guía para las decisiones que tiene que tomar la empresa con el fin de generar valor, competitividad y rentabilidad (Ramírez, 2013); para ello se debe partir de un diagnóstico de la situación actual, un entendimiento de los objetivos y metas que se pretenden cumplir (Tarziján, 2008) y un análisis de los factores que interactúan en el entorno para definir puntos fuertes y críticos (Muñiz et al., 2022).

2.2 Importancia de la estrategia

El fortalecimiento tecnológico y la entrada de competidores obliga a las empresas a buscar la diferencia en sus productos y servicios, así como a incursionar en nuevos mercados, para lo cual la estrategia corporativa tiene un peso relevante (Ramírez, 2013); el planteamiento de la estrategia de negocio se asocia con la obtención de los resultados previstos, por medio de acciones que proporcionen ventaja a la empresa en un ambiente caracterizado por la incertidumbre y el cambio (Lalaleo & Martínez, 2022; Tapia et al., 2020).

Ante una situación de crisis, la definición de la estrategia de gestión permitirá a la empresa anticiparse a los cambios del mercado y con ello asegurar su posición en relación con los competidores y su permanencia en el sector (Vagarecha et al., 2022); se enfatiza en la importancia de la estrategia por su contribución en la construcción de la ventaja competitiva de la organización, lo que le permitirá generar un rendimiento superior al promedio (Pacheco, 2013).

La competitividad se ve involucrada en las organizaciones, y ha obligado a cambiar los planes de éstas hasta obtener buenos resultados, lo que propicia la aplicación en las mejoras de los procesos. Para eso las tácticas se modifican y las estrategias toman relevancia en los escenarios de competencia (Arellano, 2005).

2.3 Tipología de las estrategias de negocio

No existe una única tipología o clasificación única de las estrategias de negocio, autores como Montes (2020) reconoce las siguientes categorías:

- Estrategias defensivas: éstas son resultado de las amenazas detectadas en el entorno y las debilidades de la empresa.

- Estrategias adaptativas: las cuales se desarrollan como resultado de las oportunidades presentes en el entorno y las debilidades, de forma que permiten redefinir las estrategias trazadas originalmente.
- Estrategias reactivas: se desarrollan para responder a las amenazas del entorno y consideran las capacidades y fortalezas internas para su formulación.
- Estrategias ofensivas: son resultado de las oportunidades del entorno y las fortalezas internas; en esta categoría la empresa adopta estrategias de crecimiento o agresivas.

Sin embargo, de acuerdo con Porter (1982) son tres las estrategias genéricas: liderazgo en costes, diferenciación y enfoque o alta segmentación.

2.4 Estrategias en Pymes

A menudo las micro, pequeñas y medianas empresas no tienen una estrategia formal ni escrita, sino que ésta se maneja de forma empírica o intuitiva (Lalaleo & Martínez, 2022; Vagarecha et al., 2022), lo anterior puede explicarse, entre otras razones, por el desconocimiento del gerente o propietario ante las distintas variables y fuerzas que afectan el entorno (Vagarecha et al., 2022).

Sin embargo, resulta importante destacar que a pesar de las limitaciones financieras, en conocimientos y recursos, las pequeñas empresas presentan ventajas para la adopción de nuevas estrategias, entre ellas su flexibilidad en el esquema de trabajo, se adaptan mejor y con más rapidez a los cambios del entorno y cuentan con un menor número de trabajadores, lo cual facilita la aceptación de nuevos planes de trabajo; además, la interacción directa que tienen con el cliente les facilita la evaluación de las estrategias implementadas para determinar si son o no las adecuadas (Zerón, Mendoza & Lara, 2009).

Algunas Pymes han optado por emprender acciones que les permitan asegurar su posicionamiento y permanencia en el mercado; estas acciones dieron lugar a la adopción de un tipo de estrategia: de mantenimiento o diversificación (Montes, 2020), otros enfoques importantes para considerar la orientación hacia las ventas, producción, gestión del capital humano, creación de valor para el cliente, marketing, la capacitación de los empleados (Vagarecha et al., 2022), así como estrategias para mejorar la calidad del producto, de segmentación de mercado, diferenciación y políticas de precio (Avolio, Mesones & Roca, 2011).

3. Metodología

El presente trabajo de investigación ha sido propuesto por la Red de Estudios Latinoamericanos en Administración y Negocios (RELAYN, 2023), la cual consiste en conceptualizar la Micro y Pequeña Empresa (MyPe) como una serie de elementos de entradas, procesos y salidas enmarcados en un ambiente que influye según la percepción del director, considerado como la persona que toma la mayor parte de las decisiones.

Este estudio tiene un enfoque cuantitativo, de tipo descriptivo, con un diseño transversal. Tiene como objetivo identificar y describir las principales estrategias a las que orientan sus decisiones de negocios las MyPes de la ciudad de Valle de Santiago, Guanajuato.

Considerando una población de 5210 unidades económicas (INEGI, 2023), se realizó un muestreo probabilístico aleatorio simple de las MyPes de Valle de Santiago, cuya cantidad de colaboradores oscile entre 2 y 50 trabajadores, buscando un 95% de confianza, con 5% de error y una probabilidad estimada de $p= 0.5$ o 50%, obteniendo una muestra de 511 unidades económicas.

Como instrumento de investigación se utilizó el cuestionario anual de la RELAYN 2023, el cual fue aplicado de manera presencial, presentando un $\alpha=0.930$, (Peña & Aguilar, 2023). El cuestionario está integrado por seis partes o bloques, cabe señalar que para este estudio solo se consideró un ítem correspondiente a la segunda parte en la cual se abordan los datos del directivo y el tiempo de dedicación a las labores de la empresa.

4. Resultados

De esta manera se observa que hay 511 casos válidos, donde el 100% de éstos se pudieron procesar.

Tabla 1. Resumen del procesamiento de los casos

Resumen del procesamiento de los casos						
	Casos					
	Válidos		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
¿Cuál es la estrategia principal para la empresa hoy en día?	511	100.0%	0	0.0%	511	100.0%

Fuente: elaboración propia

Tabla 2. Descriptivos

Descriptivos		
	Estadístico	Error típ.

¿Cuál es la estrategia principal para la empresa hoy en día?	Media		3.01	.067
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	2.87	
		Límite superior	3.14	
	Media recortada al 5%		2.95	
	Mediana		2.00	
	Varianza		2.292	
	Desv. típ.		1.514	
	Mínimo		1	
	Máximo		6	
	Rango		5	
	Amplitud intercuartil		2	
	Asimetría		.307	.108
	Curtosis		-1.127	.216

Fuente: elaboración propia

La resistencia media es de 3.01, con un error típico de 0.67. lo que refleja una variabilidad esperada si se repitieran los experimentos o se tomaran más muestras.

Tabla 3. Estimadores para la media

Estimadores-M				
	Estimador-M de Huber ^a	Biponderado de Tukey ^b	Estimador-M de Hampel ^c	Onda de Andrews ^d
¿Cuál es la estrategia principal para la empresa hoy en día?	2.90	2.84	2.91	2.85
a. La constante de ponderación es 1.339.				
b. La constante de ponderación es 4.685.				
c. Las constantes de ponderación son 1.700, 3.400 y 8.500.				
d. La constante de ponderación es 1.340*pi.				

Fuente: elaboración propia

Considerando el parámetro b de Tukey se observa un valor de 2.84, el cual muestra que el estimador sea robusto frente a datos extremos, manteniendo la eficiencia para las observaciones dentro del rango esperado.

Tabla 4. Percentiles

Percentiles

		Percentiles						
		5	10	25	50	75	90	95
Promedio ponderado (definición 1)	¿Cuál es la estrategia principal para la empresa hoy en día?	1.00	1.00	2.00	2.00	4.00	5.00	6.00
Bisagras de Tukey	¿Cuál es la estrategia principal para la empresa hoy en día?			2.00	2.00	4.00		

Fuente: elaboración propia

El promedio ponderado muestra que la mayoría de las empresas seleccionan estrategias cercanas a 2.00 (en el percentil 25 y 50), pero hay algunas que seleccionan valores más altos (hasta 6.00 en el percentil 95).

Este promedio ponderado es una media ajustada para reflejar la importancia o peso de cada valor, lo que podría significar que ciertas estrategias (valores) son más frecuentes o importantes que otras.

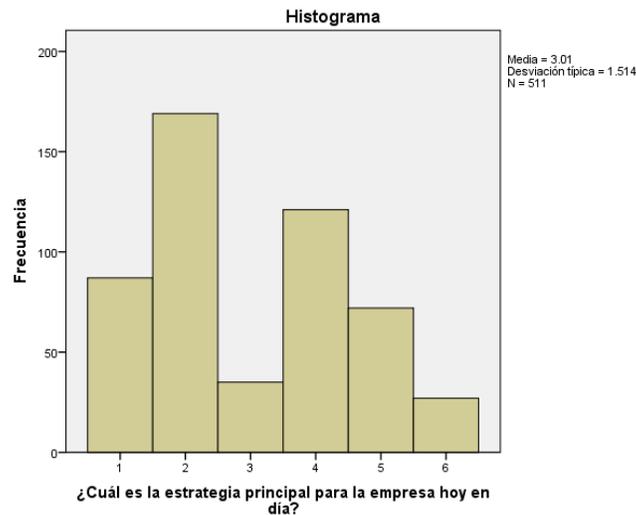


Figura 1 Distribución de las respuestas

Se observa que la mayoría de las empresas seleccionan una estrategia valorada en 2. La distribución está sesgada hacia la derecha, con una mayor concentración de empresas en los valores bajos de la estrategia. Se refuerza que la media indica que el valor promedio de la estrategia está alrededor de 3, y la desviación estándar (1.514) sugiere una variabilidad moderada entre las respuestas.

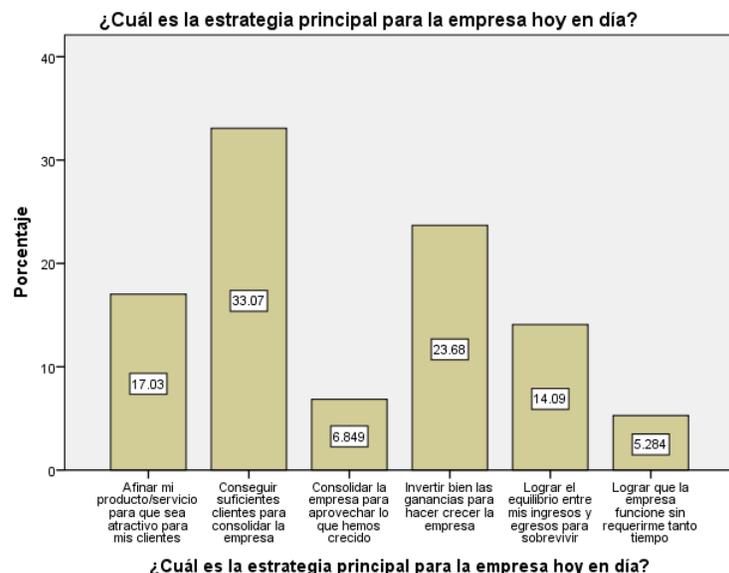


Figura 2. Estrategia utilizada principalmente

De esta manera se observa que la estrategia principal que utilizan hoy las MyPes de Valle de Santiago es conseguir suficientes clientes para poder crecer adecuadamente con un 33.07%, el 23.68% menciona el invertir bien las ganancias para hacer crecer la empresa a largo plazo, un 17.03% expresa el afinar su producto/servicio para que sea atractivo para sus clientes, el 14.09% busca lograr el equilibrio entre sus operaciones y las necesidades del cliente, el 6.849% consigue los recursos económicos necesarios para hacer crecer la empresa y solo el 5.264% logra que su empresa funcione sin requerir tanto de su intervención directa.

5. Discusión

En el contexto de la estrategia empresarial, podría implicar que la mayoría de las empresas tienen estrategias similares y básicas, optando principalmente por emprender acciones que les permitan asegurar su permanencia y posición en el mercado mediante la orientación hacia las ventas y la creación de valor para el cliente mejorando la calidad del producto, como en los estudios de Montes (2020); Vagarecha et al. (2022) y Avolio, Mesones & Roca (2011); y solo una minoría está adoptando enfoques más ambiciosos o avanzados.

Estas acciones implementadas por las empresas pueden considerarse como estrategias defensivas dentro de la categoría propuesta por Montes (2020), es decir se trata de acciones que son resultado de las amenazas detectadas en el entorno y las debilidades de la empresa, como el aumento de empresas competidoras, la contracción económica del sector o defectos en el producto, servicio y procesos internos.

Las estrategias relacionadas con recursos económicos o independencia operativa (requiriendo menos intervención directa del dueño o gerente) son menos comunes.

La obtención de recursos económicos y la autonomía operativa (funcionar sin intervención directa) son estrategias seleccionadas por una minoría de empresas, lo que puede indicar que no es el enfoque inmediato para la mayoría.

Con los resultados se observa que de las estrategias genéricas propuestas por Porter, las MyPes de la región se enfocan más en la implementación de estrategias de diferenciación, dejando un poco de lado el tema de alta segmentación y liderazgo en costos.

6. Conclusiones

El hecho de que la mayoría de las empresas estén en los valores bajos podría sugerir que muchas empresas no están invirtiendo fuertemente en innovación, mientras que solo unas pocas están enfocadas en estrategias más avanzadas.

La mayoría de las empresas tiene una visión o enfoque estratégico que no es de los más ambiciosos (según las categorías de la encuesta), centrándose en lograr un crecimiento de la empresa a través de las ventas y la reinversión de utilidades; mientras que pocas empresas adoptan una estrategia que se considera más avanzada o global, que incluya decisiones operativas y de financiamiento, en lugar de centrarse solo en aumentar el número de clientes.

El conseguir suficientes clientes para poder crecer adecuadamente, al ser la estrategia más seleccionada por las empresas, indica que el crecimiento basado en el aumento de clientes es la prioridad más frecuente; es claro que el tema de liquidez es crucial para las pequeñas empresas, por lo que les resulta más fácil mantener este indicador aumentando las ventas, en lugar de implementar estrategias de liderazgo en costos o segmentación, cuyos resultados se reflejarían en el negocio más a mediano y largo plazo.

El invertir bien las ganancias para hacer crecer la empresa, demuestra la preocupación de las MyPes por emprender acciones encaminadas a la correcta gestión financiera de su capital, con lo cual aseguren su permanencia en el mercado.

De esta manera las empresas están, en su mayoría, preocupadas por aumentar su base de clientes y gestionar sus ganancias para garantizar su crecimiento, mientras que aspectos como la obtención de recursos financieros o la autonomía operativa son menos prioritarios en el presente.

Se concluye que el crecimiento de clientes y la gestión financiera son los principales motores del éxito empresarial de las MyPes de la región estudiada.

Referencias

- Arellano, G. (2005). Gestión Estratégica para el Sector público: Del pensamiento Estratégico al cambio Organizacional. p. 66. (F.C.E., Ed.) México.
- Avolio, B., Mesones, A. y Roca, E. (2011). Factores que limitan el crecimiento de las Micro y Pequeñas Empresas en el Perú (MYPES). *Strategia*. (22), 70-80.

- Cepeda, S., Velásquez, L. y Marín, B. (2017). Análisis evaluativo a los procesos de marketing en la internacionalización de las pequeñas y medianas empresas de alimentos de Medellín. *Estudios Gerenciales*, 33 (144), 271-280.
- García, J., Paz, A. & Cantillo, N. (2019). Estrategias y habilidades para la competitividad: Caso de Pymes del Sector Construcción en Barranquilla. *Revista Aglala*, 10(1), 312-339. <https://doi.org/10.22519/22157360.1349>
- Lalaleo, A. F. & Martínez, A. (2022). Estrategias empresariales en el contexto de las medianas empresas manufactureras. Una búsqueda especializada de literatura. *Revista Killkana Sociales*, 6, 41-54. <https://doi.org/10.26871/killkanasocial.v6i4.1194>
- Lefort, F. (2003). Gobierno Corporativo: ¿Que Es? Y ¿Como Andamos Por Casa? *Cuadernos de Economía*, 40(120), 207-237. doi:10.4067/S0717-68212003012000002
- López, V. M. (2018). La competitividad de las pymes en México, retos y oportunidades ante un mundo globalizado. *Horizontes de la Contaduría en las Ciencias Sociales*, 9, 79-91.
- Montes, D. (2020). La implementación y los tipos de estrategias. Universidad San Marcos. <https://repositorio.usam.ac.cr/xmlui/handle/11506/1290>
- Muñiz, L. P., Tomalá, R. A., & Alvarado, J. Y. (2022). La planificación estratégica y su aporte al desarrollo empresarial de las Mipymes en Manabí. *Revista Científica Dominio de Las Ciencias*, 8(1), 372-383. <http://dominiodelasciencias.com/ojs/index.php/es/index>
- Peña, N. & Aguilar, O. (2023). Habilidades directivas y clima organizacional. Resultados de una investigación en las micro y pequeñas empresas latinoamericanas. En Estudio de las habilidades directivas y el clima organizacional en las micro y pequeñas empresas de Latinoamérica. Metodología y resultados generales de investigación (1ª. ed., tomo I, pp. 7-15). Peter Lang.
- Red de Estudios Latinoamericanos en Administración y Negocios (RELAYN). (2023). Investigación anual. N. Peña y O. Aguilar (coords.). <https://relayn.redesla.la>. (N. Peña y O. Aguilar, coords.). RedesLA <https://redesla.la>
- Pacheco, C. M. (2013). Estrategias empresariales más utilizadas por las pymes en Sincelejo. *Económicas*, 34(1), 183-202. <https://revistascientificas.cuc.edu.co/economicascuc/article/view/583>
- Quinn, J. (2005). *El proceso estratégico*. Editorial Prentice Hall.
- Ramírez, C., (2013). La importancia de la estrategia corporativa en el desarrollo del producto: una propuesta, *Pensamiento & Gestión*, (35), 182-205. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=64629832008>
- Johnson, G., Sholes, K. & Whittington, R. (2006), *Dirección estratégica*. Pearson Prentice Hall.
- Tapia, H. A., Erazo, J. C., Narváez, C. I., & Matovelle, M. M. (2020). Estrategias para fomentar el emprendimiento y desarrollo empresarial. Caso: Universidad Católica de Cuenca. *Revista Arbitrada Interdisciplinaria Koinonía*, 5(10), 1-29. <https://doi.org/10.35381/r.k.v5i10.837>
- Tarziján, J. (2008). *Fundamentos de Estrategia Empresarial*. Ediciones Universidad Católica de Chile.
- Thompson, A., Gamble, J. & Peteraff, M. (2012). *Administración Estratégica. Teoría y casos México*. Editorial McGraw-Hill Interamericana.
- Vagarecha, A., Neme, S. & Sandoval, M. del C. (2022). Gestión estratégica en las pequeñas y medianas empresas en Mozambique. *Revista Ciencia UNEMI*, 15(38), 73-83. <https://doi.org/10.29076/issn.2528-7737vol15iss38.2022pp73-83p>
- Zerón, M., Mendoza, G. & Lara, J. I. (2009). Pequeñas empresas familiares y sus estrategias de negocios. *Contribuciones a la Economía*. <https://www.eumed.net/ce/2009b/fct.htm>

Análisis Fiscal de Sueldos y Salarios 2024

Autor 1

Andrade Oseguera Miguel Ángel

Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato, Carrera de Contaduría, México,
maandrade@utsoe.edu.mx

Autor 2

Bárceñas Puente José Luis

Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato, Carrera de Contaduría, México,
jbarcenasp@utsoe.edu.mx

Autor 3

Ramírez Barajas Alejandro

Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato, Carrera de Contaduría, México,
aramirez@utsoe.edu.mx

Resumen

En el presente trabajo de investigación se analiza la información legal referente a sueldos y salarios, la identificación de las obligaciones fiscales, el cálculo del Impuesto Sobre la Renta (ISR), para poder cumplir de manera puntual del pagos de los impuestos correspondientes, todo esto para generar el conocimiento sobre la obligación fiscal que las personas que perciban un ingreso por la prestación de un servicio personal subordinado deben de cubrir en tiempo y forma, para evitar problemas con la autoridad.

Las personas asalariadas son contratadas por uno o varios empleadores, de quienes reciben una cantidad de dinero periódicamente y les otorgan beneficios, y por esta percepción se tiene que realizar una serie de cálculos que permiten determinar el monto a declarar y cumplir con sus obligaciones fiscales. Es labor del patrón calcular el impuesto a retener, y para realizarlo debe de conocer los procedimientos establecidos por las autoridades fiscales mediante

Palabras clave: Sueldos y Salarios, contribuciones, impuestos.

Abstract

In this research work, the legal information regarding salaries and wages, the identification of tax obligations, the calculation of the Income Tax (ISR) is analyzed, in order to be able to comply in a timely manner with the payments of the corresponding taxes, everything this. to generate knowledge about the tax obligation that people who received income for the provision of a subordinate personal service must cover in a timely manner, to avoid problems with the authority.

Salaried people are hired by one or more workers, from whom they receive an amount of money periodically and provide them with benefits, and due to this perception, a series of calculations must be carried out to determine the amount to be declared and comply with their tax obligations. It is the employer's job to calculate the tax to be withheld, and to do so he must know the procedures established by the tax authorities through current regulations.

1. Introducción

El tema de sueldos y salarios es una de los principales puntos a considerar en la administración de una empresa, preocupación para los directivos y tema de interés para los colaboradores de la misma. Se da por entendido que es una cuestión económica que solo le compete al área de contabilidad o finanzas. Siendo cierto que es responsabilidad del área Contable/Administrativo.

En el presente trabajo, se analiza la información correspondiente sobre Sueldos y Salarios, para poder comprender el cambio que se ha tenido sobre el tema durante los últimos años, el trámite fiscal para el cálculo del impuesto correspondiente, que las personas que obtienen ingresos por este concepto, tienen la obligación de pagar.

Partiendo de la definición de concepto, diferencia entre sueldos y salarios, los tipos y la determinación del monto del impuesto, obligación que se tiene como ciudadano mexicano de contribuir para con el gasto público de la nación.

Planteamiento del problema

Toda persona que realiza un trabajo digno o decente, tiene derecho a recibir a cambio una compensación económica como beneficio de sus labores realizadas. Los términos y cálculos se ven reflejados en su salario percibido. La falta del conocimiento por parte de los trabajadores con respecto a sus derechos y obligaciones laborales llega a generar incertidumbre sobre el monto que perciben. De igual manera la actualización de la información de acuerdo a las modificaciones que se van realizando respecto al tema de sueldos y salarios, es desconocimiento o poco entendimiento de los trabajadores, que no tienen claro sobre las prestaciones que por derecho tienen. El cálculo y determinación de impuesto sobre nómina, es otro de los puntos importantes que se debe tener en cuenta en el momento perciba la remuneración económica, el patrón es quien retiene dicho impuesto, pero, debe de explicar al trabajador como es que este es determinado.

Justificación

La importancia de conocer para estar actualizado constantemente sobre el tema de sueldos y salarios, los derechos, obligaciones, trámites y reformas que se tienen en el país (México), es competencia de todos los contribuyentes (tanto trabajadores como empleadores). La falta de conocimiento no exime la responsabilidad tributaria, por lo que se debe de informar, analizar y comprender sobre dicho tema, el cual establece los lineamientos para el cumplimiento de las obligaciones fiscales.

Objetivos

General.

Analizar la información referente a sueldos y salarios, su tratamiento fiscal y las modificaciones al 2024, para generar conocimiento sobre las obligaciones fiscales establecidas, y que los empleadores y empleados, cumplan con sus obligaciones fiscales en tiempo y forma.

Específicos

- Análisis de la información sobre sueldos y salarios.
- Identificación de las obligaciones fiscales, para el cumplimiento puntual del pago de impuestos.

2. Revisión de literatura

Trabajo digno o decente

Se debe de dejar claro el concepto de trabajo digno, término que es fundamental para entender el tema de sueldos y salarios.

Se entiende por trabajo digno o decente aquél en el que se respeta plenamente la dignidad humana del trabajador; no existe discriminación por origen étnico o nacional, género, edad, discapacidad, condición social, condiciones de salud, religión, condición migratoria, opiniones, preferencias sexuales o estado civil; se tiene acceso a la seguridad social y se percibe un salario remunerador; se recibe capacitación continua para el incremento de la productividad con beneficios compartidos, y se cuenta con condiciones óptimas de seguridad e higiene para prevenir riesgos de trabajo. (Unión, 2022)

Sueldos y salarios

La definición de los sueldos y salarios depende de las características del puesto que este desempeñando un trabajador dentro de un ente económico. Por lo tanto, el responsable de Recursos Humanos considera el criterio que debe aplicarse para la administración de sueldos y salarios. Actualmente la tecnología ayuda en la consideración de las variables a considerar en el momento de establecer las políticas de la empresa en este tema.

Los sueldos y salarios son parte de la planeación que una empresa hace, por esto la relación que se tiene con el factor productividad para el logro de objetivos. Los trabajadores de un ente económico asocian el valor de este con la remuneración económica que se refleja en la nómina, por esto, si se tiene una mala política salarial puede impactar en el desempeño laboral.

Se tiene que tener claro los conceptos que se maneja ya que el termino de sueldos y salarios suelen utilizarse como sinónimo, pero la realidad es que tienen significado diferente. El sueldo presenta un carácter estrictamente económico, siendo la cantidad monetaria que un empleado percibe regularmente por su trabajo.

El salario, en cambio, se contempla con más matices, por un lado, es posible utilizarlo al referirse a una compensación económica, también puede utilizarse para englobar cualquier tipo de contraprestación que perciba el trabajador, como los beneficios laborales. (Bizneo, 2023)

De acuerdo a la Ley Federal del Trabajo en el Artículo 82, el salario es la retribución que debe pagar el patrón al trabajador por su trabajo. Se puede fijar por unidad de tiempo, por unidad de obra, por comisión, a precio alzado o de cualquier otra manera.

Tratándose de salario por unidad de tiempo, se establecerá específicamente esa naturaleza. El trabajador y el patrón podrán convenir el monto, siempre que se trate de un salario remunerador, así como el pago por cada hora de prestación de servicio, siempre y cuando no se exceda la jornada máxima legal y se respeten los derechos laborales y de seguridad social que correspondan a la plaza de que se trate. El ingreso que perciban los trabajadores por esta modalidad, en ningún caso será inferior al que corresponda a una jornada diaria.

Cuando el salario se fije por unidad de obra, además de especificarse la naturaleza de ésta, se hará constar la cantidad y calidad del material, el estado de la herramienta y útiles que el patrón, en su caso, proporcione para ejecutar la obra, y el tiempo por el que los pondrá a disposición del trabajador, sin que pueda exigir cantidad alguna por concepto del desgaste natural que sufra la herramienta como consecuencia del trabajo.

