



Agronegocio: Un Camino Hacia la Sostenibilidad y la Prosperidad

Jacob Eduardo Pittí Rodríguez



Agronegocios: Un Camino Hacia la Sostenibilidad y la Prosperidad

Autor:

Jacob Eduardo Pitti Rodríguez

Universidad de Panamá, Centro Regional Universitario de Bocas del Toro. Panamá.

jacob.pitti@up.ac.pa/ <https://orcid.org/0000-0002-9498-5634>

e -ISBN: 978-9962-23-006-9

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.16620392>

© Editorial Digital, Universidad de Panamá. Panamá 2025.

Evaluación por pares: sí

Licencia: Acceso abierto –CC BY NC SA -4.0

Disponible en: <https://editorialdigital.up.ac.pa/index.php/edup/catalog/series/librosup>



Depósito Legal / Digital

Biblioteca Nacional de Panamá Ernesto J. Castillero R, 2F2R+2RM, Panamá, Provincia de Panamá.

Biblioteca Interamericana Simón Bolívar, XFM8+VRW, Av. Octavio Méndez Pereira, Panamá, Provincia de Panamá.

Cítese como:

Pitti Rodríguez, J. E. (2025). *Agronegocios: Un Camino Hacia la Sostenibilidad y la Prosperidad*. Editorial Digital UP. <https://doi.org/10.5281/zenodo.16620392>

Las ideas y opiniones expuestas en este libro son responsabilidad única de sus autores y no comprometen a la Editorial Digital UP ni a la Universidad de Panamá; de igual manera, ellos han declarado que en su totalidad es producción intelectual propia, en donde aquella información tomada de otras publicaciones o fuentes, propiedad de otros autores, está debidamente citada y referenciada, tanto en el desarrollo del documento como en las secciones respectivas a la Referencias bibliográficas.

Se autoriza la reproducción de este material para fines académicos o personales, siempre y cuando se cite la fuente original. Para la reproducción con cualquier otro fin es necesaria la autorización expresa de la Editorial Digital UP, de la Universidad Panamá.



EL contenido de este libro está bajo licencia internacional Creative CommonsAtribución-
NoComercial 4.0 Internacional

Dedicatoria

A mi padre, Jacob Hernán Pittí, agricultor apasionado que descansa en la paz del Señor. Su ejemplo de trabajo, esfuerzo y amor por la tierra ha sido una fuente inagotable de inspiración en mi vida y en la construcción de este proyecto académico.

A mi madre, María Olimpia Rodríguez, por su fortaleza, cariño incondicional y sabias palabras que me han sostenido en cada paso del camino. A mi esposa, Yazmín Arango, compañera incansable de sueños y desafíos, gracias por tu paciencia, apoyo y amor constante. Y a mis hermosas hijas, Yazmed, Lia y Ema, cuya existencia llena de luz y esperanza cada uno de mis días. Este logro también es para ustedes.

Jacob Eduardo

Agradecimiento

Deseo expresar mi más profundo agradecimiento a la Universidad de Panamá, por ser el espacio que ha acogido y promovido este esfuerzo académico. Al Decano de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Ing. Eldis Barnes por su respaldo y liderazgo comprometido con el desarrollo del conocimiento en el sector. Extiendo un reconocimiento especial al Ingeniero Enrique Galán, cuya valiosa participación en la revisión de este trabajo aportó claridad, precisión y orientación.

A la Dra. Elsy Godoy, por sus valiosos aportes en la revisión de estilo y normas APA, que fortalecieron la solidez y presentación de esta publicación.

Agradezco también a la Editorial Digital por su confianza y apoyo institucional en la publicación de esta obra. Mi gratitud se extiende a los colegas y estudiantes, cuyas preguntas, observaciones y aportes durante el proceso enriquecieron el contenido y permitieron construir un texto más dinámico y pertinente.

Finalmente, un agradecimiento muy especial a los profesionales del sector agropecuario que, con generosidad y compromiso, compartieron sus experiencias y conocimientos en entrevistas que sirvieron como base para numerosos ejemplos y estudios de caso presentes en este libro.

Prólogo

En el contexto actual, los agronegocios juegan un papel crucial en la economía global, especialmente en los desafíos de la seguridad alimentaria, el cambio climático y la sostenibilidad ambiental. Con una población en crecimiento y una demanda de alimentos en constante aumento, se hace imprescindible repensar las prácticas y estrategias en el sector agrícola para asegurar no sólo la producción, sino también la conservación de los recursos naturales. En países como Panamá, donde el sector rural es una base importante de la economía, los agronegocios no solo representan una fuente de ingresos, sino también una esperanza para el desarrollo sostenible y la prosperidad de las comunidades.

En este contexto surge “Agronegocios: Un camino hacia la sostenibilidad y la prosperidad”, una obra que pretende ofrecer una guía integral para quienes se desempeñan o desean formarse en el ámbito de los agronegocios. Este libro ha sido concebido con el propósito de proporcionar herramientas prácticas y conocimientos profundos que permitan a estudiantes, productores y profesionales del sector agrícola transformar sus prácticas en modelos de sostenibilidad y eficiencia. El objetivo es claro: capacitar y empoderar a una nueva generación para que impulsen el desarrollo rural y agrícola con una visión innovadora y comprometida con el bienestar común.

Los agronegocios, más allá de la producción de alimentos, son una fuente de crecimiento económico en las zonas rurales, generando empleo, diversificando las fuentes de ingresos y fortaleciendo las comunidades. Con una adecuada integración en las cadenas de valor, los agronegocios permiten que las comunidades rurales no solo produzcan, sino que también se beneficien de actividades de transformación, comercialización y distribución. De este modo, este sector no solo eleva la economía local, sino que también es un pilar fundamental para el desarrollo equitativo y la mejora de la calidad de vida en las zonas rurales.

Un aspecto esencial de este libro es su enfoque en la sostenibilidad ambiental. No se trata solo de producir más, sino de hacerlo de una manera que respete el equilibrio natural. A lo largo de sus páginas, el lector encontrará estrategias y prácticas que reducen el impacto ambiental, como la rotación de cultivos, el uso racional del agua y la adopción de sistemas de manejo integrado de plagas. Este enfoque es clave en un sector que necesita adaptarse a las realidades del cambio climático y la degradación de recursos, y que tienen en la sostenibilidad ambiental una oportunidad para mejorar la resiliencia de sus prácticas.

La innovación tecnológica también es un eje central de esta obra, ya que hoy en día, las tecnologías emergentes están transformando el modo en que entendemos y gestionamos los agronegocios. Desde la agricultura de precisión y el uso de sus datos hasta el *blockchain*, los drones y el internet de las cosas (IoT), el libro aborda como estas herramientas permiten que el sector sea más competitivo y eficiente. A través de estas

tecnologías, es posible maximizar el rendimiento de los cultivos, reducir los desperdicios, garantizar la trazabilidad y gestionar de manera inteligente recursos.

Con ello, el lector podrá entender cómo la tecnología no solo aumenta la productividad, sino que también abre nuevas oportunidades para el desarrollo más consciente y sostenible.

Esta obra también está respaldada por la vasta experiencia de su autor, Jacob Pitti, un reconocido profesor e investigador de la Universidad de Panamá, comprometido con la formación y el desarrollo de los agronegocios. Su dedicación a la educación agrícola y su rol en la formación de jóvenes en la provincia de Bocas del Toro han sido fundamentales para el crecimiento del sector. Su experiencia y compromiso con la enseñanza han permitido que este libro combine la teoría con la práctica, resultando en un recurso invaluable para todos aquellos interesados en el desarrollo agrícola. La amistad y la misión compartida que tengo con el Profesor Pitti en avanzar la educación agrícola en Panamá nos ha impulsado a contribuir con una obra que refleja no solo nuestro conocimiento, sino también nuestra visión de un sector agrícola próspero y sostenible.

Para guiar al lector, el libro se organiza en siete capítulos que abordan de manera sistemática los diferentes aspectos de los agronegocios, desde sus fundamentos hasta los desafíos y las oportunidades del futuro. Cada capítulo está diseñado para profundizar en temas específicos y aportar una comprensión completa del sector.

Además, el libro incluye actividades prácticas, estudios de casos y ejemplo de gestión financiera que facilitan la aplicación de los conceptos en el contexto real, brindando a estudiantes, productores y profesionales un recurso que va más allá de la teoría.

Para concluir, me gustaría invitar a todos los lectores a asumir un papel activo en la transformación del sector agrícola. Este libro es una invitación a adoptar una mentalidad de cambio, a explorar nuevas ideas y a implementar prácticas sostenibles que no solo mejoren la eficiencia, sino que también contribuyan al bienestar de las comunidades. Considero que los agronegocios son un motor de prosperidad y sostenibilidad, y que quienes se atrevan a innovar y a trabajar con responsabilidad en este campo podrán marcar una diferencia significativa.

Espero que esta obra inspire y capacite a todos aquellos comprometidos con el futuro de la agricultura.

Ing. Eldis Barnes Molinar

Resumen

Este libro aborda el papel estratégico de los agronegocios en el desarrollo sostenible, desde sus fundamentos hasta su impacto económico, social y tecnológico. Se estructura en siete capítulos que exploran la producción, la comercialización, la gestión financiera, la sostenibilidad y los desafíos del sector. El enfoque adoptado articula teoría y práctica, proporcionando herramientas analíticas y actividades aplicables al contexto latinoamericano, con énfasis en Panamá. A través de una revisión bibliográfica actualizada, estudios de caso y estrategias innovadoras, se promueve una visión integral y crítica del agronegocio como motor de progreso rural.

Palabras clave: Agronegocios, sostenibilidad, desarrollo rural, innovación agrícola, economía agropecuaria.

Abstract

This book examines the strategic role of agribusiness in sustainable development, from its foundations to its economic, social, and technological impact. It is structured into seven chapters exploring production, marketing, financial management, sustainability, and challenges facing the sector. The approach integrates theory and practice, offering analytical tools and activities tailored to the Latin American context, with emphasis on Panama. Through updated literature reviews, case studies, and innovative strategies, the book promotes a comprehensive and critical view of agribusiness as a driver of rural progress.

Keywords

Agribusiness, sustainability, rural development, agricultural innovation, agro-economy.

ÍNDICE

Prólogo	vi
Resumen	viii
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO 1.....	4
LOS FUNDAMENTOS DE LOS AGRONEGOCIOS	4
Definición de agronegocios y su alcance	4
Etapas y actividades del agronegocio	5
Producción primaria (agrícola y ganadera)	5
Procesamiento de alimentos.....	5
Distribución y logística	5
Comercialización.....	5
Actividades	6
Investigación y desarrollo.....	6
Servicios financieros y de seguros.....	6
Aspectos ambientales y sostenibilidad	6
Normativas y políticas	6
El rol de los agronegocios en el desarrollo agropecuario y rural	6
Importancia económica y social de los agronegocios.....	7
Papel de los agronegocios en la economía	7
Generación de empleo.....	8
Seguridad alimentaria	8
Aporte al PIB.....	8
Exportaciones e ingresos externos	8
Desarrollo rural	8
Innovación tecnológica.....	9
Sostenibilidad ambiental	9
Cadena de valor.....	9
Factores que influyen en el desarrollo de los Agronegocios.....	10
Condiciones climáticas.....	10
Dinámicas de mercado	10
Avances tecnológicos	10
Consideraciones políticas y legales	10

Aspectos sociales y culturales	10
Actividades de aprendizaje: “Fundamentos de los Agronegocios”	11
Actividad 1: Análisis de la cadena de valor	11
Actividad 2: Estudio de caso local.....	11
Actividad 3: Debate sobre sostenibilidad	11
Actividad 4: Simulación de negocio agrícola.....	11
Actividad 5: Entrevista a profesionales del sector.....	11
Actividad 6: Elaboración de políticas agrícolas	12
Actividad 7: Presentación sobre avances tecnológicos	12
CAPÍTULO 2.....	13
PRODUCCIÓN AGRÍCOLA Y TECNOLOGÍA	13
Métodos y técnicas de producción agrícola moderna.....	13
Agricultura de precisión.....	13
Sistemas de Información Geográfica (SIG) y Teledetección	13
Maquinaria GPS.....	13
Cultivos transgénicos	14
Agricultura de conservación.....	14
Cubiertas vegetales y cultivos de cobertura.....	14
Hidroponía y Aeroponía	15
Hidroponía	15
Ventajas de la Hidroponía	15
Desventajas de la Hidroponía	16
Tipos de sistemas hidropónicos	16
Consideraciones ambientales	16
Aeroponía	16
Ventajas de la Aeroponía.....	17
Desventajas de la Aeroponía.....	17
Tipos de Sistemas Aeropónicos	17
Aplicaciones de la Aeroponía	17
Consideraciones ambientales	18
Uso eficiente del agua	18
Riego por goteo	18

Sensores de humedad del suelo.....	18
Estrategias para minimizar el impacto ambiental, proteger la salud humana y preservar la biodiversidad en los sistemas agrícolas.....	19
Tecnologías de manejo de plagas y enfermedades	19
Control biológico.....	19
Productos fitosanitarios de precisión	19
Maquinaria agrícola avanzada	20
Robótica agrícola	20
Drones agrícolas	20
Mejora genética convencional	21
Avances tecnológicos aplicados a los agronegocios	21
Agricultura de precisión.....	22
Internet de las cosas (IoT)	22
Big Data y Analítica	22
Drones en agricultura.....	22
Maquinaria autónoma	22
Blockchain en la cadena de suministro agrícola	22
Aplicaciones móviles para agricultores	22
Biotecnología agrícola	22
Impacto de la tecnología en la eficiencia y sostenibilidad de los agronegocios....	23
Automatización agrícola.....	23
Sistemas de Información Geográfica (SIG) y Teledetección	23
Sensores y monitoreo en tiempo real	23
Uso de la Internet de las Cosas (IoT)	23
Agricultura de precisión.....	23
Plataformas de gestión agrícola.....	24
Desarrollo de semillas y cultivos modificados genéticamente.....	24
Energías renovables	24
Actividades de aprendizaje del capítulo producción agrícola y tecnología	24
Actividad 1: Investigación sobre agricultura de precisión y sus componentes ..	24
Actividad 2: Análisis de cultivos transgénicos	24
Actividad 3: Diseño de un plan de agricultura de conservación	24
Actividad 4: Estudio de caso sobre uso eficiente del agua	24

Actividad 5: Investigación sobre tecnologías de manejo de plagas	25
Actividad 6: Estudio de caso sobre maquinaria agrícola avanzada	25
Actividad 7: Comparación entre mejora genética convencional y la ingeniería genética.	25
Actividad 8: Investigación sobre avances tecnológicos en Agronegocios	25
Actividad 9: Análisis del impacto de la tecnología en la sostenibilidad de los agronegocios	25
Actividad 10: Propuesta de implementación de tecnologías en una granja	25
CAPÍTULO 3.....	26
GESTIÓN FINANCIERA EN LOS AGRONEGOCIOS	26
Principios básicos de la gestión financiera en el sector agrícola	26
Presupuesto y planificación financiera	26
Control de costos	26
Gestión de riesgos	26
Inversión en activos	26
Gestión del efectivo	26
Financiamiento responsable	27
Registro y contabilidad precisos	27
Diversificación de ingresos	27
Cumplimiento normativo	27
Educación y formación continua	27
Análisis de costos y beneficios en los Agronegocios	27
Costos.....	28
Beneficios	28
Herramientas de análisis.....	29
Riesgos y contingencias	29
Decisiones estratégicas	29
Estrategias financieras para maximizar la rentabilidad en los Agronegocios	29
Actividades de aprendizaje gestión financiera en los Agronegocios.....	31
Principios básicos de la gestión financiera	31
Actividad 1: Presupuesto y planificación financiera	31
Actividad 2: Control de costos.....	31
Actividad 3: Gestión de riesgos.....	31

Actividad 4: Inversión en activos	31
Actividad 5: Gestión del efectivo	31
Actividad 6: Financiamiento responsable	32
Actividad 7: Registro y Contabilidad precisos	32
Actividad 8: Diversificación de ingresos	32
Actividad 9: Cumplimiento normativo	32
Actividad 10: Educación y formación continua.....	32
Costos y Beneficios	32
Actividad 11: Análisis de costos y beneficios	32
Actividad 12: Herramientas de análisis	32
Actividad 13: Riesgos y contingencias	32
Actividad 14: Decisiones estratégicas.....	32
Estrategias financieras para maximizar la rentabilidad.....	33
Actividad 15: Estrategias financieras para maximizar la rentabilidad.....	33
Actividad 16: Uso eficiente de los insumos	33
Actividad 17: Gestión de riesgos.....	33
Actividad 18: Optimización de la cadena de suministro	33
CAPÍTULO 4.....	34
COMERCIALIZACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE PRODUCTOS AGRÍCOLAS.....	34
Canales de comercialización en los Agronegocios	34
Venta directa del productor al consumidor	34
Venta a minoristas	34
Mayoristas.....	34
Mercados mayoristas o centrales de abastecimiento	35
Exportación	35
Procesamiento y distribución	35
Cooperativas agrícolas	35
Subastas y remates	35
Contratos y acuerdos directos	35
Distribución a través de programas gubernamentales	35
Logística y cadena de suministro en los Agronegocios.....	35
Producción y distribución	36

Almacenamiento y manejo de productos	36
Transporte.....	36
Gestión de la cadena de suministro sostenible	36
Tecnologías emergentes	36
Cumplimiento normativo y calidad	37
Colaboración entre actores de la cadena.....	37
Estrategias de marketing para promover productos agrícolas.....	37
Identificación del mercado objetivo	37
Desarrollo de una marca sólida	37
Presencia en línea	38
Marketing de contenidos	38
Participación en eventos locales.....	38
Alianzas estratégicas	38
Certificaciones y sellos de calidad	38
Programas de fidelización.....	38
Embalaje atractivo	38
Testimonios y reseñas.....	38
Actividades de aprendizaje: Comercialización y distribución de productos agrícolas	39
Actividad 1.- Investigación de canales de comercialización.....	39
Actividad 2.- Estudio de casos	39
Actividad 3.- Simulación de venta directa	39
Actividad 4.- Visita a mercados mayoristas.....	39
Actividad 5.- Estudio de logística	39
Actividad 6.- Análisis de sostenibilidad	39
Actividad 7.- Estrategias de marketing local	39
Actividad 8.- Plan de marketing para una cooperativa agrícola	39
Actividad 9.- Análisis de tendencias tecnológicas	39
Actividad 10.- Estudio de casos de certificaciones	40
CAPÍTULO 5.....	41
SOSTENIBILIDAD Y RESPONSABILIDAD SOCIAL EN LOS AGRONEGOCIOS	41
Prácticas agrícolas sostenibles y su impacto en el medio ambiente	41
Agricultura orgánica	41

Rotación de cultivos	41
Agricultura de conservación	41
Uso eficiente del agua	41
Agroforestería	41
Fertilización responsable	42
Manejo integrado de plagas	42
Uso de cultivos resistentes	42
Responsabilidad social corporativa en los Agronegocios	42
Sostenibilidad ambiental	43
Bienestar social y laboral	43
Seguridad alimentaria	43
Participación comunitaria	43
Transparencia y ética	43
Innovación y tecnología sostenible	43
Innovaciones y tendencias hacia una agricultura sostenible	44
Agricultura de precisión	44
Agricultura regenerativa	44
Agricultura vertical y en invernaderos	44
Agroecología	44
Biotecnología agrícola	44
Tecnologías blockchain para la cadena de suministro de alimentos	45
Energías renovables en la agricultura	45
Drones y robótica agrícola	45
Actividades de aprendizaje: Sostenibilidad y responsabilidad social en los Agronegocios	45
<i>Prácticas agrícolas sostenibles y su impacto en el medio ambiente</i>	<i>45</i>
Actividad 1.	45
Actividad 2.	45
Actividad 3.	45
Responsabilidad social corporativa en los Agronegocios	46
Actividad 4	46
Actividad 5	46
Actividad 6	46

Innovaciones y tendencias hacia una Agricultura más sostenible	46
Actividad 7	46
Actividad 8	46
Actividad 9	46
CAPÍTULO 6.....	48
DESAFÍOS Y OPORTUNIDADES EN LOS AGRONEGOCIOS	48
Cambio climático y su impacto en los Agronegocios	48
Variabilidad del clima	48
Cambio en las zonas de cultivo	48
Aumento de las enfermedades y plagas	48
Escasez de agua	48
Impacto en la calidad de los cultivos	49
Riesgos para la seguridad alimentaria	49
Cambios en la demanda y los patrones de consumo	49
Regulaciones ambientales.....	49
Globalización y competencia en el mercado agrícola.....	49
Liberalización del comercio	50
Tecnología y conectividad.....	50
Especialización y diversificación.....	50
Cadenas de suministro globales.....	50
Normativas y estándares internacionales	50
Cambio climático	50
Innovación y sostenibilidad.....	51
Acceso a recursos y tecnología.....	51
Oportunidades emergentes en los Agronegocios	51
Tecnología Agrícola (AgTech)	51
Sostenibilidad.....	51
Cadenas de suministro inteligentes	52
Mercados digitales agrícolas.....	52
Biotecnología agrícola	52
Cambio en los patrones de consumo.....	52
Energías renovables en la agricultura.....	52

Actividades de aprendizaje: desafíos y oportunidades en los Agronegocios.....	52
Actividad 1.- Efectos locales del Cambio climático y su impacto en los Agronegocios	52
Actividad 2.- Análisis de adaptación al cambio climático	53
Actividad 3.-Impacto de la Globalización y competencia en el mercado agrícola53	
Actividad 4.- Cadena de suministro global agrícola	53
Actividad 5.- Oportunidades emergentes en los Agronegocios. Tecnologías emergentes en la agricultura.....	53
Actividad 6.- Investigación individual	53
CAPÍTULO 7.....	54
APLICACIÓN DE TÉCNICAS CUANTITATIVAS EN LOS AGRONEGOCIOS.....	54
Variabilidad en la producción agrícola	55
Factores climáticos y su impacto numérico	59
Temperatura.....	59
Precipitación	61
Viento	61
Presión Atmosférica	62
Humedad	64
Gestión eficiente de recursos	64
Aplicaciones numéricas para la toma de decisiones en la Gestión Agrícola	66
Necesidades de Riego.....	66
Optimización de la Fertilización	66
Planificación de Cultivos	67
Gestión del Inventario de Cosechas	67
Control de Plagas y Enfermedades	68
Economía aplicada al Agronegocio	69
Modelos económicos para la toma de decisiones	70
Modelo de análisis Costo-Beneficio	70
Modelo de Análisis de Riesgos	72
Aplicación de matemática básica en el Agronegocio.....	74
Uso de estadísticas para el análisis de datos agrícolas	83
Calculo de superficies.....	84
Densidad.....	84

Porcentaje de ganancia	84
Regla de Tres Simple.....	85
Regla de Tres Compuesta	86
Eficiencia de la producción agrícola.....	87
Rotación de cultivos en un terreno.....	87
Tasa de Crecimiento de Cosecha	88
CONCLUSIÓN.....	90
Referencias Bibliográficas	91

INTRODUCCIÓN

Este libro explora el mundo de los agronegocios y su relevancia en el desarrollo económico y social a nivel global. Los agronegocios desempeñan un papel crucial en la generación de empleo, especialmente en zonas rurales, donde constituyen una fuente esencial de sustento para millones de familias (FAO, 2022). Además, tienen un impacto directo en la seguridad alimentaria, al ser responsables de una parte significativa de la producción, procesamiento y distribución de alimentos (CEPAL et al., 2022). La contribución de los agronegocios al Producto Interno Bruto (PIB) es significativa, considerando que este indicador refleja el valor monetario de los bienes y servicios finales producidos en un territorio durante un período determinado y permite comprender el comportamiento económico en distintas escalas. En numerosas economías en desarrollo, dicha participación resulta especialmente relevante por el peso que tienen en la producción interna, así como por su capacidad de generar valor agregado y dinamizar los sectores productivos. (García et al., 2022).

Asimismo, los agronegocios potencian las exportaciones, al integrar productos agrícolas en mercados internacionales bajo estándares de calidad y sostenibilidad (IICA, 2021), al tiempo que promueven el desarrollo rural mediante la inversión, la innovación tecnológica y la mejora de infraestructura en áreas agrícolas (Larrea, 2021). En el eslabón primario, la adopción de prácticas como la agricultura regenerativa, sistemas de riego digitalizados, drones e IoT optimiza el uso de recursos finitos. A lo largo de la cadena de valor, desde la transformación agroindustrial hasta la entrega al consumidor, tecnologías como blockchain fortalecen la eficiencia, la trazabilidad y la sostenibilidad de los procesos productivos. Finalmente, su influencia en la conservación ambiental es cada vez más relevante, dado el impulso de prácticas sostenibles y sistemas de producción resilientes al cambio climático (FAO, 2022).

