

Capítulo 50. Muestreo probabilístico en el sector agrícola.

Christopher Javier García

Universidad de Guadalajara

DOI:[10.46990/iQuatro.2024.10.5.50](https://doi.org/10.46990/iQuatro.2024.10.5.50)

Resumen

Este estudio analiza la optimización de procesos por medio de un estudio probabilístico en el sector agrícola de México, un área a menudo descuidada en comparación con sectores como el industrial o educativo. Se destaca la potencial mejora administrativa en la producción de semillas mediante la introducción de maquinaria avanzada y tecnología, lo cual podría reducir costos y tiempos operativos. La investigación emplea un muestreo probabilístico sistemático y un método indirecto para recopilar datos, evitando sesgos en las encuestas.

Palabras clave

Agricultura, Análisis, Muestreo Probabilístico, Método indirecto, Optimización, Tractor

Introducción

El sector agrícola, un componente crítico de la producción primaria en México, puede beneficiarse significativamente de las metodologías de productividad industrial. Al aplicar estas técnicas de administrativas de optimización, es posible reducir costos y mejorar la productividad en la agricultura.

EL SECTOR AGRICOLA

Panorama general

El sector agrícola México no es controlado con gran precisión, ya que genera gran variación año con año, todo esto es por la dependencia de las condiciones climatológicas, incidencia de plagas y enfermedades. No obstante, podemos considerar, que podemos controlar las fluctuaciones con el uso de mejores recursos, o metodologías de trabajo de alta precisión. Para así, poder combatir plagas y enfermedades de forma más controlada. Las empresas del sector agroalimentario son las primeras en la búsqueda a la solución a esta problemática, ya que consideran que necesitan un flujo de productos más estable y regular.

En México se ha trabajado con una tecnología de maquinaria que tiene más de 60 años en el mercado. Cuando fue implementado permitió un avance significativo en la producción de alimentos, pero al paso de los años se ha generado la necesidad de mayor producción de alimentos con la misma cantidad de área para su producción, incluso en algunos lugares disminuyendo el área por el crecimiento demográfico de las ciudades. El crecimiento de las ciudades y la población mundial han exigido que se reduzcan las áreas de producción agrícola y generar más producción por el aumento de la población. Esto solo se ha logrado por la aplicación de nuevas tecnologías que permiten mayor producción. (FAO, 2021).

Dado que el sector agrícola está desarrollando un crecimiento continuo, se ha permitido un mayor consumo de productos, al igual que ha exigido mejoras en sus procesos de producción. Esto genera un pequeño vacío en donde el sector agrario no se le toma la importancia necesaria para la optimización de sus procesos, donde por medio de maquinaria y equipo mecanizado tecnificado nos permite la optimización de sus procesos y procedimientos de producción. El sector agroindustrial necesita que se optimicen los procesos de producción, donde se busca la mejora de los ingresos por medio de la reducción de los desperdicios, otorgando beneficios a los productores, organizando y estandarizando todos los procesos donde se involucre maquinaria para la producción.

Revisión de la Literatura

Importancia del Muestreo Probabilístico en la Agricultura

El muestreo probabilístico es una técnica estadística crucial para recopilar datos representativos y confiables en el sector agrícola. Permite a los investigadores y a los gestores agrícolas tomar decisiones basadas en información precisa sobre variables como rendimiento de cultivos, incidencia de plagas y eficacia de diferentes prácticas agrícolas (Smith, 2020). La aplicación de esta técnica ayuda a mitigar riesgos y a maximizar la eficiencia.

Técnicas y Aplicaciones del Muestreo Probabilístico

Existen diferentes métodos de muestreo probabilístico, como el muestreo aleatorio simple, el muestreo estratificado y el muestreo sistemático. Cada uno tiene aplicaciones específicas según la naturaleza y la escala de la investigación agrícola (Pérez, 2019). Por ejemplo, el muestreo estratificado es particularmente útil para obtener muestras representativas de poblaciones heterogéneas, mientras que el muestreo sistemático es eficiente para estudios a gran escala en campos extensos.