El Artículo 84 de la Ley de Trabajo señala que el salario se integra con los pagos hechos en efectivo por cuota diaria, gratificaciones, percepciones, habitación, primas, comisiones, prestaciones en especie y cualquiera otra cantidad o prestación que se entregue al trabajador por su trabajo.

Las obligaciones fiscales como asalariado que se deben cumplir:

- Inscribirse en el RFC; se deben proporcionar los datos y documentos necesarios al patrón para que este inscriba a los trabajadores y así realizar el trámite de forma personal o por internet.
- Mantener actualizada la información ante el RFC en los casos de:
 - Cambio de domicilio. Presentar aviso de cambio de domicilio por internet, donde se actualizan los datos de la nueva dirección.
 - Aumento o disminución de obligaciones. Se puede realizar el trámite cuando se cambie de actividad económica o modifique una obligación, como presentación de declaraciones. El trámite se puede iniciar y concluir por internet.
 - Suspensión de actividades. Cuando se interrumpa las actividades económicas. El trámite se puede iniciar y concluir por internet
 - Reanudación de actividades. Después de estar en suspensión de actividades y se vuelva a realizar alguna actividad económica o se tenga alguna obligación fiscal

periódica de pago, por si o por cuenta de terceros. El trámite se puede iniciar y concluir por internet.

- Presentar la declaración anual. Durante el mes de abril de cada ejercicio, en los siguientes supuestos:
 - Si se obtuvo ingresos mayores a 400,000 pesos en el año.
 - Si se trabaja para dos o más patrones en el mismo año, aun cuando no hayas rebasado los 400,000 pesos.
 - Si se solicita por escrito al patrón que no presente la declaración Anual.
 - Si se deajo prestar el servicio antes de 31 de diciembre del año de que se trate.
 - Si se prestó servicios por salarios a personas que no efectúan retención como embajadas u organismos internacionales.
 - Si se obtuvo otros ingresos acumulables (honorarios, arrendamiento, actividades empresariales, entre otros) además de salarios.
 - Si se percibió ingresos por concepto de jubilación, pensión, liquidación o algún tipo de indemnización laboral.

Se está exento de presentar Declaración Anual, si se ubica en cualquier de los siguientes supuestos:

- Se obtuvo ingresos exclusivamente por salarios de un solo patrón, siempre que se haya emitido CFDI de nómina por la totalidad de los ingresos y no resulte impuesto a cargo en la declaración anual.
- Se obtuvo ingresos por salarios y también por intereses nominales que no hayan excedido de \$20,000.00 de instituciones que componen el Sistema Financiero. (Hacienda, 2023).

Hay que tener en consideración las disposiciones aplicables al régimen de asalariados.

- Criterios no vinculativos
- Resolución Miscelánea Fiscal
- Reglamento de la Ley del Impuesto Sobre la Renta
- Ley del Impuesto Sobre la Renta.
- Reglamento del Código Fiscal de la Federación.
- Código Fiscal de la Federación.
- Criterios normativos.

3. Metodología

Análisis de la información

Se debe tener claro que es el Impuesto Sobre la Renta. Es el impuesto que grava de manera fiscal las ganancias o ingresos de los contribuyentes.

La contribución a través del ISR, se realiza de forma proporcional a los ingresos recibidos.

De acuerdo a la Ley del ISR, existen 3 casos fundamentales en los que las personas se convierten en contribuyentes de esta obligación fiscal:

1. Si se es residente en México
2. Si se es residente en el extranjero, pero se tiene un establecimiento permanente en México y los ingresos sean atribuibles a dicho establecimiento permanente.
3. Si se es residente en el extranjero, pero los ingresos provienen de fuentes de riqueza situadas en el territorio nacional, aún cuando no se tenga un establecimiento permanente en el país.

De manera general, todo ingreso es gravado con ISR por el empleador o si se trabaja de forma independiente, se realiza por cuenta propia desde el portal web del SAT. Las fuentes gravables más comunes para el ISR son:

- a) Salarios
- b) Honorarios
- c) Arrendamiento de bienes inmuebles.
- d) Venta o transferencia de bienes a cambio de una remuneración.
- e) Premios, loterías, rifas, sorteos o juegos, apuestas y concursos.
- f) Actividades empresariales.
- g) Intereses financieros o rendimientos de crédito. (Heru, Heru, 2023)

El porcentaje del ISR para 2023 maneja un límite superior del 1,92 al 35% sobre el monto de las ganancias que a su vez depende del régimen fiscal al que se esté dado de alta y la actividad económica que se desempeñe.

Tabla 1. Porcentajes de retención ISR para cada régimen fiscal, De acuerdo a la LISR

Impuesto	Régimen Fiscal	Retención
ISR	Sueldos y Salarios	1,92 al 35%
	Arrendamiento	
	Actividad Empresarial y Profesional	
	RESICO	1 al 2.5%
	Plataformas Tecnológicas	1. Transporte terrestre de pasajeros 2.1%

		2. Entrega de alimentos preparados 2.1% 3. Entrega de bienes 2.1% 4. Hospedaje 4.0% 5. Comercio de bienes 1.0% 6. Otro tipo de servicios 1.0%
--	--	---

Fuente: Propia en base a LISR

Las actividades exentas de ISR son las siguientes:

- Las prestaciones distintas del salario que reciban los trabajadores del salario mínimo general.
- Las indemnizaciones por riesgos de trabajo o enfermedades.
- Las jubilaciones, pensiones, haberes de retiro, así como las pensiones vitalicias u otras formas de retiro.
- Los percibidos con motivo del reembolso de gastos médicos, dentales, hospitalarios y de funeral, que se concedan de manera general.
- Las prestaciones de seguridad social que otorguen las instituciones públicas.
- Los percibidos con motivo de subsidio por incapacidad, becas educacionales para los trabajadores o sus hijos, guarderías infantiles, actividades culturales y deportivas y otras prestaciones de previsión social.
- La entrega de las aportaciones y sus rendimientos provenientes de la subcuenta de vivienda de la cuenta individual prevista en la Ley del Seguro Social.
- Los provenientes de cajas de ahorro de trabajadores y de fondos de ahorro establecidos por las empresas para sus trabajadores cuando reúnan los requisitos de deducibilidad.
- La cuota de seguridad social de los trabajadores pagados por el patrón.
- Los que obtengan las personas que han estado sujetas a una relación laboral en el momento de su retiro, por concepto de primas de antigüedad, retiro e indemnizaciones u otros pagos, así como los obtenidos del seguro de retiro o de retiro, cesantía en edad avanzada y vejes.

- Las gratificaciones que reciban los trabajadores de su patrón, durante un año de calendario, hasta el equivalente del salario mínimo general, primas vacacionales que otorguen los patrones durante el año de calendario a sus trabajadores en forma general y la participación de los trabajadores en las utilidades de las empresas, hasta por el equivalente a 15 días de salario mínimo general. Tratándose de primas dominicales hasta por el equivalente de un salario mínimo general, por cada domingo que se labore.
- Los viáticos, cuando sean efectivamente erogados en servicio del patrón y se compruebe esta circunstancia con los comprobantes fiscales correspondientes.
- Los que provengan de contratos de arrendamiento prorrogados por disposición de Ley.
- Los derivados de la venta de:
 - a) La casa habitación del contribuyente, siempre que el monto de la contraprestación obtenida no exceda de setecientas mil unidades de inversión y la transmisión se formalice ante fedatario público.

Los intereses:

- a) Pagados por instituciones de crédito, siempre que los mismos provengan de cuentas de cheques, para el depósito de sueldos y salarios, pensiones o para haberes de retiro o depósitos de ahorro, cuyo saldo promedio diario de la inversión no exceda de 5 salarios mínimos generales del área geográfica del Distrito Federal, elevados al año.
- b) Pagados por sociedades cooperativas de ahorro y préstamo y por las sociedades financieras populares, provenientes de inversiones cuyo saldo promedio diario no exceda de 5 salarios mínimos generales del área geográfica del Distrito Federal, elevados al año.
- Las cantidades que paguen las instituciones de seguros a los asegurados o a sus beneficiarios cuando ocurra el riesgo amparado por las pólizas contratadas y siempre que no se trate de seguros relacionados con bienes de activo fijo.
- Tampoco se pagará el impuesto sobre la renta por las cantidades que paguen las instituciones de seguros a sus asegurados o a sus beneficiarios, que provengan de contratos de seguros de vida cuando la prima haya sido pagada directamente por el empleador en favor de sus trabajadores, siempre que los beneficios de dichos seguros se entreguen únicamente por muerte, invalidez, pérdidas orgánicas o incapacidad del asegurado para realizar un trabajo personal remunerado.
- No se pagará el impuesto sobre la renta por las cantidades que paguen las instituciones de seguros a sus asegurados o a sus beneficiarios que provengan de contratos de seguros de vida, cuando la persona que pague la prima sea distinta a la mencionada en el párrafo anterior y que los beneficiarios de dichos seguros se entreguen por muerte, invalidez, pérdidas orgánicas o incapacidad del asegurado para realizar un trabajo personal.

- Los que se reciban por herencia o legado.
- Los donativos en los siguientes casos:
 - a) Entre cónyuges o los que perciban los descendientes de sus ascendientes en línea recta, cualquiera que sea su monto.
 - b) Los que perciban los ascendientes de sus descendientes en línea recta, siempre que los bienes recibidos no se enajenen o se donen por el ascendiente a otro descendiente en línea recta sin limitación de grado.
 - c) Los demás donativos, siempre que el valor total de los recibidos en un año de calendario no exceda de tres veces el salario mínimo general del área geográfica del contribuyente elevado al año. Por el excedente se pagará impuesto en los términos de este Título.
- Los premios obtenidos con motivo de un concurso científico, artístico o literario, abierto al público en general o a determinado gremio o grupo de profesionales, así como los premios otorgados por la Federación para promover los valores cívicos.
- Las indemnizaciones por daños que no excedan al valor de mercado del bien de que se trate. Por el excedente se pagará el impuesto en los términos de este Título.
- Los percibidos en concepto de alimentos por las personas físicas que tengan el carácter de acreedores alimentarios en términos de la legislación civil aplicable.
- Los retiros efectuados de la subcuenta de retiro, cesantía en edad avanzada y vejez de la cuenta individual abierta en los términos de la Ley del Seguro Social, por concepto de ayuda para gastos de matrimonio y por desempleo.
- Los que deriven de la enajenación de derechos parcelarios, de las parcelas

XXIX. Los que se obtengan, por permitir a terceros la publicación de obras escritas de su creación en libros, periódicos o revistas, grabaciones musicales (CDHCU, LEY DEL IMPUESTO SOBRE LA RENTA, 2021)

Deducciones autorizadas. Son los gastos de tipo esencial que ha delimitado la autoridad fiscal y que se pueden aplicar en el Declaración Anual.

Las deducciones personales aceptadas ante el SAT son:

Salud

- Honorarios médicos, dentales y de enfermería
- Honorarios profesionales de nutriólogos y psicólogos
- Gastos hospitalarios, análisis, estudios y medicinas facturadas dentro del hospital
- Prótesis y aparatos de rehabilitación
- Lentes ópticos para corrección visual
- Primas por seguros de gastos médicos privados

Todos estos gastos son deducibles si fueron para beneficio tuyo, cónyuge y tus familiares en línea directa; es decir, padres, hijos y nietos.

Excepciones en gastos de salud

- Servicios médicos o profesionales realizados por personal sin título legalmente expedido y registrado ante la Secretaría de Educación
- Medicinas adquiridas directamente en farmacias

Educación

Las colegiaturas de escuelas privadas son deducibles de impuestos siempre y cuando cuenten con certificado de validez oficial y solo aplica para los niveles de educación preescolar y hasta bachillerato.

Estos gastos tienen un límite anual de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla 2 Deducciones personales para gastos de colegiaturas

Nivel Escolar	Límite anual de deducción
Preescolar	\$14,200 MXN
Primaria	\$12,900 MXN
Secundaria	\$19,900 MXN
Profesional técnico	\$17,100 MXN
Bachillerato o equivalente	\$24,500 MXN

Fuente: LISR

Excepciones en gastos de educación

- Transporte escolar (sólo es deducible si es obligatorio)
- Educación inicial (guardería, maternal, estimulación temprana, etc)
- Cuotas por concepto de inscripción o reinscripción

Otros

Además de estos dos rubros existen otros variables que pueden ser deducibles de impuestos como:

Gastos funerarios

Intereses reales y efectivamente pagados de créditos hipotecarios (aplica para INFONAVIT, FOVISSSTE o banca comercial incorporada al sistema financiero)

Donativos institucionales

Aportaciones al fondo de ahorro para el retiro

Pago de impuestos locales por concepto de salarios

Gastos NO deducibles

La Ley del Impuesto sobre la Renta también es muy clara, respecto a **los gastos que no serán deducibles de impuestos**, aquí te dejamos una lista para que la consideres en la presentación de tu declaración anual.

- Subsidio para el empleo
- Regalos o atenciones otorgadas para la enajenación de bienes y/o servicios
- Gastos de representación
- Viáticos o gastos de viaje con excepción de los relacionados a hospedaje, alimentación y transporte.
- Sanciones, indemnizaciones por daños y perjuicios o las penas convencionales
- Créditos comerciales
- Pagos de IVA (Impuesto al valor agregado)
- El 91.5% de los consumos en restaurantes
- Pagos por servicios aduaneros
- Anticipos por adquisiciones de bienes y/o servicios

Requisitos para deducir gastos personales

Siguiendo con lo dictado por la Ley del Impuesto sobre la Renta, su artículo 27 expresa los siguientes **requisitos mínimos para poder deducir impuestos**:

- Que el producto y/o servicio sea estrictamente necesario para la realización de la actividad del contribuyente
- Que el producto y/o servicio este listado dentro de los rubros autorizados como deducciones personales
- Que el gasto esté amparado con un comprobante fiscal autorizado
- Que el pago realizado no supere los \$2,000 pesos en efectivo; en caso contrario solo se admiten pagos con cheque nominativo, transferencia o tarjeta de crédito y débito. (Heru, Heru, 2022)

Identificación de las obligaciones fiscales, para el cumplimiento puntual del pago de impuestos.

Se identifica las obligaciones que se deben de cumplir como asalariado:

- Inscripción en el RFC. Se debe proporcionar la información y documentación requerida al patrón, para que esté realice el trámite correspondiente
- Mantener actualizada la información ante el RFC, en cado de:
 - Cambio de domicilio. Presentando aviso de cambio de domicilio vía internet.
 - Aumento o disminución de obligaciones. Se realiza cuando se cambie de actividad económica o se modifique una obligación. Este trámite se puede iniciar y concluir vía internet.
 - Suspensión de actividades. Cuando se interrumpa las actividades económicas. Se puede iniciar el trámite y concluir vía internet.

- Reanudación de actividades. En el momento de dejar de estar en suspensión de actividades y se vuelva a realizar alguna actividad económica o se tenga alguna obligación fiscal periódica de pago, por si o por cuenta de terceros. Se puede iniciar y concluir este trámite vía internet.
- Presentación de la declaración anual. Durante el mes de abril de cada ejercicio, en los siguientes supuestos:
 - Si se obtiene ingresos mayores a 400,000 pesos en el año.
 - Si se trabajó para dos o más patrones en el mismo año, aun cuando no hayas rebasado los 400,000 pesos
 - Si se solicitó por escrito a tu patrón que no presente tu Declaración Anual.
 - Si se dejó de prestar tus servicios antes del 31 de diciembre del año de que se trate.
 - Si se presentó servicios por salarios a personas que no efectúan retención como embajadas u organismos internacionales.
 - Si se obtuvo otros ingresos acumulables (honorarios, arrendamiento, actividades empresariales, entre otros) además de salarios.
 - Si se percibió ingresos por concepto de jubilación, pensión, liquidación o algún tipo de indemnización laboral.

Se está exento de presentar Declaración Anual, si se ubicas en cualquiera de los siguientes supuestos:

- Se obtuvo ingresos exclusivamente por salarios de un solo patrón (incluso si dichos ingresos rebasaron los \$400,000.00 pesos), siempre que se haya emitido CFDI de nómina por la totalidad de los ingresos y no te resulte impuesto a cargo en la declaración anual.
- Se obtuvo ingresos por salarios y también por intereses nominales que no hayan excedido de \$20,000.00 de Instituciones que componen el Sistema Financiero. (México, 2024)

4. Resultados

Cálculo del ISR

De acuerdo al Capítulo I de la LISR de los ingresos por salarios y en general por la prestación de un servicio personal subordinado, el impuesto se calcula de la siguiente manera:

1. De acuerdo a la tabla de retención de ISR, ubicar la cantidad de ingreso que se percibió.
2. Al ingreso se le resta el límite inferior del mismo nivel.
3. Al resultado se resta el porcentaje de retención del mismo nivel.
4. Se toma la cuota fija y se suma al resultado anterior obteniendo el impuesto marginal.
5. Finalmente se resta el resultado anterior al ingreso original o bruto.

El artículo 96 de la LISR muestra la tabla de tarifa mensual para el cálculo.

Quienes hagan pagos por los conceptos a que se refiere el Capítulo I de la LISR están obligados a efectuar retenciones y enteros mensuales que tendrán el carácter de pagos provisionales a cuenta del impuesto anual. No se efectuará retención a las personas que en el mes únicamente perciban un salario mínimo general correspondiente al área geográfica del contribuyente.

La retención se calculará aplicando a la totalidad de los ingresos obtenidos en un mes de calendario siguiente. (Unión, Ley del Impuesto Sobre la Renta, 2024)

Tabla 3. Tarifa mensual ISR

TARIFA MENSUAL			
Límite inferior	Límite superior	Cuota fija	Por ciento para aplicarse sobre el excedente del límite inferior.
\$	\$	\$	\$
1.01	496.08	0.00	1.92%
496.08	4,210.42	9.52	6.40%
4,210.42	7,399.43	247.24	10.88%
7,399.43	8,601.51	594.21	16.00%
8,601.51	10,298.36	786.54	17.92%
10,298.36	20,770.30	1,090.61	21.36%
20,770.30	32,736.84	3,327.42	23.52%
32,736.84	62,500.01	6,141.95	30.00%
62,500.01	83,333.34	15,070.90	32.00%
83,333.34	250,000.01	21,737.57	34.00%
250,000.01	En adelante	78,404.23	35.00%

Fuente: Elaboración propia en base a la LISR.

5. Discusión

La gestión de los sueldos y salarios en México es un proceso de suma relevancia y a la vez complicado, ya que contempla el cálculo de diversas deducciones, que son publicadas cada año por el Sistema de Administración Tributaria (SAT), en la Miscelánea Fiscal a través del Diario Oficial de la Federación.

6. Conclusiones

Es importante resaltar que el sueldo del trabajador lo recibe por el trabajo realizado y que dicho salario es una parte del producto de este trabajo,

Los sueldos y salarios son parte fundamental de las condiciones de trabajo y empleo en las empresas, son parte de los costos laborables de una empresa y de la principal fuente de ingresos de los trabajadores.

El cálculo del impuesto generado por este concepto y el cumplimiento del mismo, es parte de las obligaciones fiscales por parte de las empresas, para ello, el trabajador debe de considerar todas las disposiciones aplicables a su salario, las deducciones que están autorizadas, y de esta manera cumplir obligaciones tributarias.

En México el impuesto principal es el ISR, y es la base para la determinación de la contribución tributaria, que todo ciudadano mexicano debe de cumplir, a través de sus declaraciones y así contribuir para con el gasto público de la nación.

Existen algunos ingresos de los trabajadores por los que no se paga el impuesto, y la deducibilidad, el patrón tiene que cumplir con varios requisitos, esto hace complicado el cumplimiento con el pago de impuestos, generando atrasos y multas.

La actualización constante de las Leyes Fiscales permite poder corregir las diversas áreas de oportunidad que con la experiencia se van detectando, y poder así, generar una mejor Cultura Tributaria.

Referencias

Antecedentes.

Bizneo. (22 de 05 de 2023). *Bizneo Blog*. Obtenido de https://www.bizneo.com/blog/administracion-de-sueldos-y-salarios/#La_importancia_de_la_administracion_de_sueldos_y_salarios

Básicos.

CDHCU. (12 de 11 de 2021). *Codigo Fiscal de la Federación*. Obtenido de <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/CFF.pdf>

CDHCU. (12 de 11 de 2021). *LEY DEL IMPUESTO SOBRE LA RENTA*. Obtenido de <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LISR.pdf>

Hacienda, G. d. (08 de 05 de 2023). *SAT*. Obtenido de <https://www.sat.gob.mx/consulta/29277/conoce-tus-obligaciones-como-asalariado-y-como-cumplir-con-ellas>

CDHCU. (12 de 11 de 2021). *LEY DEL IMPUESTO SOBRE LA RENTA*. Obtenido de <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LISR.pdf>

Hacienda, G. d. (08 de 05 de 2023). *SAT*. Obtenido de <https://www.sat.gob.mx/consulta/29277/conoce-tus-obligaciones-como-asalariado-y-como-cumplir-con-ellas>

México, G. d. (25 de 05 de 2024). *SAT*. Obtenido de <https://www.sat.gob.mx/consulta/29277/conoce-tus-obligaciones-como-asalariado-y-como-cumplir-con-ellas#>

Unión, C. d. (27 de 12 de 2022). *Ley Federal del Trabajo*. Obtenido de <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LFT.pdf>

Unión, C. d. (01 de 04 de 2024). *Ley dei Impuesto Sobre la Renta*. Obtenido de <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LISR.pdf>

Soporte,

Heru. (18 de 10 de 2022). *Heru*. Obtenido de <https://www.heru.app/blog/que-gastos-son-deducibles-en-mis-impuestos-como-persona-fisica>

Heru. (20 de 03 de 2023). *Heru*. Obtenido de <https://www.heru.app/blog/que-es-isr-y-como-se-calcula>

Influencia de un programa de Fisioterapia en Salud Mental sobre el estrés académico en estudiantes universitarios

Autor 1

Alcazar Serna Misael Adrian

Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato, Dirección de Medicina y Ciencias de la Salud, México.
pa.maalcazars@utsoe.edu.mx

Coautor 1

Orozco Gómez Nancy

Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato, Dirección de Medicina y Ciencias de la Salud, México.
norozcogo@utsoe.edu.mx

Coautor 2

Sasia Zayas Karen

Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato, Dirección de Medicina y Ciencias de la Salud, México.
ksasiaz@utsoe.edu.mx

Coautor 3

Jaime Estrada Sandra

Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato, Dirección de Medicina y Ciencias de la Salud, México.
sjaime@utsoe.edu.mx

Resumen

El estrés en el contexto educativo, surge a partir de una diversidad de factores entre los que destacan: la sobrecarga de trabajo, el tiempo para entrega de actividades, entre otras. Este artículo aborda el estrés académico y su impacto en la salud mental de estudiantes universitarios, utilizando estrategias de afrontamiento como la relajación autógena, la terapia de conciencia corporal y el Mindfulness. Se utiliza un diseño cuasiexperimental con 18 estudiantes de Terapia Física que fueron evaluados antes y después con un programa de Fisioterapia en Salud Mental (FSM). Los resultados muestran un notable descenso en el índice de reprobación (83.33 % al 50%), y una reducción del 11.33% en el nivel de estrés, sin embargo, las facetas del Mindfulness arrojaron resultados mixtos. Se concluye que la FSM puede ser una herramienta eficaz para reducir el estrés académico, aunque se sugieren más investigaciones para comprender mejor la relación entre estas variables.

Palabras clave: Fisioterapia en Salud Mental, Estudiantes, Salud mental y Estrés académico.

Abstract

Stress in the educational context, emerges from a variety of factors such as: work overload, time for delivery of activities, and others. This article approaches academic stress and its impact on the mental health of university students, using strategies of confrontation such as autogenic relaxation, body awareness therapy and Mindfulness. A quasi-experimental design is used with 18 Physical Therapy students who were evaluated before and after with a Mental Health Physical Therapy (MHPT) program. The results show a notable decrease in the failure rate (83.33% to 50%), and a reduction of 11.33% in the level of stress, however, the Mindfulness facets showed mixed results. It is concluded that MHPT can be an effective tool to reduce academic stress, although further research is suggested to better understand the relationship between these variables.

Keywords: Fisioterapia in Mental Health, Students, Mental health, Academic stress.

1. Introducción

El estrés académico es un problema común entre los estudiantes, puesto que enfrentan diversos factores estresantes que pueden desencadenar trastornos mentales, entre los más comunes: la ansiedad, la depresión y el síndrome del impostor. Conllevando a estados depresivos, baja autoestima, insomnio, irritabilidad, ansiedad, asma, hipertensión, úlceras, etcétera.

La fisioterapia en la salud mental, es un tema que retoma importancia dentro del contexto de la educación, ya que se ha demostrado que la ansiedad y la depresión afectan significativamente la calidad de vida, enfocando la atención en la relación de la función física y la salud mental.

El estudio se centra en la aplicación de un programa de Fisioterapia en Salud Mental (FSM) en 18 estudiantes universitarios que corresponden al programa de Terapia Física y Rehabilitación del tercer cuatrimestre, pertenecientes a la Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato.

Con el objetivo de disminuir el riesgo de los problemas anteriormente mencionados, se elabora un estudio con un diseño cuasi experimental, longitudinal de corte prospectivo, con dos evaluaciones (una inicial y una final), con variables consideradas de: Nivel de Estrés, Atención Plena e Índice de reprobación. Buscando Mejorar la capacidad de los individuos seleccionados para mantener el autocontrol, mediante las técnicas de: Relajación autógena de Schutlz, Basic Body Awareness Therapy (BBAT), Mindfulness.

Los resultados muestran una disminución sobresaliente en el índice de reprobación, lo cual por sí mismo representa un logro importante en el estudio, sin embargo, se pone de manifiesto la necesidad de estudios que profundicen en la relación que existe entre el nivel de estrés y el rendimiento académico para sustentar estos hallazgos.

Comprender los conceptos básicos de la salud mental y reconocer su importancia, son pasos fundamentales para mejorar el bienestar de los estudiantes. Es imperativo que las instituciones educativas implementen programas de apoyo psicológico y promuevan una cultura de salud

mental, para que los estudiantes puedan enfrentar los desafíos académicos con mayor resiliencia y optimismo.

2. Revisión de literatura

En un primer momento, el estrés era aceptado con la definición de “respuesta” y al factor que desencadenaba esta respuesta, se le denominaba “estresor”. Esto resultaba útil en el contexto de la ingeniería para designar los efectos de la fuerza al actuar en contra de una resistencia.

En 1973, Selye definía el estrés como “la respuesta no específica del cuerpo ante cualquier demanda que se ejerce sobre él”. Esto quiere decir que el estrés constituye un esfuerzo adaptativo frente a un problema y la reacción inespecífica.

Este proceso adaptativo es de emergencia, resulta imprescindible para la supervivencia de la persona, es decir es una relación entre la persona y el ambiente que depende de la medida en la que el sujeto percibe las demandas ambientales como una amenaza para su bienestar, cuando estas igualan o superan a sus herramientas para enfrentarlo. Se menciona también que el estrés no es una emoción por sí mismo, sino que es un generador de emociones.