El desarrollo de los agronegocios se analiza considerando factores como las condiciones climáticas, las dinámicas de mercado, los avances tecnológicos, las consideraciones políticas y legales, así como los aspectos sociales y culturales.

El texto resume los capítulos de una obra sobre agronegocios, comenzando por sus fundamentos en el capítulo 1, donde se define este concepto como un sistema que incluye desde la producción hasta la comercialización de alimentos, resaltando su relevancia económica y social.

El capítulo 2 aborda la producción agrícola contemporánea y la importancia de la tecnología, incluyendo la agricultura de precisión, involucrando herramientas como SIG, GPS y drones, además de la automatización y el uso de *Blockchain* en la cadena de suministro.

El capítulo 3 se centra en la gestión financiera en el sector agrícola, subrayando principios para la viabilidad y sostenibilidad de las operaciones, incluyendo la planificación financiera y la gestión de riesgos. También se discuten estrategias para maximizar la rentabilidad a través de una gestión dinámica y proactiva.

En el capítulo 4, se analiza la comercialización y distribución de productos agrícolas, explorando los diversos canales de comercialización, la logística y las cadenas de suministro. También se destacan estrategias de marketing para aumentar la visibilidad y demanda de los productos.

El capítulo 5 se enfoca en la sostenibilidad y responsabilidad social en los agronegocios, evaluando cómo las prácticas agrícolas sostenibles pueden minimizar el impacto ambiental y asegurar la viabilidad a largo plazo, así como la importancia de la RSC en las operaciones del sector.

El capítulo 6 trata sobre el cambio climático y la globalización, discutiendo sus efectos en los agronegocios y cómo los agricultores deben adaptarse a estos desafíos. Se destacan oportunidades emergentes en el sector, como la tecnología agrícola, sostenibilidad, y nuevas tendencias en consumo y energía renovable.

Finalmente, el capítulo 7 se centra en las herramientas que permiten afrontar dichos retos desde una perspectiva práctica: las técnicas cuantitativas. A través del análisis matemático, estadístico y económico, se muestra cómo los datos pueden transformarse en decisiones estratégicas para comprender la variabilidad de la producción, gestionar mejor los recursos y proyectar un sector agropecuario más eficiente, competitivo y sostenible

Este recorrido por los capítulos revela un panorama complejo y dinámico sobre los agronegocios, invitando al lector a profundizar en cada uno de estos aspectos cruciales para entender el futuro del sector. Te invitamos a explorar el contenido del libro y descubrir cómo cada tema se interconecta para ofrecer una visión integral del fascinante mundo de los agronegocios.

CAPÍTULO 1

LOS FUNDAMENTOS DE LOS AGRONEGOCIOS

Definición de agronegocios y su alcance

El concepto de agronegocios fue introducido por Davis & Golberg (1957), quienes propusieron un modelo que integra las ciencias administrativas y económicas, como respuesta a la conceptualización de las actividades agropecuarias en el siglo XX. Con la dinamización económica y comercial, las actividades agropecuarias sobrepasaron el contexto familiar productivo, no solo refiriéndose al cultivo de plantas y a la crianza de animales, sino a la pluriactividad en la oferta de herramientas, equipos, materia prima, insumos, servicios de transporte, productos procesados, etc. en la línea de generar rentabilidad en la inversión a través de objetivos empresariales.

En este marco, la oferta diversificada de productos y la agregación de valor dieron origen a un conglomerado de negocios estructurados e interdependientes, y con ello a la clasificación de los productos, en función de la etapa o fase, a saber, provisión de insumos, producción, procesamiento, almacenamiento, distribución, comercialización. Lo que en su conjunto Davis y Golberg definieron como Agronegocios (*Agribusiness*, en inglés).

Los agronegocios son entendidos como la suma total de las operaciones involucradas en la manufactura, producción, almacenamiento, distribución y comercialización de productos agroalimentarios. Este sistema refleja la interdependencia entre múltiples sectores dentro de la cadena de valor (Sepúlveda, 2021; Roche, 2020). Desde esta perspectiva, el concepto responde a un enfoque económico-productivo que puede ser impulsado por grupos sociales, políticos o empresariales (Sepúlveda, 2021; Cáceres, 2015).

Un agronegocio se define como un sistema empresarial integrado, donde la agricultura se concibe como una cadena de valor enfocada en satisfacer las demandas del consumidor. Este sistema incluye actividades tanto dentro como fuera de la unidad productiva, reconociendo que los productos no se limitan únicamente a la producción de alimentos.

Este concepto abarca toda la cadena agroindustrial, desde la producción primaria en la agricultura hasta la entrega de productos alimenticios al consumidor final. Guerra (2002) profundiza esta conceptualización al explicar que el paso de una actividad agropecuaria, centrada exclusivamente en la producción, hacia un sector agropecuario ampliado, es consecuencia de la necesidad de competir en un entorno globalizado. En este contexto, resulta fundamental aplicar procesos de gestión empresarial y la planificación estratégica que permitan agregar valor y aprovechar las oportunidades del mercado.

El alcance de los agronegocios puede variar según el contexto y la definición utilizada. Algunos estudiosos y organismos internacionales han generado conceptos válidos en sus propios contextos, reflejando la realidad de sus autores y países. Por lo general, se considera que los agronegocios constituyen un sistema dinámico que se basa en materias primas de disponibilidad variable que cambia de acuerdo con las necesidades de los consumidores. Los agronegocios también están sujetos a regulaciones y controles por parte de las autoridades para proteger el medio ambiente y la salud de las personas, ya que sus productos suelen ser alimentos para el consumo humano.

Etapas y actividades del agronegocio

En la sección, se detallan las diversas etapas y actividades que componen los agronegocios. Estas abarcan desde la producción primaria (*agrícola y ganadera*) hasta la comercialización final, integrando procesos como: procesamiento de alimentos, distribución y logística. A continuación, se desglosan cada una de estas etapas y sus respectivas funciones dentro del sector agroindustrial.

Producción primaria (agrícola y ganadera)

Incluye la siembra y cultivo de plantas, así como la cría de animales para la obtención de productos como carne, leche, huevos, entre otros.

Cuando se habla de producción agrícola y ganadera, se refiere a una serie de acciones realizadas por el ser humano para modificar el entorno natural, haciéndolo más adecuado para estas actividades. En esencia, es la capacidad de trabajar la tierra, abarcando diversas actividades relacionadas con el tratamiento del suelo para su cultivo, así como el manejo y cuidado del ganado.

Procesamiento de alimentos

Engloba las actividades de transformación de materias primas agrícolas en productos alimenticios elaborados. Esto puede involucrar la manufactura de alimentos procesados, conservas, productos lácteos, entre otros.

Distribución y logística

Implica la gestión eficiente de la cadena de suministro, transporte y almacenamiento de productos agrícolas y alimentos. Incluye la distribución a mayoristas, minoristas y otros puntos de venta.

Comercialización

Enfocado en estrategias de marketing y venta de productos agrícolas y alimentos. Incluye la promoción de productos, la gestión de precios y la relación con los consumidores.

Actividades

Investigación y desarrollo

Relacionado con la innovación en técnicas agrícolas, mejoramiento genético, desarrollo de nuevos productos y tecnologías aplicadas a los agronegocios.

Servicios financieros y de seguros

Involucra la provisión de servicios financieros, como préstamos agrícolas, seguros agrarios y otros instrumentos financieros destinados a apoyar a los actores del sector.

Aspectos ambientales y sostenibilidad

Cada vez más, los agronegocios consideran la sostenibilidad ambiental, abordando prácticas agrícolas responsables y gestión eficiente de recursos naturales.

Normativas y políticas

Incluye el cumplimiento de regulaciones gubernamentales, políticas agrarias y otras normativas relacionadas con la producción y comercialización de productos agrícolas.

Los agronegocios con un enfoque social buscan contribuir a la transformación rural mediante la integración de actividades complementarias que promuevan la sostenibilidad de los recursos naturales. Esto implica la coordinación de esfuerzos productivos para mejorar las condiciones de vida en las zonas rurales, preservando los conocimientos, prácticas y tradiciones de las comunidades campesinas, así como sus procesos sociales más amplios (Mora et al., 2016).

El rol de los agronegocios en el desarrollo agropecuario y rural

Esta sección explora cómo los agronegocios impulsan el desarrollo agropecuario y rural a través de políticas y estrategias que mejoran la calidad de vida en comunidades rurales y periurbanas. Se destaca la importancia de la producción sostenible, la infraestructura, y la participación comunitaria, considerando la diversidad sociocultural y ambiental para lograr un desarrollo equilibrado y sostenible.

Los agronegocios tienen un rol fundamental en el desarrollo agropecuario y rural, los cuales pueden ser objetos de políticas y estrategias para el mejoramiento de la calidad de vida de las comunidades rurales y periurbanas, mediante el impulso productivo sostenible de las actividades agrícolas, al mismo tiempo que contribuyen a la producción económica, a la seguridad y soberanía alimentaria, y/o a la generación de divisas producto de la exportación.

El propósito de las medidas de política agrícola es el de hacer más eficiente y eficaz la producción agrícola, a través de técnicas de cultivos y su extensión, el acceso a los insumos y tecnologías apropiadas de producción, el fomento y promoción de una agricultura sostenible, el desarrollo de infraestructura como caminos de producción, silos

de almacenamiento, recintos refrigerados, plantas agroindustriales, acceso a la propiedad de la tierra y cobertura de las telecomunicaciones, etc.

En cuanto al pilar de la ruralidad, el desarrollo rural como campo interdisciplinario busca contribuir al progreso de las comunidades rurales con una visión integral fundamentada en las actividades agrícolas. Así pues, el desarrollo agrícola y rural se centra en el progreso integral de las comunidades rurales y va más allá de la agricultura. Esto incluye mejorar la infraestructura básica como carreteras, energía y telecomunicaciones, el acceso a servicios de salud, educación y recreación, fortalecer las instituciones locales, y promover la participación comunitaria en la toma de decisiones.

En la conceptualización del desarrollo agrícola y rural, es importante considerar la diversidad de contextos socioculturales y ambientales en los que se llevan a cabo las actividades agrícolas. Las políticas y estrategias que funcionan en una región pueden no funcionar en otra.

Se debe tener en cuenta las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades porque el desarrollo agrícola y rural requiere ser sostenible. Promover prácticas agrícolas amigables, la preservación de los recursos naturales y la equidad social son algunas de las cosas que esto implica.

La conceptualización del desarrollo agrícola y rural necesita un enfoque que aborde tanto los aspectos económicos como los sociales. Se pueden lograr mejoras significativas en las condiciones de vida de las comunidades rurales y del sector agrícola mediante políticas y acciones coordinadas.

Importancia económica y social de los agronegocios

Las características productivas de la agricultura determinan los resultados obtenidos en términos de cantidad, naturaleza y destino de lo producido. Factores como la productividad por unidad de superficie, el uso de mano de obra y de capital, así como la proporción destinada a la venta o al autoconsumo, inciden directamente en el tipo de modelo agrario adoptado. Asimismo, se considera la participación relativa de los productos en la economía agrícola y su valor en los mercados nacionales e internacionales (Pisani & Franceschetti, 2009).

Papel de los agronegocios en la economía

Los agronegocios son pilares fundamentales para el crecimiento económico, contribuyendo significativamente al Producto Interno Bruto (PIB) y generando empleo. Su impacto se extiende a la estabilidad alimentaria y al desarrollo rural, fomentando la innovación y sostenibilidad. Estos negocios no solo impulsan la economía local, sino que también fortalecen las exportaciones y las relaciones comerciales internacionales. Además, promueven la adopción de tecnologías avanzadas y prácticas agrícolas

sostenibles, asegurando un desarrollo equilibrado y resiliente, dinamizando sectores clave como el comercio, la logística y la industria agroalimentaria (Banco Interamericano de Desarrollo, 2021; Del Valle, 2021).

Los agronegocios desempeñan un papel fundamental tanto en la economía como en la sociedad, y su importancia se extiende a varias áreas clave:

Generación de empleo

Los agronegocios contribuyen significativamente a la generación de empleo, ya sea en la producción agrícola, procesamiento de alimentos, distribución, venta al por menor, o en servicios relacionados. Esto ayuda a reducir la tasa de desempleo y a mejorar las condiciones económicas de las comunidades rurales.

Seguridad alimentaria

Los agronegocios desempeñan un papel crucial en la seguridad alimentaria, ya que son responsables de la producción y distribución de alimentos. Contribuyen a garantizar el suministro constante y suficiente de productos agrícolas para satisfacer las necesidades de la población.

Aporte al PIB

La actividad de los agronegocios es una parte significativa de la economía en muchos países. La producción agrícola, la agroindustria y otros servicios relacionados contribuyen de manera importante al PIB, al empleo y al comercio exterior. En el caso de Panamá, el desarrollo de los agronegocios no solo impulsa directamente el PIB mediante la producción y las exportaciones, sino que también influye positivamente en la creación de empleo, la reducción de la pobreza y el fortalecimiento del desarrollo sostenible.

En este contexto, la incidencia de políticas públicas orientadas al acceso a financiamiento, capacitación y tecnología resulta esencial para maximizar la contribución del sector al crecimiento económico. Además, como sostiene Larrea (2021), los clústeres agroindustriales ofrecen una vía estratégica para potenciar la agregación de valor e incorporar criterios de sostenibilidad ambiental en la cadena de producción agroalimentaria.

Exportaciones e ingresos externos

La exportación de productos agrícolas y alimentos procesados generan ingresos significativos para muchos países. Los agronegocios permiten la participación en el comercio internacional, lo que contribuye a equilibrar la balanza comercial y atraer divisas.

Desarrollo rural

Los agronegocios pueden impulsar el desarrollo económico en áreas rurales al proporcionar oportunidades de empleo, mejorar la infraestructura local y estimular la inversión en estas regiones.

Innovación tecnológica

Los agronegocios a menudo impulsan la investigación y la innovación tecnológica en la agricultura. La implementación de nuevas tecnologías mejora la eficiencia de la producción, reduce los costos y aumenta la productividad.

Sostenibilidad ambiental

La gestión sostenible de los agronegocios es esencial para garantizar la disponibilidad a largo plazo de recursos naturales. Las prácticas agrícolas sostenibles ayudan a preservar el medio ambiente y aseguran la viabilidad a largo plazo de la producción agrícola.

Cadena de valor

Los agronegocios forman parte de una extensa cadena de valor que abarca desde la producción agrícola hasta la distribución y comercialización. La eficiencia en cada etapa de esta cadena beneficia tanto a los productores como a los consumidores. En este sentido, la importancia económica y social de los agronegocios es multifacética, ya que generan empleo, garantizan la seguridad alimentaria, contribuyen al PIB, fomentan el desarrollo rural, y promueven la innovación tecnológica.

Este impacto se refleja también a nivel nacional. En el caso de Panamá, los negocios agropecuarios poseen una relevancia considerable tanto desde el punto de vista económico como social. Estas actividades no solo impulsan el crecimiento económico del país, sino que también facilitan la generación de empleo en zonas rurales y promueven una gestión agrícola más eficiente, lo que se traduce en mayores ingresos para los productores. A través de iniciativas como la creación de agroparques y el fortalecimiento de conglomerados agroindustriales, Panamá busca consolidarse como un referente regional en exportaciones agrícolas.

Asimismo, el desarrollo del sector requiere profesionales capacitados en gestión financiera y administración agroempresarial, lo cual refleja la creciente demanda de capital humano calificado. Desde la perspectiva social, los agronegocios panameños representan una oportunidad clave para mejorar la calidad de vida en las comunidades rurales, reduciendo la migración hacia las ciudades y fortaleciendo el tejido productivo local. En consecuencia, los agronegocios desempeñan un papel estratégico en el desarrollo económico y social del país, al tiempo que refuerzan la estabilidad y el bienestar de las regiones rurales.

Para avanzar en esta dirección, es fundamental que Panamá adopte un modelo de agronegocios con enfoque territorial, orientado a la sostenibilidad y respaldado por políticas públicas que incentiven la certificación, el comercio justo y el acceso al financiamiento. Esta visión integral permitiría no solo mejorar el desempeño económico, sino también posicionar al país en el marco de los Objetivos de Desarrollo Sostenible propuestos por las Naciones Unidas (Kusactay et al., 2024).

El desarrollo económico asociado al agronegocio ya sea convencional o no convencional, debe evaluarse no solo por su capacidad para generar crecimiento cuantitativo, sino también por su impacto en la equidad social, la sostenibilidad ambiental, la resiliencia ante crisis económicas y el fortalecimiento de comunidades rurales.

Factores que influyen en el desarrollo de los Agronegocios

Los agronegocios desempeñan un papel crucial en la economía y están influenciados por diversos factores estructurales y contextuales. Como plantea Guerra (2002), todos los sistemas económicos se basan en un conocimiento subyacente: la viabilidad de las empresas está ligada a la existencia previa de recursos construidos socialmente, como el idioma, la cultura, los datos, la información y los conocimientos técnicos, sin estos elementos, ninguna empresa podría iniciar sus operaciones. Entre los factores que afectan su evolución se encuentran:

Condiciones climáticas

El clima desempeña un rol esencial en el progreso de los agronegocios. Aspectos como la temperatura, humedad y precipitaciones, y su variabilidad pueden impactar tanto en la producción agrícola de los cultivos, en cantidad y calidad.

Dinámicas de mercado

La demanda y oferta en el mercado ejercen una fuerte influencia en la dinámica de los agronegocios. Factores de mercado como los precios de productos agrícolas, competencia, preferencias del consumidor y políticas comerciales son determinantes para su desarrollo.

Avances tecnológicos

La tecnología está cada vez más presente en el desarrollo de los agronegocios. La adopción de tecnologías agrícolas avanzadas, como la agricultura de precisión, biotecnologías, sistemas de riego eficientes y técnicas de cultivo mejoradas, pueden potenciar la productividad y eficiencia en el sector.

Consideraciones políticas y legales

Las políticas gubernamentales y regulaciones legales tienen un impacto considerable en estos negocios. Políticas agrícolas, subvenciones, subsidios, acuerdos comerciales y normativas ambientales, son ejemplos de factores políticos y legales que pueden influir en el sector.

Aspectos sociales y culturales

Según Pla (2022), la evolución de los agronegocios está determinada por dinámicas que pueden variar según el contexto regional, pero que comparten tendencias estructurales comunes: la concentración de la producción, la generación de economías de escala, sustitución del trabajo por capital, desaparición de unidades productivas de

menor escala y la omnipresencia de empresas transnacionales en todas las fases de producción. Esta configuración perpetúa un orden internacional en el que los países subdesarrollados ocupan una posición subordinada como proveedores de materias primas.

Actividades de aprendizaje: “Fundamentos de los Agronegocios”

Actividad 1: Análisis de la cadena de valor

Divide los elementos mencionados en la definición de agronegocios y su alcance en la cadena de valor. Identifica las etapas clave, desde la producción agrícola hasta la comercialización, y discute cómo cada etapa contribuye al éxito global de los agronegocios. Puedes utilizar un diagrama o esquema para visualizar la cadena de valor.

Actividad 2: Estudio de caso local

Investiga sobre un caso específico de agronegocios en tu localidad, región o país. Examina cómo se desarrolla cada una de las etapas mencionadas:

- Producción,
- Procesamiento,
- Distribución,
- Comercialización.

En este caso particular, analiza los impactos económicos y sociales que tiene en la comunidad local.

Actividad 3: Debate sobre sostenibilidad

Con relación a la sostenibilidad ambiental, organiza un debate en clase o en un grupo virtual sobre la importancia de la sostenibilidad en los agronegocios. Discute cómo las prácticas sostenibles de la producción agrícola pueden beneficiar tanto al medio ambiente como a la viabilidad a largo plazo.

Actividad 4: Simulación de negocio agrícola

Divide a los participantes en grupos y asigna a cada grupo una etapa específica de los agronegocios (producción agrícola, procesamiento de alimentos, distribución, etc.) Solicítales que simulen la gestión de un negocio en esa etapa, tomando decisiones estratégicas relacionadas con la eficiencia, costos, innovación, y sostenibilidad. Luego, comparte los resultados y discute las implicaciones de sus decisiones.

Actividad 5: Entrevista a profesionales del sector

Invita a profesionales del ámbito de los agronegocios a compartir sus experiencias y conocimientos. Se pueden realizar entrevistas presenciales o virtuales para que los estudiantes obtengan una perspectiva práctica sobre la importancia económica y social de los agronegocios, así como los desafíos que enfrentan.

Actividad 6: Elaboración de políticas agrícolas

Considerando las políticas agrícolas y normativa legal, solicítales a los estudiantes que, en grupos, elaboren propuestas de políticas agrícolas que podrían mejorar el entorno para los agronegocios en su país. Luego, presenten y defiendan sus propuestas en clase.

Actividad 7: Presentación sobre avances tecnológicos

Investiga sobre los últimos avances tecnológicos en el sector agrícola. Prepara una presentación para compartir con la clase, destacando cómo estas tecnologías están influyendo en el desarrollo de los agronegocios y mejorando la eficiencia y sostenibilidad en la producción.

Estas actividades proporcionarán a los estudiantes una comprensión más profunda de los agronegocios, su impacto en la economía y la sociedad, y los desafíos y oportunidades que enfrentan en la actualidad.

CAPÍTULO 2

PRODUCCIÓN AGRÍCOLA Y TECNOLOGÍA

Métodos y técnicas de producción agrícola moderna

La producción agrícola moderna incorpora una variedad de métodos y tecnologías orientadas a mejorar la eficiencia, incrementar la productividad y minimizar los impactos ambientales. En este contexto, la actividad agrícola desempeña un papel clave en la sociedad contemporánea, especialmente ante desafíos globales como el cambio climático, el aumento en la demanda de alimentos y la necesidad urgente de adoptar prácticas sostenibles. Asimismo, se destaca la contribución fundamental del agrónomo y el tecnólogo en este proceso productivo, dada su intervención en la innovación y aplicación de soluciones agrarias adaptadas a estos retos (Castro, 2024). A continuación, se describen algunos de los métodos y técnicas más comunes utilizados en la agricultura moderna.

Agricultura de precisión

La agricultura de precisión implica el uso de tecnología avanzada en la actividad agrícola con el propósito de incrementar la eficiencia y rendimiento de los cultivos. Este método se fundamenta en la recopilación y análisis minucioso de información sobre las particularidades de los cultivos, las condiciones del suelo y los factores climáticos. El objetivo es aplicar tratamientos específicos de manera precisa, teniendo en cuenta el lugar y el momento adecuados (Ríos, 2021).

Sistemas de Información Geográfica (SIG) y Teledetección

Utilizan datos espaciales y satelitales para analizar y gestionar campos de manera más precisa.

Las imágenes satelitales, al estar conformadas por datos ráster, representan visualmente un área geográfica mediante una matriz de píxeles. Esta tecnología es útil para monitorear el estado de los bosques, la cobertura vegetal, la presencia de amenazas naturales y la evaluación de la sostenibilidad ambiental y económica (Gamboa, 2021).

Maquinaria GPS

Este tipo de herramienta permite la operación de maquinaria agrícola de manera precisa, optimizando la distribución de insumos y reduciendo el desperdicio.

En los últimos años, el avance tecnológico en el sector agropecuario ha favorecido la incorporación de maquinaria agrícola moderna equipada con Sistemas de Posicionamiento Global (GPS), lo que ha permitido una ejecución más precisa y eficiente de las labores en el campo. Esta tecnología no solo optimiza la distribución de insumos y reduce el desperdicio, sino que también contribuye directamente a disminuir los costos

operativos para los productores, especialmente en cultivos de ciclo corto donde el tiempo y los recursos son limitados (Macías, 2025).

Cultivos transgénicos

La ingeniería genética es un proceso que se utiliza para desarrollar cultivos genéticamente modificados (transgénicos) con características mejoradas, como resistencia a plagas, tolerancia a herbicidas y mayor contenido nutricional.