Optimización de Procedimientos Agrícolas a través del Muestreo Probabilístico

Actualmente el uso de sistemas tecnológicos en el sector agrícola va en crecimiento continuo, otorgando un gran mercado para el consumo de los productos que se han desarrollado. Con la implementación de la tecnología en el campo y su mecanización, ha otorgado un gran número de sistemas mecanizados para el desarrollo de las actividades de este sector, permitiendo una inserción de productos nuevos que permiten la innovación del medio. Al desarrollarse tecnología nueva, orientada al sector local o nacional permite mejorar los procesos productivos de forma directa a las necesidades del campo que se encuentra en crecimiento continuo. (Maroni, 2000). La adopción de tecnologías avanzadas en la agricultura, como la agricultura de precisión, la robótica y la inteligencia artificial, está transformando el sector. Estas tecnologías permiten una mejor toma de decisiones basada en datos precisos y en tiempo real (Pérez-Miñana, 2022). Por ejemplo, los sistemas de agricultura de precisión utilizan datos de muestreos y sensores para optimizar las operaciones de tractores, lo que resulta en un uso más eficiente de insumos y una mejor gestión de los cultivos.

La optimización de procedimientos en el sector agrícola, como la selección de cultivos, la gestión de recursos hídricos y el control de plagas, puede ser significativamente mejorada a través del uso de muestreos probabilísticos. Estos permiten una evaluación precisa

de las prácticas actuales y facilitan la implementación de mejoras basadas en datos (García, 2022). Por ejemplo, el análisis de muestreos puede llevar a la adopción de tecnologías de precisión que mejoran la eficiencia en el uso de fertilizantes y pesticidas.

A pesar de sus ventajas, el muestreo probabilístico en agricultura enfrenta desafíos como la necesidad de grandes muestras para obtener datos precisos y la variabilidad inherente a los sistemas agrícolas. La integración de tecnologías emergentes, como la teledetección y el análisis de grandes datos, está abriendo nuevas posibilidades para superar estos desafíos y mejorar la eficiencia y sostenibilidad del sector agrícola (Martínez, 2021).

La integración de muestreos probabilísticos, una gestión eficiente de maquinaria y la adopción de nuevas tecnologías son fundamentales para el futuro del sector agrícola. Estas prácticas no solo mejoran la productividad y sostenibilidad, sino que también contribuyen a enfrentar los retos globales de la seguridad alimentaria y el cambio climático.

Metodología

Este estudio se centró en analizar los procesos productivos en la agricultura para la búsqueda de la optimización, específicamente en la región Ciénega de Jalisco. Se implementó una metodología de encuesta, empleando un muestreo probabilístico sistemático para seleccionar una muestra representativa de agricultores, con el objetivo de determinar la importancia tecnológica y de consumo en esta región. Se puso especial atención en la maquinaria agrícola, particularmente en los tractores, debido a su potencial para optimizar el desarrollo agrícola.

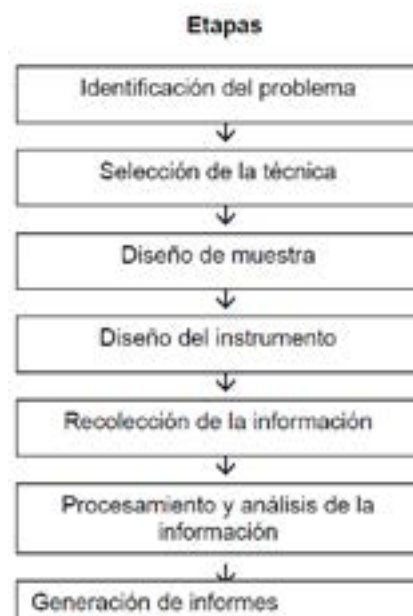
A) Investigación de mercado.