Vale la pena cuando se realiza una investigación sobre estrés, mencionar que existen diversas clasificaciones, la más común de ellas se desarrolla a partir de los factores que lo desencadenan, de tal manera que existe: estrés amoroso, estrés marital, estrés sexual, estrés familiar, estrés por duelo, estrés militar, estrés médico, estrés ocupacional y por supuesto estrés académico.

«Desde los grados preescolares hasta la educación universitaria de postgrado, cuando una persona está en un período de aprendizaje experimenta tensión. A ésta se le denomina estrés académico, y ocurre tanto en el estudio individual como en el aula escolar» (Orlandini, 1999; 143).

Es bien sabido que el estrés en el contexto educativo, surge a partir de una diversidad de factores entre los que destacan: la sobrecarga de trabajo, el tiempo limitado para entrega de actividades, problemas familiares y dificultades económicas.

Otro factor frecuentemente relacionado con el estrés académico es la llamada procrastinación que hace referencia al aplazamiento de las asignaciones académicas, reemplazadas por actividades más placenteras de menor relevancia y que como consecuencia puede traducirse en una variable predictora de estrés.

De acuerdo a (Caldera, Pulido y Martínez, 2007) las consecuencias del estrés en los estudiantes universitarios, pueden ser desde estados depresivos, baja autoestima, insomnio irritabilidad, ansiedad, hasta síntomas físicos como asma, hipertensión, úlceras, etcétera.

Se entiende como estrategias de afrontamiento a las acciones o esfuerzos psíquicos para hacer frente a las demandas internas o del ambiente, que pudieran superar a las herramientas con las que cuenta el sujeto para sobrellevarlas. Como ejemplos de estrategias de afrontamiento se encuentran los recursos materiales, económicos, psicológicos, vitales, técnicas de solución de problemas, habilidades sociales, y las redes de apoyo.

2.1 Subsecciones

Salud Mental en Estudiantes Universitarios

La salud mental se define como un estado de bienestar mental que permite a las personas hacer frente a los momentos de estrés de la vida, desarrollar todas sus habilidades, poder aprender y trabajar adecuadamente y contribuir a la mejora de su comunidad. Es parte fundamental de la salud y el bienestar que sustenta nuestras capacidades individuales y colectivas para tomar decisiones, establecer relaciones y dar forma al mundo en el que vivimos (OMS, 2022). Se trata de un concepto complejo, que abarca tanto el afecto como el funcionamiento psicológico, con dos perspectivas distintas: la perspectiva hedónica, que se centra en la experiencia subjetiva de la felicidad y la satisfacción vital, y la perspectiva eudaimónica, que se centra en el funcionamiento psicológico y la realización personal (Tennant et al; 2007).

En el ámbito de la educación superior, la carga académica de los estudiantes universitarios no está determinado únicamente por sus capacidades intelectuales y su dedicación al aprendizaje, cada vez es más evidente que su salud mental desempeña un papel fundamental en el éxito académico (Vishakha J, 2023), la salud mental impacta directamente en la capacidad de los estudiantes para concentrarse, retener información y participar activamente en su educación.

Las teorías más extendidas sobre el fenómeno del estrés han considerado, como factores principales, la relación entre el organismo y el entorno, los aspectos sociales y psicológicos y la evaluación personal hecha por parte del sujeto con respecto a los estímulos estresantes. En el contexto escolar, los problemas encontrados en la gestión del comportamiento de los estudiantes constituyen el factor de estrés más importante y universal (Gastaldi, 2014). La persona estresada muestra un desequilibrio interno que afecta el funcionamiento psicológico y fisiológico, la respuesta individualizada genera afecciones directas en su conducta (Silva-Ramos 2020), el estrés prolongado y los trastornos mentales no solo afectan el rendimiento académico, sino que también pueden llevar a problemas de salud física, como enfermedades cardiovasculares y trastornos del sueño.

Los estudiantes universitarios enfrentan diversos factores estresantes que pueden desencadenar trastornos mentales. Entre los más comunes se encuentran la ansiedad, la depresión y el síndrome del impostor. El síndrome del impostor (también conocido como fenómeno del impostor) describe a individuos de alto rendimiento que, a pesar de sus éxitos objetivos, no interiorizan sus logros y tienen dudas persistentes sobre sí mismos y miedo a que les tachen de impostor (Bravata. 2019).

La ansiedad, en particular, es un problema prevalente, con estudios que indican que hasta el 30% de los estudiantes la experimentan. Este trastorno puede manifestarse a través de preocupaciones excesivas sobre el rendimiento académico, que pueden interferir con la capacidad de estudiar y concentrarse

La depresión es otro trastorno significativo entre los estudiantes. La transición a la vida universitaria y la presión por cumplir con altos estándares académicos pueden contribuir a su desarrollo. Investigaciones han encontrado que la depresión no solo afecta el rendimiento académico, sino que también está asociada con un aumento en el abandono escolar (Pérez et al., 2017).

El rendimiento académico es un tema ampliamente abordado en investigaciones, que estudian las causas que pueden afectarlo, el cual tradicionalmente se ha asociado a la capacidad intelectual que permite obtener buenas calificaciones. Esta transformación de paradigma de la educación ha

generado profundos cambios en la visión de inteligencia, la que hacía referencia solamente a la capacidad intelectual. Las actuales teorías se han enfocado en desarrollar una perspectiva de inteligencia que incorpora y destaca los factores emocionales, siendo fundamentales en esta sociedad (Morales S, 2020)

Por lo tanto, para reducir el riesgo de tales problemas, es necesario fortalecer aún más la capacidad de los individuos para mantener el autocontrol, promover o cultivar las fortalezas del carácter de los adolescentes, crear un ambiente familiar armonioso, reducir la probabilidad de conflicto entre padres e hijos y aumentar el bienestar subjetivo de los estudiantes (Jiang, 2022).

La salud mental es un aspecto crucial que debe ser considerado en el ámbito universitario. Comprender los conceptos básicos de la salud mental, reconocer su importancia y estar atentos a los trastornos asociados al estrés académico son pasos fundamentales para mejorar el bienestar de los estudiantes. Es imperativo que las instituciones educativas implementen programas de apoyo psicológico y promuevan una cultura de salud mental, para que los estudiantes puedan enfrentar los desafíos académicos con mayor resiliencia y optimismo.

Fisioterapia y su relación con la salud mental

En la actualidad, la salud mental es un aspecto fundamental en la fisioterapia, ya que influye directamente en la recuperación física y el bienestar general de los pacientes, pues según la World Physiotherapy, por sus siglas WCPT, la fisioterapia se ocupa de identificar y maximizar el potencial de calidad de vida y el movimiento, dentro de las esferas de promoción, prevención, tratamiento, habilitación y rehabilitación. Abarcando con ello el bienestar físico, psicológico, emocional y social del individuo.

En los últimos años, se ha reconocido la importancia de la fisioterapia en la salud mental, pues estudios recientes han demostrado que la ansiedad y la depresión pueden afectar negativamente la recuperación física y la calidad de vida (Birkholtz et al., 2014, p. 456). Por ello, se podría considerar que la salud mental es un aspecto crucial en la fisioterapia, teniendo un impacto directo en la recuperación física y el bienestar general de la población, concluyendo con ello la existencia de un vínculo entre la función física y la salud mental.

Los fisioterapeutas tienen la oportunidad de identificar y abordar problemas de salud mental, ya que a menudo tienen una relación cercana y prolongada con los usuarios atendidos durante las intervenciones (Nicholls et al., 2017, p. 20). Utilizando técnicas como la terapia cognitivo-conductual y la relajación, mejorando significativamente la recuperación física y la calidad de vida de los pacientes (Klaber et al., 2018).

Beneficios de la fisioterapia para la salud mental:

- Reducción del estrés y la ansiedad: La fisioterapia puede ayudar a reducir el estrés y la ansiedad a través de la relajación muscular y la mejora de la función física. (Kumar et al., 2020)
- Mejora de la autoestima: La fisioterapia puede ayudar a mejorar la autoestima y la confianza en uno mismo a través de la consecución de metas y la mejora de la función física. (Tafas et al., 2019)
- Reducción de la depresión: La fisioterapia puede ser beneficiosa en la reducción de la depresión, especialmente en personas con trastornos musculoesqueléticos. (Hall et al., 2018)

La detección temprana de problemas de salud mental es crucial para prevenir complicaciones y mejorar los resultados de la intervención fisioterapéutica (Underwood et al., 2018, p. 15) disminuyendo la duración de la discapacidad en un 30% (Wang et al., 2018).

Existen varios modelos teóricos que sustentan la intervención de fisioterapia en salud mental, incluyendo:

- El modelo biopsicosocial: Este modelo considera la interacción entre factores biológicos, psicológicos y sociales en la salud y la enfermedad. (Engel, 1977)
- El modelo de la salud mental positiva: Este modelo se centra en la promoción de la salud mental y el bienestar, en lugar de la prevención de enfermedades. (Seligman, 2011)

Existen varias intervenciones fisioterapéuticas que pueden ser beneficiosas para la gestión del estrés, incluyendo:

- Ejercicio terapéutico: favorece la liberación de endorfinas y la mejora de la función física, facilitando la reducción del estrés y la ansiedad. (Harris et al., 2017)
- Técnicas de relajación: las técnicas de respiración profunda y la relajación muscular progresiva, pueden ayudar a reducir el estrés y la ansiedad. (Kox et al., 2018)
- Educación sobre el manejo del estrés: facilita el desarrollo de estrategias efectivas para manejar el estrés y la ansiedad. (Stewart et al., 2019)

Es importante destacar que la fisioterapia no es una profesión aislada y que la colaboración con otros profesionales de la salud es esencial para abordar los aspectos físicos y mentales de la salud de manera integral.

3. Metodología

Participantes

La muestra fue seleccionada por un muestro no probabilístico, por conveniencia y estuvo integrada por 18 estudiantes universitarios que corresponden al programa de Terapia Física y Rehabilitación del tercer cuatrimestre y de diversos grupos, todos pertenecientes a la Universidad del Suroeste de Guanajuato.

Diseño

Se utilizó un diseño cuasi experimental, longitudinal de corte prospectivo, con dos evaluaciones una inicial y una final. Las variables consideradas son: Nivel de Estrés, Atención Plena e Índice de reprobación.

Instrumentos

Inventario SISCO SV-21

Inventario SISTémico COgnoscitivista para el estudio del estrés académico. Segunda versión de 21 ítems.

Cuestionario de las 5 facetas de mindfulness (FFMQ)

El cuestionario original en inglés es un auto informe de 39 ítems que mide Atención Plena a partir de cinco facetas denominadas Observación, Descripción, Actuar con Conciencia, Ausencia de Juicio y Ausencia de Reactividad.

Índice de reprobación

Se consideró el total de estudiantes participantes en el programa para obtener el índice de reprobación independientemente a su nivel de estrés. En ambas evaluaciones se tomaron en cuenta las 10 asignaturas correspondientes al programa educativo. El índice de reprobación se obtuvo de la siguiente manera:

$$\text{Índice de reprobación} = \left(\frac{\text{Número de estudiantes reprobados}}{\text{Número total de estudiantes}} \right) \times 100 \text{ [1]}$$

Intervención

Se llevaron a cabo un total de 5 sesiones con cada participante, durante un lapso de 10 semanas, cada sesión con una duración de 30 minutos y asignando 10 minutos a cada una de las siguientes técnicas:

- **Relajación autógena de Schutlz**

Técnica psicofisiológica de autorregulación que busca inducir un estado de relajación profunda mediante la autosugestión. Se basa en la repetición de frases o fórmulas dirigidas a provocar sensaciones específicas en el cuerpo, como pesadez y calor, que facilitan la disminución del tono muscular y la reducción de la actividad del sistema nervioso simpático. El objetivo es generar un estado de calma, reduciendo el estrés y mejorando el bienestar físico y mental.

- **Basic Body Awareness Therapy (BBAT)**

Intervención terapéutica centrada en el movimiento, diseñada para mejorar la conciencia corporal, el equilibrio y la coordinación motora. Esta técnica se basa en movimientos simples y funcionales, ejecutados de manera consciente, con el objetivo de promover un mejor control postural y mejorar la conexión mente-cuerpo, favoreciendo la regulación emocional y el bienestar general.

- **Mindfulness**

Técnica que consiste en entrenar la atención plena, enfocándose en el momento presente de manera consciente y sin juzgar las experiencias internas o externas. A través de prácticas de meditación y respiración, se busca mejorar la autorregulación emocional, reducir el estrés y promover un estado de mayor claridad mental y bienestar. Se fundamenta en la observación neutral de pensamientos, emociones y sensaciones corporales, favoreciendo la resiliencia psicológica y la adaptación a situaciones de alta demanda emocional.

Tabla 1. Nivel de estrés

Pacientes	valoración inicial	valoración final	Diferencias
A	71.33	43.33	28
B	74	58	16

C	70	73.33	-3.33
D	70.66	66.66	4
E	70	47.33	22.67
F	74	53.33	20.67
G	66.66	66	0.66
H	75.33	72	3.33
I	76	64.66	11.34
J	68	*	*
K	84.66	*	*
L	66.66	50	16.66
N	66.66	68.66	-2
Ñ	70	60	10
O	79.33	62.66	16.67
P	70.66	68.66	2
Q	68.66	44.66	24
R	82	71.33	10.67
PROMEDIO	72.47833333	60.663125	11.33375

Fuente: Propia (2024)

Tabla 2. Atención plena

Observación	Puntuación	Total	Valoración Inicial	Percentil	Valoración final	Percentil
Observación	40	720	482	66.944444	487	67.6388889
Descripción	40	720	428	59.444444	422	58.6111111
Acciones conscientes	40	720	439	60.972222	378	52.5
Experiencia interior sin prejuicios	40	720	419	58.194444	394	54.7222222
No reactividad	35	630	380	60.3174603	401	63.6507937
PROMEDIO	39	702	429.6	61.1746032	416.4	59.4246032

Fuente: Propia (2024)

Tabla 3. Índice de reprobación

Paciente	Valoración inicial	Percentil	Valoración final	Percentil
1	1	10	2	20
2	2	20	1	10
3	1	10	0	0
4	3	30	1	10
5	1	10	0	0
6	4	40	0	0
7	3	30	1	10
8	2	20	0	0

9	5	50	1	10
10	5	50	6	60
11	7	70	1	10
12	3	30	1	10
13	3	30	2	20
14	0	0	0	0
15	1	10	0	0
16	0	0	0	0
17	4	40	0	0
18	0	0	0	0
Promedio	2.5	25	0.88888889	8.88888889

Fuente: Propia (2024)

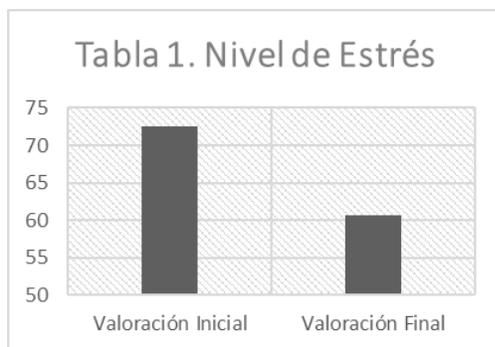
4. Resultados

Nivel de estrés

Para el inventario SISCO SV-21 el Nivel de estrés previo al programa de FSM del grupo participante fue de 72.47% considerado como severo, posterior a la implementación del programa el Nivel de estrés fue de 60.66% considerado como moderado, lo cual representa una disminución del 11.33% en el Nivel de Estrés.

Esto según el Baremo indicativo centrado en el valor teórico de la variable mostrado a continuación:

- De 0 a 33% nivel leve del estrés
- De 34% a 66% nivel moderado del estrés
- Del 67% al 100% nivel severo del estrés

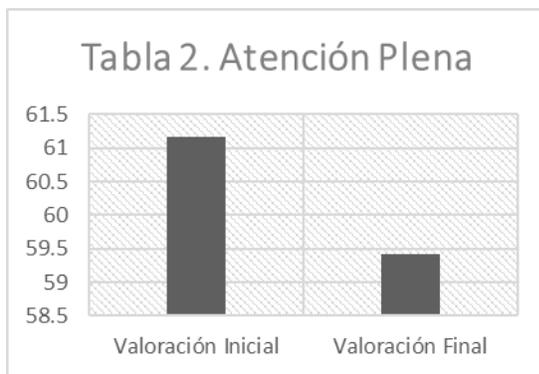


Cuestionario de las 5 facetas de mindfulness (FFMQ)

Para el FFMQ el Nivel de atención plena global previo a la implementación del programa fue de 61.17%, posterior a su implementación fue de 59.42%, en cuanto a las facetas individualmente los resultados previos a la intervención y posterior a la intervención fueron los siguientes respectivamente:

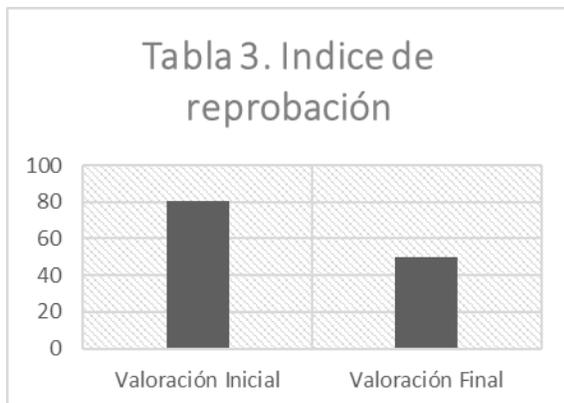
- Observación: 66.95% y 67.63%
- Descripción: 59.44% y 58.61%
- Acciones conscientes: 60.97% y 52.5%
- Experiencia interior sin prejuicios: 58.19% y 54.72%
- No reactividad: 60.31% y 63.65%

Para la obtención de estos resultados considerar que no se tienen baremos universales fijos, ya que la interpretación de las puntuaciones puede variar, sin embargo, es válido hacer el cálculo del máximo puntaje posible a obtener y calcular los percentiles a partir de ahí, método utilizado en el presente estudio.



Índice de reprobación

Con respecto al índice de reprobación previo a la implementación del programa de FSM el resultado fue 83.33% y posterior a su implementación fue del 50%.



5. Discusión

Los resultados obtenidos del programa de Fisioterapia en Salud Mental (FSM) para jóvenes universitarios con estrés académico muestran una tendencia favorable hacia la reducción de los niveles de ansiedad y estrés en los participantes. Esto resalta la eficacia de intervenciones basadas en técnicas fisioterapéuticas, como la relajación autógena, la conciencia corporal y el Mindfulness, para abordar problemas de salud mental derivados del estrés académico.

Uno de los aspectos más destacables del programa fue el uso de herramientas evaluativas como la escala de ansiedad y depresión de Goldberg (EADG) y la encuesta de estrategias de afrontamiento, que permitieron identificar patrones de comportamiento negativos y proporcionar una base sólida para medir los cambios en los participantes. Los resultados finales indicaron mejoras significativas en la autoconciencia, la capacidad para manejar el estrés y el bienestar general de los estudiantes.

El programa, al ser una iniciativa piloto, también generó hallazgos relevantes para futuras implementaciones. La duración de nueve meses y el enfoque intensivo en un grupo reducido de 18 estudiantes facilitaron una intervención personalizada, pero también plantean interrogantes sobre la viabilidad de expandir el alcance del programa a una mayor población estudiantil. Sería interesante explorar cómo la implementación en grupos más grandes o en otros contextos educativos podría replicar estos beneficios.

Además, es importante considerar cómo los participantes aplicaron las estrategias aprendidas en sus entornos cotidianos. El seguimiento posterior a la intervención podría arrojar información valiosa sobre la sostenibilidad de los resultados y la necesidad de reforzar ciertas prácticas a lo largo del tiempo.

Desde una perspectiva fisioterapéutica, este programa enfatiza la importancia de abordar el estrés académico desde una óptica holística que considere tanto los aspectos físicos como los mentales de la salud. Las intervenciones que integran técnicas cuerpo-mente han demostrado ser herramientas valiosas no solo para reducir los síntomas de estrés, sino también para fomentar una actitud preventiva hacia futuros desafíos académicos y personales.

En resumen, el programa FSM destaca como una estrategia prometedora para la gestión del estrés académico en estudiantes universitarios. Sin embargo, se requiere de investigaciones adicionales para evaluar su efectividad a largo plazo, su adaptabilidad a diferentes contextos y su impacto en otros indicadores de salud mental y académica.

6. Conclusiones

A partir del estudio realizado se puede concluir que el programa de Fisioterapia en Salud Mental aplicado en estudiantes universitarios, resulta favorable para disminuir los niveles de estrés.

Con respecto a la atención plena, a través de la implementación del programa de FSM se obtienen resultados diversos, por ejemplo, las dimensiones de observación y reactividad muestran un incremento en el puntaje total, no obstante, en las dimensiones de Descripción, Acciones consientes y Experiencia interior sin prejuicios, se observa un descenso del puntaje. Esto podría sugerir la necesidad de intervenciones más específicas y de mayor duración, por otro lado, en estudios previos se ha identificado que una versión más corta del instrumento como la FFMQ-S puede arrojar resultados más confiables con muestras grandes.

Por último, en el índice de reprobación, se observa una disminución sobresaliente, lo cual por sí mismo representa un logro importante en el estudio, sin embargo, se pone de manifiesto la necesidad de estudios que profundicen en la relación que existe entre el nivel de estrés y el rendimiento académico para sustentar estos hallazgos.

El presente estudio abre las puertas a líneas de investigación significativamente más ambiciosas en el campo de la FSM. Estas nuevas direcciones permitirán no solo el análisis de muestras de mayor envergadura, sino también propiciarán la consolidación de la FSM como una herramienta complementaria esencial en la intervención del estrés académico en estudiantes universitarios. Este esfuerzo científico invita a la expansión del conocimiento, buscando comprender con mayor profundidad los vínculos entre el cuerpo y la mente en un contexto académico lleno de exigencias. La FSM se perfila como un aliado indispensable en la búsqueda del bienestar de los estudiantes.

Referencias

- Barrio, J. A., & García, M. R. (2006). EL ESTRÉS COMO RESPUESTA. *International Journal of Developmental and Educational Psychology*, 37–48.
- Morales Mota, S., & Meza Marín, R. (2021, octubre). Estrés académico en estudiantes mexicanos de nivel medio superior durante el confinamiento por COVID-19. *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores.* , 3.
- Sierra, J. C., & Ortega, V. (2003). Ansiedad, angustia y estrés: tres conceptos a diferenciar. *Revista Mal-estar E Subjetividade*, 10–59
- Organización Mundial de la Salud. (2004). *Promoción de la salud mental: Conceptos y enfoques*. Ginebra: OMS.
- Pérez, J. A., Pérez, M. A., & González, A. J. (2017). The effects of depression on academic performance in college students: A review of the literature. *Journal of College Counseling*, 20(1), 32-45.
- Tennant, R., et al. (2007). The Warwick-Edinburgh Mental Well-being Scale (WEMWBS): Development and psychometric properties. *Health Quality of Life Outcomes*, 5(1), 63.
- World Health Organization. (2013). *Mental health action plan 2013–2020*. Ginebra: OMS.
- Vishakha, Joseph. (2023). The Impact of Mental Health on Academic Performance: A Comprehensive Examination. *Journal of Mental Health Issues and Behavior*, (03), 1-10.
- Jiang MM, Gao K, Wu ZY, Guo PP. The influence of academic pressure on adolescents' problem behavior: Chain mediating effects of self-control, parent-child conflict, and subjective well-being. *Front Psychol.* 2022 Sep 21;13:954330. doi: 10.3389/fpsyg.2022.954330. PMID: 36211862; PMCID: PMC9534181.
- Gastaldi, Francesca Giovanna Maria; Pasta, Tiziana; Longobardi, Claudio; Prino, Laura Elvira; Quaglia, Rocco Measuring the influence of stress and burnout in teacher-child relationship *European Journal of Education and Psychology*, vol. 7, núm. 1, enero-junio, 2014, pp. 17-28 Editorial CENFINT Almería, España
- Silva-Ramos, M. F., López-Cocotle, J. J., & Meza-Zamora, M. E. C. (2020). Estrés académico en estudiantes universitarios. *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*, 79, 75-83. <https://doi.org/10.33064/iycuaa2020792960>
- Morales, S. T. T., Del Pilar Villarroel Quinchalef, G., Vera, J. A. A., Muñoz, S. I. M., & Contreras, K. M. W. (2020). Niveles de depresión, ansiedad, estrés y su relación con el rendimiento académico en estudiantes universitarios. *Investigación En Educación Médica*, 9(36), 8-16. <https://doi.org/10.22201/fm.20075057e.2020.36.20229>
- Birkholtz, M., et al. (2014). The relationship between anxiety and depression and physical function in patients with chronic low back pain. *Journal of Pain Research*, 7, 455-465.
- Fishbain, D. A., et al. (2016). The impact of mental health on chronic pain. *Journal of Pain Research*, 9, 1275-1286.

Harden, R. N., et al. (2016). The effect of depression on physical therapy outcomes in patients with chronic pain. *Journal of Pain Research*, 9, 1231-1238.

Klaber, M., et al. (2018). Physiotherapists' perceptions of their role in addressing mental health issues in patients with chronic pain. *Physiotherapy*, 104(2), 147-153.

Nicholls, D. A., et al. (2017). Physiotherapists' experiences of working with patients with mental health conditions. *Physiotherapy*, 103(1), 19-25.

Underwood, M., et al. (2018). Early identification and management of mental health issues in patients with chronic pain. *Journal of Pain Research*, 11, 15-24.

Wang, S., et al. (2018). The impact of early detection and treatment of depression on disability duration in patients with chronic pain. *Journal of Pain Research*

Gu, J., Strauss, C., Crane, C., Barnhofer, T., Karl, A., Cavanagh, K., & Kuyken, W. (2016). Examinar la estructura factorial de las versiones de 39 y 15 ítems del Cuestionario de Mindfulness de Cinco Facetas antes y después de la terapia cognitiva basada en mindfulness para personas con depresión recurrente. *Evaluación psicológica*, 28(7), 791–802. <https://doi.org/10.1037/pas0000263>

La gestión de la innovación en las empresas. Una revisión al marco de referencia.