En este caso, la ingeniería genética en cultivos transgénicos ofrece múltiples beneficios, como el aumento del rendimiento agrícola y la adaptación a condiciones climáticas adversas, lo que ayuda a satisfacer la demanda alimentaria global. Además, puede reducir el uso de pesticidas y mejorar la calidad de los alimentos, contribuyendo a prácticas agrícolas más sostenibles. También fortalece la seguridad alimentaria al disminuir las pérdidas postcosecha. Sin embargo, surgen consideraciones éticas y sociales, así como la necesidad de una regulación apropiada y aceptación pública. Lo más importante es que la investigación sigue avanzando, permitiendo el desarrollo de cultivos con características más específicas.

El desarrollo y uso de cultivos transgénicos en la agricultura global se ha concentrado en un número reducido de países y se ha enfocado principalmente en unos pocos cultivos como el arroz, la soya, el maíz, la canola y el algodón. Aunque existen muchas especies modificadas genéticamente, solo algunas se cultivan a gran escala. Entre los principales beneficios atribuidos a estas variedades están la disminución de los costos de producción, el aumento del rendimiento, la reducción en el uso de agroquímicos contaminantes, así como su potencial en la remediación ambiental y la producción de fármacos a partir de plantas (Farah Asang, 2020).

Agricultura de conservación

En este tipo de actividad, se implementan prácticas como la rotación de cultivos, que consiste en alternar diferentes especies en un mismo campo para mejorar la salud del suelo y disminuir la presencia de plagas. En Cerro Punta (Chiquirí - Panamá), reconocida como una zona agrícola por excelencia, se llevan a cabo actividades de agricultura de conservación, con el propósito de mantener la sostenibilidad de los recursos utilizados en el proceso de producción.

Históricamente, la conservación de suelos ha sido considerada una estrategia clave para mejorar la productividad agrícola. Actualmente, esta práctica se consolida dentro del enfoque de agricultura de conservación, el cual promueve el manejo sostenible del suelo a partir de tres principios fundamentales: la mínima alteración del terreno (sin labranza), la cobertura continua del suelo y la diversificación mediante la rotación o intercalado de cultivos (Márquez, 2022).

Cubiertas vegetales y cultivos de cobertura

Es importante para procesos regenerativos, plantar especies vegetales específicas (usualmente leguminosas rastreras) en los períodos fuera de temporada para

proteger el suelo, mejorar la estructura y prevenir la erosión. Al implementar estas cubiertas vegetales, se logrará una mejor estructura de la capa sólida del suelo, lo que a su vez beneficiará la producción.

Los cultivos de cobertura son aquellos que se siembran principalmente para proteger el suelo. Cuando estos cultivos se incorporan posteriormente al terreno, se les conoce como abonos verdes. Esta técnica se puede aplicar en toda la superficie del terreno o, más comúnmente, entre las hileras de árboles frutales o viñedos. También son utilizados como cultivos de invierno en sistemas hortícolas de primavera-verano. Su establecimiento es especialmente relevante durante el otoño e invierno, periodos en los que se incrementa la precipitación y, en consecuencia, el riesgo de pérdida de nutrientes por lixiviación (Ovalle, 2020).

Hidroponía y Aeroponía

Hidroponía

Cultivo de plantas sin tierra, utilizando soluciones nutritivas en lugar de suelo. La hidroponía, cuyo origen etimológico proviene del griego hydro (agua) y ponos (trabajo), se refiere a un sistema de cultivo en el que las raíces de las plantas no se desarrollan en el suelo, sino en soluciones nutritivas o sustratos especializados. Esta técnica, impulsada comercialmente por W.F. Gericke desde 1938, ha evolucionado hasta convertirse en una alternativa intensiva en la horticultura moderna. Entre los sistemas más utilizados se encuentran la Técnica de Película de Nutrientes NFT (Nutrient film technique) y el sistema NGS (New Growing System), aplicables a cultivos de alto valor como lechugas, tomates, pepinos y fresas (Tapia, 2022).

La hidroponía es un método que permite cultivar plantas sin suelo, proporcionando todos los nutrientes a través de soluciones nutritivas en agua. A continuación, se resumen sus principales ventajas y desventajas.

Ventajas de la Hidroponía

Control nutricional: los agricultores pueden ajustar con precisión la cantidad y el tipo de nutrientes, mejorando el crecimiento y la producción.

Eficiencia del agua: utiliza menos agua que la agricultura tradicional, gracias a la posibilidad de reciclarla.

Ahorro de espacio: permite cultivar en áreas pequeñas y en vertical, aumentando la producción por metro cuadrado.

Mayor crecimiento y rendimiento: las plantas crecen más rápido y producen más debido a la constante y equilibrada disponibilidad de nutrientes.

Menos plagas y enfermedades: al no usar suelo, se reducen los problemas relacionados con plagas y enfermedades del suelo.

Adaptabilidad: facilita el cultivo en lugares no aptos para la agricultura tradicional, como áreas urbanas y desiertos.

Desventajas de la Hidroponía

Alto costo inicial: requiere una inversión inicial elevada en equipamiento y materiales especializados.

Dependencia tecnológica: necesita monitoreo continuo y tecnología para mantener las condiciones de crecimiento.

Consumo energético: algunos sistemas demandan mucha energía, especialmente los que requieren iluminación artificial.

Riesgo de fallos: un fallo en el suministro de nutrientes o en la bomba de agua puede afectar rápidamente a todas las plantas.

Tipos de sistemas hidropónicos

Nutrient Film Technique (NFT): una fina capa de solución nutritiva que fluye sobre las raíces.

Sistema de raíz flotante: las plantas flotan en plataformas con sus raíces sumergidas en la solución nutritiva.

Cultura en agua profunda (DWC): las raíces están sumergidas en una solución altamente oxigenada.

Aero-Hidroponía: las raíces suspendidas en el aire se rocían periódicamente con la solución nutritiva.

Sistema de mecha: utiliza mechas para transportar nutrientes a las raíces, ideal para sistemas pequeños.

Consideraciones ambientales

La hidroponía puede ser una opción sostenible con una gestión adecuada, minimizando el desperdicio de agua y nutrientes. Es importante considerar el origen de los nutrientes y optar por fuentes de energía renovables siempre que sea posible.

La hidroponía es una alternativa innovadora y eficiente a la agricultura tradicional, con un gran potencial para aumentar la producción de alimentos en diversas condiciones ambientales y geográficas.

Aeroponía

Según Airgarden (s.f.), la aeroponía es un método avanzado de cultivo sin suelo al igual que la hidroponía. Su nombre proviene del griego aer (aire) y ponos (trabajo), y comenzó a difundirse ampliamente a partir de la década de 1990, especialmente cuando la NASA la adoptó como una solución viable para producir alimentos frescos en el espacio. A diferencia de otros sistemas hidropónicos, este método permite que las raíces de las plantas permanezcan suspendidas en el aire, y se nutren a través de una fina nebulización, sin necesidad de un medio sólido de cultivo.

Las plantas se sostienen con materiales ligeros como anillos de espuma o fibra de coco, mientras que sus raíces cuelgan libremente dentro de una estructura cerrada. Los nutrientes esenciales, como el nitrógeno, fósforo y potasio, se disuelven en agua

almacenada en un depósito, desde donde se dispersan en forma de niebla o microgotas a intervalos específicos, permitiendo una nutrición eficiente y constante de las raíces.

El sistema requiere ciertos cuidados técnicos, como el monitoreo del pH y la conductividad eléctrica (CE), con el fin de asegurar que las condiciones sean óptimas para la absorción de nutrientes y evitar problemas como el crecimiento bacteriano. Pese a estos requisitos, el mantenimiento es accesible incluso para cultivadores domésticos, lo que convierte a la aeroponía en una alternativa eficiente y sostenible dentro de la agricultura moderna.

Ventajas de la Aeroponía

Eficiencia en nutrientes y agua: utiliza menos agua que la hidroponía y la agricultura tradicional, ya que la pulverización directa a las raíces minimiza el desperdicio.

Crecimiento rápido y saludable: las raíces reciben más oxígeno, lo que promueve un crecimiento más rápido y saludable.

Mayor control: es más fácil ajustar los nutrientes, el pH y la oxigenación, optimizando así las condiciones de crecimiento.

Reducción de plagas y enfermedades: la falta de suelo y el entorno controlado reducen significativamente las plagas y enfermedades.

Ahorro de espacio y flexibilidad: permite el cultivo vertical, optimizando el uso del espacio y facilitando el cultivo en áreas urbanas o con limitaciones de suelo.

Desventajas de la Aeroponía

Alto costo inicial y mantenimiento: requiere una inversión inicial elevada en equipo especializado y el mantenimiento puede ser complejo y costoso.

Dependencia tecnológica: necesita un monitoreo constante y tecnología avanzada para mantener las condiciones óptimas de crecimiento.

Riesgo de fallos: un fallo en el sistema de nebulización puede secar y dañar rápidamente las raíces expuestas.

Consumo energético: algunos sistemas tienen un alto consumo de energía, especialmente los que utilizan iluminación artificial y bombas de alta presión.

Tipos de Sistemas Aeropónicos

Alta presión: utilizan bombas de alta presión para nebulizar finamente la solución nutritiva, mejorando la absorción de nutrientes y oxígeno.

Baja presión: utilizan nebulizadores de baja presión, son más económicos, pero menos eficientes que los de alta presión.

Aplicaciones de la Aeroponía

Investigación científica: muy utilizada para estudiar el crecimiento y la nutrición de las plantas en condiciones controladas.

Producción comercial: cada vez más utilizada para cultivar hierbas, vegetales de hoja verde y plantas medicinales.

Cultivo en espacios restringido: ideal para la agricultura urbana y lugares con limitaciones de espacio, permitiendo el cultivo en interiores.

Consideraciones ambientales

La aeroponía puede ser sostenible debido a su eficiencia en el uso de agua y nutrientes. Sin embargo, es crucial gestionar el consumo energético, especialmente en sistemas que dependen de iluminación artificial y sistemas de bombas de alta presión. Optar por fuentes de energía renovable y diseñar sistemas eficientes puede minimizar el impacto ambiental.

La aeroponía es una técnica innovadora y eficiente que, con el manejo y la tecnología adecuados, ofrece múltiples beneficios en términos de eficiencia, sostenibilidad y producción de alimentos en diversos entornos.

Uso eficiente del agua

El uso eficiente del agua se ha convertido en una prioridad fundamental dentro de las prácticas agrícolas sostenibles, especialmente ante el aumento de la escasez hídrica y el impacto del cambio climático. En este contexto, tecnologías alternativas como la aeroponía ofrecen soluciones innovadoras que permiten optimizar el consumo de recursos hídricos. A diferencia de los métodos tradicionales de cultivo, este sistema emplea una fracción mínima de agua al administrar los nutrientes directamente en forma de niebla sobre las raíces suspendidas de las plantas, lo que reduce considerablemente el desperdicio. Esta eficiencia no solo contribuye a la conservación del recurso, sino que también mejora la productividad y sostenibilidad de los sistemas agrícolas modernos.

En línea con esta visión, iniciativas como la de la empresa Verticale, especializada en invernaderos de agricultura vertical en entornos urbanos, destacan por integrar tecnologías avanzadas de riego automatizado por goteo y control ambiental, sensores de humedad del suelo, lo que permite maximizar la producción con un uso racional del agua y menor impacto ambiental, reafirman el papel de la innovación tecnológica en la transición hacia una agricultura más responsable y resiliente (Orso et al., 2023-2024).

Riego por goteo

Suministro controlado de agua directamente a las raíces de las plantas, minimizando el desperdicio. Simbaña et al. (2024) destacan que la integración de sistemas de riego por goteo con energía fotovoltaica representa una solución eficiente y sostenible que optimiza el uso del agua y reduce la dependencia de fuentes energéticas convencionales en la agricultura moderna.

Sensores de humedad del suelo

Monitorean la humedad del suelo para optimizar la cantidad de agua necesaria. Arias et al. (2024), proponen el desarrollo de sistemas de riego inteligente basados en sensores y algoritmos, capaces de optimizar el uso del agua según las condiciones del

suelo y las necesidades del cultivo, con el objetivo de mejorar la eficiencia, reducir costos y fomentar la sostenibilidad en zonas rurales.

Estrategias para minimizar el impacto ambiental, proteger la salud humana y preservar la biodiversidad en los sistemas agrícolas.

Tecnologías de manejo de plagas y enfermedades

El manejo eficaz de plagas y enfermedades representa un componente esencial para garantizar la productividad y sostenibilidad de los sistemas agrícolas. En la actualidad, el avance de la ciencia y la tecnología ha permitido desarrollar métodos más precisos y sostenibles que reemplazan o complementan las prácticas tradicionales de control químico, al tiempo que aseguran la calidad y cantidad de la producción agrícola. Entre las principales innovaciones se encuentra el control biológico y la aplicación de productos fitosanitarios de precisión.

Control biológico

Consiste en el uso de organismos vivos como depredadores naturales, parasitoides o patógenos, para controlar y regular las poblaciones de plagas de forma natural y efectiva. Esta técnica permite mantener un equilibrio ecológico en los cultivos sin recurrir al uso intensivo de agroquímicos. Paredes et al. (2013) señalan que el control biológico por conservación busca incrementar la abundancia y diversidad de fauna auxiliar mediante diversas técnicas con el fin de regular la presencia de plagas. Sin embargo, este aumento en la diversidad no siempre garantiza una reducción efectiva. Factores ecológicos como la depredación intragremial (entre especies del mismo gremio), la redundancia funcional o la complementariedad de nichos, pueden influir tanto en el éxito como en el fracaso de las prácticas antes señaladas.

Esto ha motivado una transición desde un enfoque centrado en la biodiversidad general hacia uno que privilegia la diversidad funcional, es decir, aquella que considera los rasgos biológicos específicos de los organismos benéficos. El objetivo es identificar la composición óptima de productos fitosanitarios, capaz de controlar eficazmente las poblaciones plaga.

Productos fitosanitarios de precisión

Complementando la estrategia del control biológico, se encuentra el desarrollo de productos fitosanitarios de precisión, que ha marcado un avance significativo en la protección vegetal. Estos productos —tanto de origen químico como orgánico— reducen el impacto ambiental, se aplican únicamente cuando y donde son necesarios, gracias al uso de sensores, monitoreo satelital o herramientas digitales. Esta aplicación dirigida no solo incrementa la eficiencia del tratamiento, sino que también reduce la contaminación del suelo y del agua, alineándose con los principios de la agricultura sostenible.

Una planificación cuidadosa y el control eficiente de los procesos agrícolas son aspectos clave para lograr una agricultura sostenible (Izquierdo & Rodríguez, 2006). En

este sentido, la adopción de Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) se presenta como una herramienta esencial que promueve la sostenibilidad ecológica, económica y social en las explotaciones rurales, contribuyendo a una gestión ambiental responsable (Somoza, et al., 2018).

Maquinaria agrícola avanzada

La incorporación de maquinaria agrícola avanzada ha revolucionado las prácticas agrícolas tradicionales, permitiendo un aumento significativo en la eficiencia y sostenibilidad de los cultivos. Entre las innovaciones más destacadas se encuentran la robótica agrícola, que utiliza robots y vehículos autónomos para automatizar labores como la siembra, el mantenimiento y la cosecha, reduciendo la dependencia de la mano de obra y optimizando el tiempo de trabajo.

De igual forma, los drones agrícolas se han consolidado como herramientas esenciales para el monitoreo preciso de los cultivos, facilitando el mapeo de campos y la aplicación localizada de tratamientos fitosanitarios, lo que contribuye a una gestión más eficiente y sostenible.

Complementando estas tecnologías, la mejora genética convencional sigue siendo una técnica fundamental que permite seleccionar variedades con características agronómicas mejoradas, utilizando métodos tradicionales para adaptar los cultivos a condiciones específicas y demandas del mercado.

Robótica agrícola

Uso de robots y vehículos autónomos para realizar tareas agrícolas como siembra, cosecha y mantenimiento. La Agricultura de precisión busca maximizar la eficiencia en el uso de recursos e insumos agrícolas mediante la aplicación exacta de lo necesario, en el lugar y momento adecuados. Esta metodología evita desperdicios como el riego excesivo o la aplicación innecesaria de productos fitosanitarios. Su enfoque se basa en un ciclo continuo de medición, análisis y acción, similar al que emplean tanto los organismos vivos como los sistemas automáticos de control industrial, con el objetivo de ajustar las acciones para acercarse a los resultados deseados (Ortega, et al., 2021).

Drones agrícolas

Utilizados para monitorear cultivos, mapear campos y aplicar tratamientos de manera eficiente. Los drones se han convertido en herramientas clave para la agricultura moderna, al ofrecer datos precisos y en tiempo real que mejoran la toma de decisiones y aumentan la productividad. Su uso permite monitorear y mapear cultivos con gran exactitud, optimizar la aplicación de insumos como agua y agroquímicos, y detectar de forma temprana enfermedades. Estas ventajas se traducen en una gestión más eficiente, una notable reducción de costos y un menor impacto ambiental en las operaciones agrícolas (Bayona & Arboleda, 2023).

Mejora genética convencional

Selección de variedad con características deseables a través de métodos tradicionales de mejora genética. Estos métodos y técnicas están en constante evolución a medida que avanza la investigación y la tecnología, con el objetivo de hacer que la agricultura sea más sostenible, eficiente y respetuosa con el medio ambiente.

Estas tecnologías y métodos están en constante evolución gracias al avance de la investigación y la innovación tecnológica, con el fin último de hacer la agricultura más productiva, sostenible y respetuosa con el medio ambiente.

Avances tecnológicos aplicados a los agronegocios

El avance tecnológico en el sector agropecuario y su gestión comercial, han transformado profundamente las prácticas agrícolas contemporáneas. La agricultura de precisión, como una de las expresiones más visibles de esta transformación, permite gestionar de forma eficiente extensas áreas de cultivo mediante el uso de tecnologías avanzadas que optimizan el uso de insumos y mejoran la toma de decisiones basadas en datos concretos.

Entre sus beneficios destaca la posibilidad de analizar el rendimiento por secciones específicas dentro de una misma parcela, lo que facilita intervenciones diferenciadas y adaptadas a las condiciones particulares del terreno. Esta integración de tecnologías de la información y la comunicación (TIC) ha demostrado ser clave para elevar la eficiencia productiva y ambiental del sector agrícola (Rambauth, 2022).

Sin embargo, este proceso de incorporación tecnológica no es neutral ni meramente técnico. Tal como lo advierte Jasanoff (2004), sostiene que toda tecnología está “coproducida” junto con los valores, normas e instituciones de la sociedad que la genera. Desde esta perspectiva, la transferencia tecnológica en la agricultura no solo implica la adopción de nuevas herramientas, sino también la incorporación de un modelo sociotécnico que puede o no ser compatible con las realidades locales (MacKenzie & Wajcman, 1985, como se cita en Cáceres, 2015).

En este sentido, Cáceres (2015) alerta sobre el riesgo de asumir una visión determinista de la tecnología, en la que la sociedad se reduce a un rol pasivo frente a una supuesta evolución autónoma de los desarrollos tecnológicos. Por el contrario, es la política la que define qué tecnologías se adoptan, bajo qué criterios y con qué implicaciones sociales. Así, el uso apropiado de herramientas tecnológicas en la agricultura requiere no solo capacidad técnica, sino también una planificación crítica, contextualizada y socialmente informada.

Por tanto, los avances tecnológicos no deben ser valorados únicamente por su eficiencia operativa, sino también por su impacto en las estructuras sociales, económicas y culturales de las comunidades rurales. A continuación, se presentan algunas áreas clave donde la tecnología ha tenido un impacto notable en la agricultura actual.

Agricultura de precisión

Mediante el uso de tecnologías como el GPS, sensores, drones y satélites, los agricultores pueden recopilar datos detallados sobre sus campos. Esto les permite tomar decisiones más informadas sobre la gestión de cultivos, la aplicación de insumos y la optimización de la maquinaria agrícola.

Internet de las cosas (IoT)

Los dispositivos IoT se utilizan para monitorear y controlar diversas operaciones agrícolas, como el riego, la temperatura y la humedad del suelo, y la salud del ganado. Esto ayuda a optimizar los recursos y mejorar la eficiencia.

Big Data y Analítica

El análisis de grandes volúmenes de datos agrícolas ha permitido a los agricultores obtener información valiosa sobre patrones climáticos, tendencias de mercado, y recomendaciones para mejorar la productividad y la rentabilidad.

Drones en agricultura

Los drones se utilizan para realizar tareas como: la monitorización de cultivos, la detección de enfermedades, gestión del riego y la inspección de grandes extensiones de terreno de manera rápida y eficiente.

Maquinaria autónoma

Los tractores y otros equipos agrícolas están siendo equipados con tecnología autónoma, basada en el aprendizaje de máquinas (*machine learning*) y la programación, lo que permite la automatización de tareas como la siembra, la cosecha y el cultivo. Esto no solo aumenta la eficiencia, sino que también reduce la dependencia de la mano de obra humana.

Blockchain en la cadena de suministro agrícola

La tecnología *blockchain* se ha utilizado para mejorar la transparencia y la trazabilidad en la cadena de suministro agrícola, lo que ayuda a garantizar la calidad y seguridad de los productos alimentarios.

Aplicaciones móviles para agricultores

Las aplicaciones móviles proporcionan a los agricultores información en tiempo real sobre el clima, los precios de mercado, la gestión de cultivos y el asesoramiento agronómico. Esto facilita la toma de decisiones oportunas y fundamentadas en evidencias.

Biotecnología agrícola

Los avances en ingeniería y edición genéticas han llevado al desarrollo de cultivos genéticamente modificados con características mejoradas, como resistencia a enfermedades, tolerancia a condiciones climáticas extremas, y mayor rendimiento. Estos

avances tecnológicos permiten a los agricultores ser más eficientes, sostenibles y rentables en sus operaciones, contribuyendo al desarrollo y la modernización del sector de agronegocios. Es importante tener en cuenta que la tecnología continúa evolucionando y es probable que se produzcan nuevos desarrollos con el transcurrir del tiempo, por lo que la actualización en esta época debe ser dinámica en el tiempo.

Impacto de la tecnología en la eficiencia y sostenibilidad de los agronegocios.

La tecnología ha tenido un impacto significativo en la eficiencia y sostenibilidad de los agronegocios, transformando la forma en que se gestionan y operan las actividades agrícolas. Aquí se presentan algunos aspectos clave del impacto de la tecnología en este sector.

Automatización agrícola

La automatización de tareas agrícolas, como la preparación del suelo, la siembra, la cosecha, la aplicación de insumos y el riego, han mejorado la eficiencia operativa al reducir la dependencia de la mano de obra humana y agilizar los procesos.

Sistemas de Información Geográfica (SIG) y Teledetección

El uso de SIG y teledetección permite a los agricultores realizar un seguimiento detallado de sus campos, analizando datos sobre suelos, cultivos y condiciones climáticas. Esto ayuda en la toma de decisiones informadas para optimizar el uso de recursos como agua, fertilizantes y pesticidas.

Sensores y monitoreo en tiempo real

Los sensores instalados en maquinaria agrícola y en los campos recopilan datos en tiempo real sobre condiciones climáticas, humedad del suelo, enfermedades y plagas, y calidad de los productos ~~cultivos~~. Esta información permite una gestión más precisa de los recursos y una respuesta rápida a cambios en el entorno.

Uso de la Internet de las Cosas (IoT)

La Conectividad IoT facilita la conexión de dispositivos y maquinaria agrícola, permitiendo la recopilación y el intercambio de datos de manera eficiente. Esto conduce a una gestión más eficaz de los recursos y a la reducción de pérdidas y desperdicios.

Agricultura de precisión

La tecnología permite la aplicación de prácticas agrícolas de precisión, adaptando el riego, la fertilización y otros tratamientos a las necesidades específicas de cada área del campo. Esto mejora la eficiencia y reduce la sobreutilización de insumos.

Plataformas de gestión agrícola

La integración de datos en las plataformas digitales permite a los agricultores integrarlos de diversas fuentes, como sensores, satélites y registros históricos. Esto facilita la toma de decisiones basada en datos y contribuye a la eficiencia operativa.

Desarrollo de semillas y cultivos modificados genéticamente

La mejora de rendimientos en la ingeniería genética ha llevado al desarrollo de cultivos resistentes a plagas, tolerantes a condiciones climáticas extremas y con mayores rendimientos, contribuyendo a la sostenibilidad al reducir la necesidad de pesticidas y aumentar la producción.

Energías renovables

La sostenibilidad energética y/o implementación de energías renovables, como la solar y eólica, en las operaciones agrícolas contribuye a reducir la dependencia de combustibles fósiles y disminuye la huella de carbono del sector.