La encuesta se ha convertido en una herramienta fundamental para el estudio de las organizaciones, que utilizan esta técnica para conocer el comportamiento de grupos y poder tomar decisiones. Esta representa una excelente técnica de análisis social.

La encuesta se utilizó como herramienta principal para entender las necesidades y preferencias de los productores agrícolas. Se buscó identificar los factores tecnológicos críticos y las tendencias de consumo de los agricultores en la región Ciénega de Jalisco.

Se adoptó un enfoque exploratorio para definir el problema, utilizando entrevistas y recopilación de información general. La técnica de encuesta seleccionada fue el muestreo probabilístico sistemático, enfocándose exclusivamente en agricultores de la zona Ciénega de Jalisco. Se aplicó un método indirecto para minimizar los sesgos en las respuestas.

Para el conocer el método de las encuestas se presenta de manera sintética las etapas contempladas en la encuesta en el siguiente diagrama:



Para definir el problema será una investigación explorativa, donde se utilizan técnicas como entrevista y recopilación de información general. Para la selección de la técnica se considera encuestas por muestreo probabilístico sistemático, donde los encuestados serán exclusivamente agricultores. Con un método indirecto para que la encuesta no sea considerada con alguna ventaja orientada. (Kotler y Keller, 2006)

B) Determinación del Tamaño de Muestra.

Ya con la selección de la técnica se procede al diseño de la muestra para calcular el tamaño de muestra necesario, se utilizó la siguiente fórmula:

Tabla 50.1.

Descripción de variables.

Variable	Descripción
n	Tamaño de muestra
N	Tamaño de universo
p	Probabilidad de ocurrencia(homogeneidad)
Me	Margen de error o precisión
Nc	Nivel de confianza

$$n = \frac{\frac{Nc^2}{Me^2} p(1-p)}{1 + \left\{ p(1-p) \frac{Nc^2}{(N)Me^2} \right\}} \quad (1)$$

Utilizando la tabla de puntuación 'z' para niveles de confianza deseados, se eligió un nivel de confianza del 90% (puntuación z = 1.65).

Tabla 50.2.

Puntuación "z" dada para nivel de confianza deseado.

Nivel de confianza deseado	Puntuación z
80%	1.28
85%	1.44
90%	1.65
95%	1.96
99%	2.58

Tabla 50.3.

Asignación de variables.

Variable	Descripción
n	Tamaño de muestra
N	3,080,000
p	0.5
Me	0.1
Nc	1.65

$$n = \frac{\frac{1.65^2}{0.1^2} 0.5(1-0.5)}{1 + \left\{ 0.5(1-0.5) \frac{1.65^2}{(3,080,000)0.1^2} \right\}} \quad (2)$$

$$n = 68 \text{ Encuestados} \quad (3)$$

Aplicando estos valores en la fórmula, se determinó que el tamaño de muestra necesario era de 68 encuestados.

Resultados

Importancia y Eficiencia en el Sector Agrícola

A. Resultados

Este estudio reconoce la importancia crítica del sector agrícola en México, tanto a nivel estatal como nacional. Es esencial comprender y optimizar todos los aspectos relacionados con los costos de producción agrícola. Al igual que en la industria manufacturera, donde los procedimientos son estandarizados y bien entendidos, es imperativo incorporar prácticas similares en la agricultura para mejorar la eficiencia y productividad.

La encuesta se llevó a cabo en la región Ciénega de Jalisco, con un enfoque en los agricultores locales. De los 137 individuos identificados para la encuesta, solo 69 (50.36%) respondieron. Esto resalta una falta notable de conocimiento sobre aspectos básicos de producción entre casi la mitad de los agricultores, subrayando la necesidad de capacitación en metodologías de rendimiento y gestión.

B. Resultados Detallados:

Producción de Maíz: La producción promedio por agricultor fue de 8.94 toneladas de maíz en la temporada primavera-verano de 2018. La distribución mayoritaria de producción se situó entre 7 y 12 toneladas (Figura 50.1).