RAMÍREZ-BARAJAS, Alejandro

Universidad Tecnológica del Sureste de Guanajuato, Dirección Económico-Administrativo, México
aramirez@utsoe.edu.mx

ALMANZA-SERRANO, Ma. Leticia

Universidad Tecnológica del Sureste de Guanajuato, Dirección Económico-Administrativo, México
lalmanza@utsoe.edu.mx

ANDRADE-OSEGUERA Miguel Ángel

Universidad Tecnológica del Sureste de Guanajuato, Dirección Económico-Administrativo, México
maandrade@utsoe.edu.mx

GÓMEZ-BRAVO Maria de la Luz

Universidad Tecnológica del Sureste de Guanajuato, Dirección Económico-Administrativo, México
mlgomezbra@utsoe.edu.mx

Resumen

Este artículo revisa las principales normas y modelos de gestión de la innovación, proporcionando una visión global de su aplicación en organizaciones. Las normas, como la ANSI/ISO 56000:2020, UNE 166000:2006, NMX-SAA-56000-1:2019, DIN 77006:2018 y BS 7000-1:2008, ofrecen directrices y fundamentos para la gestión de la innovación, facilitando la adopción de mejores prácticas internacionales. Además, se exploran modelos de gestión de la innovación como el Modelo de las Etapas o Fases (Stage-Gate), la Triple Hélice, Innovación Abierta, Lean Startup, Innovación Disruptiva, Design Thinking, el Ciclo de Deming (PDCA) y la Gestión del Conocimiento. Estos modelos destacan estrategias clave para fomentar la innovación desde diferentes enfoques, desde la colaboración entre instituciones hasta la implementación ágil y continua. La combinación de estas normas y modelos permite a las organizaciones estructurar y optimizar sus procesos de innovación de manera eficiente y competitiva.

Palabras clave: Innovación Gestión Modelos Normas

Abstract

This article reviews the main innovation management standards and models, providing a global vision of their application in organizations. Standards, such as ANSI/ISO 56000:2020, UNE 166000:2006, NMX-SAA-56000-1:2019, DIN 77006:2018 and BS 7000-1:2008, offer guidelines and foundations for innovation management, facilitating the adoption of international best practices. In addition, innovation management models are explored such as the Stage-Gate Model, the Triple Helix, Open Innovation, Lean Startup, Disruptive Innovation, Design Thinking, the Deming Cycle (PDCA) and Management of Knowledge.

These models highlight key strategies to foster innovation from different approaches, from collaboration between institutions to agile and continuous implementation. The combination of these standards and models allows organizations to structure and optimize their innovation processes in an efficient and competitive manner.

Keywords: Innovation Management Models Standards

Introducción

La innovación empresarial contribuye a que las organizaciones sean más competitivas, eficientes, mejoren sus resultados y se adelanten a las necesidades del mercado.

Mantenerse al día a través de los constantes cambios del mercado es esencial para que una organización prospere. La innovación en una empresa es fundamental para ser más eficientes, dar respuesta a las necesidades de los consumidores y aportar un nuevo valor.

Los continuos avances tecnológicos están revolucionando todas las industrias, por lo que es esencial que las corporaciones que quieran subsistir mantengan el ritmo y realicen nuevas propuestas con la finalidad de encabezar el mercado. Un pequeño cambio puede constituir una gran diferencia.

La innovación empresarial consiste en crear nuevos productos o servicios que den respuesta a una necesidad, mejorar los existentes o proponer cualquier cambio en el modelo de negocio existente para que se ajuste mejor a las necesidades de los consumidores o aporte mayores ganancias. De esta forma, se posee una ventaja ante la competencia.

Estos cambios pueden aplicarse al producto o servicio en sí mismo, a los sistemas de producción, a la organización, a la logística, al mercado. Con una simple modificación se pueden reducir costes o mejorar los tiempos de fabricación, lo que trae consigo ganancias más elevadas.

En este artículo, más allá de abordar la definición de la innovación y otros temas relacionados, se hace una revisión de las principales normas y modelos para la gestión de la innovación dentro de las organizaciones, con el fin de proporcionarles una orientación sobre cómo canalizar los esfuerzos y acciones hacia el diseño de un sistema de gestión de la innovación propio que les permita obtener los beneficios correspondientes

Definición de innovación.

De acuerdo con el manual de Oslo (2005) una innovación es la introducción de un producto (bien o servicio) o de un proceso, nuevo o significativamente mejorado, o la introducción de un método de comercialización o de organización nuevo aplicado a las prácticas de negocio, a la organización del trabajo o a las relaciones externas.

Cabe mencionar que tal definición es la integración evolutiva de un gran número de definiciones que le anteceden. Schumpeter (1935) definió innovación en un sentido general y tuvo en cuenta diferentes casos de cambio para ser considerados como una innovación. Estos son: la introducción en el mercado de un nuevo bien o una nueva clase de bienes; el uso de una nueva fuente de materias primas (ambas innovaciones en producto); la incorporación de un nuevo método de producción no experimentado en determinado sector o una nueva manera de tratar comercialmente un nuevo producto (innovación de proceso), o la llamada innovación de mercado

que consiste en la apertura de un nuevo mercado en un país o la implantación de una nueva estructura de mercado. Posteriormente, Howard Stevenson citado por Castillo (1999) realizó en la década de los ochentas un análisis acerca de la mentalidad emprendedora y el concepto de innovación. Según él, innovar no implica sólo crear un nuevo producto, puede innovarse al crearse una nueva organización o una nueva forma de producción o una forma diferente de llevar adelante una determinada tarea, etc.

Existen distintas maneras de clasificar la innovación en una empresa.

En función de la forma en la que se implementa puede ser:

- **Innovación radical.** Es algo que transforma por completo el escenario de una marca o el mercado. Puede llevarse a cabo a través de una gran modificación en el posicionamiento de una compañía, en la manera de trabajar, en los procesos, en la forma de relacionarse con el cliente o en los propios productos o servicios.
- **Innovación incremental.** Consiste en ir añadiendo poco a poco novedades a un producto, marca o sistema de producción, con la finalidad de mejorar la experiencia de los clientes y hacer a una compañía más competitiva.
- **Innovación disruptiva.** Es la aplicación de ideas que lleva a transformar productos, servicios y procesos, generando un cambio drástico en el mercado, las organizaciones y los hábitos de los consumidores. En muchos casos, supone la completa desaparición de otro producto. La mayoría de estos procesos están vinculados con la transformación digital y los avances tecnológicos.

De acuerdo con su naturaleza, la innovación empresarial puede ser:

- **Innovación tecnológica.** Viene aparejada de un avance técnico, tecnológico o científico.
- **Innovación comercial.** Es una modificación que se introduce en la estrategia de marketing de una compañía.
- **Innovación organizativa.** Es un cambio vinculado con la forma de gestión de la corporación.

Gestión de la innovación

En el tema de gestión de la innovación, ésta se entiende como la capacidad de gestionar una invención o una idea de nuevos productos, procesos, métodos de producción, formas organizativas o una mejora elemental de un sistema comercial (modelo) hasta su ejecución exitosa (Imp3rove, 2007).

La gestión de la investigación y el desarrollo (I+D) empezó a despertar la atención desde la década del 70s. Se trataba en ese entonces de mejorar la utilización de recursos humanos y materiales para producir conocimientos. Sin embargo, años después, las empresas verificaron que era necesario convertir estos conocimientos en nuevos productos o nuevos procesos que aumentasen su rentabilidad. (Escorsa, 1997).

La gestión de la innovación pretende dirigir y dar coherencia y continuidad a los recursos y actividades dedicados a esta actividad (Molina, 2011). Ésta incluye la gestión de I+D, añadiéndole otros aspectos, como el lanzamiento de nuevos productos o la puesta en marcha de innovaciones, que no figuren normalmente en el área de la gestión de la I+D. (Escorsa1997).

La gestión de innovación tecnológica se define como el proceso orientado a organizar y dirigir los recursos disponibles, tanto humanos como técnicos y económicos, con el objetivo de

aumentar la creación de nuevos conocimientos, generar ideas que permitan obtener nuevos productos, procesos y servicios o mejorar los existentes, y transferir esas mismas ideas a las fases de fabricación y comercialización. (Pavón e Hidalgo, 1997).

Para efecto de gestionar la innovación en las empresas bajo el esquema de un método, se han generado los modelos de gestión de la innovación. Tales modelos son enfoques estructurados que las empresas y organizaciones utilizan para fomentar, gestionar y aplicar la innovación en sus procesos, productos, servicios o modelos de negocio. A continuación, se presentan algunos de los modelos más reconocidos:

1. **Modelo de las Etapas o Fases (Stage-Gate).** Este modelo divide el proceso de innovación en una serie de etapas secuenciales, desde la generación de ideas hasta el lanzamiento del producto. Cada etapa está separada por "puertas" donde se evalúa si el proyecto debe continuar, modificarse o ser abandonado. Es útil para gestionar proyectos de desarrollo de productos donde es necesario un proceso riguroso y controlado.
2. **Modelo de la Triple Hélice.** Este modelo enfatiza la colaboración entre tres sectores: la universidad, la industria y el gobierno. La interacción entre estas tres esferas es fundamental para el desarrollo de la innovación en la sociedad. Es utilizado principalmente en entornos donde la innovación requiere un enfoque colaborativo entre diferentes sectores.
3. **Modelo de Innovación Abierta.** Este modelo promueve la idea de que las organizaciones deben utilizar tanto ideas internas como externas para avanzar en su tecnología y modelos de negocio. Incluye la colaboración con otras empresas, instituciones y personas fuera de la organización. Es común en industrias donde la colaboración y la co-creación con otras entidades son claves para el éxito.
4. **Modelo Lean Startup.** Enfocado en las startups, este modelo propone desarrollar productos mínimos viables (MVP) que se lanzan rápidamente al mercado para recibir retroalimentación temprana y ajustar el producto con base en la respuesta del cliente. Es utilizado principalmente por startups y empresas que necesitan validar sus ideas de negocio de manera rápida y eficiente.
5. **Modelo de Innovación Disruptiva.** Este modelo se enfoca en identificar y desarrollar innovaciones que tienen el potencial de crear nuevos mercados o transformar radicalmente los existentes, superando a los líderes actuales del mercado. Es relevante en industrias tecnológicas o en mercados donde la innovación puede cambiar las reglas del juego.
6. **Modelo Design Thinking.** Este enfoque se centra en entender profundamente las necesidades del usuario y resolver problemas complejos a través de la creatividad y el pensamiento de diseño. Se estructura en cinco fases: empatizar, definir, idear, prototipar y testear. Se utiliza en la creación de productos y servicios que requieren una comprensión profunda de las necesidades del usuario.

7. **Modelo de Ciclo de Deming (PDCA).** Este modelo, también conocido como Ciclo de Deming, se basa en cuatro etapas: Planificar (Plan), Hacer (Do), Verificar (Check) y Actuar (Act). Es un ciclo continuo de mejora que se puede aplicar a la innovación. Es usado para implementar mejoras continuas y gestionar la innovación en procesos dentro de las organizaciones.

8. **Modelo de Gestión del Conocimiento.** Este modelo se enfoca en la creación, almacenamiento, transferencia y aplicación del conocimiento dentro de la organización para fomentar la innovación. Es útil en organizaciones que dependen de su capacidad para gestionar y aplicar el conocimiento de manera efectiva.

Los ocho modelos antes mencionados son en sí marcos teóricos y conjuntos de principios que orientan la gestión de la innovación, pero no especifican procedimientos y/o herramientas que las empresas pudieran aplicar para la gestión de sus intentos de innovación.

Cada uno de estos modelos tiene sus propias ventajas y es adecuado para diferentes tipos de organizaciones, industrias y contextos. La elección del modelo dependerá de las necesidades específicas de la organización y de su entorno competitivo.

Adicionalmente a los modelos de gestión de la innovación, existen diversas normas de observancia internacional que proporcionan directrices para estructurar sistemas de gestión de la innovación que se adapten a las características de las organizaciones y su entorno. A continuación, se presenta una reseña de las más posicionadas.

ANSI/ISO 56000:2020 - Sistemas de Gestión de la Innovación: Vocabulario

Proporciona un vocabulario común y definiciones clave para la gestión de la innovación. Su propósito es establecer una base común de términos y conceptos que faciliten la comunicación y la comprensión en el campo de la innovación, tanto a nivel organizacional como en la colaboración entre diferentes partes interesadas.

Esta norma es aplicable a cualquier organización, independientemente de su tamaño, sector o ubicación, que desee comprender y gestionar la innovación de manera más efectiva. Es particularmente útil para aquellos que están implementando o mejorando sistemas de gestión de la innovación y necesitan una referencia clara de términos y conceptos.

Contenido Clave de la norma:

1. Proporciona definiciones precisas de términos y conceptos utilizados en la gestión de la innovación. Esto incluye términos como “innovación”, “gestión de la innovación”, “sistema de gestión de la innovación”, entre otros.
2. Establece una comprensión común de los conceptos fundamentales relacionados con la innovación, como el proceso de innovación, las actividades innovadoras y los resultados esperados de la innovación.
3. Explica las interrelaciones entre diferentes términos y conceptos para proporcionar una visión holística de cómo encajan en el contexto de la gestión de la innovación.
4. Facilita la comunicación clara y coherente sobre la innovación entre diferentes partes interesadas, incluyendo empleados, socios y clientes.
5. Sirve como una base de referencia para la implementación y mejora de sistemas de gestión de la innovación.

6. Asegura que todos los miembros de la organización y colaboradores externos tengan una comprensión uniforme de los términos y conceptos relacionados con la innovación.
7. La norma ANSI/ISO 56000 se complementa con otras normas de la serie ISO 56000, que abordan aspectos más específicos de la gestión de la innovación, como directrices (ISO 56002) y herramientas y técnicas (ISO 56003).

UNE 166000:2006 - Gestión de la I+D+i.

Proporciona un marco para la gestión sistemática de la investigación, el desarrollo y la innovación en las organizaciones. Su propósito es establecer directrices y requisitos para implementar, mantener y mejorar un sistema de gestión que permita a las organizaciones gestionar de manera efectiva sus actividades de I+D+i, promoviendo la creación de valor y la competitividad.

Esta norma es aplicable a cualquier organización que realice actividades de I+D+i, independientemente de su tamaño, sector o tipo. Es especialmente útil para organizaciones que buscan formalizar y mejorar sus procesos de gestión de la innovación para obtener resultados más efectivos y medibles.

Contenido Clave de la norma:

1. Establecimiento de objetivos claros y planes para la gestión de la I+D+i. Incluye la identificación de necesidades y oportunidades, así como la definición de estrategias y recursos necesarios.
2. Desarrollo y ejecución de proyectos de I+D+i según los planes establecidos, asegurando que se cumplan los requisitos y objetivos definidos.
3. Seguimiento y evaluación de los proyectos y actividades de I+D+i para asegurar que se mantengan en línea con los objetivos establecidos. Esto incluye la gestión de riesgos y la toma de medidas correctivas cuando sea necesario.
4. Evaluación y mejora continua del sistema de gestión para adaptarse a cambios en el entorno, nuevas oportunidades y lecciones aprendidas.
5. Política de I+D+i: Desarrollo de una política clara que defina el compromiso de la organización con la I+D+i y los principios que guiarán sus actividades.
6. Definición de roles y responsabilidades dentro de la organización para asegurar que las actividades de I+D+i estén bien gestionadas y coordinadas.
7. Asignación adecuada de recursos, incluyendo personal, infraestructura y financiamiento, para apoyar las actividades de I+D+i.
8. Establecimiento de procedimientos y documentación necesarios para gestionar y registrar las actividades de I+D+i, asegurando la transparencia y la trazabilidad.
9. Mejora la eficiencia y efectividad en la gestión de actividades de I+D+i mediante la aplicación de procesos sistemáticos y la alineación con los objetivos estratégicos.
10. Facilita la creación de un entorno que fomente la innovación y permita la adaptación a nuevas oportunidades y desafíos.
11. Ayuda a las organizaciones a mantener y mejorar su posición competitiva al gestionar de manera efectiva sus esfuerzos de I+D+i.
12. Proporciona una estructura que ayuda a cumplir con regulaciones y estándares relevantes en el ámbito de la investigación y la innovación.
13. La UNE 166000:2006 se alinea en muchos aspectos con normas internacionales como la ISO 56000 y sus variantes, que también abordan la gestión de la innovación y la investigación. Puede ser complementaria a estas normas y otras normas de gestión de calidad, como la ISO 9001.

NMX-SAA-56000-1-2019 - Sistema de Gestión de la Innovación

Proporciona un marco para el diseño, implementación, mantenimiento y mejora de un sistema de gestión de la innovación en organizaciones. Está diseñada para ayudar a las organizaciones a gestionar de manera efectiva sus procesos de innovación, alinear la innovación con sus objetivos estratégicos y mejorar su desempeño en el desarrollo de nuevos productos, servicios o procesos. Esta norma es aplicable a cualquier tipo de organización, independientemente de su tamaño o sector, que busque establecer o mejorar un sistema de gestión para sus actividades de innovación. Es especialmente útil para organizaciones en México que buscan integrar prácticas de innovación dentro de un marco estructurado y formal.

Contenido Clave de la norma:

1. Entendimiento de la Organización y su Contexto: La norma exige que las organizaciones comprendan su contexto externo e interno, así como las partes interesadas relevantes que afectan la capacidad de innovar.
2. Definición clara del alcance del sistema de gestión de la innovación, incluyendo las áreas y procesos que se gestionarán bajo el sistema.
3. La alta dirección debe demostrar liderazgo y compromiso con la gestión de la innovación, estableciendo políticas y objetivos que alineen la innovación con la estrategia organizacional.
4. Incluye la identificación de oportunidades de innovación, la planificación de recursos y la definición de objetivos específicos para la innovación.
5. Asegura que la organización cuente con los recursos adecuados y personal competente para llevar a cabo actividades de innovación.
6. Establece procedimientos para una comunicación efectiva y la gestión de la documentación relacionada con el sistema de gestión de la innovación.
7. Implementa mecanismos para el monitoreo y medición del desempeño del sistema de gestión de la innovación, incluyendo la evaluación de los resultados de la innovación.
8. Realización de auditorías internas para evaluar la conformidad del sistema de gestión de la innovación con los requisitos de la norma y su efectividad.
9. Establecimiento de procesos para identificar y abordar no conformidades, así como para implementar acciones preventivas y correctivas que mejoren continuamente el sistema de gestión de la innovación.
10. Evaluación periódica del sistema de gestión de la innovación para asegurar su efectividad y adecuación continua.
11. Proporciona una estructura formal para gestionar la innovación, ayudando a alinear las actividades innovadoras con los objetivos estratégicos de la organización.
12. Facilita la mejora continua del proceso de innovación y el desempeño organizacional en el desarrollo de nuevos productos y servicios.
13. Ayuda a las organizaciones a mantenerse competitivas al fomentar una cultura de innovación estructurada y sistemática.
14. Facilita el cumplimiento de requisitos normativos y expectativas de las partes interesadas en relación con la gestión de la innovación.
15. La NMX-SAA-56000-1-2019 está alineada con la serie ISO 56000 de normas internacionales sobre la gestión de la innovación, adaptando estos principios a un contexto mexicano. Puede ser complementaria con otras normas de gestión, como las relacionadas con la calidad (ISO 9001) y la gestión de proyectos.

DIN 77006:2018 - Gestión de la Innovación: Directrices y Requisitos

Proporciona directrices y requisitos para el establecimiento, implementación, mantenimiento y mejora de un sistema de gestión de la innovación. Su objetivo es ayudar a las organizaciones a gestionar de manera sistemática y efectiva sus actividades innovadoras para fomentar la creación de valor y mantener la competitividad en un entorno cambiante.

Esta norma es aplicable a cualquier organización, independientemente de su tamaño o sector, que desea formalizar y optimizar su gestión de la innovación. Está diseñada para ser utilizada por empresas y organizaciones en Alemania, pero sus principios también pueden ser aplicados internacionalmente.

Contenido Clave de la norma:

1. Requiere que las organizaciones comprendan su entorno externo e interno, así como las expectativas y necesidades de las partes interesadas relevantes para la gestión de la innovación.
2. Define el alcance del sistema de gestión de la innovación dentro de la organización, asegurando que se aborden todas las áreas pertinentes.
3. La alta dirección debe demostrar liderazgo y compromiso con la gestión de la innovación, estableciendo una política clara y asignando recursos adecuados.
4. Incluye la identificación de oportunidades y riesgos, y el establecimiento de objetivos de innovación que estén alineados con la estrategia general de la organización.
5. Asegura que la organización disponga de los recursos necesarios, incluyendo personal capacitado y tecnologías apropiadas para apoyar las actividades de innovación.
6. Establece la documentación y los procedimientos necesarios para una gestión eficaz de la innovación, asegurando la trazabilidad y la comunicación efectiva.
7. Implementa métodos para el monitoreo y medición del desempeño del sistema de gestión de la innovación, asegurando que los objetivos se cumplan y se realicen ajustes según sea necesario.
8. Realiza auditorías internas para evaluar la conformidad y eficacia del sistema de gestión de la innovación, identificando áreas de mejora.
9. Establece mecanismos para identificar y abordar no conformidades y para implementar mejoras continuas en el sistema de gestión de la innovación.
10. La alta dirección debe revisar periódicamente el sistema de gestión de la innovación para asegurar su adecuación, eficacia y alineación con los objetivos estratégicos.
11. Proporciona un marco estructurado para gestionar la innovación, asegurando que las actividades estén alineadas con la estrategia organizacional y sean efectivas.
12. Facilita la mejora del desempeño en la gestión de la innovación, ayudando a la organización a adaptarse a cambios y aprovechar nuevas oportunidades.
13. Contribuye a mantener y aumentar la competitividad al fomentar una gestión sistemática y eficiente de la innovación.
14. Ayuda a cumplir con requisitos y expectativas relacionadas con la gestión de la innovación, tanto a nivel nacional como internacional.
15. La norma DIN 77006:2018 está alineada con las normas internacionales de la serie ISO 56000 sobre gestión de la innovación, adaptando estos principios a un contexto alemán. Se complementa con otras normas de gestión de calidad y proyectos.

BS 7000-1:2008 - Diseño y Gestión de la Innovación

Proporciona directrices para el diseño y la gestión efectiva de la innovación en las organizaciones. Su objetivo es ofrecer un marco estructurado que ayude a las empresas a

fomentar y gestionar la innovación de manera sistemática, asegurando que las actividades innovadoras se alineen con la estrategia organizacional y contribuyan al desarrollo de productos y servicios innovadores.

Esta norma es aplicable a cualquier organización, independientemente de su tamaño o sector, que busque establecer un enfoque sistemático para la innovación en sus procesos de diseño y gestión. Es útil para empresas en el Reino Unido y puede ser aplicada en un contexto internacional.

Contenido Clave de la norma:

1. La norma requiere que las organizaciones comprendan su entorno interno y externo, así como las expectativas de las partes interesadas para gestionar eficazmente la innovación.
2. Establecimiento del alcance del sistema de gestión de la innovación, abarcando todas las áreas relevantes del proceso de innovación.
3. La alta dirección debe demostrar un compromiso activo con la innovación, estableciendo una visión clara y objetivos estratégicos para la gestión de la innovación.
4. Desarrollo de estrategias y planes de innovación que estén alineados con los objetivos a largo plazo de la organización.
5. Establecimiento de procesos estructurados para el diseño y la gestión de la innovación, que incluyan la generación de ideas, desarrollo de conceptos y la implementación de soluciones innovadoras.
6. Asegurarse de que se disponga de los recursos necesarios y que el personal esté debidamente capacitado para llevar a cabo las actividades de innovación.
7. Implementación de métodos para monitorear y medir el desempeño de las actividades innovadoras, asegurando que se cumplan los objetivos establecidos.
8. Identificación y gestión de riesgos asociados con los proyectos de innovación para minimizar su impacto en los resultados.
9. Evaluación periódica del sistema de gestión de la innovación para asegurar su efectividad y adecuación, realizando ajustes según sea necesario.
10. Implementación de acciones correctivas y preventivas para abordar problemas y mejorar continuamente los procesos de innovación.

Beneficios de la Norma:

11. Ofrece un enfoque estructurado para gestionar la innovación, asegurando que los procesos estén alineados con los objetivos estratégicos y sean efectivos.
12. Facilita la mejora del desempeño en la gestión de la innovación, ayudando a la organización a adaptarse a cambios y aprovechar nuevas oportunidades.
13. Contribuye a mantener y aumentar la competitividad mediante una gestión sistemática y eficiente de la innovación.
14. Proporciona un marco que ayuda a cumplir con requisitos y expectativas relacionadas con la gestión de la innovación.
15. La BS 7000-1:2008 está alineada con otros estándares internacionales de gestión de la innovación, como la serie ISO 56000. Proporciona un marco detallado que puede complementar y enriquecer los principios de estas normas.

Conclusiones

La gestión de la innovación es un proceso dinámico y esencial para el éxito y la sostenibilidad de las organizaciones en un entorno competitivo y globalizado. A lo largo de esta revisión, se han

abordado diversos modelos de gestión de la innovación que proporcionan un marco estructurado para impulsar la labor de innovar, fomentar la colaboración y facilitar la implementación de nuevas ideas y tecnologías. Estos modelos destacan la importancia de la cultura organizacional, el liderazgo y la gestión del conocimiento como factores clave para gestionar eficazmente la innovación.

Asimismo, las normas nacionales e internacionales, como la ISO 56002, con orientación a ser aplicada en empresas y organizaciones mexicanas, establecen directrices claras y estructuradas para que las organizaciones gestionen la innovación de manera sistemática y coherente, garantizando no solo la alineación estratégica, sino también la mejora continua de los procesos y productos innovadores. Estas normas proporcionan un marco de referencia común que facilita la adopción de mejores prácticas y la integración de la innovación en el núcleo operativo de las empresas.

En resumen, la combinación de modelos teóricos y normas internacionales aporta una perspectiva integral para gestionar la innovación de manera efectiva. Las organizaciones que adopten estos enfoques estarán mejor preparadas para responder a los desafíos emergentes y capitalizar las oportunidades del mercado, asegurando su competitividad y crecimiento sostenido en el tiempo.

Referencias.

- American National Standards Institute. (2020). ISO 56000:2020 - Innovation management - Fundamentals and vocabulary. ANSI Webstore. <https://webstore.ansi.org>
- Asociación Española de Normalización. (2016). UNE 166000:2006 - Gestión de la I+D+i: Terminología y definiciones de actividades de I+D+i. AENOR.
- Brown, T. (2019). *Change by Design: How Design Thinking Transforms Organizations and Inspires Innovation*. Harper Business. (Modelo Design Thinking).
- Chesbrough, H. (2020). *Open Innovation Results: Going Beyond the Hype and Getting Down to Business*. Oxford University Press. (Modelo de Innovación Abierta).
- Christensen, C. M. (2016). *The Innovator's Dilemma: When New Technologies Cause Great Firms to Fail*. Harvard Business Review Press. (Modelo de Innovación Disruptiva).
- Cooper, R. G. (2017). *Winning at New Products: Creating Value Through Innovation* (4th ed.). Basic Books. (Modelo Stage-Gate).
- Deming, W. E. (2018). *Out of the Crisis* (3rd ed.). MIT Press. (Modelo PDCA - Ciclo de Deming).
- Deutsches Institut für Normung. (2018). DIN 77006:2018 - Gestión de la innovación y protección de derechos de propiedad intelectual. DIN e.V.
- Etzkowitz, H., & Leydesdorff, L. (2021). *The Triple Helix: University–Industry–Government Innovation and Entrepreneurship* (3rd ed.). Routledge. (Modelo de la Triple Hélice).