En conjunto, la tecnología ha permitido una gestión más eficiente y sostenible de los agronegocios, mejorando la productividad y reduciendo el impacto ambiental. Sin embargo, es importante abordar los desafíos relacionados con la accesibilidad y la capacitación para garantizar que los beneficios de la tecnología se extiendan de manera equitativa a todos los participantes en la cadena agropecuaria.

Actividades de aprendizaje del capítulo producción agrícola y tecnología

Actividad 1: Investigación sobre agricultura de precisión y sus componentes

Investigar en profundidad sobre la agricultura de precisión y sus componentes, como los Sistemas de Información Geográfica (SIG), la Teledetección y la Maquinaria GPS. Elaborar un informe detallado sobre cómo estos elementos contribuyen a mejorar la eficiencia en la producción agrícola moderna.

Actividad 2: Análisis de cultivos transgénicos

Investigar y analizar los beneficios y preocupaciones asociadas con los cultivos transgénicos. Proporcionar argumentos a favor y en contra, destacando cómo la ingeniería genética ha impactado la producción agrícola.

Actividad 3: Diseño de un plan de agricultura de conservación

Desarrollar un plan detallado de agricultura de conservación, enfocándose en la rotación de cultivos, cubiertas vegetales, cultivos de cobertura, y prácticas de hidroponía y aeroponía. Explicar cómo este plan puede mejorar la sostenibilidad y la salud del suelo.

Actividad 4: Estudio de caso sobre uso eficiente del agua

Elaborar un estudio de caso sobre el uso eficiente del agua en la agricultura, centrándote en métodos como el riego por goteo y sensores de humedad del suelo.

Analizar cómo estas tecnologías contribuyen a la conservación del agua y la eficiencia en la producción.

Actividad 5: Investigación sobre tecnologías de manejo de plagas

Investigar a fondo sobre el control biológico y la aplicación de productos fitosanitarios de precisión en la agricultura. Examinar cómo estas tecnologías minimizan el impacto ambiental y mejoran la gestión de plagas y enfermedades.

Actividad 6: Estudio de caso sobre maquinaria agrícola avanzada

Realizar un estudio de caso sobre el uso de robótica agrícola y drones en la producción agrícola. Analizar cómo estas tecnologías avanzadas pueden optimizar las tareas de: siembra, cosecha y monitoreo de cultivos.

Actividad 7: Comparación entre mejora genética convencional y la ingeniería genética.

Realizar una comparación detallada entre la mejora genética convencional y la ingeniería o modificación genética, en términos de desarrollo de variedades agrícolas. Destacando las ventajas y desventajas de cada enfoque.

Actividad 8: Investigación sobre avances tecnológicos en Agronegocios

Investigar sobre los avances tecnológicos específicos mencionados en el capítulo: Agricultura de precisión, Internet de las cosas (IoT), *Big Data* y Analítica, Drones en agricultura, Maquinaria autónoma, *Blockchain* y Aplicaciones móviles para agricultores. Proporcionar ejemplos prácticos de cómo estas tecnologías están impactando los agronegocios.

Actividad 9: Análisis del impacto de la tecnología en la sostenibilidad de los agronegocios

Realizar un análisis detallado sobre cómo la tecnología ha impactado en la eficiencia y sostenibilidad de los agronegocios. Destacar ejemplos concretos de cómo la automatización, el uso de datos y otras tecnologías han contribuido a una gestión más sostenible y eficiente.

Actividad 10: Propuesta de implementación de tecnologías en una granja

Desarrollar una propuesta detallada para implementar tecnologías específicas en una granja agrícola. Incluir un plan de acción, presupuesto estimado y beneficios esperados en términos de eficiencia y sostenibilidad.

Estas actividades proporcionarán una comprensión más profunda de los métodos y tecnologías en la producción agrícola, así como de su impacto en la eficiencia y sostenibilidad de los agronegocios.

CAPÍTULO 3

GESTIÓN FINANCIERA EN LOS AGRONEGOCIOS

Principios básicos de la gestión financiera en el sector agrícola

La gestión financiera en el sector agrícola es fundamental para garantizar la sostenibilidad y el éxito de las operaciones agrícolas. Esta disciplina no solo se encarga del manejo del dinero, sino que también implica analizar el flujo de efectivo dentro de una entidad económica, siendo clave en la toma de decisiones organizativas. Además, los mecanismos financieros avanzados que controlan estos flujos de capital han contribuido al fortalecimiento de la integración financiera a nivel global, en un contexto económico cada vez más interconectado (David et al., 2021).

A continuación, se presentan algunos principios básicos relevantes para la gestión financiera en este sector:

Presupuesto y planificación financiera

Desarrollar un presupuesto detallado que incluya ingresos y gastos previstos. Planificar a corto y largo plazo para anticipar necesidades financieras y tomar decisiones informadas.

Control de costos

Realizar un seguimiento y control constante de los costos de producción, insumos, maquinaria, mano de obra, etc. Identificar áreas de eficiencia y oportunidades de ahorro.

Gestión de riesgos

Evaluar y gestionar los riesgos asociados con la volatilidad de los precios de los productos agrícolas, condiciones climáticas adversas, plagas y enfermedades, etc. Considerar el uso de instrumentos financieros para cubrir riesgos, como seguros agrícolas.

Inversión en activos

Tomar decisiones de inversión informadas al adquirir equipos, tierras y otros activos. Evaluar el retorno de la inversión y considerar la depreciación de activos a lo largo del tiempo.

Gestión del efectivo

Gestionar el flujo de efectivo para evitar problemas de liquidez. Establecer reservas de efectivo para hacer frente a gastos inesperados.

Financiamiento responsable

Evaluar diferentes fuentes de financiamiento, como préstamos agrícolas, subvenciones y programas gubernamentales. Evitar la sobre extensión financiera y mantener una relación saludable entre deudas y activos.

Registro y contabilidad precisos

Mantener registros contables detallados y actualizados. Utilizar sistemas de contabilidad para analizar el rendimiento financiero y cumplir con las obligaciones fiscales.

Diversificación de ingresos

Considerar la diversificación de productos agrícolas para minimizar el riesgo asociado con la dependencia de un solo cultivo. Explorar oportunidades adicionales de ingresos, como el agroturismo y la agroindustrialización.

Cumplimiento normativo

Conocer y cumplir con las regulaciones y normativas fiscales y ambientales pertinentes. Estar al tanto de posibles cambios en políticas gubernamentales que puedan afectar la gestión financiera.

Educación y formación continua

Mantenerse informado sobre las mejores prácticas en gestión financiera agrícola. Participar en programas de educación y formación para mejorar las habilidades financieras y la toma de decisiones. Estos principios proporcionan una base sólida para una gestión financiera efectiva en el sector agrícola, lo que ayuda a garantizar la viabilidad a largo plazo de las operaciones agrícolas.

Análisis de costos y beneficios en los Agronegocios

Desde una perspectiva centrada en la sostenibilidad, diversos estudios han destacado la creciente importancia de la agricultura orgánica como una estrategia viable para el desarrollo agropecuario. Por ejemplo, una investigación realizada en Irlanda entre 1998 y 2008 identificó que la conciencia ambiental de los agricultores —potenciada por el acceso a la información— es un factor determinante tanto para adoptar como para abandonar este tipo de producción. A largo plazo, una mayor conciencia ecológica tiende a reforzar la dedicación a prácticas orgánicas, aunque también influyen factores como los precios, la rigidez de la oferta y el nivel de ventas (Läpple, 2010).

No obstante, el crecimiento sostenido de esta agricultura requiere más que decisiones individuales: necesita un soporte político sólido. En el contexto europeo, estudios han evidenciado que las redes políticas, el tipo de gobierno y la presión ejercida por actores convencionales condicionan directamente las decisiones legislativas sobre producción orgánica. De hecho, la Política Agraria Común de la Unión Europea ha sido

influida por estas tensiones, lo que ha motivado propuestas para que las estrategias de apoyo a la agricultura orgánica se fundamenten más en intereses comunes que en posturas ideológicas opuestas (Moschitz & Stolze, 2009; Michelsen, 2009).

En paralelo, para garantizar la viabilidad económica de este tipo de agronegocios, es fundamental aplicar herramientas como el análisis de costos y beneficios. Sin embargo, el sector agropecuario enfrenta barreras estructurales, como la falta de registros contables organizados, especialmente en unidades productivas de tipo familiar. En muchos casos, la contabilidad es percibida únicamente como una obligación externa —por ejemplo, ante entidades financieras o fiscales— en lugar de ser valorada como un insumo estratégico para la toma de decisiones.

Esta falta de reconocimiento sobre el papel de la información financiera limita su potencial para contribuir a una gestión eficiente y sostenible (Robert & Nieves, 2016, como se cita en Olarte, 2012). Por ello, avanzar hacia un nuevo paradigma de agronegocio sostenible requiere no solo políticas públicas favorables, sino también una transformación en la cultura administrativa del sector agrícola.

Costos

Costos de producción: incluyen los gastos asociados con la siembra, cultivo y cosecha de los cultivos, así como el mantenimiento del equipo agrícola.

Costos operativos: involucran los gastos diarios para mantener la operación, como salarios, energía, agua y otros insumos.

Costos de capital: incluyen la inversión en tierras, maquinaria, tecnología y cualquier otro activo, con una visión de negocio a largo plazo.

Costos de marketing y distribución: gastos asociados con la comercialización y distribución de los productos agrícolas.

Costos financieros: intereses sobre préstamos y otros gastos financieros asociados con la gestión del capital.

Beneficios

Ingresos de la venta de producto: ingresos generados por la venta de cultivos, ganado u otros productos agrícolas.

Subsidios y ayudas gubernamentales: cualquier tipo de apoyo financiero proporcionado por el gobierno.

Valor agregado: ingresos adicionales generados por la transformación de materias primas en productos finales (por ejemplo, procesamiento de alimentos).

Beneficios ambientales y sociales: algunas actividades agrícolas pueden tener beneficios intangibles, como la conservación del suelo, la biodiversidad y la generación de empleo.

Herramientas de análisis

Análisis de flujo de efectivo: evaluar los ingresos y gastos a lo largo del tiempo para comprender la liquidez y la capacidad de pago.

Análisis de punto de equilibrio: determinar el nivel de producción necesario para cubrir todos los costos, incluyendo los costos fijos y variables.

Valor Presente Neto (VPN) y Tasa Interna de Retorno (TIR): evaluar la rentabilidad a lo largo del tiempo considerando el valor temporal del dinero.

Análisis de sensibilidad: evaluar cómo cambios en variables clave (por ejemplo, precios de productos, costos de insumo y nivel de ventas) afectan los resultados financieros.

Riesgos y contingencias

Factores climáticos y ambientales: evaluar eventos tales como —sequías, inundaciones o variabilidad climática—, pueden afectar la producción.

Fluctuaciones de precios: considerar la volatilidad de los precios de los productos agrícolas en el mercado.

Riesgos operativos: identificar posibles problemas en la cadena de suministro, fallas en equipos, etc.

Decisiones estratégicas

Diversificación: considerar la diversificación de cultivos o actividades para mitigar riesgos.

Inversiones en tecnología: evaluar la adopción de tecnologías modernas para aumentar la eficiencia.

Sostenibilidad: considerar prácticas agrícolas sostenibles que sean un factor de diferenciación en el mercado y que puedan tener beneficios a largo plazo sobre los medios de producción y la ecología.

Un análisis exhaustivo de costos y beneficios en los agronegocios proporciona una base sólida para la toma de decisiones estratégicas y la gestión eficiente de las operaciones agrícolas. Es crucial revisar y ajustar estos análisis periódicamente para adaptarse a cambios en las condiciones del mercado y factores externos.

Estrategias financieras para maximizar la rentabilidad en los Agronegocios

Las estrategias financieras engloban un conjunto de medidas dirigidas hacia los objetivos de una organización, abarcando áreas clave como inversión, riesgo financiero, estructura de capital y rentabilidad. Estas acciones buscan fomentar la competitividad y el crecimiento económico de la empresa, maximizar la rentabilidad en los agronegocios e implican la implementación de estrategias financieras efectivas que aborden aspectos

claves como la gestión de costos, la optimización de ingresos y la gestión eficiente de los recursos financieros.

En el ámbito organizativo, las estrategias financieras pueden adoptar enfoques defensivos u ofensivos para asegurar una posición sólida en el mercado, considerando las metas específicas de cada empresa para mejorar y obtener resultados positivos. Además, incluyen decisiones cruciales como inversiones, financiamiento y distribución de dividendos. Se centran en abordar problemas específicos tanto en la situación financiera como en la política interna de la organización. Este enfoque busca establecer objetivos financieros que conecten los intereses de los accionistas con los mercados financieros, permitiendo medir la eficacia de las estrategias y lograr los objetivos deseados (Bernaes & Villegas 2022). A continuación, se presentan algunas estrategias financieras que pueden ayudar a lograr este objetivo:

Presupuesto detallado: consiste en desarrollar un presupuesto detallado que incluya todos los costos operativos, inversiones y proyecciones de ingresos. Monitorear y comparar regularmente los resultados reales con el presupuesto para realizar ajustes según sea necesario.

Diversificación de cultivos: es la práctica de diversificar la producción agrícola, puede contribuir a mitigar los riesgos asociados con las fluctuaciones de precios y condiciones climáticas. Seleccionar cultivos con base en su rentabilidad potencial y en la demanda del mercado.

Uso eficiente de los insumos: implementar prácticas agronómicas eficientes para optimizar el uso de semillas, fertilizantes, agua, energía y otros insumos. Realizar análisis de costo-beneficio para determinar la relación entre el gasto en insumos y los rendimientos obtenidos.

Gestión de riesgos: contratar seguros agrícolas para protegerse contra pérdidas relacionadas con eventos climáticos adversos, enfermedades de cultivos o fluctuaciones de precios. Utilizar instrumentos financieros para gestionar riesgos relacionados con las variaciones en los precios de los productos agrícolas.

Optimización de la cadena de suministro: establecer relaciones sólidas con proveedores y compradores para optimizar los costos de adquisición y maximizar los ingresos. Evaluar constantemente la eficiencia de la cadena de suministro y realizar ajustes según sea necesario.

Inversiones estratégicas: realizar inversiones en tecnologías agrícolas avanzadas que mejoren la eficiencia y la productividad. Evaluar oportunidades de expansión o diversificación que puedan generar ingresos adicionales.

Gestión financiera eficiente: mantener un control estricto sobre los flujos de efectivo y las finanzas en general. Utilizar herramientas financieras, como análisis de estados financieros, para tomar decisiones informadas.

Acceso a financiamiento: establecer relaciones sólidas con instituciones financieras para asegurar acceso a líneas de crédito y financiamiento en condiciones

favorables. Utilizar el financiamiento de manera estratégica para inversiones que generen retornos significativos.

Adopción de tecnología: integrar tecnologías de gestión agrícola, como sistemas de información geográfica (SIG) y monitoreo satelital, para mejorar la toma de decisiones y la eficiencia operativa.

Gestión del capital humano: invertir en capacitación y desarrollo del personal para aumentar la eficiencia y la productividad. Establecer incentivos para motivar a los empleados y retener talento clave.

La implementación exitosa de estas estrategias financieras requiere un enfoque integral y adaptativo, teniendo en cuenta las condiciones específicas del agronegocio y el entorno económico en el que opera. Además, es fundamental realizar un monitoreo constante y realizar ajustes según sea necesario para maximizar la rentabilidad a largo plazo.

Actividades de aprendizaje gestión financiera en los Agronegocios

Las actividades de aprendizaje para el Capítulo 3 sobre Gestión Financiera en los Agronegocios pueden estructurarse en torno a los principios básicos, análisis de costos y beneficios, y estrategias financieras. A continuación, se proporcionan actividades específicas para cada sección:

Principios básicos de la gestión financiera

Actividad 1: Presupuesto y planificación financiera

Desarrollar un presupuesto detallado para una operación agrícola simulada, incluyendo ingresos y gastos. Discutir las decisiones tomadas y cómo podrían afectar la rentabilidad.

Actividad 2: Control de costos

Realizar en grupo un análisis de costos para identificar áreas de eficiencia y oportunidades de ahorro en una operación agrícola específica.

Actividad 3: Gestión de riesgos

Estudio de caso: investigar casos reales de agricultores que hayan enfrentado riesgos significativos y analizar cómo gestionaron esos riesgos.

Actividad 4: Inversión en activos

Simulación de inversiones: evaluar diferentes opciones de inversión en activos agrícolas y determinar el posible retorno de inversión.

Actividad 5: Gestión del efectivo

Análisis de flujo de efectivo: utilizar datos financieros históricos para realizar un análisis de flujo de efectivo y proponer estrategias para gestionar mejor el efectivo.

Actividad 6: Financiamiento responsable

Estudio de Caso comparativo: comparar diferentes fuentes de financiamiento en agronegocios y evaluar los pros y contras de cada opción.

Actividad 7: Registro y Contabilidad precisos

Práctica de Contabilidad: Registrar transacciones agrícolas simuladas y generar informes financieros para comprender la importancia de la contabilidad precisa.

Actividad 8: Diversificación de ingresos

Investigación de mercado: analizar las tendencias del mercado para identificar oportunidades de diversificación y diferenciación de productos agrícolas.

Actividad 9: Cumplimiento normativo

Análisis de normativas: investigar las regulaciones fiscales y ambientales vigentes y discutir cómo cumplir con ellas.

Actividad 10: Educación y formación continua

Seminario Virtual: invitar a un experto en gestión financiera agrícola para hablar sobre las mejores prácticas y las tendencias actuales.

Costos y Beneficios

Actividad 11: Análisis de costos y beneficios

Estudio de caso de costos: analizar los costos asociados con la producción agrícola en un contexto específico y proponer estrategias para reducirlos. *Análisis de valor agregado:* investigar cómo agregar valor a los productos agrícolas puede aumentar los ingresos y la rentabilidad.

Actividad 12: Herramientas de análisis

Taller práctico: utilizar hojas de cálculo para realizar análisis de flujo de efectivo, punto de equilibrio y VPN para una operación agrícola simulada.

Actividad 13: Riesgos y contingencias

Juego de roles: simular situaciones de riesgo y contingencias para que los participantes desarrollen estrategias de mitigación.

Actividad 14: Decisiones estratégicas

Mesa redonda: discutir y debatir estrategias clave, como la diversificación y la inversión en tecnología, basándose en casos de estudio.

Estrategias financieras para maximizar la rentabilidad

Actividad 15: Estrategias financieras para maximizar la rentabilidad

Desafío de presupuesto: asignar presupuestos a diferentes áreas de una operación agrícola y justificar las asignaciones.

Plan estratégico: desarrollar un plan estratégico de diversificación de cultivos para una operación agrícola específica.

Actividad 16: Uso eficiente de los insumos

Evaluación práctica: realizar un análisis de costo-beneficio para determinar la eficiencia en el uso de insumos en una operación agrícola.

Actividad 17: Gestión de riesgos

Simulación de gestión de riesgos: simular diferentes escenarios de riesgo y permitir que los participantes desarrollen estrategias de gestión.

Actividad 18: Optimización de la cadena de suministro

Análisis de cadena de suministro: evaluar una cadena de suministro agrícola y proponer mejoras para optimizar costos.

1. Inversiones estratégicas

Presentación de inversiones: crear presentaciones sobre oportunidades de inversión estratégica en tecnologías agrícolas avanzadas.

2. Gestión financiera eficiente

Estudio de caso de gestión financiera: analizar casos de éxito en gestión financiera agrícola y extraer lecciones aprendidas.

3. Acceso a financiamiento

Simulación de negociación: practicar habilidades de negociación para asegurar condiciones favorables de financiamiento con instituciones financieras.

4. Adopción de tecnología

Demostración de tecnología: presentar demostraciones prácticas de tecnologías agrícolas y discutir su impacto en la rentabilidad.

5. Gestión del capital humano

Desarrollo de personal: crear un programa de desarrollo para el personal agrícola, destacando la importancia de la capacitación y los incentivos.

Estas actividades proporcionan una variedad de enfoques para abordar los principios, análisis y estrategias financieras en el contexto de los agronegocios. Pueden adaptarse según el nivel de conocimiento y la duración del curso.

CAPÍTULO 4

COMERCIALIZACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE PRODUCTOS AGRÍCOLAS

Canales de comercialización en los Agronegocios

Los canales de comercialización en los agronegocios se refieren a las vías o intermediarios, a través de los cuales los productos agrícolas se mueven desde el productor hasta el consumidor final. El cambio hacia el marketing agroindustrial implica, en este contexto, no solo tener en cuenta a mi cliente inmediato (quien adquiere mis productos), sino también avanzar en la cadena de producción y considerar las preferencias de consumo del último eslabón de la cadena, es decir, el consumidor final.

Al comprender las pautas de consumo actuales y, especialmente, las tendencias futuras, se puede anticipar a las necesidades del cliente principal, que es el fabricante agroindustrial. En muchas ocasiones, esta relación se vuelve difusa cuando el cliente directo actúa como un intermediario entre el productor agrícola y el fabricante agroindustrial, dificultando así la conexión con el consumidor final. Esta desconexión puede limitar la capacidad de respuesta del productor ante las verdaderas demandas del mercado.

En este sentido, el uso de herramientas digitales y estrategias de e-marketing permite una mejor comprensión del comportamiento del consumidor y facilita una comunicación más directa y eficiente a lo largo de la cadena de valor (Valdez, et al., 2023).

Estos canales son fundamentales para la distribución eficiente de los productos agrícolas y pueden variar según el tipo de producto, la ubicación geográfica y otros factores. A continuación, se tienen algunos ejemplos de canales de comercialización en los agronegocios:

Venta directa del productor al consumidor

Los agricultores venden sus productos directamente a los consumidores, a través de mercados locales, ferias agrícolas, puestos de venta en la finca, tiendas en línea, o programas de suscripción (CSA, por sus siglas en inglés).

Venta a minoristas

Los agricultores venden sus productos a minoristas como supermercados, tiendas de comestibles, mercados minoristas, y otros establecimientos de venta al por menor.

Mayoristas

Los agricultores venden grandes cantidades de productos a mayoristas, quienes luego distribuyen los productos a minoristas o instituciones.

Mercados mayoristas o centrales de abastecimiento

Son lugares donde los agricultores venden sus productos a mayoristas, quienes luego distribuyen los productos a nivel regional o nacional.

Exportación

Los productos agrícolas se venden a compradores internacionales, a menudo a través de intermediarios o agentes de exportación.

Procesamiento y distribución

Los productos agrícolas se envían a instalaciones de procesamiento antes de llegar al consumidor final. Esto puede incluir el procesamiento de alimentos, envasado, congelación, etc.

Cooperativas agrícolas

Los agricultores se unen para formar cooperativas que compran, procesan y comercializan los productos agrícolas en representación de los miembros.

Subastas y remates

Algunos productos agrícolas se venden a través de subastas y remates, donde los compradores compiten por los productos.

Contratos y acuerdos directos

Los agricultores pueden establecer contratos directos con procesadores de alimentos, restaurantes u otros compradores para la venta de sus productos.

Distribución a través de programas gubernamentales

En algunos casos, los productos agrícolas se distribuyen a través de programas gubernamentales, como la distribución de alimentos a escuelas o a través de programas de asistencia alimentaria. La elección del canal de comercialización depende de diversos factores, incluyendo el tipo de producto, la escala de producción, la ubicación geográfica, y las preferencias del productor. Muchos agricultores utilizan una combinación de estos canales para maximizar la distribución y la rentabilidad de sus productos agrícolas.

Logística y cadena de suministro en los Agronegocios

La logística y la cadena de suministro son componentes cruciales en los agronegocios, contribuyendo significativamente a la eficiencia y rentabilidad de la industria. Según (Duarte et al., 2023), la cadena de suministro en el sector agropecuario comprende un conjunto de procesos interconectados que van desde la adquisición de materias primas hasta la distribución de productos finales, con énfasis en la integración eficiente de todos los actores involucrados. Factores como la globalización han tenido un impacto notable en el desarrollo y la evaluación de estas cadenas, incrementando su complejidad y dinamismo.

En este contexto, las empresas se ven cada vez más obligadas a establecer relaciones precisas con sus proveedores, especialmente considerando que los costos derivados de una conexión deficiente pueden ser significativamente elevados. La globalización del comercio mundial está generando una mayor interdependencia entre los elementos de fabricación, suministro y consumo en todo el mundo, lo que fortalece las relaciones entre fabricantes y comerciantes dentro de las cadenas de suministro a nivel global (Alza et al., 2022). Aquí se precisan algunos aspectos clave relacionados con la logística y la cadena de suministro en el ámbito de los agronegocios:

Producción y distribución

La cadena de suministro en agronegocios comienza con la producción agrícola. La planificación eficiente de la producción y la gestión de inventarios son esenciales para garantizar un suministro constante de productos. La distribución efectiva de estos productos desde las instalaciones de producción hasta los puntos de venta o procesamiento es crucial.