Inversión en Materia Prima: Se observó que una proporción significativa de la inversión se destinó a materia prima, identificada como un área crítica para la optimización, especialmente en el uso de productos como pesticidas y urea (Figura 50.2).

Costos de Labranza Mecánica: Los costos asociados con el uso de maquinaria, como el combustible diésel, presentan oportunidades para reducir los gastos en la agricultura (Figura 50.3).

La cantidad de toneladas cosechas de maíz en la temporal primavera verano 2018 en la región se distribuye de la siguiente forma:

Figura 50.1.

Histórico de producción.

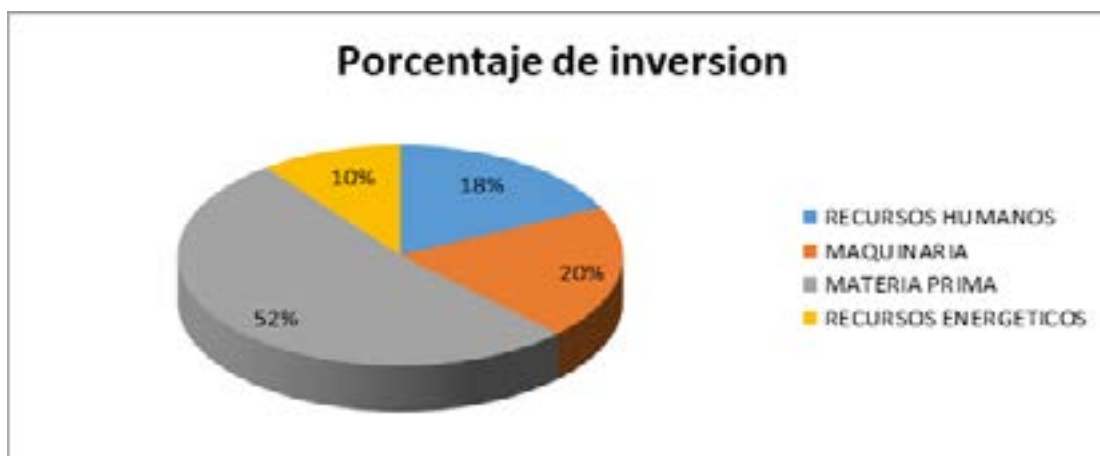


Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de encuesta

Tomando en consideración las áreas de producción industrial de lo invertido por los agricultores obtenemos en la siguiente Figura 50.2.

Figura 50.2.

Porcentaje de inversión agricultores



Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de encuesta

Los costos focalizados como el costo de trabajo de labranza con maquinaria se encuentran de la siguiente forma.

Figura 50.3.

Costos de labranza mecánica.



Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de encuesta

C) Importancia de la Maquinaria Agrícola

La encuesta reveló que la maquinaria agrícola, especialmente los tractores, es considerada fundamental para la producción, con un 69.56% de los encuestados destacando su gran importancia (Tabla 50.4).

Tabla 50.4.

Importancia del uso del tractor en el sector agrícola.

¿Qué tan importante es el uso del tractor?					
Preguntas	Muy poco	Poco	Regular	Mucho	Gran importan- cia
Respondieron	0	0	5	15	48
Porcentaje	0	0	7.24%	21.73%	69.56%

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de encuesta

Con los datos obtenidos de esta pregunta se conoce que la importancia de la maquinaria agrícola es fundamental para la producción de semillas e insumos agrícolas ya que representan una tasa de trabajo para la producción elevada.

D) Análisis de Tiempo y Costo:

Tiempo de Trabajo por Hectárea: El tiempo promedio de trabajo por hectárea fue de 54.65 horas para labor manual y 33.39 horas para labor mecanizada, siendo el trabajo manual más predominante (Tabla 50.5).