- Nonaka, I., & Takeuchi, H. (2021). *The Knowledge-Creating Company: How Japanese Companies Create the Dynamics of Innovation*. Oxford University Press. (Modelo de Gestión del Conocimiento).
- Ries, E. (2017). *The Lean Startup: How Today's Entrepreneurs Use Continuous Innovation to Create Radically Successful Businesses*. Crown Business. (Modelo Lean Startup).
- Secretaría de Economía. (2019). NMX-SAA-56000-1-IMNC-2019 - Gestión de la innovación: Fundamentos y vocabulario. Diario Oficial de la Federación.

INDUCCIÓN IN VITRO DE CALLOS A PARTIR DE DOS EXPLANTES DE *Capsicum annuum* L

Autor 1

Martínez-Camacho Adriana Paola

Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato, Dirección Agroalimentaria, México

E-mail: a.martinez@utsoe.edu.mx

Autor 2

Calderón-Ruiz Alberto

Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato, Dirección Agroalimentaria, México

E-mail: acalderonr@utsoe.edu.mx

Autor 3

Gaytán-Ruelas Marina

Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato, Dirección Agroalimentaria, México

E-mail: mgaytanr@utsoe.edu.mx

Resumen

El chile jalapeño *Capsicum annuum* L. es un cultivo agrícola de gran demanda en las cocinas mexicanas, representa parte del grupo diverso del género *Capsicum spp.*, presentando variabilidad en frutos, tamaños, formas, sabores y pugencia. Sin embargo, la producción de esta solanácea se ha visto afectada por diversos factores bióticos y abióticos, como enfermedades, temperaturas extremas, sequía, y salinidad entre otros. La alta dependencia genotípica del chile y su naturaleza recalcitrante han desfavorecido para combatir los diferentes tipos de estrés. Las herramientas de la biotecnología como el cultivo de tejidos y las técnicas del ADN recombinante, pueden ayudar a complementar el fitomejoramiento tradicional y así poder acelerar la adquisición de características favorables en el cultivo de chile. Por otro lado, esta especie presenta, en general, una menor capacidad de regeneración y, como consecuencia, estas metodologías resultan más complicada que en otros miembros de la familia solanácea como el tomate (*Solanum lycopersicum*), o el tabaco (*Nicotiana tabacum*). Los estudios siguen avanzando para lograr la mejora de este cultivo y así darle un valor adicional. Para aunar, el presente trabajo se llevaron a cabo varias pruebas donde se sometieron a ensayo principalmente dos tipos de explantes: cotiledones e hipocótilos, ya antes reportados con éxito para otras variedades de *C. annuum* L. Además, estos dos explantes fueron sometidos a diferentes concentraciones de los reguladores de crecimiento AIA y BAP; con estas pruebas se comprobó que es posible la formación de brotes.

Palabras Clave: *Capsicum annuum* L, recalcitrante, cultivo de tejido.

ABSTRACT

The jalapeño peppers *Capsicum annuum* L. is an agricultural crop of great demand in Mexican kitchens, it represents part of the diverse group of the genus *Capsicum spp.* presenting variability in fruits, sizes, shapes, flavours and pugency.. However, the production of this solanaceae has been affected by various biotic and abiotic factors, such as diseases, extreme temperatures, drought, and salinity among others. The high genotypic dependence of chilli and its recalcitrant nature have disadvantaged it in combating different types of stresses. Biotechnology tools such as tissue culture and recombinant DNA techniques can help to complement traditional plant breeding and thus accelerate the acquisition of favourable traits in chilli cultivation. On the other hand, this species has, in general, a lower regeneration capacity and, as a consequence, these methodologies are more complicated than in other members of the Solanaceae family such as tomato (*Solanum lycopersicum*) or tobacco (*Nicotiana tabacum*). Studies continue to progress in order to improve this crop and thus give it additional value. In order to combine the present work, several tests were carried out where mainly two types of explants were tested: cotyledones and hypocotyls, already successfully reported before for other varieties of *C. annuum* L. In addition, these two explants were subjected to different concentrations of the growth regulators AIA and BAP; these tests proved that shoot formation.

Keywords: *Capsicum annuum* L, recalcitrant, tissue culture.

1. Introducción

El chile Jalapeño *Capsicum annuum* L. es uno de los cultivos hortícolas mundialmente más importantes (Guevara et al., 2021). Pertenece a la familia Solanaceae, originaria y supuestamente domesticada a partir de *C. annuum* L. var. *glabriusculum* en México (Martínez-Ispizua et al., 2021), esta especie es una rica fuente de fitoquímicos y nutrientes, como flavonoides, carotenoides y vitaminas que son importantes para la dieta humana (Morales-Soto et al., 2013). Además, su sabor y la acritud únicos se deben a la existencia de capsaicinoides, un grupo de alcaloides sintetizados exclusivamente en el fruto de esta especie vegetal (Martínez-Ispizua et al., 2021). *C. annuum* L. presenta raíces pivotantes, así como raíces adventicias como parte de su sistema radicular. Su tallo es de crecimiento erecto limitado. Su altura puede variar entre 50 cm y 1.5 m. Sus hojas son enteras (ovales o lanceoladas), además de glabras o pubescentes. Posee flores solitarias que aparecen en cada nudo y son de inserción axilar. Las flores presentan corola blanquecina. Su fecundación es principalmente autógama. Con respecto al fruto, es una baya semicartilaginosa y deprimida de color rojo cuando madura, aunque se comercializa verde, de forma y tamaño variables; es una planta herbácea anual (Maroto, 1983).

En el país, el consumo de este fruto representa una tradición cultural debido a su gran cantidad, amplia variedad y sabor picante. La pungencia de este fruto es causada por siete alcaloides o capsaicinoides, siendo la capsaicina y la dihidrocapsaicina las responsables del 90% del sabor pungente (Sánchez-Segura et al., 2015). Por su color, sabor y aroma el chile se ha convertido en un condimento popular en muchas partes del mundo. En los últimos años, esta hortaliza ha recibido gran atención en el mundo, debido al ataque de plagas y enfermedades que afectan los rendimientos. En México, la producción del cultivo es afectada por diversos organismos patógenos causantes de siniestros parciales o totales (González y Guigón, 2001). El comercio de materiales vegetales para el establecimiento de parcelas productivas, especialmente por semillas en el caso del chile, representa una ruta para que los patógenos se puedan propagar (Constable et al., 2019). Dentro de las alternativas para la obtención de material vegetal aséptico se consideran a las herramientas biotecnológicas, con el empleo de técnicas de cultivo de in vitro (Orlinska y Nowaczyk, 2015). Estas técnicas permiten la proliferación de células a partir de un explante (fragmento vegetal que puede ser meristemos, yemas axilares, hojas, raíces, anteras e incluso microsporas) en un medio de cultivo provisto de nutrientes, vitaminas, y en algunos casos también de hormonas (Venkataiah y col., 2016). Estos explantes, en condiciones apropiadas, inducirán a la formación de callos, que son masas amorfas o desorganizadas de células indiferenciadas. La importancia del callo radica en su funcionalidad de crecimiento irregular con potencial para formar órganos o embriones en las condiciones adecuadas (Rashmi y Trivedi, 2014). Sin embargo, los protocolos de regeneración de *C. annuum* L, particularmente por embriogénesis somática, que se han reportado a la fecha, están limitados para su aplicación por algunos problemas; principalmente por una baja eficiencia de los sistemas de regeneración, una baja reproducibilidad de los protocolos, un alto índice de callos deformados u oxidados, y una baja tasa de germinación y conversión de los embriones a plantas (o incapacidad de elongación). Tomando en cuenta la recalcitrancia del género *Capsicum* spp. a la regeneración de plantas in vitro y conociendo los avances que existen, se planteó establecer un protocolo de embriogénesis somática en *C. annuum* L. a partir de explantes: cotiledones e hipocótilos.

2. Metodología

Localización del proyecto

El desarrollo de este ensayo se realizó en laboratorio de biología de las instalaciones de la Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato ubicada en Carretera: Valle-Huanímaro km 1.2, Valle de Santiago, Guanajuato.

Material vegetal

Se utilizaron semillas de chile jalapeño comercial.

Desinfestación superficial de las semillas y germinación

En tubos Falcon de 50 mL limpios, se colocaron un aproximado de 250 semillas. Se le agregaron 25 mL de etanol al 70% y se mantuvieron en agitación en vortex durante 3 min. Transcurrido este tiempo, se decantó el etanol y se le agregó 25 mL de hipoclorito de sodio al 1.08%, nuevamente se agitaron en vortex durante 3 min y se decantó el hipoclorito. Para los enjuagues, se utilizó agua destilada estéril; al decantar el hipoclorito de sodio, se le adiciono al tubo 25 mL de agua destilada estéril y se mantuvo en agitación durante un minuto, se decantó el agua y se repitió dos veces más este procedimiento, para obtener tres enjuagues. Todo este proceso se realizó bajo campana de flujo laminar. En seguida las semillas se colocaron bajo el flujo laminar de la campana, sobre sanitas estériles y así eliminar todo exceso de agua para posteriormente ponerlas a germinar.

Germinación de las semillas

Para la germinación se utilizaron cajas Petri de plástico de 9 cm de diámetro que contenían 25 mL de medio básico Murashige y Skoog (1962) al 50%, y se colocaron 20 semillas por caja. La incubación se llevó a cabo a 25°C en total obscuridad durante una semana o hasta que protrude la raíz. Trascurridas 72 hrs, las cajas fueron revisadas en busca de semillas contaminadas, en el caso de que se encontrara contaminación por bacteria, las semillas sin contaminación se cambiaron a una caja nueva con medio MS. Después de una semana en condiciones de obscuridad, se colocaron las cajas con las semillas a condiciones estándar de luz (16 hrs), durante dos semanas más.



Figura 1 Germinación de las semillas en medio MS

Corte de

Para la utilización del explante se eligieron hipocótilo (Borychowski et al., 2002) y cotiledones. De cada una de las plántulas de chile jalapeño se sacaron tres explantes; para el hipocótilo se realizó un corte por debajo de meristemo apical y hasta dos centímetros por debajo, el explante fue colocado con la parte apical dentro del medio MS adicionado con los reguladores de crecimiento, para así mantenerlo en constante contacto con los reguladores. Para los cotiledones, se realizó un corte horizontal en la parte basal del cotiledón, se colocó en el medio por la parte abaxial, y de igual forma la el corte, las cuales fueron mantenerlo en constante reguladores de crecimiento.

explante

parte basal donde se realizó colocadas en el medio para contacto con los



Figura 2 Corte de explantes: cotiledones e hipocótilo

Para su desarrollo, se les sometió a las condiciones estándar de fotoperiodo (16 hr de luz por 8 hr de oscuridad). Cada dos semanas se realizó el subcultivo hasta que se observó desarrollo.

Inducción utilizando dos reguladores de crecimiento BAP y AIA

se sometieron dos explantes cotiledones e hipocótilo de plántulas de tres semanas de edad aproximadamente, los cuales se sembraron en medio MS modificado con cuatro concentraciones de reguladores de crecimiento BAP (citocinina bencilaminopurina) y AIA (ácido indolacético) adicionando 1.7 mg/L de AgNO₃, estas se muestran en la tabla 1. Para obtener de forma directa brotes, cada unidad experimental consto de diez explantes con cinco repeticiones cada una. Los explantes fueron subcultivados cada dos semanas hasta pasar a la siguiente etapa de la regeneración. Donde se evaluó para este experimento: 1) Número de explantes con brotes (%) y número de brotes por explantes. 2) Número de explantes que formaron callo (%) y se clasifico como friable o no friable. 3) Número de explantes con presencia de compuestos fenólicos (%)

Tabla 1. Concentraciones de BAP y AIA para la producción de brotes

Explante	Concentraciones mg/L	
	BAP	AIA
Cotiledones	2	0
	2	1
	5	0
	5	1
	2	0
Hipocótilos	2	1
	5	0
	5	1

Análisis estadísticos

A las 4 semanas se contaron el número de explantes por repetición por tratamiento por tipo de explante que mostraron organogénesis, se realizó una prueba de Levene y después un ANOVA multifactorial en el software XLSTAT 2022. Addinsoft (2022). XLSTAT statistical and data analysis solution. <https://www.xlstat.com>

4. Resultados y discusiones

Se buscó optimizar la formación de brotes, con los datos obtenidos y midiendo las variables en la formación de callo, callo no friable, brotes, raíz y compuestos fenólicos, se realizó una prueba de de Levene tabla 2.

Tabla 2. Resumen de las pruebas de Levene para todas las variables dependientes:

Factor \ Variable	Concentración	Explante	Concentración*Explante
Callo	0.050	0.611	0.205
Callo no friable	0.002	0.413	0.023
Brotes	0.013	0.610	0.071
Raíz	0.142	0.007	0.000
Producción de fenoles	0.000	0.485	<0.0001

Los valores en negrita corresponden a las pruebas en las que la hipótesis nula no se acepta con un nivel de significación alfa = 0.05

Tabla 2. Cuadros medios del ANOVA bifactorial para las variables en la inducción.

Fuentes de variación	GL	Callo	Callo no friable	Brotes	Raíz	Compuestos fenólicos
Trat	3	33.09**	54**	49.6**	9.9 ^{ns}	15.63**
Trat*Rep	16	2.5 ^{ns}	5.41 ^{ns}	3.62 ^{ns}	3.42 ^{ns}	0.51 ^{ns}
Var	1	24.2**	3.6 ^{ns}	16.9 ^{ns}	62.5**	10.0*
Trat*Var	3	18.8**	12.0*	17.23 ^{ns}	9.9 ^{ns}	3.26 ^{ns}

Var*Rep	4	13.21**	3.6 ^{ns}	18.08*	2.68 ^{ns}	1.56 ^{ns}
Error	12	2.01	2.7	5.5	3.67	1.32

** Altamente significativo, * Significativo, ns No significativo, α 0.05.

En el análisis de varianza, se encontraron diferencias altamente significativas para todas las variables por lo que se procedió a realizar la comparación de medias (Tabla 3).

Tabla 3 Respuesta en la inducción de brotes

Explantos	Concentraciones $\mu\text{g/ml}$	Callo	Callo no friable	Brotos	Raíz	Compuestos fenólicos
Cotiledones	2BAP	3.2a	2.8b	5.6b	0a	1b
	2BAP+1AIA	4.2a	5.6a	4.2b	0a	4a
	5BAP	0.4b	0c	9.8a	0a	0bc
	5BAP+1AIA	1b	0c	7ab	0a	0.4c
Hipocótilos	BAP2	2c	5.8a	2c	1.8b	0a
	BAP2+1AIA	6.6a	3.4b	6.6ab	4a	1a
	5BAP	5.4b	1.4bc	8.4a	0c	0a
	5BAP+1AIA	1c	0.2c	4.4bc	4.2a	0a

- Valores del experimento donde se utilizaron dos tipos de explantes en 4 concentraciones de hormonas, con cinco repeticiones cada una y diez explantes por repetición.
- Las letras diferentes muestran diferencias estadísticas entre medias (Tukey: $p \leq 0.05$)

Los explantes tomados de cotiledón e hipocótilo de plántulas cultivadas asépticamente durante tres semanas, mostraron crecimiento celular, en los bordes cortados, a los 8 días de haber sido colocados en el medio de cultivo.

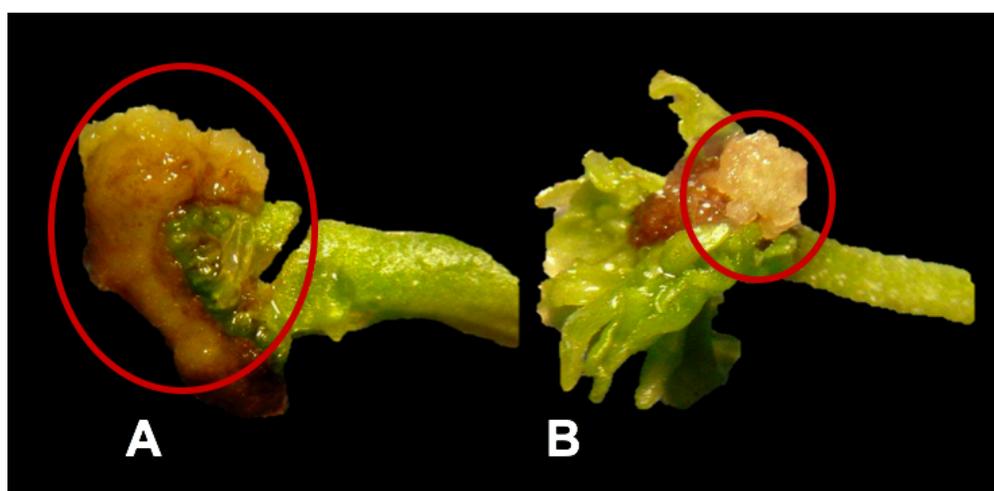


Figura 3 Formación de callo en los explantes de cotiledón (A) e hipocótilo (B).

El callo se presentó con un color blancuzco que se fue amarillando. De acuerdo a la comparación de medias, se observó que el mayor número de cotiledones con callo se formaron en los tratamientos con 2mg/L de BAP con o sin AIA, mientras que para los hipocótilos el tratamiento de BAP 2mg/L tuvo mayor formación de callo (Figura 4).

Con respecto a la formación de brotes, las primeras estructuras se presentaron a las 2 semanas, la mayor respuesta se observó en el tratamiento con 5 mg/L de BAP para ambos explantes, sin embargo, con este tratamiento en los cotiledones no se observó la presencia de callo, por lo que el porcentaje de la organogénesis directa fue de 100%.

Figura 4 Formación de brotes en cotiledones BAP (A) a 2 mg/L y (B) 5 mg/L.

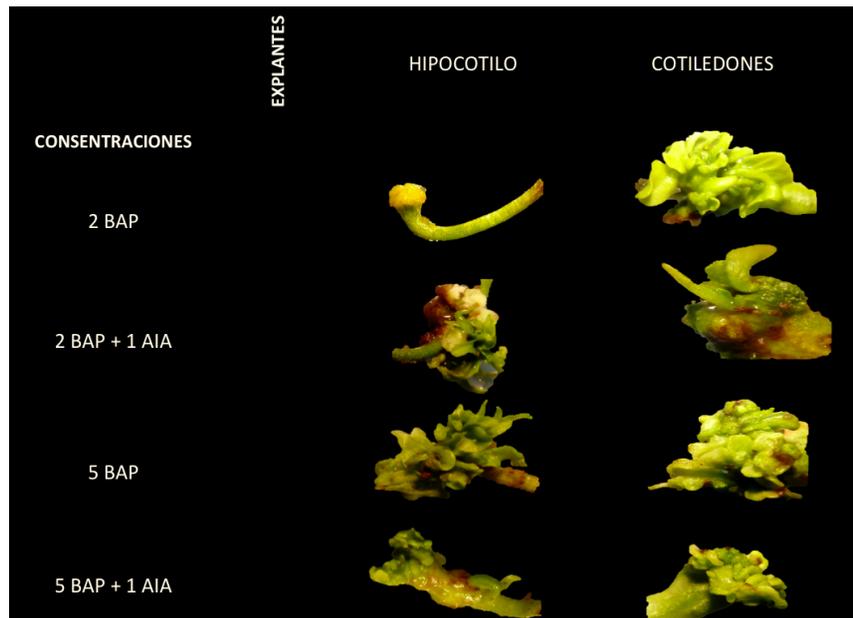


Figura 5 Respuesta de los explantes del genotipo Caloro

En los cuatro tratamientos, utilizando ambos explantes, cotiledones e hipocótilos, se observó la formación de diferentes estructuras callos o brotes en menor o mayor frecuencia, esta respuesta inicial coincide con las observaciones realizadas por algunos autores donde mencionan que la organogénesis se puede encontrar en la superficie de los cortes de *Capsicum*, independientemente de los reguladores de crecimiento aplicados (Dabauza y Peña, 2001; Gatz, 2002; Kothari *et al.*, 2010; Orłinska y Nowaczyk, 2015).

Para este experimento se observó que el efecto de las citocininas mejora la frecuencia de brotación en la variedad chile jalapeño (*C. annuum* L.), siendo el mejor tratamiento estadísticamente, BAP 5mg/L, a diferencia de lo encontrado por algunos otros autores como Swamy *et al.*, (2014) que halló que las citocininas por si solas no tenían un efecto significativo sobre el potencial de regeneración de los brotes en las plantas de *C. annuum* L., esto nos ayuda a confirmar la dependencia genotípica antes mencionada por Kothari *et al.* (2010) y Tata *et al.*, (2016), en la Figura 6 se muestran las respuestas de los explantes de cotiledón como de hipocótilo a los diferentes tratamientos, en la primera etapa de la regeneración.

Figura 6 Formación de raíz en hipocótilos en presencia de AIA



También se observó que en los hipocótilos se desarrolló raíz con mayor frecuencia en los tratamientos adicionados con 1 mg/L de AIA, mientras que en el tratamiento con 5 mg/L de BAP no se observó el desarrollo de raíz. Y con respecto a la formación de compuestos fenólicos el tratamiento con 2 mg/l de BAP y 1 mg/L de AIA ó fue el que presentó oxidación con mayor frecuencia.



Figura 7 Formación de compuestos fenólicos en cotiledon (A) e hipocótilo (B)

6. Conclusiones

Se logró el avance para el desarrollo de una metodología para la regeneración de *Capsicum annuum* L., donde a partir de explantes de cotiledones e hipocótilos se determinaron las condiciones para la emisión de callos y brotes.

De acuerdo a lo obtenido en estos experimentos y a las referencias previamente consultadas, la regeneración *in vitro* de la especie *Capsicum annuum* L., es sumamente dependiente de genotipo, del medio de cultivo incluyendo el tipo de explante a utilizar.

En este caso, el aumento de la concentración de AIA en el medio de inducción propicia una mayor formación de callo que en algunas ocasiones llega a ser un callo friable sin dar origen a ningún órgano, además de que al exceder la concentración de 1 mg/L, la presencia de compuestos fenólicos es más frecuente. Sin embargo, el genotipo utilizado requiere la presencia de ambas fitohormonas (citocininas y auxinas) en este caso BAP y AIA para la inducción de brotes.

Referencias

- Borychowski A, Niemirowicz-Szczytt K and Jcdraszko M (2002). Plant regeneration from sweet pepper (*Capsicum annuum* L.) hypocotyl explants. *Acta Physiologiae Plantarum*, 24(3): 257-264. DOI:10.1007/s11738-002-0049-x
- Constable, F., Chambers, G., Penrose, L., Daly, A., Mackie, J., Davis, K., Rodoni, B., & Gibbs, M. (2019). Viroid-infected Tomato and Capsicum Seed Shipments to Australia. *Viruses*, 11(2), 98. <https://doi.org/10.3390/v11020098>
- Dabauza M, Peña L (2001). High efficiency organogenesis in sweet pepper (*Capsicum annuum* L.) tissues from different seedling explants. *Plant growth and Regeneration*, 33: 221-239. DOI:10.1023/A:1017585407870
- Gatz A (2002). Induction of shoot buds, multiplication and plantlet formation in seedling explants of bell pepper (*Capsicum annuum* L. CV. Bryza) *in vitro*. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae*, 71(3): 187-193. DOI:10.5586/asbp.2002.022
- González, Pablo Andrés y Guigón, César (2001). Estudio Regional de las Enfermedades del Chile (*Capsicum annuum*, L.) y su Comportamiento Temporal en el Sur de Chihuahua, México. *Revista Mexicana de Fitopatología*, 19 (1),49- 56
- Guevara L., Domínguez-Anaya M. Á, Ortigosa A., González-Gordo S., Díaz C., Vicente F., et al. (2021). Identification of compounds with potential therapeutic uses from sweet pepper (*Capsicum annuum* L.) fruits and their modulation by nitric oxide (NO). *Int. J. Mol. Sci.* 22:4476. DOI:10.3390/ijms22094476
- Kothari SL, Joshi A, Kachhwaha S, Ochoa-Alejo N (2010) Chilli peppers-A review on tissue culture and transgenesis. *Biotechnology Advances*, 28: 35–48. DOI: 10.1016/j.biotechadv.2009.08.005
- Maroto, J. (1983). *Horticultura herbácea especial*. Madrid, España: Mundiprensa.
- Martínez-Ispizua E., Martínez-Cuenca M. R., Marsal J. I., Díez M. J., Soler S., Valcárcel J. V., et al. (2021). Bioactive compounds and antioxidant capacity of Valencian pepper landraces. *Molecules* 26 1–23. DOI: 10.3390/molecules26041031
- Morales-Soto A., Gómez-Caravaca A. M., García-Salas P., Segura-Carretero A., Fernández-Gutiérrez A. (2013). High-performance liquid chromatography coupled to diode array and electrospray time-of-flight mass spectrometry detectors for a comprehensive characterization of phenolic and other polar compounds in three pepper (*Capsicum annuum* L.) samples. *Food Res. Int.* 51 977–984. DOI: 10.1016/j.foodres.2013.02.022
- Murashige T and Skoog F (1962). A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. *Physiologia Plantarum* 15: 473–497. <https://doi.org/10.1111/j.1399-3054.1962.tb08052.x>
- Orlinska, M. y P. Nowaczyk (2015). «In vitro plant regeneration of 4 *Capsicum* spp. genotypes using different explant types». En: *Turkish Journal of Biology* 39.1, 60-68. doi:10.3906/biy-1403-89
- Rashmi, R. y M. Trivedi (2014). «Effect of various growth hormone concentration and combination on callus induction, nature of callus and callogenic response of *Nerium odorum*». En: *Applied biochemistry and biotechnology* 172.5, 2562-2570. DOI: 10.1007/s12010-013-0693-1
- Sánchez-Segura, L. Téllez-Medina D.I, Evangelista-Lozano, S., García-Armenta E., L. Alamilla-Beltrán, H. Hernández-Sánchez, A.R. Jiménez-Aparicio, G.F. Gutiérrez-López (2015) Morpho-structural description of epidermal tissues related to pungency of *Capsicum*

species, Journal of Food Engineering, Volume,152,Pages95-104,ISSN02608774.
<https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2014.11.022>.

Swamy S, Krupakar A, Surendra CD and Koshy EP (2014). Direct regeneration protocols of five *Capsicum annuum* L. varieties. African Journal of Biotechnology, 13(2): 307-312. DOI:10.5897/AJB2013.12592

Tata SS, Taminara R, Kumar AO (2016). Applied concepts in chili pepper (*Capsicum annuum* L.). Special reference to in vitro and molecular studies. LAP Lambert Academic Publishing. Saarbrücken, Alemania.