Almacenamiento y manejo de productos

Los agronegocios a menudo involucran productos perecederos. Por lo tanto, es esencial contar con instalaciones de almacenamiento adecuadas y sistemas de manejo de productos que mantengan la calidad y la frescura. Esto puede incluir cámaras frigoríficas, sistemas de refrigeración y tecnologías de monitoreo de la cadena de frío; es preciso mencionar que las condiciones precosecha y cosecha influyen en la calidad y vida útil de los productos.

Transporte

La logística de transporte desempeña un papel fundamental en los agronegocios. Los productos agrícolas deben ser transportados desde las áreas de producción hasta los centros de procesamiento, mercados mayoristas y minoristas.

La elección del modo de transporte (carretera, ferrocarril, marítimo, aéreo) depende de diversos factores como la distancia, la naturaleza perecedera del producto, las condiciones de transporte --temperatura, humedad relativa, presión y compactación, estibado__ y los costos asociados.

Gestión de la cadena de suministro sostenible

Con la creciente conciencia sobre la sostenibilidad, los agronegocios están adoptando prácticas más ecológicas en su cadena de suministro. Esto incluye la reducción de residuos, el uso eficiente de los recursos naturales y la implementación de prácticas agrícolas sostenibles.

Tecnologías emergentes

La tecnología desempeña un papel cada vez más importante en la logística y la cadena de suministro agrícola. (SIG), Internet de las cosas (IoT), sensores y análisis de

datos ayudan en la toma de decisiones informadas, la gestión de inventarios y la optimización de rutas de transporte.

Cumplimiento normativo y calidad

El cumplimiento normativo y calidad son conceptos interrelacionados. La cadena de suministro en los agronegocios debe cumplir con normativas estrictas en cuanto a la calidad y seguridad de los alimentos. La trazabilidad es esencial para rastrear el origen de los productos y garantizar su conformidad con los estándares regulatorios.,

Colaboración entre actores de la cadena

La colaboración efectiva entre los diferentes actores de la cadena de suministro, como agricultores, procesadores, distribuidores y minoristas, es crucial. La comunicación transparente y la colaboración pueden ayudar a mejorar la eficiencia y abordar los desafíos de manera conjunta.

En resumen, la logística y la cadena de suministro en los agronegocios son aspectos fundamentales para garantizar la disponibilidad, calidad y sostenibilidad de los productos agrícolas desde la producción hasta el consumidor final. La eficiencia en estos procesos puede marcar la diferencia en la competitividad y rentabilidad de los agronegocios.

Estrategias de marketing para promover productos agrícolas

Promover productos agrícolas mediante estrategias de marketing efectivas es fundamental para aumentar la visibilidad, generar demanda y establecer relaciones sólidas con los clientes. El ámbito del marketing incluye no solo la mercadotecnia en red, sino también el uso de correo electrónico y medios locales como canales de promoción.

En este contexto, la comercialización electrónica de productos agrícolas se refiere a la promoción y venta de estos bienes a través de internet, ya sea mediante plataformas especializadas o directamente hacia el consumidor final (Ross-Medranda & Tamayo-Cevallos, 2021). A continuación, se presentan algunas estrategias clave a considerar:

Identificación del mercado objetivo

Definir claramente quiénes son los clientes potenciales, ya sean consumidores finales, restaurantes, supermercados u otros intermediarios. Realizar investigaciones de mercado para comprender las necesidades, preferencias y comportamientos de compra de la audiencia.

Desarrollo de una marca sólida

Crear una identidad de marca que refleje los valores de los productos agrícolas. Diseñar un logo atractivo y utilizar colores y mensajes que destaquen la calidad y frescura de los productos.

Presencia en línea

Crear un sitio web profesional destacando los productos, su origen y las prácticas agrícolas sostenibles que empleas. Utilizar las redes sociales para promover los productos, compartiendo fotos, recetas, y noticias relacionadas con la agricultura.

Marketing de contenidos

Publicar contenido relevante y valioso, como blogs, videos y guías sobre el proceso de cultivo, recetas, beneficios nutricionales, etc. Esto no solo promociona los productos, sino que también posiciona la marca como experta en el campo agrícola.

Participación en eventos locales

Asistir a ferias agrícolas, mercados locales y eventos comunitarios para poner en contacto directo a los consumidores con los productos. Ofrecer muestras gratuitas y realizar demostraciones para que la gente pueda probar la calidad de los productos.

Alianzas estratégicas

Colaborar con restaurantes, chefs y tiendas de alimentos gourmet para incluir los productos en sus menús o estanterías. Establecer acuerdos de distribución con socios que compartan valores similares.

Certificaciones y sellos de calidad

Obtener certificaciones que respalden la calidad, la seguridad alimentaria y las prácticas agrícolas sostenibles de los productos. Utilizar estos sellos en el etiquetado y material de marketing para construir la confianza del consumidor.

Programas de fidelización

Implementar programas de recompensas para incentivar la lealtad de los clientes. Ofrecer descuentos, promociones exclusivas o regalos a ciudadanos que compren regularmente los productos.

Embalaje atractivo

Diseñar envases atractivos y funcionales que destaquen la frescura y calidad de los productos. Asegurarse de que la información sobre el origen y beneficios esté claramente visible.

Testimonios y reseñas

Solicitar a clientes satisfechos que proporcionen testimonios o reseñas que puedan ser compartidas en el sitio web y materiales de marketing. Las experiencias positivas de otros clientes pueden influir en la decisión de compra de nuevos clientes.

Adaptar estas estrategias a las características específicas de los productos y mercado permitirá construir una presencia sólida y exitosa en la industria agrícola.

Actividades de aprendizaje: Comercialización y distribución de productos agrícolas

Actividad 1.- Investigación de canales de comercialización

Investigar y comparar los canales de comercialización utilizados en la región para productos agrícolas específicos. ¿Cuáles son los canales más comunes y por qué?

Actividad 2.- Estudio de casos

Analizar casos de éxito y desafíos en la elección de canales de comercialización por parte de agricultores locales. ¿Cómo han impactado estas elecciones en la rentabilidad y visibilidad de los productos agrícolas?

Actividad 3.- Simulación de venta directa

Organizar una simulación de venta directa en la que los participantes representen roles de productores y consumidores. Esto ayudará a comprender los desafíos y beneficios de la venta directa.

Actividad 4.- Visita a mercados mayoristas

Organizar una visita a mercados mayoristas o centrales de abastecimiento, ubicados en área cercana. Observar cómo los productos agrícolas se mueven desde los productores hasta los mayoristas y luego a los minoristas.

Actividad 5- Estudio de logística

Investigar la logística de transporte utilizada por las empresas agrícolas en la región. ¿Qué modos de transporte son más eficientes y por qué?

Actividad 6.- Análisis de sostenibilidad

Investigar prácticas agrícolas sostenibles y cómo se implementan en la cadena de suministro. ¿Qué beneficios aporta la sostenibilidad a los agronegocios?

Actividad 7.- Estrategias de marketing local

Desarrollar estrategias de marketing específicas para productos agrícolas locales. ¿Cómo podrían destacarse en un mercado saturado?

Actividad 8.- Plan de marketing para una cooperativa agrícola

Elaborar un plan de marketing para una cooperativa agrícola, considerando la promoción de productos, la participación en eventos y la colaboración con minoristas.

Actividad 9.- Análisis de tendencias tecnológicas

Investigar las últimas tendencias tecnológicas en logística y cadena de suministro agrícola. ¿Cómo pueden estas tecnologías mejorar la eficiencia y la sostenibilidad?

Actividad 10.- Estudio de casos de certificaciones

Analizar casos de empresas agrícolas que hayan obtenido certificaciones de calidad y sostenibilidad. ¿Cómo han influido estas certificaciones en la percepción del consumidor y en las ventas?

Estas actividades proporcionarán una comprensión más profunda de los conceptos presentados en el capítulo y permitirán aplicar esos conocimientos en situaciones prácticas del mundo real en el sector agrícola.

CAPÍTULO 5

SOSTENIBILIDAD Y RESPONSABILIDAD SOCIAL EN LOS AGRONEGOCIOS

Prácticas agrícolas sostenibles y su impacto en el medio ambiente

Las prácticas agrícolas sostenibles son aquellas orientadas a minimizar el impacto negativo de la actividad agrícola sobre el medio ambiente, al tiempo que promueven la eficiencia productiva y la viabilidad a largo plazo de los sistemas de producción de alimentos y materias primas. Estas prácticas buscan conservar los recursos naturales, reducir la contaminación, y preservar la biodiversidad. Dado que los sistemas agroalimentarios operan en un entorno caracterizado por la escasez de recursos, es fundamental que estos se utilicen de manera sostenible, integrando dimensiones ambientales, económicas y sociales con el propósito de mantener el equilibrio ecológico (Díaz & Morejón, 2018). A continuación, se presentan algunas prácticas agrícolas sostenibles y su impacto ambiental:

Agricultura orgánica

Práctica. Utilizar métodos naturales y orgánicos para fertilizar y controlar plagas y enfermedades.

Impacto. Reduce la dependencia de productos químicos sintéticos, disminuye la contaminación del suelo y del agua, y preserva la biodiversidad.

Rotación de cultivos

Práctica. Alternar distintos cultivos, de diferentes familias taxonómicas, en un mismo terreno.

Impacto. Mejora la salud del suelo, reduce la necesidad de pesticidas y fertilizantes, y ayuda a controlar plagas y enfermedades.

Agricultura de conservación

Práctica. Minimizar la perturbación del suelo mediante la siembra directa o mínima labranza.

Impacto. Previene la erosión del suelo, mejora la retención de agua y reduce la pérdida de nutrientes.

Uso eficiente del agua

Práctica. Implementar sistemas de riego eficientes y tecnologías de gestión hídrica.

Impacto. Conserva el agua, reduce la presión sobre los recursos hídricos y ayuda a mantener la sostenibilidad a largo plazo.

Agroforestería

Práctica. Integrar árboles y arbustos en sistemas agrícolas.

Impacto. Mejora la biodiversidad, proporciona hábitats para la fauna, contribuye a la captura de carbono y protege contra la erosión.

Fertilización responsable

Práctica. Utilizar fertilizantes de manera controlada y basada en las necesidades de los cultivos.

Impacto. Minimiza la escorrentía de nutrientes hacia cuerpos de agua, reduciendo así la contaminación del agua.

Manejo integrado de plagas

Práctica. Emplear métodos que combinen el control biológico, cultural y químico de plagas.

Impacto. Minimiza el uso de pesticidas, protegiendo la salud del suelo, la fauna benéfica y la calidad del agua.

Uso de cultivos resistentes

Práctica. Desarrollar y utilizar variedades de cultivos resistentes a plagas y enfermedades.

Impacto. Reduce la necesidad de utilizar pesticidas y fomentar la diversidad genética.

Las implementaciones de estas prácticas agrícolas sostenibles no solo ayudan, a conservar el medio ambiente, sino que también contribuyen a la resiliencia de los sistemas agrícolas frente a condiciones climáticas cambiantes, y promueve la seguridad alimentaria a largo plazo.

Responsabilidad social corporativa en los Agronegocios

La responsabilidad social corporativa (RSC) en los agronegocios es un enfoque que busca integrar prácticas éticas, sociales y ambientales en las operaciones y estrategias de las empresas del sector agrícola. La industria agrícola juega un papel crucial en la seguridad alimentaria, el desarrollo económico y la sostenibilidad ambiental, por lo que la implementación de prácticas socialmente responsables, son de gran importancia.

La obtención de ventajas competitivas puede explicarse a través de la práctica de la RSC, ya que esta se orienta a minimizar los impactos negativos que las actividades empresariales pueden tener sobre el entorno. Al desarrollar e implementar políticas de RSC, las empresas no solo operan con criterios éticos, sino que también fortalecen su reputación, obtienen reconocimiento como entidades responsables y mejoran su posicionamiento en el mercado. La relación entre la RSC, la innovación verde y el desarrollo empresarial ha sido objeto de estudios recientes, especialmente en el contexto agroalimentario, destacando su importancia en la mejora de procesos y sostenibilidad

(Huamán, 2025). A continuación, se presentan algunos aspectos clave de la RSC en los agronegocios:

Sostenibilidad ambiental

Las empresas agrícolas deben adoptar prácticas agrícolas sostenibles que minimicen el impacto ambiental. Esto implica la gestión eficiente de recursos naturales, la reducción de la huella de carbono, la conservación del suelo y el agua, así como la adopción de tecnologías agrícolas respetuosas con el medio ambiente.

Bienestar social y laboral

La RSC en agronegocios incluye el compromiso con prácticas laborales justas y seguras. Esto involucra proporcionar condiciones de trabajo adecuadas, salarios justos, y respetar los derechos de los trabajadores. También se refiere a la inversión en comunidades locales, apoyando programas educativos, de salud y otras iniciativas que benefician a la sociedad.

Seguridad alimentaria

Los agronegocios tienen la responsabilidad de garantizar la seguridad y la calidad de los productos alimenticios que producen. Esto permite seguir prácticas agrícolas seguras, garantizar la trazabilidad de los productos y cumplir con los estándares de seguridad alimentaria establecidos.

Participación comunitaria

La RSC implica una interacción positiva con las comunidades locales. Esto puede incluir la consulta con los representantes de las comunidades antes de implementar nuevas prácticas agrícolas o proyectos, así como la contribución al desarrollo local y la mejora de la calidad de vida de las personas en esas comunidades.

Transparencia y ética

Las empresas agrícolas deben ser transparentes en sus operaciones y comunicaciones. La ética empresarial es fundamental, y las prácticas transparentes contribuyen a construir la confianza entre consumidores y partes interesadas.

Innovación y tecnología sostenible

La implementación de prácticas agrícolas innovadoras y tecnologías sostenibles pueden contribuir significativamente a la responsabilidad social corporativa en el sector agrícola. Esto incluye la adopción de prácticas de agricultura de precisión, el uso responsable de agroquímicos y la aplicación de tecnologías que minimicen los residuos y la contaminación.

La RSC en los agronegocios no solo beneficia a las comunidades y al medio ambiente, sino que también puede tener un impacto positivo en la reputación de la empresa y su sostenibilidad a largo plazo. La adopción de prácticas socialmente

responsables en el sector agrícola es esencial para abordar los desafíos actuales y futuros relacionados con la seguridad alimentaria, la sostenibilidad y el bienestar social.

Innovaciones y tendencias hacia una agricultura sostenible

Las innovaciones y tendencias hacia una agricultura sostenible están ganando impulso en todo el mundo. La innovación es específicamente la aplicación de nuevos conocimientos a los procesos productivos u organizacionales. Se trata de cuando la sociedad se apropia de conocimientos, ideas, prácticas y tecnologías, traduciéndolas en un cambio sea útil y beneficioso en términos productivos (IICA, 2014). Es importante tener en cuenta que la situación puede haber evolucionado desde entonces. A continuación, se precisan algunas tendencias e innovaciones que están en marcha:

Agricultura de precisión

La tecnología de agricultura de precisión utiliza datos y tecnologías avanzadas, como sensores, GPS y análisis de datos, para optimizar el uso de recursos como agua, fertilizantes y pesticidas. Esto no solo mejora la eficiencia, sino que también reduce la contaminación y minimiza el impacto ambiental.

Agricultura regenerativa

La agricultura regenerativa se centra en prácticas que mejoran la salud del suelo, promueven la biodiversidad y reducen la erosión. Métodos como la rotación de cultivos, la siembra directa, mínima labranza y el manejo adecuado de los residuos pueden ayudar a regenerar los ecosistemas agrícolas.

Agricultura vertical y en invernaderos

Estos métodos permiten el cultivo de alimentos en entornos controlados, utilizando menos espacio y recursos en comparación con la agricultura tradicional al aire libre. Esto puede conducir a una mayor eficiencia en el uso de agua, reducción de pesticidas y cosechas más predecibles.

Agroecología

La agroecología combina principios ecológicos con la agricultura para promover la sostenibilidad. Se enfoca en la interacción armoniosa entre los cultivos, el suelo, el agua y los organismos vivos para crear sistemas agrícolas resilientes y sostenibles.

Biotechnología agrícola

La investigación en biotecnología busca desarrollar cultivos resistentes a enfermedades, plagas y condiciones climáticas extremas, reduciendo así la necesidad de utilizar productos químicos agrícolas. También se investiga en cultivos modificados genéticamente para aumentar su rendimiento y valor nutricional.

Tecnologías blockchain para la cadena de suministro de alimentos

La tecnología *blockchain* se está utilizando para mejorar la transparencia y la trazabilidad en la cadena de suministro de alimentos. Esto ayuda a garantizar la autenticidad de los productos, reducir el desperdicio y fortalecer la confianza entre los consumidores.

Energías renovables en la agricultura

La adopción de fuentes de energía renovable, como la solar y la eólica, puede reducir la dependencia de los combustibles fósiles en la agricultura. Esto incluye el uso de paneles solares en las explotaciones agrícolas y la implementación de tecnologías de energía limpia.

Drones y robótica agrícola

Estas tecnologías se utilizan para monitorear y gestionar cultivos de manera más eficiente. Los drones proporcionan imágenes aéreas detalladas para la detección temprana de enfermedades o deficiencias, mientras que los robots agrícolas pueden realizar tareas como la siembra, el riego y la cosecha de forma autónoma.

Es importante destacar que estas tendencias pueden haber evolucionado y desarrollado nuevas innovaciones. La sostenibilidad en la agricultura es un campo dinámico que continúa desarrollándose con el tiempo.

Actividades de aprendizaje: Sostenibilidad y responsabilidad social en los Agronegocios.

Prácticas agrícolas sostenibles y su impacto en el medio ambiente

Actividad 1.

Análisis de prácticas agrícolas sostenibles: investigar y presentar un informe detallado sobre una práctica agrícola sostenible seleccionada (fertilización orgánica, rotación de cultivos, agroforestería, métodos utilizados, uso eficiente del agua, entre otros), como contribuye a la sostenibilidad y la preservación del medio ambiente.

Actividad 2.

Estudio de caso: seleccionar un caso de estudio de una empresa que haya implementado prácticas agrícolas sostenibles. Analizar cómo estas prácticas han afectado positivamente el entorno, la biodiversidad y la eficiencia productiva de la empresa.

Actividad 3.

Debate: organizar un debate en clase sobre la importancia de las prácticas agrícolas sostenibles. Dividir la clase en dos grupos: uno a favor y otro en contra.

Fomentar un intercambio de ideas sobre los beneficios y desafíos de la sostenibilidad en la agricultura.

Responsabilidad social corporativa en los Agronegocios

Actividad 4

Auditoría RSC: realiza una auditoría de responsabilidad social corporativa en una empresa agrícola seleccionada. Evaluar su desempeño en sostenibilidad ambiental, bienestar social y laboral, seguridad alimentaria, participación comunitaria, transparencia y ética.

Actividad 5

Plan Estratégico RSC: desarrollar un plan estratégico de responsabilidad social corporativa para una empresa agrícola ficticia. Incluir acciones específicas para abordar la sostenibilidad ambiental, el bienestar social y laboral, la seguridad alimentaria y la participación comunitaria.

Actividad 6

Mesa Redonda: organizar una mesa redonda con representantes de empresas agrícolas y expertos en sostenibilidad para discutir la importancia de la RSC en los agronegocios y compartir buenas prácticas.

Innovaciones y tendencias hacia una Agricultura más sostenible

Actividad 7

Presentación Tecnológica: investigar una de las tendencias tecnológicas mencionadas en el capítulo (por ejemplo, agricultura de precisión, agroecología) y presentar sus beneficios y desafíos. Destacar ejemplos de aplicación exitosa en la agricultura actual.

Actividad 8

Simulación de Innovación: organizar una simulación en la que los estudiantes representan roles en una empresa agrícola y deben tomar decisiones para implementar una innovación sostenible (por ejemplo, tecnología blockchain y agricultura regenerativa). Evalúa el impacto de estas decisiones en la sostenibilidad y la rentabilidad de la empresa.

Actividad 9

Investigación Continua: asignar a los estudiantes la tarea de seguir investigando sobre nuevas tendencias e innovaciones en la agricultura sostenible. Realizar actualizaciones periódicas para que los estudiantes estén al tanto de los desarrollos más recientes en el campo.

Estas actividades proporcionan un enfoque práctico y participativo para explorar los temas de sostenibilidad y responsabilidad social en los agronegocios, fomentando la investigación, el análisis crítico y el debate.

CAPÍTULO 6

DESAFÍOS Y OPORTUNIDADES EN LOS AGRONEGOCIOS

Cambio climático y su impacto en los Agronegocios

El cambio climático es un fenómeno global que ha generado creciente preocupación debido a sus múltiples impactos en diversos sectores, incluidos los agronegocios. Hace 36 años, se estableció el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés), ampliamente reconocido como la entidad más respetada a nivel mundial para abordar y analizar el calentamiento global y las variaciones climáticas.

La conclusión unánime de los expertos es que los cambios climáticos actuales son atribuibles principalmente a las actividades humanas, es decir, a los modelos de producción y consumo que definen nuestra sociedad global (Coscione, 2013). A continuación, se destacan algunos de los efectos del cambio climático en la agricultura y los negocios, relacionados con la producción de alimentos:

Variabilidad del clima

El cambio climático ha llevado a una mayor variabilidad en las condiciones climáticas, incluyendo patrones de lluvia irregulares, olas de calor más intensas y eventos climáticos extremos. Esto puede afectar la planificación de cultivos y la gestión de la cadena de suministro en los agronegocios.

Cambio en las zonas de cultivo

Las temperaturas en aumento pueden modificar las zonas geográficas adecuadas para ciertos cultivos. Esto puede requerir ajustes en la selección de cultivos y la ubicación de las operaciones agrícolas.

Aumento de las enfermedades y plagas

Las condiciones climáticas cambiantes pueden crear un entorno propicio para la proliferación de enfermedades de plantas y animales, y plagas, lo que aumenta los desafíos para el control de plagas y la gestión de enfermedades en la agricultura.

Escasez de agua

El cambio climático puede provocar cambios en los patrones de precipitación, lo que resulta en escasez de agua en algunas regiones. Esto afecta directamente a los cultivos que dependen de un suministro adecuado de agua para su crecimiento.

Impacto en la calidad de los cultivos

Las variaciones en las condiciones climáticas pueden influir en la calidad nutricional de los cultivos, lo que a su vez puede afectar la calidad de los productos finales en los agronegocios.

Riesgos para la seguridad alimentaria

La combinación de factores como la variabilidad climática, eventos climáticos extremos y la escasez de recursos puede aumentar los riesgos para la seguridad alimentaria, especialmente en áreas vulnerables.

Cambios en la demanda y los patrones de consumo

La conciencia creciente sobre el cambio climático puede influir en los patrones de consumo y en la demanda de productos agrícolas. Los agronegocios pueden necesitar adaptarse a estas cambiantes preferencias del consumidor.

Regulaciones ambientales

El cambio climático también ha llevado a un aumento en las regulaciones ambientales. Los agronegocios pueden enfrentar restricciones adicionales y la necesidad de adoptar prácticas más sostenibles para cumplir con las normativas.

Para hacer frente a estos desafíos, los agronegocios pueden adoptar prácticas agrícolas más sostenibles, implementar tecnologías climáticamente resilientes, diversificar cultivos y adaptar estrategias de gestión para mitigar los impactos negativos del cambio climático. La colaboración entre gobiernos, la industria y la sociedad en general es crucial para abordar de manera efectiva los desafíos planteados por el cambio climático en el sector agrícola.

Globalización y competencia en el mercado agrícola

La globalización y la competencia en el mercado agrícola son fenómenos que han experimentado un aumento significativo en las últimas décadas. La globalización se refiere a un proceso en constante expansión que implica interconexiones cada vez más complejas entre sociedades, culturas, instituciones e individuos a nivel mundial.

Entre los principales desafíos asociados a la globalización se encuentran la creciente incertidumbre en los mercados internacionales, la necesidad de adaptación a un entorno dinámico con cambios constantes en las reglas del juego, el aumento de la competencia derivada de productos importados y la obligatoria incorporación de nuevas tecnologías, junto con la gestión de volúmenes crecientes de información.