Costos de Jornal: El costo de trabajo manual por hectárea es significativamente más bajo en comparación con el mecanizado; sin embargo, la eficiencia de este último es notablemente mayor (Tabla 50.6).

Dentro de la encuesta se pidió y nos comunicaron el tiempo invertido por hectárea para la producción de semillas, tomando dos factores importantes, el uso de tractor y el trabajo de manual. Obteniendo los siguientes resultados de la encuesta:

Figura 50.4.

Promedio de trabajo en horas por hectárea



Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de encuesta

En la Figura 50.4 se observa que el tiempo invertido es similar, pero analizando los datos tenemos los siguientes en la tabla de forma numérica:

Tabla 50.5

Promedio de horas de trabajo por hectárea.

Promedio de trabajo en horas por hectárea		
	Mano de obra	Mecanizado
Promedio de la encuesta	54.65217391	33.39130435
Porcentaje representativo	62.07%	37.92%

Del total de horas trabajadas con los dos métodos que son 88.0434783 horas por hectáreas vemos que el porcentaje de trabajo manual es superior, pero un factor de extrema importancia es la cantidad de trabajo obtenido por cada aspecto

En la Figura 50.5 se observa cómo se encuentra repartido el costo por día en pesos de los dos métodos de aplicación de líquidos en la siembra de maíz (se tomó este método como

ejemplo explicativo), se toma en cuenta que es un turno de ocho horas de trabajo, el trabajador de manera manual se le paga el turno a 250 pesos, mientras que el tractor se tiene que pagar el sueldo del operador de 300 pesos y el gastos extras (anexo tabla de costos de trabajo mecanizado) siendo los costos por jornal de la siguiente manera:

Tabla 50.6.

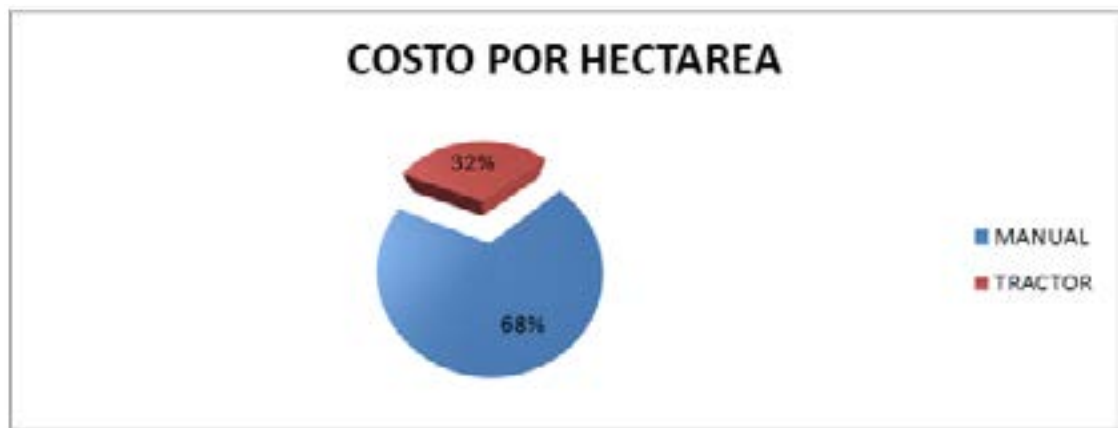
Costo por jornal

METODO	COSTO POR HECTAREA	COSTO POR HORA	HECTAREAS/DIA	COSTO POR JORNAL
MANUAL	\$250	\$31.25	1	\$250
TRACTOR	\$119.88	\$665.27	44.44	\$5322.16

Fuente: Elaboración propia

Figura 50.5.

mayo a diciembre de 2019



Fuente: Elaboración propia

En la siguiente Figura 50.6 encontraremos más comparativos de los costos de aplicación de agro-químico. Los costos de aplicación en esta grafica son en horas, se podar observar la gran diferencia que se genera con un tractor a trabajo manual, el costo mecanizado es mayor, pero recordemos que es mucho más rápido y eficiente a final de cuentas.