Venkataiah, P., Bhanuprakash, P., Suman Kalyan, S., & Subhash, K. (2016). Somatic embryogenesis and plant regeneration of *Capsicum baccatum* L. Journal, genetic engineering & biotechnology, 14(1), 55–60. <https://doi.org/10.1016/j.jgeb.2016.02.001>

EL NIVEL DE DOMESTICACIÓN SOBRE LA GERMINACIÓN DE LA CHÍA (*Salvia hispanica* L).

Autor 1

Calderón-Ruiz Alberto

Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato, Dirección Agroalimentaria, México

E-mail: acalderonr@utsoe.edu.mx

Autor 2

Martínez-Camacho Adriana Paola

Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato, Dirección Agroalimentaria, México

E-mail: a.martinez@utsoe.edu.mx

Autor 3

Vargas-Espinoza Everardo

Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato, Dirección Agroalimentaria, México

E-mail: evargase@utsoe.edu.mx

Resumen

La domesticación, un proceso evolutivo impulsado por la selección artificial humana, ha transformado las plantas y ha sido clave en el desarrollo de las civilizaciones. La chía (*Salvia hispanica* L.), originaria de México, presenta características modificadas por la domesticación, algunas beneficiosas para el ser humano y otras no. Este estudio investigó el impacto de la domesticación en la germinación de la chía. Se evaluó el índice de velocidad germinativa (IVG) en diez grupos de semillas con diferente grado de domesticación. A pesar de que las plantas silvestres suelen tener una dormancia más prolongada en sus semillas, los resultados mostraron que el IVG no se vio afectado por el nivel de domesticación en la chía. Esto significa que tanto las variedades silvestres como las domesticadas o semi domesticadas tienen una capacidad de germinación similar. Este hallazgo es fundamental para futuros programas de mejoramiento de la chía, ya que amplía las opciones de selección de material genético, permitiendo aprovechar tanto las variedades silvestres, potencialmente más resistentes, como las domesticadas, con características agronómicas deseables.

Palabras Clave: *Salvia hispanica* L., Síndrome de domesticación, dormancia.

ABSTRACT

Domestication is an amazing process that humans have been involved in for thousands of years. It's a way of transforming plants and has been key to the development of civilisations. Chia (*Salvia hispanica* L.), which is native to Mexico, has characteristics that have been modified by domestication. Some of these are beneficial to humans, while others are not. This study investigated the impact of domestication on chia germination. The germination rate index (IVG) was evaluated in ten seed groups with different degrees of domestication. It's interesting to note

that although wild plants tend to have longer seed dormancy, the results showed that IVG was not affected by the level of domestication in chia. This means that both wild and domesticated or semi-domesticated varieties have similar germination capacity. This is great news for future chia breeding programmes, as it expands the options for selection of genetic material, allowing both wild varieties, potentially more resistant, and domesticated varieties, with desirable agronomic traits, to be exploited.

Key words: *Salvia hispanica* L., Domestication syndrome, dormancy

1. Introducción

Desde hace doce mil años, en el periodo final que comprende la era Neolítica, las sociedades humanas en todo el planeta comenzaron a hacer la transición cazadores-recolectores para formar sociedades agrícolas sedentarias, que después dieron resultado a las culturas humanas actuales (Singh and Luke, 2022; Doebley et al. 2006)., esto ocurrió de forma independiente más de un centenar de veces en diferentes regiones del mundo. Por casi cuatro mil años atrás a nuestra era, los pueblos antiguos habían completado la adaptación de todas las especies de cultivos principales de los que la supervivencia humana hoy es dependiente, incluyendo como ejemplo; el arroz (*Oryza sativa*), el trigo (*Triticum spp.*) y el maíz (*Zea mays*) (Doebley et al., 2006). Esto no se hubiera logrado sin el proceso de Co-evolución, al cuál se conoce como “Domesticación” y actúa en recursos específicos, a través de la selección artificial; y permite a dichos recursos, su adaptación a condiciones ambientales y manejo humano (Hom and Penn, 2021).

Mao et al. (2000) mencionan que la pérdida de mecanismos de dispersión se produce cuando la zona de abscisión de alguna parte de la planta se pierde. Como ejemplo los maíces que hasta hoy, han perdido la zona de abscisión dentro de la inflorescencia, que es; lo que permite la dispersión de las semillas de su pariente silvestre [ejemplo teocintle (*Z. mays ssp. parviglumis*)]. En el caso del tomate (*Solanum lycopersicum*), la zona de abscisión está en el pedicelo, y actualmente se encuentran en los tomates silvestres y se ha perdido en los tomates domesticados. No obstante, la pérdida de dispersión no está relacionada con la pérdida de una zona de abscisión. En el caso del chile, los frutos de chiles silvestres se separan fácilmente del receptáculo a la madurez, mientras que en todos los chiles domesticados se mantienen firmemente unido a la planta.

Por su parte, Cong et al. (2002) mencionan que el efecto de gigantismo en plantas normalmente es un carácter marcado en plantas cosechadas a mano, pero muchas veces hay efectos correlacionados en otras partes de la planta. Como ejemplo, los pimientos no solo tienen frutos más grandes que los silvestres, sino que también hojas, flores y semillas más grandes.

Al respecto Serrato y Miranda (1998) describe los efectos de la domesticación en el cultivo de maíz, donde se han acortado los periodos previos y posterior a la floración, y la planta ha cambiado de protoginia a protándrica. En cuanto a la morfología, el número de tallos, espigas, hojas y mazorcas por planta se ha reducido, pero el número de hileras por mazorcas y el número de semillas se han incrementado.

En otras plantas como el tomate de cáscara (*Physalis philadelphica* Lam.), se ha establecido que la selección consciente de frutos de mayor tamaño ha mejorado indirectamente el tamaño de la flor (Montes et al., 1991).

En el caso de especies ornamentales como la flor de Cempoalxóchitl (*Tagetes erecta* L.) se ha visto cambios morfológicos entre cultivados y silvestres, entre los cuales se encuentran: el incremento en la anchura y longitud del involucre. Mayor número de flores por capítulo y más flores liguladas, y la reducción en la longitud de la semilla, esto en las cultivadas (Serrato y Miranda, 1998).

Arqueológicamente, se desconoce el momento de la domesticación de la chíá, por esa razón el conocimiento sobre los móviles de la domesticación de la chíá es desconocido (Cahill, 2003). Pocos son los estudios que existen sobre el origen de la domesticación en esta especie, quizá el cultivo de la chíá ha tomado un camino sencillo hacia la domesticación comparada con otros cultivos, convirtiéndolo en un excelente modelo para conocer el proceso de domesticación en esta planta.

Las formas de la especie de *S. hispanica* L. que se pueden encontrar en el área geográfica que comprende una parte de Mesoamérica, haciendo referencia a los estadios de la domesticación mencionados por Bautista et al. (2012) en las especies vegetales, se llega a proponer para la chíá los estadios siguientes: a) De la forma silvestre, b) Domesticados, c) Variedades domesticadas (Cahill, 2005). Además autores como Hernandez y Miranda (2008), postulan un estadio llamado: D) Semidomesticado el cual presenta algunas características de los silvestres y de los domesticados.

En relación con la especie *S. hispanica*, Cahill (2005) describe que existe una gran diversidad genética entre poblaciones silvestres de chíá, esto sucede gracias a la capacidad de la planta para producir miles de semillas, también cuenta con un ciclo de vida completo, su sistema de polinización es altamente autógamo en las silvestres y una alta heredabilidad de algunas características fenotípicas. Respecto a las características morfológicas y fenológicas que se han identificado en variedades domesticadas contra las silvestres son: semillas de mayor tamaño, inflorescencia más compacta, cálices cerrados, flor más larga y dominancia apical, uniformidad en los periodos de floración y maduración.

En el mismo sentido, Hernandez y Miranda (2008) encontraron que las características que diferencian entre las poblaciones cultivadas contra poblaciones silvestres de chíá son: flores más grandes, corolas que sobresalen del cáliz, inflorescencias más compactas debido al mayor número de verticilos y una menor distancia entre ellos; ciclo biológico más tardío y mayor tamaño de semilla. Por otro lado, Calderón et al. (2021) encontraron que la presencia de antocianinas es característica de plantas silvestres, así como la presencia de cáliz abierto, que está relacionado con la dispersión de las semillas; estas fueron más pequeñas y oscuras y sus cálices fueron cortos y se abrieron al madurar. El tamaño de la semilla y el peso de 100 semillas están altamente correlacionado con el rendimiento por planta. Las plantas domesticadas presentaron cáliz cerrado, sin coloración por antocianinas, reducción de la pubescencia en la mayor parte de la planta, inflorescencia más grande, mayor número de floretes, mayor peso de semilla, dominancia apical, mayor tamaño de espiga, cáliz cerrado y mayor rendimiento. Las semidomesticadas son semejantes a las cultivadas, pero presentan cáliz abierto. A pesar de las diferencias morfológicas marcadas entre las distintas poblaciones de chíá, aún sigue siendo morfológicamente distintas al taxón. Para aunar en las diferencias existentes a los diferentes niveles de domesticación en chíá, objetivo de este trabajo fue realizar una prueba de germinación estandar y determinar el índice de

velocidad germinativa a diferentes grupos de colectas semillas de chíá: descritas con diferente grado de domesticación para identificar posibles diferencias entre las poblaciones.

2. Metodología

Localización del proyecto

El desarrollo de este ensayo se realizó en laboratorio de biología de las instalaciones de la Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato ubicada en Carretera: Valle-Huanímaro km 1.2, Valle de Santiago, Guanajuato. En las coordenadas 20° 24' 1.04" latitud norte y 101° 13' 19.52" de longitud oeste.

Material vegetal

Tabla 1. Identificación y origen de diez poblaciones de chíá (*S.hispanica* L).

Población	País de procedencia	Estado	Municipio o comercializador	Estadio de Domesticación
C-A1	México	Jalisco	Acatic	Cultivado
C-A2	México	Jalisco	Acatic	Cultivado
C-A3	México	Guanajuato	Salamanca	Cultivado
C-A4	México	Puebla	Puebla	Cultivado
Sm-D1	México	Guerrero	Leonardo Bravo	Semi-domesticado
Sm-D2	México	Guerrero	Cuálac	Semi-domesticado
S-V1	México	Michoacán	Ciudad Hidalgo	Silvestre
S-V2	México	Oaxaca	Tultitlán de Flores Magón	Silvestre
SV-3	Nicaragua	Nicaragua	Managua	Silvestre
SV-4	El Salvador	El salvador	San salvador	Silvestre

2.3 Prueba de Germinación

La prueba de germinación (figura1), se realizó con los estándares reportados por Rovati et al., (2009), siendo estos a una temperatura constante de 25 °C, y la siembra se realizó sobre papel con cuatro repeticiones de 50 semillas por repetición, se realizó el conteo de la germinación en periodos de 12 horas, con la finalidad de contemplar la velocidad de germinación en las semillas e identificar si existe alguna diferencia entre las poblaciones, durante 96 horas.

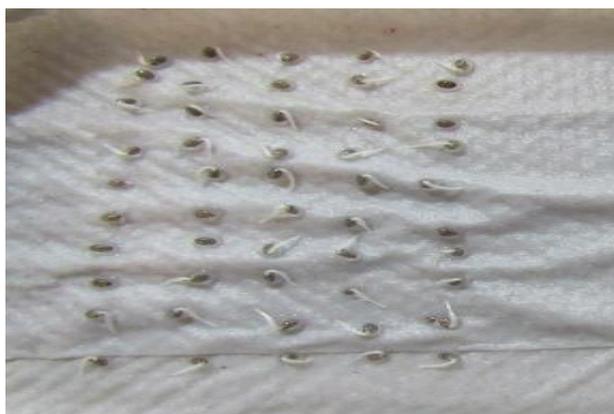


Figura 1. Germinación de las semillas de chía sobre papal

Para encontrar la diferencia entre la germinación de las poblaciones, se calculó el Índice de Velocidad Germinativa (IVG) en cada población, de acuerdo con la modificación de la fórmula Índice de Velocidad de Emergencia (IVE) propuesto por Maguiere desde 1962, (Apud: Raimondo, 2015).

$$IVG = \frac{G1}{P1} + \frac{G2}{P2} + \frac{G3}{P3} + K... + \frac{Gn}{Pn}$$

Donde G1, G2, G3.....,Gn = número de semillas germinadas, en la primera, segunda , tercera...y última evaluación, y P1,P2,P3...Pn = Periodo desde la siembra hasta la primera, segunda, tercera y última evaluación. Y así, las repeticiones que sú IVG sea más cercano a valor 1, la interpretación determina y corresponde a cuál de las poblaciones presenta una germinación más rápida.

Porcentaje de germinación

A continuación, se muestra el porcentaje de germinación (tabla 2). Donde podemos destacar que todas cumplen con el 80 % de germinación, un parámetro favorable en semillas silvestres.

Tabla 2. Valores de porcentaje de germinación (media ± error estándar) de las diez poblaciones de chía

Población	Germinación (%)
1. C-A1	98.56 ± 1.3
2. C-A2	94.3 ± 3.3
3. C-A3	94.3 ± 2.7
4. C-A4	95.3 ± 0.8
5. Sm-D1	97.3 ± 3.3
6. Sm-D2	86.3 ± 5.7
7. S-V1	92.58 ± 3.7
8. S-V2	94.3 ± 3.3
9. SV-3	84.3 ± 5.3
10. SV-4	97.8 ± 1.3

Índice de Velocidad Germinativa (IVG)

A continuación, se presenta gráficamente el Índice de Velocidad Germinativa (IVG) de las diez poblaciones evaluadas con sus cuatro repeticiones respectivamente, representando con líneas continuas los errores estándar.

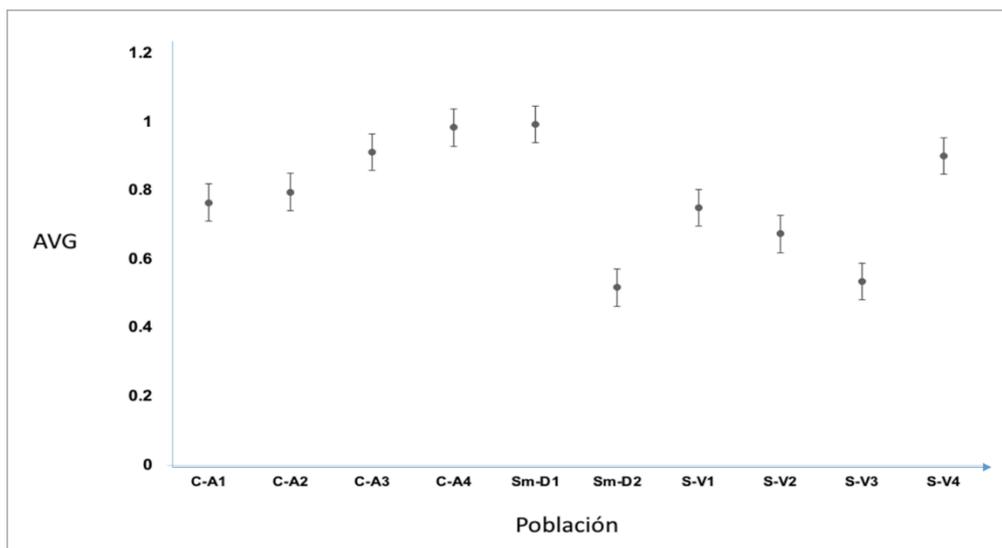


Figura 2. Índice de velocidad germinativa (IVG) de las 10 poblaciones de chí.

Como se puede observar en la figura.2, las poblaciones que mantiene IVG más cercano a 1 son las que sus semillas germinan más rápido en condiciones reportadas por (Rovati et al., 2009). También se puede ver que algunas poblaciones tienen un índice bajo < 0.6 , pero esto no significa que, por su bajo índice mostrado, su germinación se vea afectado. Solo se ve la velocidad de germinación en las semillas de distintas poblaciones, tal es el caso de Sm-D2 y S-V3 que muestran un tiempo de germinación más tardía que el resto.

Al Analizar el IVG en las poblaciones evaluadas, no se encuentra una relación marcada en las distintas poblaciones. Por lo que no se puede determinar las diferencias entre las poblaciones puesto que no se encontraron datos contrastantes, resultado que puede ser cuestionado en relación a las diferencias que se mencionan en los estudios de Cahill (2003 y 2005) que hacen mención sobre la diferencia sobre el tiempo de germinación entre poblaciones de chías silvestres y domesticadas de hasta 2 semanas de diferencia.

Para corroborar el comportamiento de la germinación de las semillas de las poblaciones evaluadas a través del tiempo, las medias de cada repetición se agruparon y fueron comparadas mediante una prueba de comparación múltiple de Tukey al 5% de significancia por cada periodo de tiempo. Y se representan gráficamente en la (figura 3). Cabe mencionar, que el porcentaje de germinación en todas las poblaciones fue mayor al 80%, este presentándose a las 96 horas que fueron evaluadas. Estos resultados concuerdan con lo que menciona Cahill y Provance, (2002), lo cuál es, que en las poblaciones silvestres y domesticadas no tienen un bajo porcentaje de germinación, solo difiere en días, esto en las silvestres puede tardar hasta diez días en las mismas condiciones para que una semilla de planta silvestre germine; lo que hace pensar para esta especie, la prueba de germinación (el IVG) no es un parámetro para ver el grado de domesticación en esta especie.

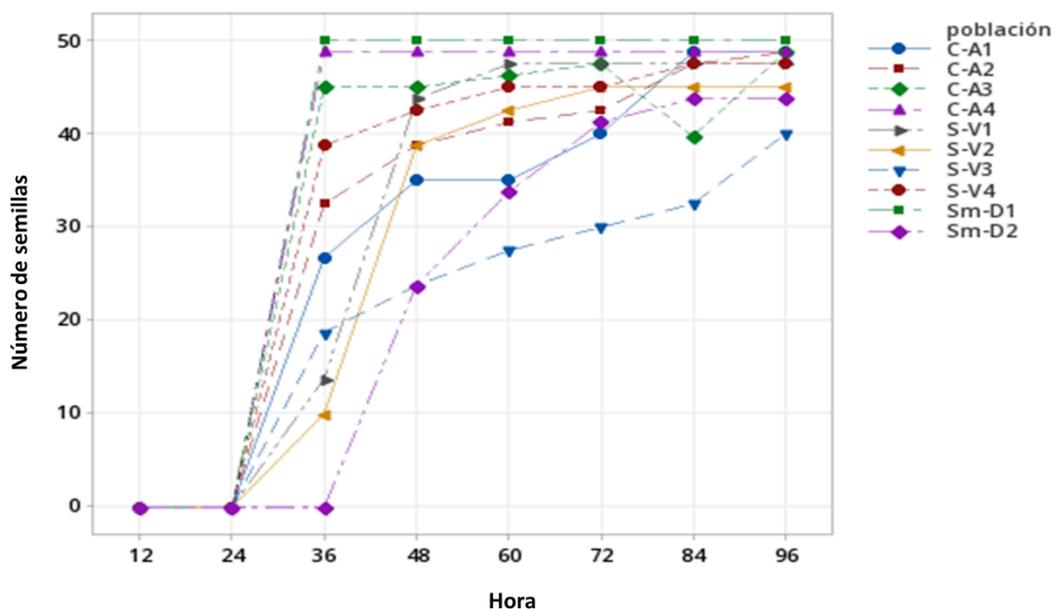


Figura 3. Porcentaje promedio de semillas germinadas de cuatro repeticiones de las diez poblaciones de chí a las 96 horas.

6. Conclusiones

Este estudio revela que no existen diferencias significativas en la capacidad de germinación entre las poblaciones de chí silvestres, semidomesticadas y domesticadas, lo que sugiere que la domesticación no ha afectado de manera sustancial este rasgo. Todas las poblaciones evaluadas, independientemente de su grado de domesticación, germinaron más del 80% a las 90 horas de evaluación, lo que indica que la dormancia no es un obstáculo para la germinación en esta especie.

Este hallazgo es crucial para los programas de mejoramiento, ya que indica que la selección de poblaciones con alta germinación no se limita a las variedades domesticadas. Las poblaciones silvestres y semidomesticadas, son las que mostraron un alto índice de velocidad germinativa (IVG) en este estudio, también pueden ser fuentes valiosas de genes para mejorar este rasgo.

Si bien este estudio proporciona información valiosa sobre la germinación de la chí, es importante señalar que se evaluó un número limitado de poblaciones. Futuros estudios deberían incluir una muestra más amplia para confirmar estos resultados y explorar otros factores que podrían influir en la germinación, como las condiciones ambientales y la variabilidad genética dentro de las poblaciones.

Referencias

- Bautista, L. A., Parra, R. F., and Espinosa, G. F. javier. (2012). Efectos de la Domesticación de Plantas en la Diversidad Fitoquímica. *Temas Selectos En Ecología Química de Insetos*, (Febrero 2023), 253–267. Retrieved from <https://www.researchgate.net/publication/233408389>
- Cahill, J. P. (2003). Ethnobotany of Chia, *Salvia hispanica* L. (*Lamiaceae*). *Economic Botany*, 57(4), 604–618. [https://doi.org/10.1663/0013-0001\(2003\)057\[0604:eocshl\]2.0.co;2](https://doi.org/10.1663/0013-0001(2003)057[0604:eocshl]2.0.co;2)

- Cahill, J. P. (2005). Human selection and domestication of Chia (*Salvia hispanica* L.). *Journal of Ethnobiology*, 25(2), 155–174. [https://doi.org/10.2993/0278-0771\(2005\)25](https://doi.org/10.2993/0278-0771(2005)25)
- Cahill, J. P., and Provance, M. C. (2002). Genetics of qualitative traits in domesticated chia (*Salvia hispanica* L.). *The Journal of Heredity*, 93(1), 52–55. <https://doi.org/10.1093/jhered/93.1.52>
- Calderón-Ruíz, Alberto, Salvador Montes-Hernández, M. Antonio García-Perea, Jorge Covarrubias Prieto, Cesar L. Aguirre-Mancilla, y Juan Carlos Raya Pérez. 2021. Caracterización De Poblaciones De chía Silvestre Y Cultivada. *Revista Mexicana De Ciencias Agrícolas* 12 (7). <https://doi.org/10.29312/remexca.v12i7.2243>.
- Cong, B., Liu, J., and Tanksley, S. (2002). Natural alleles at a tomato fruit size quantitative trait locus differ by heterochronic regulatory mutations. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 99(21), 13606–11. <https://doi.org/10.1073/pnas.172520999>
- Doebley, J. F., Gaut, B. S., and Smith, B. D. (2006). The Molecular Genetics of Crop Domestication. *Cell*, 127(7), 1309–1321. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2006.12.006>
- Hernández, G. A., y Miranda, C. S. (2008). Caracterización morfológica de chía (*Salvia hispanica*). *Revista Fitotecnia Mexicana*, 31(2), 105–113. <https://doi.org/0187-7380>
- Hom, E.F.Y., Penn, A.S. (2021). Symbiosis and the Anthropocene. *Symbiosis* 84, 239–270. <https://doi.org/10.1007/s13199-021-00794-0>
- Mao, L., Begum, D., Chuang, H. W., Budiman, M. A., Szymkowiak, E. J., Irish, E. E., & Wing, R. A. (2000). JOINTLESS is a MADS-box gene controlling tomato flower abscission zone development. *Nature*, 406(6798), 910–3. <https://doi.org/10.1038/35022611>
- Montes, H. S., Aguirre, R., García, M., y González, C. E. (1991). Algunos efectos de la domesticación sobre la morfología del tomate (*Physalis philadelphica*). *Agrociencia Serie Fitociencia*, 2, 7–25.
- Raimondo, J. G. (2015). Efecto de la profundidad de siembra sobre la germinación de aquenios de saetilla (*Bidens pilosa* L.). *Agron. Noroeste Argent.*, 35, 47–51.
- Rovati, A., Escobar, E., y Prado, C. (2009). Metodología alternativa para evaluar la calidad de la semilla de chía (*Salvia hispanica* L.) en Tucumán, R. Argentina. *EEAOC-Avance Agroindustrial*, 33, 44–46.
- Serrato, M. A., y Miranda, C. (1998). Efectos de la Domesticación en algunas características florales del cempoalxóchitl (*Tagetes erecta* L.). *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 4(1), 57–62.
- Singh Manvir and Glowacki Luke. (2022). Human social organization during the Late Pleistocene: Beyond the nomadic-egalitarian model, *Evolution and Human Behavior*, 43,418-431,<https://doi.org/10.1016/j.evolhumbehav.2022.07.003>.

ASOCIACIÓN DE CULTIVOS: CACAHUATE (*Arachis hypogaea* L.) COMO BASE

Autor 1

Calderón-Ruiz Alberto

Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato, Dirección Agroalimentaria, México

E-mail: acalderonr@utsoe.edu.mx

Autor 2

Martínez-Camacho Adriana Paola

Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato, Dirección Agroalimentaria, México

E-mail: a.martinez@utsoe.edu.mx

Resumen

La creciente demanda mundial de alimentos requiere estrategias innovadoras para aumentar la productividad agrícola. La asociación de cultivos, una técnica que consiste en cultivar dos o más especies en el mismo terreno, ha demostrado ser prometedora para intensificar el uso de la tierra y maximizar los recursos. Esta práctica aumenta la productividad al aprovechar mejor los recursos disponibles, minimizar los riesgos y reducir la competencia de malezas. Factores como la elección de cultivos compatibles, la densidad de siembra y el momento adecuado son cruciales para el éxito de la asociación. La asociación de cultivos de la familia Poaceae (gramíneas) con Fabaceae (leguminosas) es una práctica común y beneficiosa a nivel mundial. En este contexto, se propone el cacahuete (*Arachis hypogaea* L.) como un cultivo primario ideal para la asociación, respaldado por investigaciones previas que destacan sus ventajas en sistemas de cultivo mixtos.

Palabras Clave: Asociación de cultivos, *Arachis hypogaea* L., densidad de siembra.

ABSTRACT

The global demand for food is growing, and we must develop innovative strategies to increase agricultural productivity. Intercropping is a proven technique for intensifying land use and maximising resources. This practice increases productivity by making better use of available resources, minimising risks and reducing weed competition. The choice of compatible crops, sowing density and timing are crucial for the success of the association. The association of crops from the family Poaceae (grasses) with Fabaceae (legumes) is a common and beneficial practice worldwide. In this context, groundnut (*Arachis hypogaea* L.) is the ideal primary crop for the association, supported by previous research that highlights its advantages in mixed cropping systems.

Keywords: Crop association, *Arachis hypogaea* L., density.