En este contexto, el conocimiento y la información han adquirido un valor estratégico como factores de producción (Bravo-Ureta, 2008). Estos cambios han sido impulsados por una serie de factores, entre ellos:

Liberalización del comercio

La apertura de mercados y la eliminación de barreras comerciales han permitido que los productos agrícolas circulen más fácilmente a nivel internacional. Esto ha llevado a una mayor competencia entre los productores de diferentes países.

Tecnología y conectividad

El avance tecnológico ha permitido una mayor conectividad e intercambio de información en el sector agrícola. Los agricultores pueden acceder a nuevas tecnologías, prácticas agrícolas eficientes y tendencias del mercado global, lo que influye en la competitividad.

Especialización y diversificación

La globalización ha llevado a una mayor especialización de la producción agrícola en diferentes regiones del mundo. Algunos países pueden ser más eficientes en la producción de ciertos cultivos o productos, lo que fomenta la especialización y la interdependencia económica.

Cadenas de suministro globales

Las cadenas de suministro agrícolas ahora son más globales, con productos agrícolas viajando a través de múltiples países antes de llegar al consumidor final. Esto ha aumentado la competencia y ha llevado a una mayor presión para mejorar la eficiencia y reducir los costos.

Normativas y estándares internacionales

La existencia de normativas y estándares internacionales afecta la competitividad en el mercado agrícola. Los productores deben cumplir con ciertos requisitos para acceder a mercados extranjeros, lo que puede generar desafíos u oportunidades, dependiendo de la capacidad de adaptación.

Cambio climático

Las variaciones en el clima afectan la producción agrícola a nivel mundial, generando desafíos adicionales para los agricultores. La competencia se intensifica a medida que los productores buscan adaptarse a condiciones climáticas cambiantes y eventos extremos.

Innovación y sostenibilidad

La demanda del consumidor por productos agrícolas sostenibles ha aumentado. Los agricultores que adoptan prácticas agrícolas sostenibles pueden tener ventajas competitivas, pero también enfrentan el desafío de cumplir con estándares cada vez más estrictos.

Acceso a recursos y tecnología

La disponibilidad de recursos como tierra, agua y tecnología influye en la competitividad de los agricultores. Aquellos con acceso limitado a estos recursos pueden enfrentar mayores desafíos. En resumen, la globalización y la competencia en el mercado agrícola han transformado la forma en que los agricultores operan y han creado tanto desafíos como oportunidades. La capacidad de adaptación, la innovación y la eficiencia son clave para sobresalir en este entorno cambiante.

Oportunidades emergentes en los Agronegocios

En el eslabón primario, se está trabajando en prácticas de agricultura regenerativa, la digitalización de sistemas de riego, la utilización de drones y la implementación del Internet de las cosas (IoT), entre otras innovaciones. Estas iniciativas buscan maximizar la eficiencia técnica y, al mismo tiempo, pretenden separar el desarrollo productivo del deterioro de recursos limitados como el suelo y el agua. Además, en los siguientes eslabones de las cadenas de valor, que incluyen la transformación agroindustrial hasta llegar al consumidor y la posterior eliminación, se busca integrar innovaciones en esta misma línea.

Tecnologías como la cadena de bloques (*blockchain*) proporcionan soluciones integradas en todas las fases y en tiempo real, permitiendo agilizar la gestión de controles sanitarios, aduaneros, así como los procesos de contratación y pagos, entre otros (Lorrea, 2021). Algunas tendencias generales que podrían haber influido en las oportunidades emergentes en los agronegocios incluyen:

Tecnología Agrícola (AgTech)

La aplicación de tecnologías como la inteligencia artificial, el aprendizaje automático, la teledetección y los drones en la agricultura ha ido en aumento. Estas tecnologías pueden mejorar la eficiencia, la gestión de cultivos, el monitoreo del rendimiento y la toma de decisiones en la agricultura.

Sostenibilidad

Existe una creciente conciencia sobre la sostenibilidad ambiental en la agricultura. Las oportunidades emergentes podrían surgir en prácticas agrícolas sostenibles, la producción de alimentos orgánicos, la gestión eficiente del agua y la reducción de residuos.

Cadenas de suministro inteligentes

La optimización de las cadenas de suministro agrícolas mediante la implementación de tecnologías como la cadena de bloques puede ofrecer oportunidades para mejorar la trazabilidad, la calidad y la eficiencia en la distribución de productos agrícolas.

Mercados digitales agrícolas

Plataformas en línea que conectan a agricultores con compradores pueden ser una oportunidad emergente. Estos mercados digitales facilitan la venta directa de productos agrícolas, eliminando intermediarios y mejorando los márgenes de beneficio para los agricultores.

Bioteología agrícola

Avances en la modificación genética de cultivos, la mejora de semillas y la resistencia a plagas y enfermedades, podrían ofrecer oportunidades en el desarrollo de cultivos mejorados.

Cambio en los patrones de consumo

La demanda de alimentos especializados, como alimentos orgánicos, productos locales y alimentos funcionales, está en aumento. Esto podría crear oportunidades para los agricultores que se especializan en la producción de los citados productos.

Energías renovables en la agricultura

La integración de energías renovables, como la solar y la eólica, en las operaciones agrícolas puede no solo reducir los costos energéticos, sino también crear oportunidades en la generación y venta de energía renovable. Hay que tener en cuenta que la situación puede haber cambiado con el paso del tiempo, por tal motivo, la actualización debe ser constante, a través de la búsqueda de información más reciente para obtener detalles específicos sobre las oportunidades emergentes en los agronegocios.

Actividades de aprendizaje: desafíos y oportunidades en los Agronegocios

Actividad 1.- Efectos locales del Cambio climático y su impacto en los Agronegocios

Discusión en grupo: investigar casos de estudio o noticias que describan cómo el cambio climático ha afectado a los agronegocios en regiones específicas. Discutir en grupo y destaca las medidas que se están tomando para abordar estos desafíos.

Simulación de gestión de crisis climática: diseñar una simulación en la que los participantes asuman roles relacionados con los agronegocios (agricultores, empresarios y científicos) y deben colaborar para gestionar una crisis climática simulada. Identifica estrategias y soluciones prácticas.

Actividad 2.- Análisis de adaptación al cambio climático

Actividad individual o en pareja: elegir un agronegocio específico y analizar cómo podría adaptarse al cambio climático. Proporcionar recomendaciones detalladas sobre prácticas agrícolas sostenibles, tecnologías resistentes al clima y estrategias de gestión.

Actividad 3.- Impacto de la Globalización y competencia en el mercado agrícola

Debate en clase: organizar un debate en clase sobre si la globalización ha tenido un impacto positivo o negativo en los agronegocios. Los estudiantes pueden presentar argumentos basados en la liberalización del comercio, la tecnología, la especialización, y otros factores mencionados.

Estudio de caso de éxito: investigar un caso de éxito en el que un agronegocio haya logrado destacarse en un mercado global altamente competitivo. Analizar las estrategias clave que implementaron y cómo se adaptaron a los desafíos.

Actividad 4.- Cadena de suministro global agrícola

Proyecto en grupo: formar grupos y asignar a cada grupo una cadena de suministro agrícola específica (por ejemplo, frutas, granos o carne). Los grupos deben investigar y presentar cómo ha evolucionado esa cadena de suministro debido a la globalización, identificando desafíos y oportunidades.

Actividad 5.- Oportunidades emergentes en los Agronegocios. Tecnologías emergentes en la agricultura

Presentación en clase: solicitar a los estudiantes que seleccionen una tecnología agrícola emergente (por ejemplo, inteligencia artificial en la agricultura) y presentar sus aplicaciones prácticas, beneficios y desafíos asociados.

Proyecto empresarial sostenible: en grupos, los estudiantes deben desarrollar un proyecto empresarial en el sector agrícola que se enfoque en la sostenibilidad, incluye aspectos como: producción sostenible, eficiencia energética y responsabilidad social.

Actividad 6.- Investigación individual

Análisis de tendencias de consumo: Cada estudiante debe investigar cómo están cambiando los patrones de consumo en el sector alimentario, y cómo estas tendencias podrían afectar a los agronegocios. Presentar hallazgos y posibles estrategias para adaptarse a estas tendencias.

Informe sobre energías renovables en Agronegocios: Investigar cómo la integración de energías renovables está siendo adoptada por los agronegocios. Elaborar un informe que destaque los beneficios económicos y medioambientales, así como los desafíos asociados.

Estas actividades buscan involucrar a los estudiantes en la comprensión práctica de los temas discutidos en el capítulo, fomentando el pensamiento crítico y la aplicación de conocimientos en situaciones del mundo real.

CAPÍTULO 7

APLICACIÓN DE TÉCNICAS CUANTITATIVAS EN LOS AGRONEGOCIOS

El sector de los agronegocios enfrenta desafíos crecientes derivados de la variabilidad climática, la limitada disponibilidad de recursos y la necesidad de garantizar la sostenibilidad productiva y económica. En este contexto, la aplicación de técnicas cuantitativas se constituye en una herramienta esencial para la toma de decisiones estratégicas. El análisis estadístico, los modelos matemáticos y los indicadores económicos permiten evaluar con rigor fenómenos como la fluctuación de los rendimientos agrícolas, el impacto de los factores climáticos, la eficiencia en la gestión de recursos y la rentabilidad de las actividades productivas.

No obstante, más allá de su valor técnico, estas herramientas representan también una oportunidad de transformación personal y profesional. El mundo de los agronegocios está en constante evolución, y la capacidad de tomar decisiones informadas es más crucial que nunca. La aplicación de técnicas cuantitativas no solo proporciona instrumentos poderosos para analizar datos y prever tendencias, sino que también empodera a los profesionales para enfrentar los desafíos del sector agrícola con confianza y creatividad, igualmente ser capaz de prever el comportamiento del mercado, optimizar la producción y maximizar la rentabilidad de las operaciones agrícolas.

Al aprender y aplicar estas técnicas, no solo se invierte en el futuro profesional, sino que también se contribuye de manera significativa a la sostenibilidad y eficiencia de la industria agropecuaria. Cada desafío en el ámbito de los agronegocios se convierte en una oportunidad para innovar y mejorar: desde la gestión de recursos hasta la identificación de nuevas oportunidades de mercado, las herramientas cuantitativas ofrecen un camino claro hacia la toma de decisiones estratégicas.

En este sentido, es oportuno sumergirse en este proceso de aprendizaje y desarrollar habilidades que no solo se diferencian en el mercado laboral, sino que también impactarán positivamente en la comunidad y el medio ambiente. No pierdas la oportunidad de ser parte de la transformación del sector del agronegocio, y de esta manera cultivar un futuro brillante y sostenible.

Bajo este marco de referencia, el capítulo desarrolla un enfoque sistemático que integra tres niveles: (i) conceptos teóricos que fundamentan cada temática, (ii) planteamientos de problemas que reflejan la realidad de los agronegocios, y (iii) soluciones cuantitativas aplicadas mediante ejemplos numéricos. De esta manera, el lector podrá adquirir tanto conocimientos científicos como competencias prácticas para enfrentar los retos actuales del sector agropecuario.

Variabilidad en la producción agrícola

Concepto teórico: La variabilidad en la producción agrícola se refiere a las fluctuaciones en la cantidad y calidad de los cultivos a lo largo del tiempo. Estas variaciones pueden originarse en múltiples factores, tales como las condiciones climáticas, la calidad del suelo, la incidencia de plagas y enfermedades, y las prácticas de manejo empleadas.

La variabilidad climática representa uno de los mayores desafíos para el sector agrícola, afectando tanto la producción como la sostenibilidad de los recursos (Lobell et al., 2011).

Desde una perspectiva estadística, la variabilidad puede analizarse mediante indicadores como el Coeficiente de Variación (CV), que mide la dispersión relativa de los datos respecto a la media, y el Rango Intercuartílico (RIC), que cuantifica la dispersión de la zona central de la distribución de datos eliminando la influencia de valores extremos. Algunas medidas comunes de variabilidad incluyen:

Coeficiente de variación (CV): Es una medida estadística que expresa la variabilidad relativa de un conjunto de datos en relación con su media. Se calcula como el cociente entre la desviación estándar de la media y la media, y se expresa como un porcentaje (Sokal & Rohlf, 2012)

$$CV = \frac{\text{Desviación estándar}}{\text{Media}} \times 100$$

La **media o el promedio**, expresado como " $\bar{x}$ ", corresponde a la sumatoria de la magnitud de los datos, divididos entre la cantidad de datos (Triola, 2018). Matemáticamente se expresa:

$$\sum_{i=1}^n \frac{x_i}{n}$$

A su vez, la desviación estándar de una muestra, denotada por " s ", representa el desvío o diferencia entre los datos y la media y se estima: La desviación estándar de una muestra, mide la dispersión de los datos respecto a la media y se calcula como la raíz cuadrada de la varianza (Weiss, 2016).

$$s = \sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{(x_i - \bar{x})^2}{n}}$$

Un CV alto indica una mayor variabilidad en comparación con una producción más constante.

Rango intercuartílico (RIC): Se calcula restando el tercer cuartil (Q3) menos el primer cuartil (Q1) de un conjunto de datos ordenados. Los cuartiles se establecen al

ordenar los datos según su magnitud, de menor a mayor, a fin de definir su distribución en cuatro partes, denominados cuartiles (Q1, Q2, Q3 y Q4).

Este método elimina los valores extremos y proporciona una medida de dispersión más robusta frente a valores atípicos.

$$RIC = Q3 - Q1$$

Analizar la variabilidad en la producción agrícola es crucial para los agricultores, investigadores y responsables de políticas, ya que permite entender mejor los riesgos asociados a las condiciones climáticas, la gestión de plagas y otros factores que pueden afectar la producción. Además, esta información puede utilizarse para implementar estrategias de manejo de riesgos y mejorar la planificación agrícola.

Planteamiento del problema

Uno de los principales retos para los agricultores y planificadores del sector agropecuario consiste en anticipar la magnitud de las variaciones en los rendimientos de los cultivos. La falta de estabilidad en la producción genera incertidumbre en la planificación de la oferta, en la estimación de ingresos y en la gestión eficiente de los recursos. Por ejemplo, en una región donde se cultiva maíz, los rendimientos anuales han mostrado diferencias significativas, lo que dificulta establecer estrategias de comercialización y manejo de riesgos.

Solución / aplicación: El análisis estadístico constituye una herramienta clave para dimensionar la variabilidad y facilitar la toma de decisiones. Para ilustrar su aplicación, se consideran datos ficticios de rendimiento de maíz (en toneladas por hectárea) registrados durante diez años consecutivos:

Año	Rendimiento (ton/ha.)
2013	5
2014	6
2015	4
2016	8
2017	7
2018	3
2019	5
2020	9
2021	6
2022	7

a) Cálculo de la media: Sumamos los datos de las toneladas de maíz producidas y la dividimos entre el número de años de observación.

$$\sum_{i=1}^n \frac{x_i}{n} = \frac{5 + 6 + 4 + 8 + 7 + 3 + 5 + 9 + 6 + 7}{10} = \frac{60}{10} = 6$$

Resultado: La media de los rendimientos es de 6 t/ha.

b) Cálculo de la desviación estándar (s): Para este cálculo se procede de la siguiente manera a cada dato de las toneladas de maíz producidas se le resta la media y se eleva al cuadrado de la siguiente manera:

$$s = \sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{(x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

Donde:

x_i = cada dato

$\bar{x}$ = la media (promedio) de los datos

n = número de datos

s = desviación estándar muestral

Paso 1: Identificar los datos

En la expresión se están usando los valores: 5,6,4,8,7,3,5,9,7 y la media ($\bar{x}$) es 6.

Paso 2: Restar la media y elevar al cuadrado

Se calcula $(x_i - 6)^2$ para cada dato

Dato	Rendimiento (ton/ha.)	$(x_i - 6)^2$	Resultado
1	5	$(5 - 6)^2 = (-1)^2$	1
2	6	$(6 - 6)^2 = (0)^2$	0
3	4	$(4 - 6)^2 = (-2)^2$	4
4	8	$(8 - 6)^2 = (2)^2$	4
5	7	$(7 - 6)^2 = (1)^2$	1
6	3	$(3 - 6)^2 = (-3)^2$	9
7	5	$(5 - 6)^2 = (-1)^2$	1
8	9	$(9 - 6)^2 = (3)^2$	9
9	6	$(6 - 6)^2 = (0)^2$	0
10	7	$(7 - 6)^2 = (1)^2$	1
			30

Paso 3: Sumar los resultados

$$1 + 0 + 4 + 4 + 1 + 9 + 1 + 9 + 0 + 1 = 30$$

Paso 4: Dividir entre n-1

Números de datos: n=10

$$n - 1 =$$

$$10 - 1 = 9$$

$$30 / 9 = 3.33$$

Paso 5: Sacar la raíz cuadrada

$$s = \sqrt{\frac{(5-6)^2 + (6-6)^2 + (4-6)^2 + (8-6)^2 + (7-6)^2 + (3-6)^2 + (5-6)^2 + (9-6)^2 + (6-6)^2 + (7-6)^2}{9-1}}$$

$$s = \sqrt{3.33} \approx 1.8248$$

$$s = 1.825$$

Paso 6: Calcular el coeficiente de variación. La operación de este cálculo es sencilla, es la división de la Desviación Estándar entre la Media y multiplicarla por 100.

$$CV = \frac{1.825}{6} \times 100 = 30.41\%$$

- Un CV bajo (menor al 20%): indica poca variabilidad, los datos son bastante homogéneos respecto a la media.
- Un CV moderado (20% – 40%): indica una variabilidad intermedia, los datos están algo dispersos.
- Un CV alto (mayor al 40%): indica mucha variabilidad, los datos están muy dispersos respecto a la media.

Ahora, se interpreta este resultado:

Un coeficiente de variación del 30.41% indica una baja variabilidad relativa en comparación con la media. En otras palabras, los datos están muy dispersos en relación con la media. Este valor sugiere que hay una amplia gama de valores en el conjunto de datos en comparación con la media, lo que implica una mayor variabilidad. Un CV alto puede indicar que los datos tienen una dispersión significativa y que la media puede no ser una representación muy precisa del conjunto de datos en términos de tendencia central.

En este caso, un CV del 30.41% sugiere una alta variabilidad en los datos con respecto a la media de 6, lo que significa que los valores en el conjunto de datos están bastante dispersos.

Calcular el rango intercuartílico (RIC): En esta sección se debe realizar el siguiente procedimiento:

Paso1: Ordenar los datos: 3,4,5,5,6,6,7,7,8,9, en una tabla.

Tabla de datos ordenados

Posición	Valor (x_i)
1	3
2	4
3	5
4	5
5	6
6	6
7	7
8	7

9	8
10	9

Paso 2: calcular el primer cuartil (Q1) y el tercer cuartil (Q3)

Cálculo de cuartiles

Cuartil	Procedimiento	Resultado
Q1	Promedio del 2.º y 3.º dato $\rightarrow (4+5)/2$	4.5
Q3	Promedio del 7.º y 8.º dato $\rightarrow (7+7)/2$	7

Interpretación

- El 50% central de los datos está contenido en un rango de 2.5 unidades (entre 4.5 y 7).
- Indica variabilidad moderada en la parte central de la distribución.
- No hay valores atípicos, ya que todos los datos están entre los límites 0.75 y 10.75.

Finalmente, con un RIC de 3, se interpreta que hay una moderada variabilidad en la parte central de los datos. La dispersión entre el primer y tercer cuartil no es ni muy amplia ni muy estrecha, y esto puede darte una idea de la distribución y concentración de los datos en esa zona central.

Se puede utilizar una calculadora científica o software estadístico para obtener los valores exactos. Este ejemplo es solo una ilustración y los datos son ficticios, pero te proporciona una idea de cómo calcular la variabilidad en la producción agrícola utilizando estas medidas.

Factores climáticos y su impacto numérico

Los factores climáticos modifican y determinan la intensidad de los elementos del clima como la temperatura, precipitación, el viento, la presión atmosférica y la humedad, y por ende su impacto en la planificación urbana y la gestión de recursos.

Temperatura

Concepto: La temperatura es la medida del calor o frío presente en la atmósfera de una región. Su variación depende de factores como la hora del día, la estación del año y la ubicación geográfica. (Ahrens & Henson, 2019).

Problema:

Se desea analizar la variación de la temperatura diaria durante el mes de julio en la ciudad de David, con el objetivo de identificar patrones climáticos y evaluar su impacto en la planificación urbana y la gestión de recursos.

Las temperaturas hipotéticas son las siguientes: Día 1, 22°, Día 2, 24°, Día 3, 25°, Día 4, 26°, Día 5, 27°, Día 6, 20°, Día 7, 28°, Día 8, 30°, Día 9, 30°, Día 10, 30°, Día 11, 30°, Día 12, 30°, Día 13, 35°, Día 14, 30°, Día 15, 30°, Día 16, 30°, Día 17, 30°, Día 18, 30°, Día 19, 30°, Día 20, 30°, Día 21, 30°, Día 22, 30°, Día 23, 30°, Día 24, 28°, Día 25, 28°, Día 26, 28°, Día 27, 28°, Día 28, 28°, Día 29, 28°, Día 30, 28°, Día 31, 25°

Solución:

Se registraron las siguientes temperaturas diarias (en °C) durante 31 días del mes de julio.

Día	Temperatura (°C)		Día	Temperatura (°C)
1	22		17	30
2	24		18	30
3	25		19	30
4	26		20	30
5	27		21	30
6	20		22	30
7	28		23	30
8	30		24	28
9	30		25	28
10	30		26	28
11	30		27	28
12	30		28	28
13	35		29	28
14	30		30	28
15	30		31	25
16	30			

Cálculos y Análisis

Promedio mensual

Promedio= $\frac{\text{suma de las temperaturas}}{\text{Número de días}} = \frac{878}{31} = 28.32^{\circ}\text{C}$

- Días más cálidos (30–35°C): 8 al 23 de julio.
- Días más fríos (20–24°C): 1, 2, 3, 6, 31.
- Eventos extremos:
 - Olas de calor: Del 8 al 23 de julio, con temperaturas $\geq 30^{\circ}\text{C}$.

Análisis

El mes de julio presenta una temperatura promedio de 28.32°C, con un periodo prolongado de calor intenso. La mayoría de los días presentan temperaturas superiores a 30°C, lo que indica un patrón de clima cálido persistente durante el mes.

Conclusión

La información obtenida sobre la temperatura diaria permite tomar decisiones informadas en la planificación urbana y la gestión de recursos. La identificación de periodos de calor intenso sugiere la necesidad de implementar estrategias de adaptación, como la optimización del consumo energético, la gestión del agua, y la preparación ante posibles efectos de olas de calor en la población.

Precipitación

Concepto: La precipitación se refiere al agua que cae desde la atmósfera hacia la tierra, incluyendo lluvia, nieve, granizo y otros fenómenos similares (Peterson & WMO, 2013).

Problema: Se desea monitorear la precipitación mensual en una región durante un año para evaluar cambios en los patrones climáticos y su impacto en la agricultura y la disponibilidad de agua.

Solución:

Primer trimestre: promedio de 50 mm de lluvia por mes.

Segundo trimestre: promedio de 150 mm de lluvia por mes.

Cálculo del cambio porcentual:

$$\text{Cambio (\%)} = \frac{150-50}{50} * 100 = 200\%$$

Interpretación

Un aumento del 200% indica un cambio significativo en la precipitación, lo que puede afectar la agricultura, la gestión del agua y la planificación ambiental.

Conclusión

El análisis de la precipitación permite identificar patrones anómalos o cambios climáticos significativos en la región, que sirven de base para la toma de decisiones estratégicas en diferentes sectores.

Viento

Concepto: El viento es el movimiento del aire en la atmósfera, causado por diferencias de presión. Su velocidad y dirección influyen en el clima, la distribución de temperatura y la humedad, así como en diversas actividades humanas (Ahrens & Henson).

Problema: Se desea analizar la variación de la velocidad del viento durante un mes en la ciudad de David, con el objetivo de identificar patrones y evaluar su impacto en actividades humanas y naturales.