D) Avance hacia la Mecanización:

Los resultados sugieren que el futuro de la agricultura en la región se inclina hacia una mayor mecanización y la adopción de sistemas 4.0, dada su mayor eficiencia y productividad.

Figura 50.6.

mayo a diciembre de 2019



Fuente: Elaboración propia

Tabla 50.9

Costo por hora de métodos de aplicación

METODO	COSTO POR HORA
MANUAL	\$31.25
TRACTOR	\$665.27

Fuente: Elaboración propia

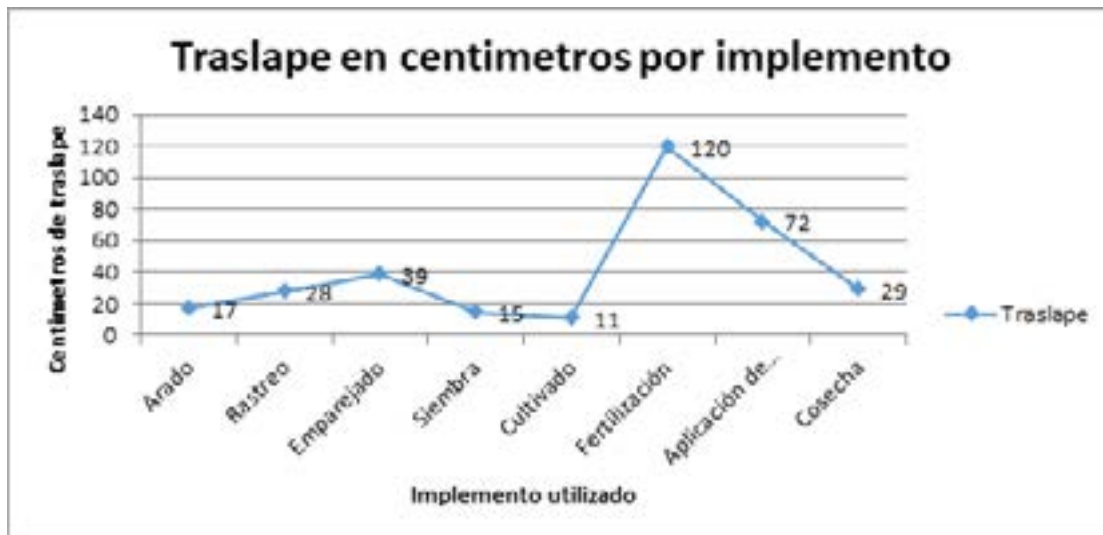
Como se analiza el costo de mano de obra es bajo por hora trabajada, pero tenemos que considerar que el beneficio es reducido. Ya que el gran trabajo se realiza de forma mecánica. Mientras con mano de obra se trabaja un área de una hectárea por día, el tractor trabaja alrededor de 44.44 hectáreas por las mismas ocho horas de trabajo. Esto lleva a concientizar que el futuro de la agricultura se encuentra en la mecanización con sistemas 4.0.

E) Eficiencia en la Aplicación de Tratamientos:

La encuesta también abordó la eficiencia en la aplicación de tratamientos, como pesticidas, donde se identificaron oportunidades para la implementación de tecnología de auto guiado, reduciendo el traslape y, por tanto, el uso excesivo de productos (Figura 50.7).

Figura 50.7.

mayo a diciembre de 2019



Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de encuesta

F) Costo de Mantenimiento de Maquinaria:

Finalmente, se examinó el costo de mantenimiento de tractores, destacando el alto costo de los neumáticos y su frecuencia de reemplazo, lo que representa una consideración económica significativa para los agricultores (Figura 50.8).