1. Introducción

El cacahuete o maní (*Arachis hypogaea* L.) es una leguminosa anual alimentaria, es uno de los principales cultivos oleaginosos de las regiones tropicales y subtropicales del mundo. El fruto del cacahuete ha alcanzado una relevancia mundial y es cultivo comercialmente tradicional para los campesinos (Shiyam,2010). El cultivo de cacahuete se valora por el grano (cacahuete), fuente importante de aceite comestible (44-50%) y proteínas (24-35%), y numerosos nutrientes (complejo B como: tiamina, riboflavina, nácina y vitamina A) y minerales (calcio, hierro) (Baraken et al ,2016). Lo cual lo convierte en la cuarta fuente más importante de aceite vegetal comestible del mundo y la tercera fuente más importante de proteína vegetal, es con mucho la especie económicamente más importante del género *Arachis* (Sampsonet al., 2021). Se cree que proviene de dos ancestros silvestres *Arachis duranensis* y *Arachis ipaensis* (Bertioli et al., 2015). Se cultiva en 48 países, en México ocupa 15 mil agricultores aproximadamente, en una superficie anual promedio de 55 mil hectáreas, los estados que destacan es Chihuahua, Sinaloa, Chiapas, Puebla y Oaxaca (SILSG,2019). Pero el cultivo se puede adaptar a otros estados como lo es Zacatecas, Aguascalientes y Veracruz y Guanajuato.

La producción agrícola se basa principalmente en sistemas de cultivo de lluvia y sigue siendo vulnerable a los cambios climáticos (Sinare et al., 2021). Más de 15 millones de personas deben sus alimentos a la agricultura de subsistencia, fuertemente dominada por cereales, legumbres, tubérculos y algunos cultivos de la región (Sanou et al., 2016). En México, la investigación agrícola ha abordado exclusivamente al agroecosistema más productivo y lo cual ha desatendido a la agricultura marginal y se ha ignorado a la etnoagricultura y agricultura alternativa. Estas pueden tener un linaje de la agricultura científica, ser económica viable y ser menos agresiva en contra del ecosistema (Turrent-Fernández, 2005). Existe la necesidad de sistemas de cultivo innovadores o mejorados que permitan una producción agrícola intensiva y sostenible para proporcionar más alimentos a una población en crecimiento mediante el uso de una menor cantidad de recurso especialmente del recurso hídrico.

El uso de policultivos en la agricultura, generalmente se le conoce como "sistema de cultivos intercalados", cuya forma de cultivo múltiple en el que dos o más cultivos ocupan simultáneamente un mismo espacio (terreno), y el cual se basa en el conocimiento tradicional en las mezclas de cultivos cuidadosamente seleccionadas que se caracterizan por un mayor rendimiento (Bracken, 2019). Una forma de policultivo, es la asociación de cultivos (AC), que consiste en el crecimiento y desarrollo de dos o más especies en el mismo terreno, durante, parte o todo el ciclo vegetativo (Pérez-López, 2013). Es una de las técnicas más efectivas de la agricultura ecológica, que provoca una relación competitiva y complementaria (Muñoz, 2018). En un sistema competitivo es más eficiente cuando el rendimiento del cultivo intermedio no es tan significativo como el cultivo principal, además, cuando la interacción competitiva es mayor surge una penalización de rendimiento de los cultivos asociados, en este caso el monocultivo sería más rentable (Zhang et al., 2011). Existen dos mecanismos que contribuyen a la complementariedad: 1) la partición de recursos (diferencia de nicho): consiste en la utilización más completa de los recursos disponibles. y B) la facilitación: se refiere a los procesos por los cuales, una especie proporciona un recurso limitante o mejora la condición ambiental de la otra especie (Bybee-Finley and Ryan, 2018). Por ejemplo, las primeras etapas de crecimiento de los cultivos pueden ser complementarias para la radiación solar, pero eventualmente, se vuelven competitivas en las etapas posteriores de crecimiento.

El cultivo intercalado especialmente de la familia Poaceae con Fabaceae es usado en muchos países por el aumento del rendimiento comparado con el monocultivo (Lithourgidis et al., 2006). Por otro lado, cuando se mezclan monocotiledóneas con dicotiledóneas en un policultivo, el rendimiento (masa seca cosechada) es mayor que cuando se cultivan solas (Bracken, 2019). Sin embargo, los cultivos intercalados o la asociación de cultivos como también se le conoce, se practican para maximizar la eficiencia de los recursos naturales y el rendimiento monetario (Yin et al., 2017). Muchos de los agricultores en todas las partes del mundo, se ven gravemente afectados por la escasez de recursos (por variación en el clima, suelo, la economía, y las estructuras locales) y los espacios (sobre población). Se ha demostrado que la asociación de cultivos es una posible forma de aumentar la productividad y el rendimiento (Jensen-Carlsson, & Hauggaard-Nielsen, 2020).

Los agricultores generalmente toman decisiones sobre las tecnologías que deben adoptarse basándose en el cálculo del costo, el uso de agua, el riesgo y el rendimiento (García,2017). En las quintas pequeñas, los agricultores cultivan como un riesgo minimizando las medidas contra la pérdida total de cosechas y para obtener diferentes productos para aprovechar la comida, pienso, los ingresos, etc. de su familia. Por eso, la asociación de cultivos es una estrategia atractiva para aumentar la productividad y la utilización de la mano de obra por unidad de área de tierra disponible (Hu et al.,2016). El cacahuate (*Arachis hypogaea* L.) tiene un buen rendimiento en el sistema AC, pero asociados a cultivos de corta duración. esto se debe que los cultivos de corta duración tienen menor efecto de sombreado (Hussainy, Brindavathy and Vaidyanathan, 2020). Por lo tanto, el cacahuate dentro de los sistemas de AC debe de ser entendido, divulgado y practicado en la comunidad agrícola para que se pueda adoptar.

2. Metodología

Búsqueda de información

En el presente estudio se realizó una recopilación y análisis de distintas fuentes de información gratuita, haciendo uso de la herramienta de google académico, de estas se pudieron consultar:

- Revistas académicas de libre acceso
- Bibliotecas digitales libres, revistas científicas de indexación como: SCOPUS, SCIELO, REDALYC.
- Actas de congresos o seminarios
- Boletines informativos en base a la relación del tema de búsqueda
- Entre otros.

El trabajo monográfico se efectuó de acuerdo a la metodología propuesta por Lipiante (2007), quien menciona la realización de las siguientes etapas:

1. **Elección del tema:** se seleccionó como tema “El cacahuate como base en la producción agrícola” por ser delimitable; realista, en función a la bibliografía disponible; y por el dominio metodológico del autor.
2. **Motores de búsqueda:** se realizó la exploración de los artículos de interés en los buscadores electrónicos que proveen de información científica, almacenes de publicaciones periódicas y en portales libres de búsqueda.
3. **Preparación de la bibliografía:** se realizó el análisis de la información y la elaboración de la bibliografía, discriminando los artículos de acuerdo al grado de competencia con el tema y su importancia científica.
4. **Estructura de la monografía:** la estructura general que se pudo obtener fue la siguiente: (1) La asociación de cultivos (AC), (2) Consideración en el sistema AC, (3) Índices de maduración en el AC, (4) Compatibilidad de los cultivos en el AC, (5) La densidad de plantación en el sistema AC, (6) Fecha de plantación en el sistema AC (7). Los beneficios actuales de AC, (7) El rendimiento de AC con el cacahuate

4. Resultados y discusiones

La asociación de cultivos (AC)

La asociación de cultivo (AC) se define a la práctica agrícola de cultivar dos o más cultivos en el mismo espacio al mismo tiempo, que también se le denomina cultivo intercalado, policultivo o cultivo mixto (Anil et al., 1998; Bedoussac et al. 2015). La razón de tener plantación conjunta de distintos cultivos es para aumentar la producción de cultivos y la eficiencia de la tierra, así como una estrategia para mitigar el riesgo de pérdida de la cosecha. Siendo un componente esencial de

los sistemas de producción agrícola a pequeña escala. La estabilidad de productividad y rendimiento en la AC; se ha demostrado que reducen el riesgo de pérdida de cultivos, al aumentar la estabilidad del rendimiento a lo largo del tiempo (Bybee-Finley et al., 2016; Raseduzzaman, 2017; Maitra et al., 2021). También, ofrece una eficiencia biológica al reducir el riesgo de ataque de insectos y enfermedades, un beneficio que explica de manera parcial el aumento del rendimiento y la estabilidad del rendimiento (Zhu et al., 2000; Blanco-Valdés, 2016; Borg, 2017; Zhang et al., 2019; Maitra et al., 2021). Por otro lado, la AC reduce malezas eficazmente mediante el aprovechamiento de los recursos disponibles, por ejemplo: luz, nutrientes, y el agua (Yin et al., 2015), en comparación de los cultivos si se establecen por separado, reduciendo así la cantidad de recursos disponibles para las malezas (Zhu et al., 2000; Borg, 2017; Maitra et al., 2021). De manera biológica la AC, mejora la disponibilidad del nitrógeno del suelo, mejorando su calidad y concentrando el carbono del suelo (Cong et al., 2015; Jensen-Carlsson, & Hauggaard-Nielsen, 2020). Además de aumentar la eficiencia de fósforo (Tang, Zhang, Yu et al., 2021), la disminución de emisiones del CO₂ (Yang et al., 2018). Por lo tanto, el cultivo asociado más utilizado en el mundo, es la mezcla de un cereal y una leguminosa (Li et al., 2020 a, b). Por lo que, la asociación de cultivos puede desempeñar un aspecto importante en la intensificación de la agricultura sustentable (Tilman, 2020).

Consideración en el sistema AC

En la agricultura ecológica, la técnica agroecológica AC permite tener varios productos al mismo tiempo, tener beneficios en el rendimiento, resistir plagas y enfermedades, y el aumento a la biodiversidad en general, entre muchos más beneficios (Blanco-Valdés, 2016). Sin embargo, la AC requerir muchos conocimientos y probablemente requiera una mayor comprensión de la ecología y la interconexión entre los cultivos y su entorno para aprovechar plenamente los beneficios potenciales (Bybee-Finley and Ryan, 2018).

La práctica ecológica de AC para ser exitosa, necesita varias consideraciones antes y durante su establecimiento. Maitra et al., (2020) encontraron que la plantación conjunta, afecta el crecimiento vegetativo de los cultivos; por lo que, se debe considerar los recursos espaciales, temporales y físicos. La AC económicamente viable, depende en gran medida del patrón de siembra y la selección de cultivos a establecer (Yin et al., 2017). El diversificar los cultivos podría adoptarse como una estrategia para la generación de empleo durante todo el año y también maximizar el beneficio a través de las ganancias mediante la relación de sustitución y precio de los productos (De y Chattopadhyay, 2017). En la AC de Poáceas y Fabáceas, el potencial para proporcionar nitrógeno (N) depende de la densidad del cultivo y los nutrientes (Maitra et al., 2020). El elegir los cultivos compatibles es de suma importancia para el mejor establecimiento conjunto de cultivos asociados. Esta elección depende del hábito de crecimiento de las plantas, el espacio, aprovechamiento de luz solar, el agua y el aprovechamiento de fertilizantes externos expuestos en el sistema (Yin et al., 2017; Jensen, Carlsson, & Hauggaard-Nielsen, 2020). Bedoussac et al., (2015) mencionan que los cultivos asociados de leguminosa y cereales aumentan la fijación de N por las leguminosas.

En la asociación de sorgo y cacahuete, fríjol chino, se redujo las necesidades de fertilizantes nitrogenados de 30-84 kg/ha cuando se rota el cultivo del trigo (Gosh et al. 2007). Ghanbar et al, (2010) hacen mención que las asociaciones de cultivos de diferentes especies en ocasiones aumentan o limitan el crecimiento. Los diferentes tiempos de siembra de los cultivos, es un componente de éxito en el sistema AC, ya que mejora la utilización de los recursos y reducen la competencia (Sanderson, 2013). La combinación de maíz (*Zea mays*) con fríjol chino (*Vigna unguiculata* L.) mejora la interceptación de luz en el sistema AC que cuando se tiene como monocultivo el maíz (Ghanbari et al., 2010). Chandrika et al, (2001), menciona cuando hay una AC de cacahuete con frijol de palo (*Cajanus cajan*) en relación (7:1) se obtienen mejores rendimientos y gran número de vainas (cacaahuates), que si se asocian en una relación (1:7). En la combinación del cacahuete y el frijol de palo tuvieron las mayores ventajas relativas en el rendimiento del maíz (Mupangwa et al., 2021). Un estudio llevado a cabo por Ahlawat et al.,

(2005), afirma que el rendimiento de los cultivos en el AC aumento hasta un 55% en comparación, cuando se cultivan solos.

Índices de maduración en el AC

La competencia asimétrica en la AC, es una preocupación importante cuando se intercalan cultivos de diferentes tiempos duración de madurez, ya que los factores abióticos (Clima, topografía, nutrientes disponibles del suelo) y factores bióticos (plagas, enfermedades o malezas particulares) pueden influir en las capacidades relativas de las especies de cultivos (Sanderson et al., 2013). Por lo que, se debe de elegir cultivos de diferente duración de madurez, ya que un cultivo de maduración rápida completa su ciclo de vida antes del que comience el período de maduración del cultivo principal. La selección de cultivos o las variedades con diferentes tiempos de madurez también puede ayudar a la cosecha escalonada y a la separación de los productos (Chai et al., 2014). Por esto, el momento de la máxima demanda de nutrientes de los cultivos que conforman la AC, deberán ser diferenciados. Los cultivos que maduran en diferentes momentos, separados por periodos de su máxima demanda de nutrientes, humedad, espacio, y competencia solar, podrían asociarse adecuadamente (Muñoz, 2018). Por ejemplo, en una asociación de cultivo de maíz - judía Mungo o soja verde (*Vigna radiata*), la demanda máxima del maíz es de 60 días aproximadamente después de la siembra, mientras que para el frijol en ese periodo está listo para su cosecha. (Reddy y Reddi, 2007). Lo mismo ocurre en la asociación cacahuete-maíz, cuando el cultivo primario es el cacahuete, su ciclo de máxima demanda es a los 90-110 días, periodo el cual el maíz está listo para su cosecha en fresco (Wibisana et al., 2017; Sánchez-Domínguez et al., 2006). En algunos países se pueden encontrar la AC de cacahuete con otras especies; por ejemplo, con el mijo perla (*Pennisetum glaucum*), mijo dedo (*Eleusine coracona*) y el sorgo (*Sorghum*) (Ghosh, 2004).

Compatibilidad de los cultivos en el AC

La plantación conjunta de cultivos, probablemente requiera una mayor comprensión de la ecología y la interconexión entre los cultivos y su entorno para aprovechar plenamente los beneficios potenciales que ofrece (Bybee-Finley and Ryan, 2018). Ya que en estas interconexiones los cultivos que se asocian, pueden presentar interconexiones de diferentes efectos. Como lo es el efecto amensálistico, donde una especie da efecto negativo a otra especie, este efecto puede ser neutro o con afectación en su desarrollo, por ejemplo, no se pueden asociar plantas de la familia *Amaryllidaceae- brassicaea*. Otra interconexión que se puede mostrar, es el efecto mensalístico, que se refiere al efecto positivo para ambas especies asociadas y es el que se para que ambas especies puedan aprovechar al máximo las condiciones ofrecidas en el momento. Por otro lado, pueden presentar efecto monolístico donde el efecto a una especie es positivo y para la otra especie el efecto es negativo o el menos recomendable efecto inhibitorio en cual consiste en que el efecto para ambas especies es negativo y por ende no hay desarrollo de estas (Willey, 1979). Por ejemplo, el nogal negro (*Juglans nigra* L.) produce la juglona química que tiene un efecto alelopático en diferentes especies de cultivos (Holzmueller et al., 2018). Los extractos acuosos de hojas de Piñón (*Jatropha curcas*) inhiben la germinación y retardan la longitud de los brotes y raíces en el chile (*Capsicum annum* L.) (Rejila and Vijayakumar, 2011). Para avanzar en la práctica, los experimentos que prueban los efectos de la asociación de cultivo deben usar una metodología estandarizada, y los investigadores deben informar un conjunto de criterios comunes para facilitar las comparaciones entre estudios (Bybee-Finley and Ryan, 2018). Dado que el tener dos o más especies establecidas en un mismo espacio, existen diferentes interconexiones; por lo cual, existe una inmensa variación y de esta variación depende el éxito del sistema AC, la densidad de plantación, la competencia por la captación de luz y nutrientes entre las plantas reducen el rendimiento en sistemas de monocultivo. La competencia entre las plantas se puede disminuir no solo por la disposición espacial, sino eligiendo los cultivos que mejor puedan aprovechar los nutrientes del suelo (Yang et al., 2018). Vélez et al., (2007), en la AC de maíz con frijol, estas se benefician mutuamente, por la similitud de condiciones de desarrollo, tiempo de siembra y cosecha condiciones que las hace que sean cultivables en asociación. Tanto el maíz como los frijoles requieren de tierra fértil y bien drenada, ambos demandan alta incidencia solar, pero se ajusta a una buena AC. En cuanto a la asociación del maíz -cacahuete se han realizado algunos estudios (Mustapha et al 2016; Wibisana 2017; Y. A. A. Hefny et al., 2017; Torres et al. 2018, kabambe et al., 2018) que reflejan la adecuada

asociación de estas especies. Por otro lado, Chai et al., 2014 menciona que la AC maíz-trigo (*Triticum spp*), maíz-canola (*Brassica napus*), maíz-chicharo (*Pisum sativum*) y soja (*Glycine max*)-trigo muestran claramente que el maíz es el sistema de cultivo más eficaz y sostenible. al igual que la AC de maíz-soya (Mandal et al., 2014). También, se han mostrado que el maíz se relaciona favorable en las siguientes combinaciones maíz- frijol chino y maíz-camote (*Ipomoea batatas*) (Oyeogbe, A. (2021).

En el sistema de AC, la alteración o modificación en el arreglo topográfico de plantación y espaciamiento son de importancia en relación a la elección de los cultivos. En un sistema de AC de mijo perla (*Pennisetum glaucum*)-garbanzo (*Cicer arietinum*), la siembra en hileras emparejadas dio como resultado un mayor rendimiento que la siembra en hileras uniformes (Kumar et al., 2018). Cuando el cacahuete se asocia con cultivos como la higuera o ricino (*Ricinus communis*) se obtiene un mayor rendimiento de grano por parte del ricino (Srilatha et al., 2002). Sin embargo, se obtienen incrementos monetarios (Ganvir et al., 2006). En estos trabajos se identificó que en la AC se incrementó el tamaño del ricino, pero se redujo el tamaño de sus cápsulas y el peso de grano por planta. Por otro lado, un estudio llevado por Jadav et al., (2007) la misma asociación de cacahuete e higuera, el cacahuete obtuvo un rendimiento mayor.

La densidad de plantación en el sistema AC

Una correcta población de plantas por unidad que se produce, conduce un rendimiento seguro (Manasa et al., 2018). El número de plántulas de cada cultivo en la mezcla correspondiente a la AC, se ajusta por debajo de la densidad óptima de cada especie de cultivo establecido. A razón de que sí se plantaran las proporciones completas de cada cultivo, ninguno de los dos rendiría debido a la intensidad de aglomeración. Al reducir la densidad de plantas en cada uno, las especies tienen la posibilidad de rendir bien dentro de la mezcla. Por eso, AC en el campo agrícola proporciona a los agricultores una forma de seguro: “todavía hay algo que cosechar, si uno de los cultivos falla”.

El reto consiste en saber cuánto reducir la densidad de población. La modificación en el patrón de siembra. Se sabe que el rendimiento en el AC se mide utilizando algunas funciones de competencia como lo es el rendimiento relativo total (RRT); una técnica para evaluar estadísticamente la importancia relativa de la competencia intra e interespecífica en la estructuración de los conjuntos en un sistema (Bracken,2018), el valor relativo total, la ventaja monetaria y la comparación del rendimiento equivalente producido como monocultivo el cultivo base. El estudio llevado por Mandal et al, (2014) identifican que el rendimiento del maíz (RRT) es de 5.48 t/ha bajo el sistema AC maíz- soya en relación (1:2) respectivamente. En comparación a 2.48 t/ha en el maíz cultivado solo, lo que indica una ventaja de la AC en el rendimiento. Por otro lado, Manasa et al, (2020), refiere que el rendimiento equivalente de maíz fue de 7.5 t/ha cuando hay una intercalación en hileras de maíz-cacahuete (2:2) en comparación al rendimiento de maíz establecido monocultivamente 5.7 t/ha. Por otro lado, Mahallati et al., (2015) y Maitra, (2020), surgieron que el cultivo por franjas de maíz-frijol ha mostrado una mejora en la captación de radiación solar en comparación cuando los cultivos se producen monocultivamente. Un estudio llevado por Batlang y Shushu (2007) la AC de cacahuete-girasol (*Helianthus annuus*) en relación de plantación 1:1 o 1:2, no hay ningún efecto adverso sobre el crecimiento, y los parámetros de rendimiento en la producción de girasol. El estudio realizado por Arunkumar et al., (2017), muestra el cultivo de cacahuete es significativamente mayor cuando se asocia con el maíz o frijol de palo. El rendimiento del cacahuete asociado incremento un 150% y 148 % respectivamente. En esta asociación la productividad del sistema, incremento en los ingresos económicos netos (Jat and ahlawat, 2010). En la asociación de ajonjolí (*Sesamum indicum*) y cacahuete a una relación de 3:1 aumenta el rendimiento en comparación con la relación 1:2 y la 1:3. (Mahale et al., 2008).

Fecha de plantación en el sistema AC

La fecha de siembra define las condiciones ambientales a las que estará expuesto el cultivo en momentos clave de su ciclo de desarrollo (periodo crítico en el rendimiento y componentes de calidad). De hecho, diferentes fechas de siembra pueden someter al cultivo a diferentes condiciones en sus estados fenológicos, dependiendo de la temperatura, radiación y duración del día (Alberio, Izquierdo y Aguirrezábal, 2015). Es importante hacer coincidir los períodos críticos

de cada cultivo expuestos en la AC. La selección de diferentes fechas de siembra requiere una selección coherente de la densidad y el genotipo de la planta para maximizar el uso de los recursos ambientales durante la temporada de desarrollo. Un estudio por Wibisana et al., (2017), compararon la AC de maíz-cacahuete a diferentes fechas de plantación con el objetivo de examinar la transferencia de nitrógeno. El mejor tratamiento AC, fue cuando se siembra el cacahuete dos semanas después que el maíz el cual se obtuvo un rendimiento de 4.04 t/ha. Mandimba, (1995), indica que la porción de (1:4) maíz-cacahuete equivale aplicación de 96 kg de fertilizante N/ ha. por otro lado, Dutra et al. (2015) cuando se asocia la higuera-cacahuete, este último entre los 15-20 días tiene una mejor capacidad competitiva con el primero.

Los beneficios actuales de AC

- A) **Optimizar recursos.** Una de las principales razones en los mayores rendimientos en la AC, es que los cultivos que los componen pueden utilizar los recursos naturales de manera diferente y hacer un mejor uso general de los recursos naturales que los que se cultivan por separado (Jensen, Carlsson, & Hauggaard-Nielsen, 2020). Generalmente, se ha observado un mayor rendimiento cuando los cultivos asociados no compiten entre sí por los mismos recursos. En otras palabras, se dice que una competencia intraespecífica más débil y una mayor complementariedad entre las especies de cultivo elegidas son importantes para un mayor uso de los recursos. Por lo tanto, se prefiere la combinación de cultivos de corta y larga duración o cultivos poco profundos y de raíces profundas (Maitra et al., 2021). Las diferentes profundidades de raíces y diferentes tipos de hojas son capaces de captar más luz y utilizar más agua y nutrientes que cuando las raíces y hojas de una sola especie están presentes. Cuando solo se cultiva una especie, todas las raíces tienden a competir entre sí, ya que todas son similares en su orientación y profundidad por debajo de la superficie. De manera similar, las hojas de plantas de la misma especie son directamente opuestas y crecen al mismo ritmo que las demás, mientras que las hojas de una planta de otra especie no compiten directamente por la luz solar en el espacio y el tiempo (Thayamini, Seran and Brintha, 2010). En el trabajo de Jiao et al. (2008) se encontró que el cultivo intercalado de maíz-cacahuete mejora la utilización eficiente de la luz fuerte por el maíz y la luz débil por el porte del cacahuete para proporcionar ventajas de rendimiento. La AC entre cultivos de porte alto y bajo es una práctica común en la agricultura tropical y para mejorar la interceptación de la luz. Cuando dos o más cultivos morfológicamente diferentes con distintos períodos de madurez se asocian, la luz es el factor vital que determina el rendimiento (Raza et al., 2019). Un buen cultivo de cobertura desempeña un papel importante en la conservación del suelo en las regiones tropicales (Ghost et al., 2007). Además, el cacahuete se puede usar como cultivo de cobertura, no solo ayuda a proteger el suelo, sino que proporciona un entorno adecuado para que los microorganismos de suelo sobrevivan y prosperen (Fageria et al., 2005).
- B) **Disponibilidad del recurso hídrico.** En el sistema agrícola, el agua es vital y el recurso más valioso para determinar el crecimiento de la planta. En la AC se identifica que se conserva el agua en gran parte debido al alto índice de área foliar temprana y al área foliar más alta (Nyawade et al., 2019). Chen et al., (2018) hacen mención la eficiencia en el uso del agua fue la más alta en el cultivo asociado de guisantes y maíz en un 24 % en comparación con el maíz cultivado solo. La AC de papa (*Solanum tuberosum*) y leguminosa-Frijol lima (*Phaseolus lunatas* L.) y frijol de Egipto (*Lablab purpureous* L.), en lugares donde hay escasez de agua, la AC es una técnica ecológica adecuada. Se sabe que, en el sistema de AC, aumenta el potencial de producción por unidad de superficie, y es por la utilización eficaz de los recursos. El uso eficiente del agua en la AC en comparación con los monocultivos fue probablemente la razón en el rendimiento, ya que es limitante en zonas tropicales semiáridas (Gebu, 20015; Wang et al., 2015). También, se ha observado que en la AC existe una alta eficiencia en el uso del agua, del 20-27% en condiciones de estrés y del 14% sin estrés, en comparación cuando los cultivos se establecen solos (Hauggaard-Nielsen et al., 2003).
- C) **Manejo de Malezas.** En la AC tiene una complejidad de manejo, especialmente cuando se elige la asociación de plantas dicotiledóneas y monocotiledóneas. Ya que, el uso de herbicidas es reducido y difícil (Nurk, 2017). La capacidad de supresión en la AC

depende de la consideración de algunos factores como la selección de cultivo, los genotipos utilizados, la población de plantas, la proporción de cultivos considerados en el cultivo intercalado y la disposición espacial, la fertilidad y la humedad del suelo (Maitra et al., 2021). Y así, entre más cultivos existan en el sistema de AC se reduce la probabilidad de encontrar un herbicida. Pero el control de maleza se da cuando en la AC se proporciona un efecto competitivo, en tiempo o el espacio, que el monocultivo. En un trabajo por Srikrishnah et al., (2008) la población de malezas se redujo en la AC de berenjena (*Solanum melongena*) y cacahuate. Por otro lado, Stainer (1984) observó la supresión de malezas en la AC de maíz y cacahuate. La AC suprime predominantemente la población de hierbas no deseadas en el sistema (Praharaj and Blaise, 2016).