Solución

Se registraron las velocidades diarias del viento (km/h) durante 30 días

Día	Viento Velocidad km/h	Día	Viento Velocidad km/h
1	15	16	15
2	18	17	15
3	12	18	20
4	20	19	20
5	18	20	20
6	15	21	12
7	12	22	12
8	15	23	15
9	18	24	15
10	18	25	20
11	20	26	20
12	20	27	12
13	20	28	12
14	20	29	15
15	15	30	15
Suma de los treinta días del mes		494	

Cálculos y Análisis

$$\text{Velocidad promedio} = \frac{494}{30} \approx 16.5 \text{ km/h}$$

Días con mayor velocidad: 4, 11–14, 18–20, 25–26 (20 km/h)

Días con menor velocidad: 3, 7, 21, 22, 27, 28 (12 km/h)

Conclusión

La velocidad promedio de 16.5 km/h y sus fluctuaciones indican patrones de viento que impactan la planificación energética, la seguridad de vuelos y la agricultura. El registro detallado permite anticipar cambios y tomar decisiones informadas.

Presión Atmosférica

Concepto: La presión atmosférica es la fuerza ejercida por el peso del aire sobre la superficie terrestre. Las variaciones de presión están asociadas a sistemas de alta o baja presión, que influyen en la estabilidad del clima y en la ocurrencia de precipitaciones (Lutgens & Tarbuck, 2020).

Problema: Se desea analizar las variaciones de la presión atmosférica en una región para identificar cambios climáticos y predecir fenómenos como sistemas de alta o baja presión. Los datos del problema son las mediciones de presión atmosférica en hectopascales (hPa) correspondientes a distintas condiciones climáticas.

Específicamente:

- Día soleado: 1013 hPa (presión estándar)
- Masas de aire frío: 1020 hPa → alta presión (clima estable)
- Masas de aire cálido: 1005 hPa → baja presión (clima inestable)

Solución

Cálculos y Análisis:

Pasos

Paso 1. Identificar los datos

Mediciones de presión atmosférica (en hectopascales, hPa):

Presión estándar: 1013 hPa

Alta presión (masa de aire frío): 1020 hPa

Baja presión (masa de aire cálido): 1005 hPa

Paso 2. Calcular el aumento de presión

Para saber cuánto aumentó la presión al pasar de la condición estándar a la alta presión:

Aumento=Alta presión–presión estándar

Aumento=1020–1013=7 hPa

Esto indica que la presión subió 7 hPa respecto al valor estándar.

Paso 3. Calcular la disminución de presión

Para saber cuánto disminuyó la presión al pasar de la condición estándar a la baja presión:

Disminución=Presión estándar–Baja presión

Disminución=1013–1005=8 hPa

Esto indica que la presión bajó 8 hPa respecto al valor estándar.

Cambio de presión:

Aumento=1020–1013=7hPa

Disminución=1013–1005=8 hPa

Interpretación:

Un aumento de 7 hPa indica alta presión, generalmente asociada con clima estable y soleado.

Una disminución de 8 hPa indica baja presión, generalmente asociada con clima inestable y posibles lluvias.

Conclusión:

El monitoreo de la presión permite anticipar cambios climáticos. La alta presión indica estabilidad y días soleados; la baja presión, inestabilidad y probabilidad de lluvia.

Humedad

Concepto: La humedad es la cantidad de vapor de agua presente en el aire. La humedad relativa influye en la sensación térmica, la formación de nubes y la probabilidad de precipitaciones (Ahrens & Henson, 2019).

Problema: Se desea analizar la humedad relativa en un día determinado para cuantificar la cantidad de vapor de agua en el aire y su influencia en la sensación térmica y la formación de nubes.

Datos / Solución

- Temperatura: 25 °C
- Humedad relativa: 70 %
- Capacidad máxima de vapor de agua a 25 °C: 23 g/m³

Cálculos

Cantidad de vapor de agua=Humedad relativa ×Capacidad máxima.

Cantidad de vapor de agua= 0.7 x 23 = 16.1g/m³

Análisis: El aire contiene aproximadamente 16.1 g de vapor de agua por metro cúbico, lo cual indica que:

- Una **humedad alta** aumenta la sensación térmica y favorece la condensación, lo que puede generar formación de nubes y lluvias.
- Una **humedad baja** reduce la sensación de calor y disminuye la probabilidad de formación de nubes.

Conclusión

El registro y cálculo de la humedad relativa permite comprender la dinámica del vapor de agua en la atmósfera, identificar patrones climáticos y anticipar efectos sobre la sensación térmica y la formación de nubes, lo que resulta útil para la agricultura, la planificación urbana y la predicción meteorológica.

Gestión eficiente de recursos

Concepto La gestión eficiente de recursos implica aplicar técnicas y modelos matemáticos para distribuir y utilizar recursos limitados de la manera más efectiva posible. Esto es crucial cuando existen restricciones de tiempo, dinero u otros recursos, buscando maximizar el beneficio o minimizar los costos. Se utilizan métodos como la programación lineal, programación entera y la optimización combinatoria, que permiten modelar problemas mediante ecuaciones y desigualdades, y hallar soluciones óptimas según objetivos y restricciones (Hillier & Lieberman, 2015).

El Valor Actual Neto (VAN) es una herramienta financiera utilizada para evaluar la rentabilidad de un proyecto o inversión. El VAN, es la suma de los flujos de caja descontados menos la inversión inicial, es una medida fundamental para evaluar la

rentabilidad de un proyecto. Un VAN positivo indica que el proyecto generará más valor del que cuesta (Brealey, et al., 2017).

El Índice de Rentabilidad (IR) se calcula como el valor presente de los flujos de caja futuros dividido por la inversión inicial. Un IR mayor a 1 sugiere que el proyecto es rentable, siendo una herramienta útil para la evaluación de inversiones (Ross, et al., 2016).

Problema: Se desea maximizar el beneficio total de una empresa que tiene un presupuesto limitado de \$100.000 para invertir en tres proyectos (A, B y C), considerando los costos y beneficios de cada uno.

Datos / Solución:

Proyecto	Costo (\$)	Beneficio (\$)
A	30.000	50.000
B	40.000	60.000
C	25.000	45.000

Formulación matemática (programación lineal):

- Función objetivo:
Maximizar: $50.000A + 60.000B + 45.000C$
- Restricciones: $30.000A + 40.000B + 25.000C \leq 100.000$
 $A, B, C \geq 0$

Cálculos:

Valor Actual Neto (VAN) y el Índice de Rentabilidad (IR), considerando una tasa de descuento del 10%.

Valor Actual Neto (VAN)	IR (Índice de Rentabilidad)
$VAN(A): \frac{50.000}{1 + 0.10} - 30.000 \approx 15.454,55$	$IR(A) = \frac{50.000}{30.000} \approx 1.67$
$VAN(B): \frac{60.000}{1 + 0.10} - 40.000 \approx 14.545,45$	$IR(B) = \frac{60.000}{40.000} \approx 1.50$
$VAN(C): \frac{45.000}{1 + 0.10} - 25.000 \approx 15.909,09$	$IR(C) = \frac{45.000}{25.000} \approx 1.80$

Análisis:

Según el VAN, los proyectos más rentables en términos absolutos son **C** y **A**.

Según el IR, los proyectos más eficientes en relación beneficio/costo son **C** y **A**.

Dado el presupuesto limitado (\$100.000), se puede priorizar: **Proyecto A (\$30.000)** y luego considerar **Proyecto B (\$40.000)** o **Proyecto C (\$25.000)**, según la estrategia de maximización de beneficios y limitaciones presupuestarias.

Conclusión: La optimización del presupuesto mediante métodos matemáticos permite seleccionar la combinación de proyectos que maximiza el beneficio sin exceder los recursos disponibles. En este ejemplo, priorizar el Proyecto A y luego evaluar B o C asegura un uso eficiente del capital, garantizando la mayor rentabilidad posible dentro de las restricciones.

Aplicaciones numéricas para la toma de decisiones en la Gestión Agrícola

Concepto: La gestión agrícola eficiente requiere del uso de herramientas matemáticas y cálculos prácticos que permitan optimizar recursos como agua, fertilizantes, cultivos, inventarios y control de plagas. Estas aplicaciones numéricas convierten datos en información útil para mejorar la productividad y la sostenibilidad en el campo.

Necesidades de Riego

Problema: Determinar el volumen de riego necesario para mantener el suelo en condiciones óptimas de humedad.

Datos

- Superficie del campo: 5 hectáreas
- Capacidad máxima de retención de agua del suelo: 200 mm
- Contenido actual de agua: 60 %

Cálculos

Contenido actual= $0.6 \times 200 = 120$ mm

Necesidad de riego= $200 - 120 = 80$ mm

Análisis: Se requieren **80 mm** adicionales de agua para alcanzar la capacidad máxima.

Conclusión: El cálculo permite aplicar únicamente la cantidad necesaria de agua, evitando tanto el déficit como el exceso de riego.

Optimización de la Fertilización

Problema: Determinar la cantidad de fertilizante necesaria para suplir el déficit de nitrógeno en el cultivo de maíz.

Datos:

- Superficie: 10 hectáreas
- Requerimiento de nitrógeno: 120 kg/ha
- Fertilizante con 20 % de nitrógeno

Cálculos

Necesidad total de N= $120 \times 10 = 1.200$ kg

Cantidad de fertilizante= $1.200 / 0,20 = 6.000$ kg

Análisis: Se requieren 6.000 kg de fertilizante para cubrir la necesidad total de nitrógeno.

Conclusión: Con este cálculo se asegura una fertilización adecuada que optimiza el rendimiento del cultivo sin desperdiciar recursos.

Planificación de Cultivos

Problema: Definir una rotación de cultivos que maximice los rendimientos en el largo plazo.

Datos:

- Rendimiento esperado de zanahorias: 4 t/ha
- Rendimiento esperado de legumbres: 2 t/ha

Cálculos:

a.- Si se cultivan **solo zanahorias durante 3 años seguidos:**

$4+4+4=12$ t/ha en 3 años.

El rendimiento es alto, pero el suelo se agota y la productividad baja a futuro.

b.- Si se cultivan **solo legumbres durante 3 años:**

$2+2+2=6$ t/ha en 3 años

Bajo rendimiento total.

c.- Si se hace **rotación 2 años de zanahorias + 1 año de legumbres:**

$4+4+2=10$ t/ha en 3 años

Promedio por año

$10/3 \approx 3.33$ t/ha/ años

Análisis: Aunque el rendimiento total (10t) es menor que sembrar zanahorias siempre (12 t), la rotación mantiene la fertilidad del suelo, lo que evita pérdidas en el largo plazo y reduce costos de fertilización química, haciendo el sistema más sostenible.

Conclusión: La rotación **2 años de zanahorias + 1 año de legumbres** es óptima porque equilibra un buen rendimiento (3.33 t/ha/año) con la conservación de la fertilidad del suelo.

Gestión del Inventario de Cosechas

Problema: Estimar la producción total de naranjas en un huerto.

Datos:

- **Superficie:** 2 hectáreas
- **Promedio de producción por árbol:** 200 kg
- **Número de árboles:** 500

Cálculos

Producción total por árbol: 200kg/árbol

Producción total de los 500 árboles: $200 \times 500 = 100.000$ kg

Conversión a toneladas

$100.000 \text{ kg} \div 1.000 = 100$ toneladas

1 tonelada (t) = 1.000 kilogramos (kg)

Análisis: El huerto producirá aproximadamente 100 toneladas de naranjas en total.

Conclusión: El cálculo del inventario permite anticipar la logística de almacenamiento, transporte y comercialización, optimizando la gestión de la cosecha.

Control de Plagas y Enfermedades

Problema: Decidir si aplicar tratamiento fitosanitario en función del nivel de infestación.

Datos

- Umbral de acción: 10 % de plantas infestadas
- Nivel actual de infestación: 8 %

Cálculos

1. Comparación entre el nivel actual y el umbral: $8\% < 10\%$
2. Resultado: El nivel actual **no supera el umbral establecido** para iniciar el tratamiento.

Datos

- Nivel actual de infestación: 8%
- Umbral de acción: 10%

Procedimiento matemático

Se formula la comparación: Nivel actual < Umbral

Al sustituir los valores:

$$8\% < 10\%$$

Se interpreta el resultado:

Como 8 % es menor que 10 %, no se supera el umbral en condiciones normales no se aplicaría tratamiento.

Si fuera necesario expresar en número de plantas:

Suponiendo que en el cultivo hay 1,000 plantas en total.

Nivel actual de infestación:

$$8/100 \times 1000 = 80 \text{ plantas infestadas}$$

Umbral de acción (10 %):

$$10/100 \times 1000 = 100 \text{ plantas infestadas}$$

Comparación: $80 < 100$

Esto confirma que todavía no se llega al umbral, aunque en la práctica se toma la decisión preventiva por las condiciones climáticas.

Análisis: Aunque la infestación es del **8 %**, menor al umbral del **10 %**, las condiciones climáticas son favorables para que la plaga se expanda. Por lo tanto, se recomienda aplicar un tratamiento preventivo antes de que el nivel de infestación aumente.

Conclusión: El monitoreo cuantitativo de plagas permite tomar decisiones más informadas. Aunque el umbral no se supera, aplicar un control preventivo en el momento oportuno evita pérdidas mayores y optimiza el uso de insumos agrícolas.

Economía aplicada al Agronegocio

Análisis de costos y beneficios en la producción agrícola

Los costos son los gastos asociados a la realización de un proyecto o actividad, son los sacrificios económicos realizados para obtener bienes y servicios. La identificación y el control de costos son esenciales para la gestión eficaz de cualquier organización (Horngren, et al., 2013). Por otro lado, los beneficios son las ganancias o ventajas obtenidas de un proyecto. “Los beneficios son las ganancias que se derivan de la realización de un proyecto. Es importante considerar tanto los beneficios tangibles como los intangibles al evaluar la viabilidad de una inversión” (Mankiw, 2014, p.23)."

A continuación, se plantea un ejemplo numérico para ilustrar el análisis de costos y beneficios en la producción de maíz. Tener en cuenta que estos valores son hipotéticos y simplificados para propósitos ilustrativos:

Costos

- Semillas: \$500
- Fertilizantes: \$300
- Pesticidas: \$200
- Mano de obra: \$1.000
- Maquinaria agrícola (amortización anual): \$800
- Riego: \$150

Costos totales: \$2.950

Beneficios

- Producción de maíz: 1.000 kg
- Precio de venta en el mercado: \$1.50 por kg
- Subsidios gubernamentales: \$500
- Reducción de costos a largo plazo mediante prácticas sostenibles: \$200

Ingresos

- Ingresos por venta de maíz: $1.000 \text{ kg} \times \$1,50/\text{kg} = \$1.500$
- Ingresos: $\$1.500 + \500 (subsidijs) + $\$200$ (reducción de costos)
- Ingresos totales: Ingresos x venta de maíz + Subsidijs + reducción de costos
- Ingresos totales= $\$1.500 + 500 + 200$

Ingresos Totales = \$2.200

Beneficio Neto: Ingresos Totales - Costos Totales

Beneficio Neto: $\$2.200 - \$2.950 = -\$750$

En este ejemplo, el beneficio neto es negativo, lo que indica que los costos superan a los beneficios. Esto podría ser una señal de que se deben analizar y ajustar algunos

aspectos del proceso de producción, como buscar formas de reducir costos o mejorar la eficiencia para lograr una rentabilidad positiva.

Es importante recordar que este es solo un ejemplo simplificado, y en la realidad, los costos y beneficios pueden variar según la ubicación geográfica, las condiciones climáticas, las prácticas agrícolas específicas y otros factores.

Modelos económicos para la toma de decisiones

En el ámbito de los agronegocios, existen diversos modelos económicos que pueden ser utilizados para la toma de decisiones. A continuación, se proporcionan ejemplos prácticos de dos modelos económicos relevantes:

Modelo de análisis Costo-Beneficio

Contexto: Supongamos que un agricultor está considerando la inversión en tecnología de riego por goteo en su campo de cultivo.

Pasos del modelo

Costos Iniciales: Calcular el costo de adquisición e instalación del sistema de riego por goteo.

Costos Operativos: Estimar los costos de operación, mantenimiento y energía del sistema de riego.

Beneficios Directos: Evaluar el aumento esperado en el rendimiento de los cultivos debido a un riego más eficiente.

Beneficios Indirectos: Considerar posibles beneficios adicionales, como ahorro de agua y reducción de pérdidas.

Análisis: Comparar los costos totales con los beneficios esperados y determinar si la inversión es rentable a largo plazo.

Análisis numérico utilizando el modelo de análisis costo-beneficio para el agricultor que está considerando invertir en un sistema de riego por goteo.

Costos iniciales

Supongamos que los costos de adquisición e instalación del sistema de riego por goteo son los siguientes:

Costo del equipo de riego: \$5.000

Costo de instalación: \$1.000

Total de Costos Iniciales = Costo del equipo + Costo de instalación

Total de Costos Iniciales = 5.000 + 1.000 = \$6.000

Costos Operativos

Se estiman los costos operativos anuales del sistema de riego:

Mantenimiento anual: \$200

Costo energético anual: \$300

Total de Costos Operativos Anuales = Mantenimiento + Costo energético.

Total de Costos Operativos Anuales= \$200 + \$300 = \$500

Beneficios Directos: debido a la implementación del riego por goteo, el agricultor espera un aumento en el rendimiento de los cultivos. Antes del riego por goteo, el rendimiento era de 1.000 kg por hectárea y se espera que aumente a 1.500 kg por hectárea.

Precio por kg de cultivo: \$2

Incremento en la producción: (1.500kg – 1.000kg) = 500kg

Beneficios Directos Anuales = Incremento en la producción × Precio por kg = 500 * 2= 1.000.

Beneficios Indirectos = Se consideran algunos beneficios adicionales, como el ahorro de agua y la reducción de pérdidas.

Ahorro de agua: \$100 anuales

Reducción de pérdidas en cultivos: \$50 anuales

Total de Beneficios Indirectos Anuales = Ahorro de agua + Reducción de pérdidas en cultivos.

Total de Beneficios Indirectos Anuales = 100 + 50 = \$150

Análisis: Se calculan los beneficios totales anuales y se comparan con los costos totales.

Beneficios Totales Anuales = Beneficios Directos + Beneficios Indirectos

Beneficios Totales Anuales = 1.000 + 150 = \$1.150

Costos Totales Anuales = Costos Operativos = \$500

Análisis de Rentabilidad: Para evaluar la rentabilidad, se calcula el flujo neto anual.

Flujo Neto Anual = Beneficios Totales - Costos Totales

Flujo Neto Anual = \$1.150 - \$500 = \$ 650

Asimismo, para un análisis a largo plazo, se considera un horizonte temporal de 5 años.

Costos Totales a 5 años=Costos Iniciales + (Costos Operativos Anuales × 5)

Costos Totales a 5 años = 6.000 + (500* 5) = 6.000 + 2.500 = \$8.500

Beneficios Totales a 5 años = (Beneficios Totales Anuales × 5)

Beneficios Totales a 5 años = (\$1.150* 5) = \$5.750

Finalmente, se calcula el flujo neto a 5 años:

Flujo Neto a 5 años = Beneficios Totales a 5 años - Costos Totales a 5 años

Flujo Neto a 5 años = \$5.750 – \$8.500 = -2.750 \$

A corto plazo, la inversión muestra un flujo neto positivo de 650 USD por año. Sin embargo, a largo plazo, en un horizonte de 5 años, el agricultor tendría un flujo neto negativo de -2.750 USD, lo que indica que la inversión en riego por goteo puede no ser

rentable en este caso. El agricultor podría necesitar reevaluar los costos, los precios del producto, o incluso otros tipos de tecnología de riego.

Modelo de Análisis de Riesgos

Contexto: Un productor de cultivos está evaluando la introducción de un nuevo cultivo que es susceptible a condiciones climáticas extremas.

Pasos del modelo

Identificación de Riesgos: enumerar posibles riesgos, como sequías, inundaciones o plagas específicas para el nuevo cultivo.

Probabilidades: estimar la probabilidad de ocurrencia de cada riesgo identificado.

Impacto Económico: evaluar el impacto económico de cada riesgo en términos de pérdidas de cultivos y costos adicionales.

Estrategias de Mitigación: desarrollar estrategias para mitigar o reducir los riesgos identificados.

Análisis de Escenarios: realizar análisis de escenarios utilizando diferentes combinaciones de riesgos y evaluar su impacto económico global.

Toma de Decisiones: considerar las estrategias de mitigación y la tolerancia al riesgo del productor para tomar decisiones informadas sobre la introducción del nuevo cultivo.

Para ilustrar el proceso de evaluación de riesgos en la introducción de un nuevo cultivo en el contexto de un productor agrícola, a continuación, se presenta un ejemplo numérico utilizando los pasos mencionados.

Identificación de Riesgos: El productor identifica los siguientes riesgos para el nuevo cultivo, que es susceptible a condiciones climáticas extremas:

Sequía

Inundación

Plagas

Heladas tardías

Probabilidades: Se estima la probabilidad de ocurrencia de cada uno de los riesgos identificados durante el ciclo de cultivo (estimando un periodo de 1 año):

Sequía: 30%

Inundación: 20%

Plagas: 25%

Heladas tardías: 15%

Impacto Económico: A continuación, se evalúa el impacto económico de cada riesgo en términos de pérdidas de cultivos y costos adicionales. Si el ingreso esperado por cultivo en condiciones normales es de \$10.000.

Riesgo	Probabilidad (%)	Impacto Potencial (\$)	Pérdida Esperada (\$)
Sequía	30%	10.000	3.000
Inundación	20%	5.000	1.000
Plagas	25%	3.000	750
Heladas tardías	15%	7.000	1.050
Total			5.800

Estrategias de Mitigación

El productor puede desarrollar estrategias para mitigar los riesgos identificados. Algunas posibles estrategias incluyen:

Sequía: Implementación de un sistema de riego eficiente.

Inundación: Construcción de drenajes y selección de variedades de cultivo tolerantes al agua.

Plagas: Uso de control biológico y prácticas agrícolas sostenibles.

Heladas tardías: Cubrir los cultivos con tela especial o emplear sistemas de calefacción.

Análisis de Escenarios

Se pueden contemplar diferentes escenarios combinados para evaluar el impacto económico global. Por ejemplo:

Escenario A: Sequía y plagas ocurren.

Escenario B: Inundación y heladas tardías ocurren.

Escenario C: Todos los riesgos ocurren.

Calcular el impacto de cada escenario:

Escenario A: se considera perdida por: sequía (\$10.000) + plagas (\$3.000).

Escenario A (Total): \$10.000 + \$3.000 = \$13.000

Escenario B: se considera perdida por inundación (\$5.000) + heladas tardías (\$7.000)

Escenario B (Total): \$5.000 + \$7.000 = \$12.000

Escenario C: Total de pérdidas por sequía, inundación, plagas y heladas.

Escenario C (Total): \$10.000 + \$5.000 + \$3.000 + \$7.000 = \$25.000

Toma de Decisiones: Con todos estos datos, el productor puede analizar los costos esperados y las estrategias de mitigación propuestas. Si su tolerancia al riesgo es baja, puede optar por implementar las estrategias de mitigación antes de la siembra o quizás reconsiderar la introducción del nuevo cultivo.

Por último, la decisión deberá balancear los costos de implementar estrategias de mitigación frente al riesgo potencial de pérdidas económicas significativas.

Estos modelos proporcionan marcos estructurados para evaluar decisiones clave en los agronegocios, ayudando a los agricultores y empresarios a tomar decisiones fundamentadas basadas en análisis económicos y gestión de riesgos.

Aplicación de matemática básica en el Agronegocio

En esta sección se presentan cálculos sencillos que se aplican comúnmente en el agronegocio:

Área de una parcela: la medida del área de una parcela en Panamá, al igual que en muchos otros lugares, se expresa generalmente en metros cuadrados (m^2) o hectáreas (ha). Aquí hay algunas unidades comunes de medida de área:

Metro cuadrado (m^2): es la unidad básica de medida de área. Un metro cuadrado es el área de un cuadrado con lados de un metro de longitud.

Hectárea (ha): una hectárea es igual a 10.000 metros cuadrados. Es una unidad de medida de área más grande y se utiliza comúnmente para describir extensiones de tierra más extensas, como terrenos agrícolas o parcelas grandes.

Fórmula para calcular áreas o superficies

El área de un rectángulo, se calcula multiplicando la longitud (L) por el ancho (W). Esta misma fórmula se utiliza para calcular el área de un terreno, una habitación o cualquier superficie rectangular (Área = Longitud x Ancho).

Simplemente sustituye la longitud y el ancho con las medidas reales de la superficie que se está evaluando y el resultado se obtiene en metros cuadrados.

Ejemplo: Si una parcela tiene 30 metros de longitud y 20 metros de ancho. Determinar el área.

Procedimiento: aplicando la fórmula del área, se sustituyen los valores dados.

Área = Longitud x Ancho

Área = 30 mts x 20 mts.

Área = 600 m^2 .