Figura 50.8

Neumáticos reemplazados en años en tractores agrícolas



Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de encuesta

El promedio de reemplazo de neumáticos de tractores es de 7.64 años lo cual representa un costo elevado para el agricultor ya que comentamos un solo neumático cuesta \$19,000.00 pesos mexicanos por cada uno, tendría que comprar dos por tractor y en algunas

circunstancias cambiar cuatro y eso es si solo tiene uno tractor ya que dentro del área agrícola se necesitan más de un tractor para cumplir con todo el trabajo requerido durante el temporal.

Discusión

La investigación reveló desafíos significativos en la capacitación y el conocimiento de los agricultores sobre la recopilación y análisis de datos productivos. Esta brecha en la comprensión cuantitativa impide una evaluación precisa de la eficiencia y productividad de sus operaciones agrícolas. La información recopilada indica que el desconocimiento no es un problema aislado, sino uno de mayor magnitud que afecta al sector agrícola en su conjunto. Este descubrimiento subraya la necesidad de abordar estas deficiencias para lograr una optimización efectiva en el sector.

Conclusiones

Los resultados de la encuesta señalan una deficiencia notable en el conocimiento de los agricultores en áreas clave como la gestión financiera y la optimización de recursos productivos. Esta limitación subraya la urgencia de:

- 1) Implementar Programas de Capacitación: Es crucial desarrollar e implementar programas educativos enfocados en mejorar la comprensión y habilidades en la administración de recursos y análisis de datos productivos entre los agricultores.
- 2) Concienciación sobre la Gestión Agrícola: Se deben establecer iniciativas para sensibilizar a los agricultores sobre la importancia de una gestión eficiente, incluyendo la adopción de nuevas tecnologías y prácticas de optimización.
- 3) Enfoque en Necesidades Prioritarias: Es esencial identificar y abordar las necesidades prioritarias del sector para mejorar la eficiencia y productividad en la agricultura.

En resumen, para que el sector agrícola se administre de forma más eficiente y productiva, es imprescindible atender a la formación y concienciación de los agricultores en la gestión eficiente de sus recursos y operaciones.

Referencias

- FAO. (2021). El estado de la agricultura mundial. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. FAO: <http://www.fao.org/docrep/x4400s/x4400s09.htm>
- García, R. &. (2022). Optimización de procesos agrícolas mediante muestreo estadístico. *Revista de Investigación Agrícola Moderna*, 12(4), 234-245.
- Haizer, J. (2007). Dirección de la Producción y de Operaciones, Decisiones Estratégicas. Madrid: Pearson Educación .
- Jalisco, G. d. (30 de Septiembre de 2014). Plan Estatal de Desarrollo Jalisco 2013-2033. SEPAF: <http://seplan.app.jalisco.gob.mx/biblioteca/archivo/descargarArchivo>
- Kotler, P., & Keller, K. (2006). Dirección de marketing. Mexico: Pearson.
- Maroni, A. J. (2000). Revista agromensajes de la facultad. Publicación cuatrimestral de la Facultad de Ciencias Agrarias: <http://www.fcagr.unr.edu.ar/Extension/Agromensajes/14/3AM14.htm>
- Martínez, P. &. (2021). Innovación tecnológica en la agricultura: El futuro del muestreo estadístico. *Journal of Agricultural Technology*, 17(6), 1020-1035.
- Maynard, H. B. (1987). Manual de ingeniería y organización industrial. New York: Mac-Graw Hill .
- Pérez, L. (2019). Estadística aplicada a la agronomía. Editorial Agro.
- Pérez-Miñana, E. R.-P. (2022). Agricultura de precisión: Tecnologías emergentes en el sector agrícola. Ediciones Agricultura Inteligente.
- Smith, J. (2020). Métodos estadísticos en investigación agrícola. Editorial Agrícola.
- Wang, H. N. (2016). Autonomous maneuvers of a robotic tractor for farming. 2016 IEEE/ SICE International Symposium on System Integration (SII) System Integration (SII) (págs. 592-597). Sapporo, Japan: IEEE.