D) **Reducción de plagas y enfermedades.** Generalmente se cree que en la AC puede actuar como barrera o amortiguador contra la propagación de plagas y patógenos. Umarajini y Seran (2008) afirmaron que la incidencia de mosca blanca (*Bemisia tabaci*) y salta hojas (*Amrasca biguttula*) fue menor en AC cacahuate-berenjena en comparación cuando se cultivan solas. Cuando se intercaló el arroz (*Oryza sativa*) - cacahuate en condiciones secas, se observó una disminución de la chinche apestosa verde (*Nezara viridula*) y el barrenador del tallo (*Chilo zacconius*). Singh y Adjeigbe (2002), afirman que el monocultivo necesita más productos químicos para controlar plagas y enfermedades que la AC, al crear una diversidad funcional que limita la población de microorganismos nocivos (Finckh et al., 2000). Referente a la AC de Cacahuate con otras especies se encuentran reducidas las observaciones, por lo que puede ser un tema de interés en futuras investigaciones.

El rendimiento de AC con el cacahuate

El cacahuate tiene un buen rendimiento en el sistema AC, pero asociados a cultivos de corta duración (Hussainy, Brindavathy and Vaidyanathan, 2020), aunque en algunos casos las diferencias sean significativas como en el trabajo por Tefera and Tena (2002); cuando se cultiva solo el cacahuate, su rendimiento fue de 1.7t/ha en comparación cuando se asocia con frijol de palo 1.64t/ha. Los pesos de 100 g no difieren de los sistemas de producción. Se sabe que el cacahuate cuando se establece solo, el tamaño de las vainas, número de vainas /planta, granos/cápsula son mayores en comparación cuando se asocia a otros cultivos (Dutta et al., 2000; Jat And Ahlawat, 2004). Se ha observado, en la asociación de cacahuate-higuerilla, el cacahuate ha dado rendimientos de 2.985 t/ha (Jadav et al., 2007). Por su parte Khan et al., (2017) en su evaluación de asociación de ajonjolí- cacahuate, el rendimiento aumento 12-21% y 23-46% respectivamente, comparado cuando se establecen solo los cultivos. Además, observa mayor rendimiento cuando hay una distribución de dos hileras de ajonjolí y tres de cacahuate con un rendimiento de 1.25 t/ha y 0.97 t/ha respectivamente.

Conclusión

En México, el estudio de la asociación de cultivos con cacahuate es un campo con gran potencial, dado el limitado conocimiento actual. El ciclo de crecimiento lento del cacahuate en el bajo ofrece la oportunidad de intercalarlo con cultivos de ciclo corto, como maíces precoces locales, maximizando así el uso de la tierra y los recursos. La creciente demanda de alimentos y la disminución de recursos naturales hacen crucial la adopción de prácticas agrícolas sostenibles, como la asociación de cultivos. Este sistema permite un uso más eficiente de los recursos, mejora la fertilidad del suelo y reduce la erosión, contribuyendo a la seguridad alimentaria y al desarrollo agrícola sostenible. La introducción del cacahuate en sistemas de cultivo intercalados representa una oportunidad prometedora para optimizar la productividad y estabilidad de los agricultores locales. Sin embargo, es fundamental realizar más investigaciones y promover la divulgación de estos sistemas, adaptando los diseños a las condiciones locales y optimizando el uso de los recursos naturales.



Figura 1 Asociación cacahuate y maíz en Valle de Santiago, Guanajuato, México.

Referencias

- Ahlawat, I., Gangaiah, B. and Singh, O. (2005). Production potential of chickpea (*Cicer arietinum*)-based intercropping systems under irrigated conditions. *Indian J. Agron.* 50 : 27-30.
- Alberio, N.G. Izquierdo, L.A.N. Aguirrezábal,3 (2015). Sunflower Crop Physiology and Agronomy, Enrique Martínez-Force, Nurhan Turgut Dunford, Joaquín J. Salas, Sunflower,AOCS. Pages 53-91,ISBN 9781893997943, <https://doi.org/10.1016/B978-1-893997-94-3.50009-X>.
- Anil, L.; Park, J.; Phipps, R.H.; Miller, F.A. (1998). Temperate intercropping of cereals for forage: A review of the potential for growth and utilization with particular reference to the UK. *Grass Forage Sci.*, 53, 301–317.
- Arunkumar, P., Maragatham, N., Panneerselvam, S., Ramanathan, S. and Jeyakumar, P. (2017). Water requirement of groundnut under different intercropping systems and WUE in groundnut equivalent rate. *The Pharma. Innov. J.* 6 : 322-25.
- Baraker, B., Jha, S. and Wani, S. (2017). Effect of improved management practices on economics in groundnut (*Arachis hypogaea* L.) cultivation. *Int. J. Chemical Studies* 5 : 302-04.
- Bedoussac L, Journet EP, Hauggaard-Nielsen H, Naudin C, Corre-Hellou G, Jensen ES, Prieur L, Justes E (2015). Ecological principles underlying the increase of productivity achieved by cereal-grain legume intercrops in organic farming. A review. *Agron Sustain Dev* 35: 911–935. <https://doi.org/10.1007/s13593-014-0277-7>
- Bertioli, D., Cannon, S., Froenicke, L. et al. (2016). The genome sequences of *Arachis duranensis* and *Arachis ipaensis*, the diploid ancestors of cultivated peanut. *Nat Genet* 48,
- Blanco-Valdes, Yaisys. (2016). Review The role of weeds as a component of biodiversity in agroecosystems. *Cultivos Tropicales*, 37(4),3456. <https://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.10964.19844>
- Blaser, B. C., Singer, J., & Gibson, L. R. (2007). Winter cereal, seeding rate, and intercrop seeding rate effect on red clover yield and quality. *Agronomy Journal*, 99 (3),723.<https://doi.org/10.2134/agronj2006.0247>
- Borg, J.; Kiær, L.P.; Lecarpentier, C.; Goldringer, I.; Gauffreteau, A.; Saint-Jean, S.; Barot, S.; Enjalbert, J. (2017). Unfolding the potential of wheat cultivar mixtures: A meta-analysis perspective and identification of knowledge gaps. *Field Crops Res.*221, 298–313.
- Bracken, Matthew E.S. (2019). Monocultures Versus Polycultures☆ “Encyclopedia of Ecology (Second Edition).Elsevier. Pág 483-486. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-409548-9.11169-8>.
- Bybee-Finley, K. Ann and Ryan, R. Matthew (2018). Advancing Intercropping Research and Practices in Industrialized Agricultural Landscapes. Review. *Agriculture*,8,80. Pág-1-124. <https://doi.org/10.3390/agriculture8060080>
- Chai, Q., Qin, A. Z., Gan, Y. T., & Yu, A. Z. (2014). Higher yield and lower carbon emission by intercropping maize with rape, pea, and wheat in arid irrigation areas. *Agronomy for Sustainable Development*, 34(34), 535–543.<https://doi.org/10.1007/s13593-013-0161-x>
- Chandrika, V., Sankara Reddy, K. and Soundararajan, M. (2001). Economic evaluation of groundnut (*Arachis hypogaea*)-based cropping systems in rainfed Alfisols. *Indian J. Agron.* 46 : 45- 49.
- Chen, G.; Kong, X.; Gan, Y.; Zhang, R.; Feng, F.; Yu, A.; Zhao, C.; Wan, S.; Chai, Q.(2018) Enhancing the systems productivity and water use efficiency through coordinated soil water sharing and compensation in strip intercropping. *Sci. Rep.*,8, 10494.
- Cong, W. F., Hoffland, E., Li, L., Six, J., Sun, J. H., Bao, X. G., Zhang, F. S., & Van Der Werf, W. (2015). Intercropping enhances soil carbon and nitrogen. *Global Change Biology*, 21, 1715–1726. <https://doi.org/10.1111/gcb.12738>

- De, U. K. and Chattopadhyay, M. (2010). Crop diversification by poor peasants and role of infrastructure : Evidence from West Bengal. *J. Dev. Agric. Econ.* 2 : 340-50.
- Dutta, D., Jana, P., Bandyopadhyay, P. and Maitry, D. (2000). Response of summer sesame (*Sesamum indicum* L.) to irrigation. *Indian J. Agron.* 45 : 613-16.
- Epidi, T.T.; Bassey, A.E.; Zuofa, K. (2008). Influence of intercrops on pests' populations in upland rice (*Oryza sativa* L.). *Afr. J. Environ. Sci. Technol.*, 2, 438–441.
- Fageria, N., Baligar, V. and Bailey, B. (2005). Role of cover crops in improving soil and row crop productivity. *Communications in Soil Sci. and Plant Analysis* 36 : 2733-57.
- FAO. Cadre de programmation pays 2013-2015 Burkina Faso; 2013. p. 61.
- Finckh, M.R.; Gacek, E.S.; Goyeau, H.; Lannou, C.; Merz, U.; Mundt, C.C.; Munk, L.; Nadziak, J.; Newton, A.C.; de Vallavieille-Pope, C.; et al. (2000) Cereal variety and species mixtures in practice, with emphasis on disease resistance. *Agronomie*, 20, 813–837.
- Ganvir, M., Jadhao, P., Raut, R. and Nagdeote, V. (2006). Effect of intercropping on castor under dryland condition. *Ann. Plant Physiol.* 20 : 212-14.
- Gebru, H. (2015). A review on the comparative advantages of intercropping to mono- cropping system. *J. Biol. Agric. and Healthcare* 5 : 1-13.
- Ghanbari, A.; Dahmardeh, M.; Siahshar, B.A.; Ramroudi, M. (2010). Effect of maize (*Zea mays* L.)—cowpea (*Vigna unguiculata* L.) inter-cropping on light distribution, soil temperature and soil moisture in a nd environment. *J. Food Agric. Environ.* 8, 102–108.
- Ghosh, P. (2004). Growth, yield, competition and economics of groundnut/cereal fodder intercropping systems in the semi-arid tropics of India. *Field Crops Res.* 88 : 227- 37.
- Ghosh, P., Bandyopadhyay, K., Wanjari, R., Manna, M., Misra, A., Mohanty, M. and Rao, A. (2007). Legume effect for enhancing productivity and nutrient use-efficiency in major cropping systems—An Indian perspective : A review. *J. Sustainable Agric.* 30 : 59-86.
- Hauggaard-Nielsen, H., Ambus, P. and Jensen, E. S. (2001). Temporal and spatial distribution of roots and competition for nitrogen in pea- barley intercrops—A field study employing 32P technique. *Plant and Soil* 236 : 63- 74.
- Hefny, Y. A. A. Safina S. A. and A. M. Sheha. (2017). Evaluation of Intercropping Groundnut (*Arachis hypogaea* L.) with Maize under Different Plant Densities in Sandy Soils. *Egypt.J.Agron.* Vol.39, No.1, pp.9-18
- Hu, F., Gan, Y., Chai, Q., Feng, F., Zhao, C., Yu, A., Mu, Y., Zhang, Y. (2016). Impulsar la productividad del sistema mediante la mejora de la coordinación de la competencia interespecifica en el cultivo intercalado de maíz / tira de guisantes. *Investigación de cultivos de campo*, 198, 50-60.
- Hussainy Syed Abul Hassan, Brindavathy R., Vaidyanathan R. 2020. Production potential of groundnut (*Arachis hypogaea* L.) under intercropping system—A review. *Crop Res.* 55 (1 & 2) : 36-47 DOI : 10.31830/2454-1761.2020.010
- Jadav, K., Solanki, R., Verkariya, K., Bhalu, V. and Savalia, R. (2007). Productivity improvement of groundnut-castor intercropping system through row proportion and castor sowing time. *Ann. Arid Zone* 46 : 37-41.
- Jat, H. and Ahlawat, I. (2004). Production potential and economic viability of pigeonpea (*Cajanus cajan* L.)+ groundnut (*Arachis hypogaea* L.) intercropping in Indo-Gangetic plains. *Indian J. Agric. Sci.* 74 : 126-29.
- Jensen, E.S., Carlsson, G. & Hauggaard-Nielsen, H. (2020). Intercropping of grain legumes and cereals improves the use of soil N resources and reduces the requirement for synthetic fertilizer N: A global-scale analysis. *Agron. Sustain. Dev.* 40, 5 .<https://doi.org/10.1007/s13593-020-0607-x>
- Jiao, N. Y., Zhao, C., Ning, T. Y., Hou, L. T., Fu, G. Z., Li, Z. J., & Chen, M. C. (2008). Ying yong sheng tai xue bao. *The journal of applied ecology*, 19(5), 981–985.
- Jose, S.; Holzmüller, E. Black walnut allelopathy. (2008) Implications for intercropping. In *Allelopathy in Sustainable Agriculture and Forestry*; Zeng, R.S., Mallik, A.U., Luo, S.M., Eds.; Springer: New York, NY, USA,
- Kabambe Vernon H., Ngwira Amos R., Aune Jens B., Sitaula Bishal K. and Chilongo Thabbie (2018). Productivity and profitability on groundnut (*Arachis hypogaea* L.) and maize (*Zea mays* L.) in a semi-arid area of southern Malawi. *African Journal of Agricultural Research Afr. J. Agric. Res.* Vol. 13(43), pp. 2399-2407,
- Kumar, V.; Singh, R.P.; Kumar, S.; Shukla, U.N.; Kumar, K. (2018) Performance of pearl millet + greengram intercropping as influenced by different planting techniques and integrated nitrogen management under rainfed condition. *Int. J. Chem. Stud.* 6, 705–708.

- Li CJ, Hoffland E, Kuyper TW, Yu Y, Li H, Zhang C, Zhang F, van der Werf W (2020b) Yield gain, complementarity and competitive dominance in intercropping in China: A meta-analysis of drivers of yield gain using additive partitioning. *Eur J Agron* 113: 125987. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2019.125987>
- Li CJ, Hoffland E, Kuyper TW, Yu Y, Zhang C, Li H, Zhang F, van der Werf W (2020a) Syndromes of production in intercropping impact yield gains. *Nature Plants* 6: 653–660. <https://doi.org/10.1038/s41477-020-0680-9>
- Lipiente, J. 2007. Guía para la elaboración de la monografía. Buenos Aires, Argentina: Facultad de Ciencias Sociales, Universidad de Buenos Aires. 8
- Lithourgidis AS, Vasilakoglou IB, Dhima KV, Dordas CA y Yiakoulaki MD (2006). Forage yield and quality of common vetch mixtures with oat and triticale in two seeding ratios. *Field Crop Res.* 99: 106-113
- Mahale, M., Nevase, V. and Chavan, P. (2008). Yield of sesame (*Sesamum indicum* L.) and groundnut (*Arachis hypogaea* L.) as influenced by different intercropping ratios and sulphur levels. *Legume Res.* 31 : 268- 71.
- Mahallati, M.N.; Koocheki, A.; Mondani, F.; Feizi, H.; Amirmoradi, S. (2015). Determination of optimal strip width in strip intercropping of maize (*Zea mays* L.) and bean (*Phaseolus vulgaris* L.) in Northeast Iran. *J. Clean Prod.* 106, 343–350.
- Maitra S, Hossain A, Brestic M, Skalicky M, Ondrisik P, Gitari H, Brahmachari K, Shankar T, Bhadra P, Palai JB, Jena J, Bhattacharya U, Duvvada SK, Lalichetti S, Sairam M. (2021) Intercropping—A Low Input Agricultural Strategy for Food and Environmental Security. *Agronomy*; 11(2):343. <https://doi.org/10.3390/agronomy11020343>
- Maitra, S. (2020) Intercropping of small millets for agricultural sustainability in drylands: A review. *Crop Res.* 55, 162–171.
- Maitra, S.; Shankar, T.; Banerjee, P. (2020). Potential and advantages of maize-legume intercropping system. In *Maize—Production and Use*; Hossain, A., Ed.; Intechopen: London, UK,
- Manasa, P.; Maitra, S.; Barman, S. Yield Attributes, yield, (2020). Competitive ability and economics of summer maize-legume intercropping system. *Int. J. Agric. Environ. Biotechnol.* 13, 3–38.
- Manasa, P.; Maitra, S.; Reddy, M.D. (2018). Effect of summer maize-legume intercropping system on growth, productivity and competitive ability of crops. *Int. J. Manag. Technol. Eng.* 8, 2871–2875
- Mandal, M.K.; Banerjee, M.; Banerjee, H.; Alipatra, A.; Malik, G.C. (2014). Productivity of maize (*Zea mays*) based intercropping system during kharif season under red and lateritic tract of West Bengal. *Bioscan*, 9, 31–35
- Mandimba, G. R. (1995). Contribution of nodulated legumes on the growth of *Zea mays* L. under various cropping systems. *Symbiosis.* (19) ,213-222.
- Muñoz, L. (2018). Asociación de cultivo en el Huerto. <https://www.agrohuerto.com/asociacion-de-cultivos-compatibilidad-entre-plantas>
- Mupangwa, W., Nyagumbo, I., Liben, F., Chipindu, L., Craufurd, P., & Mkuhlani, S. (2021). Maize yields from rotation and intercropping systems with different legumes under conservation agriculture in contrasting agro-ecologies. *Agriculture, ecosystems & environment*, 306, . doi:10.1016/j.agee.2020.107170
- Mustapha Mas-uda. James Seutra Kabab Kwadwo Oforic Gumah Salifu (2016) Relative Planting Dates Effect on the Agronomic Performance of Maize (*Zea Mays* L.) and Groundnut (*Arachis Hypogea* L) in an Intercrop System. *American Scientific Research Journal for Engineering, Technology, and Sciences (ASRJETS)*. Volume 16, No 1, pp 262-276
- Nurk, L., Graß, R., Pekrun, C. y Wachendorf, M. (2017). Efecto del método de siembra y control de malezas en el rendimiento del maíz (*Zea mays* L.) intercalado con frijoles trepadores (*Phaseolus vulgaris* L.). *Agricultura* , 7 (7), 51. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/agriculture707005>
- Nyawade, S.O.; Karanja, N.N.; Gachene, C.K.K.; Gitari, H.I.; Schulte-Geldermann, E.; Parker, M.L.(2019). Intercropping Optimizes Soil Temperature and Increases Crop Water Productivity and Radiation Use Efficiency of Rainfed Potato. *Am. J. Potato Res.*, 96, 457–471
- Oyeogbe, A. (2021). Diversificación de los sistemas de cultivos intercalados a base de maíz en el agroecosistema de la selva tropical de Nigeria: productividad, rentabilidad y fertilidad del suelo. El futuro de la alimentación: Revista sobre alimentación, agricultura y sociedad, 9(1). <http://www.thefutureoffoodjournal.com/index.php/FOFJ/article/view/328>
- Pérez López, Astrid Elena, Martínez Bustamante, Enrique, Vélez Vargas, León Darío, & Cotes Torres, José Miguel. (2013). Acumulación y Distribución de Fitomasa en el Asocio de Maíz (*Zea mays* L.) y Frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 66(1), 6865-6880.
- Praharaj, C. and Blaise, D. (2016). Intercropping : An approach for area expansion of pulses. *Indian J. Agron.* 61 : 113-21.

- Raseduzzaman, M.; Jensen, E.S. (2017). Does intercropping enhance yield stability in arable crop production? A meta-analysis. *EUR. J. Agron.*, 91, 25–33.
- Raza, M.A.; Feng, L.Y.; Van Der Werf, W.; Iqbal, N.; Khan, I.; Hassan, M.J.; Ansar, M.; Chen, Y.K.; Xi, Z.J.; Shi, J.Y.; et al. (2019) Optimum leaf defoliation: A new agronomic approach for increasing nutrient uptake and land equivalent ratio of maize soybean relay intercropping system. *Field Crop. Res.*, 244, 107647
- Reddy, T.Y. and G.H.S. Reddi. (2007). *Principals of Agronomy*. Kalyani Publishers, India, pp:468-489
- Sampson Kofi Kyei, William Iheanyi Eke, Hajara Abdul-Karim, Godfred Darko and Onyewuchi Akaranta, (2021). Phytochemicals from Peanut (*Arachis hypogaea* L.) Skin Extract with Potential for Pharmacological Activity. *Current Bioactive Compounds*; 17. <https://doi.org/10.2174/1573407217666210202092052>
- Sánchez-Domínguez, Samuel, Muñoz-Orozco, Abel, González-Hernández, Victor A., & Martínez-Garza, Ángel. (2006). Caracterización y clasificación de germoplasma mexicano de cacahuete (*Arachis hypogaea* L.). *Agrociencia*, 40(2), 171-182.
- Sanderson, M.A.; Brink, G.; Stout, R.; Ruth, L. (2013) Grass–legume proportions in forage seed mixtures and effects on herbage yield and weed abundance. *Agron. J.*, 105, 1289.
- Sanou J, Bationo BA, Barry S, Nabie LD, Bayala J, Zougmore R. Combining soil fertilization, cropping systems and improved varieties to minimize climate risks on farming productivity in northern region of Burkina Faso. *Agric. Food Secur.* 2016;5:1–12.
- Sara Lilia García Pérez (2017). Las empresas agropecuarias y la administración financiera *Revista Mexicana de Agronegocios*, vol. XXI, núm. 40, pp. 583-594
- Shiyam, J. O. (2010). Growth and yield response of groundnut (*Arachis hypogaea* L.) to plant densities and phosphorus on an ultisol in Southeastern Nigeria. *Libyan Agric. Res. Center J. Int.* 1 : 211-14.
- SILSG. 2019. Sistema de Información legislativa de la secretaria de Gobernación. Diputados http://sil.gobernacion.gob.mx/Archivos/Documentos/2019/09/asun_3910698_20190919_1568218174.pdf
- Sinare, B., Miningou, A., Nebié, B. et al. (2021). Participatory analysis of groundnut (*Arachis hypogaea* L.) cropping system and production constraints in Burkina Faso. *J Ethnobiology Ethnomedicine* 17, 2 <https://doi.org/10.1186/s13002-020-0042>
- Singh, B.B. and H.A. Adjeigbe, 2002. Improving Cowpea Cereals-Based Cropping Systems in the Dry Savannas of West Africa. In: *Challenges and Opportunities for Enhancing Sustain-Able Cowpea Production*, Fatokun, A., S.A.Tarawali, B.B. Singh, P.M. Kormawa and M.Tamo (Eds.). IITA, Ibadan, Nigeria, pp: 276 -284.
- Srikrishnah. S., S. Umarajini. and T.H. Seran, (2008). The effect of intercropping brinjal (*Solanum melongena* L.) with groundnut (*Arachis hypogaea* L.) on weed population. *Proceedings of the 2nd International Symposium*, July 8-12, Sabaragamuwa University, Sri Lanka, pp: 15-15.
- Srilatha, A., Masthan, S. and Mohammed, S. (2002). Production potentials of castor intercropping with legumes under rainfed conditions. *J. Oilseeds Res.* 19 : 127-28.
- Steiner, K.G., 1984. *Intercropping in Tropical Smallholder Agriculture With Special Reference to West Africa*. 1st Edn. Gesellschaft fur Technische Zusammenarbeit (GTZ), Eschborn, Germany.
- Tang, X., Zhang, C., Yu, Y. et al. (2021). Intercropping legumes and cereals increases phosphorus use efficiency; a meta-analysis. *Plant Soil* 460, 89–104 <https://doi.org/10.1007/s11104-020-04768-x>
- Thayamini H. Seran and I. Brintha, (2010). Review on Maize Based Intercropping. *Journal of Agronomy*, 9: 135-145.
- Tilman D (2020) *Plant strategies and the dynamics and structure of plant communities*. Princeton University Press
- Torres Calderón Soledad, Huaraca Fernández J, Pezo D.L, Crisóstomo C.R. (2018). Asociación de cultivos, maíz y leguminosas para la conservación de la fertilidad del suelo *Revista de Investigación: Ciencia, Tecnología y Desarrollo* Vol 4 Núm(1): 15 – 22. DOI:<https://doi.org/10.17162/rictd.v4i1.1068>
- Turrent-Fernández, A y Cortés-Flores, J, I (2005). Ciencia y tecnología en la agricultura mexicana: I. Producción y sostenibilidad. *Terra Latinoamericana*, 23 (2), 265-272.
- Umarajini, S. and T.H. Seran, (2008). Investigation on pest and disease incidence on brinjal (*Solanum melongene* L.) intercropping with groundnut (*Arachis hypogaea* L.). *Proceedings of the 64th Annual Session*, Dec. 1-6, The Sri Lanka Association for the Advancement of Science, pp: 51-51.
- Wang, Z., Zhao, X., Wu, P. and Chen, X. (2015). Effects of water limitation on yield advantage and water use in wheat (*Triticum aestivum* L.)/maize (*Zea mays* L.) strip intercropping. *European J. Agron.* 71 : 149- 59.
- Wibisana, Dharend L. y col. (2017). The Effect of Intercropping System of Corn (*Zea mays* L.) and Peanut (*Arachis hypogaea*, L.) on Yield Production in Ungaran. *Planta Tropika* , vol.5, no. 2, págs. 88-95, doi: 10.18196 / pt.2017.068.88-95.

- Wiley, R.W. Intercropping its importance and research needs. (1979) Part 1, Competition and yield advantages. *Field Crop Abstr.*, 32, 1–10.
- Yang, C., Fan, Z., & Chai, Q. (2018). Agronomic and economic benefits of pea/maize intercropping systems in relation to N fertilizer and maize density. *Agronomy*, 8(4), 52. <https://doi.org/10.3390/agronomy8040052>
- Yin, W., Chai, Q., Guo, Y., Feng, F., Zhao, C., Yu, A., Liu, C., Fan, Z., Hu, F., & Chen, G. (2017). Reducing carbon emissions and enhancing crop productivity through strip intercropping with improved agricultural practices in an arid area. *Journal of Cleaner Production*, 166, 197–208.
- Zaman, A.; Zaman, P.; Maitra, S. (2017) Water resource development and management for agricultural sustainability. *J. Appl. Adv. Res.*, 2, 73–77.
- Zhang CC, Dong Y, Tang L, Zheng Y, Makowski D, Yu Y, Zhang FS, van der Werf W (2019). Intercropping cereals with faba bean reduces plant disease incidence regardless of fertilizer input; a meta-analysis. *Eur J Plant Pathol* 154:931–942.
- Zhang, G., Yang, Z. and Dong, S. (2011). Interspecific competitiveness affects the total biomass yield in an alfalfa and corn intercropping system. *Field Crops Res.* 124: 66-73
- Zhu, Y., Chen, H., Fan, J., Wang, Y., Li, Y., Chen, J., Fan, J. X., Yang, S., Hu, L., Leung, H., Mew, T. W., Teng, P. S., Wang, Z., & Mundt, C. C. (2000). Genetic diversity and disease control in rice. *Nature*, 406, 718–722. <https://doi.org/10.1038/35021046>