Dosificación de fertilizantes

La dosificación de fertilizantes en Panamá, al igual que en cualquier otro lugar, depende de diversos factores, como el tipo de cultivo, las características del suelo, la etapa de crecimiento de la planta y las condiciones climáticas.

Pasos para calcular la dosificación:

1. *Análisis de suelo*: Antes de aplicar fertilizantes, es crucial realizar un análisis de suelo. Este análisis proporciona información sobre los nutrientes presentes, su pH, la textura del suelo y otros factores relevantes.

2. *Objetivos del cultivo*: Se definen los objetivos del cultivo, el rendimiento esperado y los requerimientos nutricionales específicos para esa planta en particular.

3. *Selección del fertilizante*: Basándose en los resultados del análisis de suelo y en los requerimientos del cultivo, se elige un fertilizante que aporte los nutrientes necesarios en las proporciones adecuadas.

4. *Cálculo de dosificación*: Se utiliza la fórmula de dosificación recomendada, expresada generalmente en kilogramos de fertilizante por hectárea.

Fórmula básica para calcular la dosificación

Cantidad de fertilizante (kg/ha) = Necesidad de nutriente x ha. x 100 / % de nutrientes en el fertilizante.

Ejemplo 1:

Que cantidad de fertilizante se requiere para un cultivo, cuya necesidad de nutriente es de 100 kg/ha, con un 20% de nitrógeno en el fertilizante.

Procedimiento:

Aplicando la fórmula básica de cantidad de fertilizante (kg/ha) se tiene:

Cantidad de fertilizante (kg/ha) = Necesidad de nutriente x ha. x 100 / % de nutrientes en el fertilizante

Cantidad de fertilizante (kg/ha) = 100 kg/ha x 100 / 20% = 500kg/ha

Cantidad de fertilizante=500kg/ha

Conclusión: Se requieren 500 kg de fertilizante por hectárea para suplir el déficit de nitrógeno.

Otra aplicación: *Dosificación por área específica*

Cantidad de fertilizante = Área de la parcela (m²) x Dosis recomendada por m² (kg/m²)

Ejemplo 2

Que cantidad de fertilizante se necesita para una parcela que tiene un área de 600m², cuya dosis recomendada es de 2 Kg/m²

Cantidad de fertilizante = 600m² x 2kg/m² = 1.200kg

Conclusión: Para la parcela de 600 m², se necesitan 1.200 kg de fertilizante.

Rendimiento de Cultivos:

El rendimiento de cultivos es la cantidad de producción agrícola, que se cosecha por unidad de superficie de tierra, puede variar según diversos factores, como las condiciones climáticas, el tipo de suelo, la calidad de las semillas y las prácticas agrícolas utilizadas. Además, en algunos casos, el rendimiento se expresa en unidades específicas de medida según el tipo de cultivo (por ej. kilogramos por hectárea, *bushels* por acre, etc.).

Se calcula utilizando diferentes variables y medidas específicas según el tipo de cultivo, y la fórmula exacta puede variar según el tipo de cultivo y la región. En esta sección se presenta una guía general sobre cómo se puede calcular el rendimiento de los cultivos en Panamá. A continuación, se proporciona una fórmula general que se utiliza comúnmente para calcular el rendimiento de los cultivos.

Formula:

Rendimiento de Cultivos= Producción de Cultivos / Área Cultivada

Rendimiento de Cultivos: es la cantidad de cosecha producida por unidad de área.

Producción de Cultivos: es la cantidad total de cultivos cosechados.

Área Cultivada: es la extensión de tierra utilizada para el cultivo.

Ejemplo 3: se tiene una parcela de tierra de una (1) hectárea (10.000 m²) y cosechas cinco (5) toneladas de maíz/ha.

¿Cuál sería el rendimiento del cultivo?

Datos:

Área de la parcela: 10.000 m²

Rendimiento de Cultivo= 5 toneladas por hectárea.

Para calcular el rendimiento por unidad de área:

Producción total de cultivos: se refiere a recoger la producción total de los cultivos cosechados. Esto puede incluir: el peso total de los productos cosechados, o el número total de unidades. Es la cantidad total de producto obtenido (por ejemplo, en kilogramos, toneladas).

Superficie de cultivo (área de cultivo): se mide la superficie total destinada al cultivo, utilizando herramientas de medición, tales como: cintas métricas, GPS o instrumentos topográficos, generalmente es expresada en hectáreas o metros cuadrados.

Rendimiento por unidad de área: se determina, dividiendo la producción total entre la superficie de cultivo. La fórmula sería:

Rendimiento por unidad de área= Producción total / Superficie de cultivo

El resultado te dará el rendimiento por unidad de área, que normalmente se expresa en términos de producción por Kilogramos o toneladas por hectárea o por metro cuadrado, o unidades específicas según el tipo de cultivo. Esta medida es útil para evaluar la eficiencia y productividad de un cultivo.

Es importante tener en cuenta que el rendimiento puede variar según diversos factores, como son las condiciones climáticas, el tipo de suelo, las prácticas agrícolas utilizadas, el uso de fertilizantes, entre otros.

Además, en el caso de cultivos específicos, como el arroz, maíz, tomate, etc., existen métodos y fórmulas específicas adaptadas a las características de esos cultivos particulares. Por lo tanto, es recomendable consultar fuentes específicas o asesorarse con expertos en agricultura local para obtener información más detallada y precisa para cultivos específicos en Panamá.

Otra manera de calcular el rendimiento es utilizando la siguiente fórmula:

Rendimiento = Cantidad de cultivo recolectado / Área cultivada

Ejemplo: Si se cosechan 8.000 kg de maíz en una parcela de 1 hectárea (10.000 m²). ¿Cuál sería el rendimiento? el rendimiento sería $8.000 \text{ kg} / 10.000 \text{ m}^2 = 0.8 \text{ kg/m}^2$.

Rendimiento: $\frac{8000 \text{ kgs}}{10.000 \text{ m}^2}$

Rendimiento= 0.8 Kgs/m²

Para convertir el rendimiento de 0.8 kg/m² a hectáreas, se puede utilizar el siguiente procedimiento:

✓ Multiplicar el rendimiento en kg/m² por 10.000 m² (que es una hectárea), para obtener el rendimiento total en kg por hectárea.

✓ Como una hectárea es igual a 10.000 m², el resultado obtenido en el paso 1 será el rendimiento en kg por hectárea.

Desarrollo del cálculo:

$0.8 \text{ kg/m}^2 \times 10.000 \text{ m}^2 / \text{ha} = 8.000 \text{ kg/ha}$.

Por lo tanto, el rendimiento es de 8.000 kg por hectárea.

En el campo de los especialistas en agricultura, la medición del rendimiento se lleva a cabo al tener en cuenta un valor particular por unidad. Para ilustrar este concepto, se considera el siguiente ejemplo práctico:

Rendimiento de cultivo de tomates

Si un agricultor que cultiva tomates en una parcela de tierra, considerándose el rendimiento en función de:

a) Valor X (Cantidad de semillas por metro cuadrado):

Cada metro cuadrado de la parcela se siembra con una cierta cantidad de semillas de tomate.

b) Unidad de Superficie (metros cuadrados):

La parcela de tierra tiene una superficie total de 100 metros cuadrados.

c) Unidad Monetaria (Dinero):

Se asigna un costo a cada semilla, y también hay costos adicionales para el agua, fertilizantes y otros insumos.

Aplicando la fórmula de Rendimiento, se tiene:

Rendimiento= Cantidad de tomates × Precio de venta por tomate –Costos de producción

Parámetros:

Cantidad de tomates: depende de la cantidad de semillas plantadas y la eficiencia del cultivo.

Precio de venta por tomate: es el precio al que se vende cada tomate en el mercado.

Costos de producción: incluyen el costo de las semillas, insumos agrícolas, mano de obra, etc.

Ejemplo Numérico: Vamos a suponer que la producción de tomates es de 1000 unidades.

Valor X (Cantidad de semillas por metro cuadrado): 5 semillas/m²

Unidad de Superficie: 100 metros cuadrados

Unidad Monetaria (Costo por semilla): \$0.50

Precio de Venta por tomate: \$1.00

Costos de producción: \$50.00

Calcular:

a) Cantidad de semillas utilizadas:

Cantidad de Semillas = Valor X * Unidad de superficie.

Cantidad de Semillas = 5 semillas/m² × 100m²

Cantidad de Semillas = 500 semillas

b) Costos de Semillas

Costos de semillas= Cantidad de semillas * Costo por semilla

Costos de Semillas= 500 semillas * \$0.50 /semilla

Costos de Semillas: \$250.00

c) Costos de producción

Costos totales =Costos de semillas + Costos de producción

Costos totales=\$250.00 + \$50.00

Costos totales de producción: \$300.00

d) Ingresos por Ventas

Ingresos = Producción de tomates * Precio de venta por tomate

Ingresos=1000 tomates×\$1.00 / tomate

Ingresos=\$1.000.00

e) Rendimiento económico = Ingresos – Costos totales

Rendimiento económico =\$1.000–\$300.00=\$ 700.00

Rendimiento económico =\$ 700.00

En este caso, el rendimiento económico de la producción de tomates sería de \$ 700.00 después de restar los costos de producción. Este valor final dependerá de la cantidad de tomates, el precio de venta y los costos asociados.

Este ejemplo ilustra cómo los diferentes parámetros afectan el rendimiento económico en el contexto de la producción de tomates.

f) Costo Total de Producción:

En Panamá, al igual que en muchos otros lugares, el cálculo del costo total se realiza multiplicando el costo por unidad por la cantidad de unidades. La fórmula es la siguiente:

Costo Total=Costo por unidad × Cantidad de unidades

Donde:

Costo Total = es el costo total de los bienes o servicios.

Costo por Unidad= es el costo unitario de cada bien o servicio.

Cantidad de unidades = es la cantidad total de bienes o servicios.

Para aplicar esta fórmula, simplemente toma el costo por unidad del bien o servicio y multiplica esa cantidad por el número total de unidades que estás considerando.

Por ejemplo, si tienes un producto que cuesta \$5 por unidad y deseas calcular el costo total para 100 unidades, la fórmula sería:

Fórmula:

Costo Total = Costo por Unidad * Cantidad de Unidades

Costo Total = \$5 x 100 =

Costo Total =\$500

Ejemplo: Si el costo de producción por hectárea es de \$1.000 y se cultivan 5 hectáreas. ¿Cuál será el costo total?

Costo Total = Costo por Unidad * Cantidad de Unidades

Costo Total = \$1.000/ha * 5 ha

Costo Total = \$5.000

Riego:

El cálculo del riego en agricultura en Panamá, al igual que en cualquier otro lugar, depende de varios factores, tales como: el tipo de cultivo, el clima, la calidad del suelo y la disponibilidad de agua. Aquí hay algunos pasos generales que podrías seguir para calcular el riego:

Determinar las necesidades hídricas del cultivo: Cada cultivo tiene requisitos específicos de agua. Puedes encontrar esta información en literatura agrícola, a través de instituciones agrícolas o consultando con expertos locales. Por ejemplo, el Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP) podría ser una fuente valiosa de información.

Calcular la evapotranspiración (ET): La ET es la cantidad total de agua perdida por evaporación del suelo y transpiración de las plantas. Puedes utilizar métodos como el método de *Penman-Monteith* para calcular la ET.

Evaluar la eficiencia del sistema de riego: Si estás utilizando un sistema de riego, como goteo o aspersión, debes considerar la eficiencia del sistema. Esto te ayudará a determinar cuánta agua efectivamente llega a las plantas.

Determinar la frecuencia y duración del riego: Basándose en la información de las necesidades hídricas y la ET, se puede determinar con qué frecuencia y por cuánto tiempo se debe regar. Esto también dependerá de la capacidad de retención de agua del suelo.

Considerar la temporada y las condiciones climáticas: Las necesidades de riego pueden variar según la temporada y las condiciones climáticas. Por ejemplo, en períodos o estaciones secos, es posible que necesites aumentar la frecuencia y duración del riego.

➤ **Monitorear la humedad del suelo:** Utiliza sensores de humedad del suelo para monitorear la humedad en tiempo real. Esto permitirá ajustar el riego según las condiciones específicas del campo.

➤ **Utilizar prácticas de conservación de agua:** Implementar técnicas de conservación de agua, como mulching o la aplicación de tecnologías más eficientes en el uso del agua.

➤ **Cumplir con regulaciones locales:** cerciorarse de cumplir con las regulaciones locales relacionadas con el uso del agua y el riego.

Para ilustrar el procedimiento del cálculo y gestión de las necesidades hídricas en un cultivo, vamos a desarrollar un ejemplo numérico utilizando un cultivo común, como el maíz. A continuación, se desglosan los pasos mencionados anteriormente con valores numéricos.

Determinar las necesidades hídricas del maíz como cultivo

El maíz tiene una necesidad hídrica promedio de alrededor 600 mm durante todo su ciclo de crecimiento. Este valor puede variar dependiendo de las condiciones climáticas y el tipo de suelo donde se cultive.

Cálculo de la evapotranspiración (ET)

Para saber cuánta agua pierde el cultivo cada día, se usa el método de Penman-Monteith, que combina datos de clima (temperatura, sol, humedad y viento). Con este cálculo se obtiene que, en la etapa de mayor demanda, el maíz pierde 5 mm de agua por día.

Eso significa que, cada día, hay que reponer 5 litros de agua por cada metro cuadrado de cultivo.

Determinar la frecuencia y duración del riego: Tomando en cuenta que la ET es de 5 mm/día y la eficiencia del sistema de riego es del 85%, se debe calcular la cantidad de agua a utilizar:

Agua necesaria diaria = $ET / \text{Eficiencia} = 5\text{mm} / 0.85$

Agua necesaria diaria = Aproximadamente 5.88 mm/día

Si la capacidad de retención de agua del suelo permite regar cada 3 días, la cantidad total de agua a suministrar por riego sería:

Agua total por riego = Agua necesaria diaria x días

Agua total por riego = $5.88\text{ mm/día} \times 3\text{ días} = 17.64\text{ mm}$

Considerar la temporada y las condiciones climáticas: en la época de mayor calor, la frecuencia de riego puede aumentar a cada 2 días. Al ajustar el cálculo resulta:

Agua total por riego = $5.88\text{ mm/día} \times 2\text{ días} = 11.76\text{ mm}$

Monitorear la humedad del suelo: Para este ejemplo, utilizamos sensores de humedad, los cuales indican que el contenido de humedad del suelo está bajo, por lo que se decide mantener el riego cada 2 días.

Utilizar prácticas de conservación de agua: Implementando técnicas como el mulching, que puede reducir la evaporación, y que efectivamente se logra reducir la ET en un 10%, la nueva ET sería:

Nueva ET = $ET (1 - 0.10) = 5\text{ mm/día} \times 0.90 = 4.5\text{ mm/día}$

Cumplir con regulaciones locales: Antes de implementar estas prácticas y los cálculos de riego, se verifica que estamos dentro de los límites de uso de agua establecidos por las autoridades locales.

Resumen numérico

- ✓ Necesidad hídrica del maíz: 600 mm/ciclo.
- ✓ Evapotranspiración (ET): 5 mm/día.
- ✓ Eficiencia del riego: 85%.
- ✓ Agua necesaria ajustada: 5.88 mm/día.
- ✓ Riego cada 2 días: aproximadamente 11.76 mm cada riego.

- ✓ Nueva ET con mulching: 4.5 mm/día.

Con esta guía y ejemplos numéricos, puedes ajustar las prácticas de riego para maximizar la eficiencia en el uso del agua en tus cultivos.

Recuerde que es importante adaptar estos pasos a las condiciones específicas de tu área en Panamá y a las características de tu cultivo. Consultar con expertos locales y agrónomos puede proporcionarte información valiosa y específica para tu situación.

- ✓ **Fórmula:** Volumen de Agua = Área x Profundidad del Riego

✓ **Ejemplo:** Si se riega una parcela de 500 m² con una profundidad de riego de 0.2 metros, el volumen de agua necesario sería 500 m² * 0.2 m = 100 m³.

Rentabilidad

- ✓ **Fórmula:**

Rentabilidad = Ingresos – Costos

Es una forma básica de calcular la rentabilidad. Sin embargo, la rentabilidad se suele expresar como un porcentaje, lo que se conoce como margen de rentabilidad o rendimiento.

La fórmula para calcular el margen de rentabilidad (o rendimiento) es la siguiente:

Margen de Rentabilidad (%) = (Ingresos – Costos) x 100/ Costos.

En esta fórmula:

Ingresos: se refiere a los ingresos totales generados por una actividad comercial o inversión.

Costos: son los costos totales asociados con esa actividad o inversión.

Nota: Al multiplicar el resultado por 100, se obtiene el margen de rentabilidad expresado como un porcentaje.

Por ej. si tus ingresos son \$10.000 y tus costos son \$7.000, la fórmula sería:

Margen de Rentabilidad (%) = (10.000 - 7.000) x 100 / 7.000

Margen de Rentabilidad (%) = 3.000 x 100 / 7.000

Margen de Rentabilidad (%) ≈ 42.86%

Análisis: En este caso, tu margen de rentabilidad sería aproximadamente del 42.86%. Esto significa que has obtenido un beneficio del 42.86% en relación con tus costos.

Otro ejemplo de aplicación sería:

Ingresos por la venta de cultivos = \$8.000

Costos de producción = \$5.000

Rentabilidad= \$8.000 - \$5.000 = \$3.000.

Estos son solo ejemplos básicos, pero muestran cómo se pueden aplicar conceptos matemáticos simples en el agronegocio para realizar cálculos esenciales en la toma de decisiones y la gestión eficiente de recursos.

Uso de estadísticas para el análisis de datos agrícolas

Producción promedio de cultivos:

Datos de producción de maíz en toneladas durante los últimos 5 años: 10.000, 12.000, 8.000, 11.000, 9.000. En este caso se suman las toneladas de maíz y se divide por el total de número de observaciones o datos.

Producción promedio: $10.000 + 12.000 + 8.000 + 11.000 + 9.000 / 5 = 50.000 / 5 = 10.000$ Toneladas

Variabilidad en los rendimientos:

Desviación estándar de la producción de maíz: 1.500 toneladas.

Para calcular la desviación estándar de un conjunto de datos, sigue estos pasos:

- ✓ Calcula la media (promedio) de los datos.
- ✓ Resta la media de cada dato y eleva al cuadrado el resultado.
- ✓ Calcula la media de los resultados obtenidos en el paso anterior.
- ✓ Toma la raíz cuadrada de la media obtenida en el paso 3.
- ✓ Vamos a aplicar estos pasos a tu conjunto de datos:

Datos:

10.000; 12.000; 8.000; 11.000; 9.000

Paso 1: Calcular la media de los datos

Media = $10.000 + 12.000 + 8.000 + 11.000 + 9.000 / 5 = 10.000$

Media = 10.000

Paso 2: Resta la media y eleva al cuadrado el resultado

$(10000 - 10000)^2$	0
$(12000 - 10000)^2$	40000000
$(8000 - 10000)^2$	40000000
$(11000 - 10000)^2$	100000000
$(9000 - 10000)^2$	100000000

Paso 3: Calcular la media de los resultados obtenidos

Media de los resultados = $\frac{0 + 40000000 + 40000000 + 100000000 + 100000000}{5}$

Media de los resultados = 58000000

Paso 4: Toma la raíz cuadrada de la media obtenida en el paso 3

Desviación estándar = $\sqrt{58000000} \approx 7615.77$

Solución: Por lo tanto, la desviación estándar de tu conjunto de datos es aproximadamente 7615.77.

Calculo de superficies

La fórmula para calcular la superficie de un rectángulo es longitud x ancho. En este caso, la longitud es de 10 metros y el ancho es de 5 metros.

Superficie = Longitud x Ancho

Superficie = 10 m x 5 m

Superficie = 50 m²

Por lo tanto, la superficie del rectángulo es de 50 m²

Nota: El cálculo de la superficie en Panamá, al igual que en cualquier otro lugar, se realiza utilizando la fórmula anteriormente señalada.

Densidad

La fórmula para calcular la densidad es la masa dividida por el volumen. La densidad se expresa comúnmente en unidades como kilogramos por metro cúbico (kg/m³) o gramos por centímetro cúbico (g/cm³). La fórmula matemática es:

Densidad = Masa / Volumen.

Aplicando la fórmula:

Densidad= se expresa en unidades de masa por unidad de volumen (por ejemplo, kg/m³ o g/cm³).

Masa= se refiere a la masa del objeto y se mide en kilogramos (kg) o gramos (g).

Volumen= es el volumen ocupado por el objeto y se mide en metros cúbicos (m³) o centímetros cúbicos (cm³).

En este caso, la masa es de 200 gramos y el volumen es de 50 cm³.

Densidad = Masa / Volumen

Densidad = 200 g / 50 cm³

Densidad = 4 g/cm³

Solución= Por lo tanto, la densidad del objeto es de 4 g/ cm³. Lo que significa que, en cada centímetro cúbico de espacio, hay 4 gramos de masa.

Porcentaje de ganancia

La fórmula para calcular el porcentaje de ganancia se obtiene restando el costo inicial al precio de venta, dividiendo eso por el costo inicial y multiplicando por 100.

$$\text{Porcentaje de Ganancia} = \frac{(\text{Precio de venta} - \text{Costo inicial})}{\text{Costo inicial}} \times 100$$

Datos:

Precio de venta= \$120

Costo inicial = \$80

Aplicando la fórmula: $\frac{(\$120 - \$80)}{\$80} \times 100$

Porcentaje de Ganancia = 0.5 x 100

Porcentaje de Ganancia = 50%

Por lo tanto, el porcentaje de ganancia es del 50%.

Regla de Tres Simple

La regla de tres simple, es un método matemático que se utiliza para resolver proporciones y encontrar el valor de una variable en función de otras tres variables conocidas. En el contexto de productos agropecuarios en Panamá, puedes utilizar la regla de tres simple, para calcular diferentes aspectos, como costos, rendimientos, precios, entre otros.

A continuación, se proporciona un ejemplo genérico de cómo podrías aplicar la regla de tres simple, para calcular el costo de un determinado producto agropecuario en Panamá:

Supongamos que tienes la siguiente situación:

Sabes que 10 kilogramos de un determinado producto agropecuario tienen un costo de \$50 en Panamá. Quieres saber cuánto costaría 15 kilogramos de ese mismo producto.

Puedes usar la regla de tres simple de la siguiente manera:

10 Kg _____ \$50

15 Kg _____ X

Para calcular el costo de 15 kg mediante la regla de tres simple, realizamos una multiplicación cruzada que permitirá obtener el resultado deseado.

$$X = \frac{(15 \text{ Kg} \times \$50)}{10}$$

$$X = \frac{750}{10}$$

X = 75. Por lo tanto, el costo de 15 kilogramos de ese producto sería \$75.

Si deseas determinar el costo equivalente a un kilogramo, el procedimiento a seguir es el siguiente:

10 Kg _____ \$50

1 Kg _____ X

$$X = \frac{1 \times 50}{10}$$

$$X = \frac{50}{10}$$

$$X = 5$$

Ahora, sabemos que 1 kilogramo de ese producto cuesta \$5.

Este es solo un ejemplo básico. Puedes adaptar la regla de tres simple, a diferentes situaciones relacionadas con productos agropecuarios en Panamá, dependiendo de la información que se tiene y de la variable que se está tratando de calcular.

Otro ejemplo hipotético básico

Sabes que 5 naranjas tienen un costo de \$10 en Panamá. Quieres saber cuánto cuesta 1 naranja.

Costo de 5 naranjas = \$10

Costo de 1 naranjas = X

Aplicando la regla de tres simple:

5 naranjas _____ \$10

1 naranja _____ X

$$X = \frac{1 \times 10}{5}$$

$$X = 2$$

Solución: Una naranja cuesta \$2

La regla de tres simple, se utiliza para encontrar un valor desconocido en proporción directa a otro valor conocido. En este caso, el problema plantea calcular el costo de 8 naranjas, dado que el costo de 1 naranja es conocido.

Costo de 1 naranja = \$2

Cuánto cuestan 8 naranjas '=

El planteamiento sería así:

Costo de 1 naranja _____ \$2

¿Costo de 8 naranjas _____ \$?

$$X\$ = \frac{8 \times 2}{1} = 16$$

Por lo tanto, el costo de 8 naranjas es de \$16.

Regla de Tres Compuesta

La regla de tres compuesta se puede utilizar para encontrar el tiempo que tomará a 5 obreros construir el mismo muro si 3 obreros pueden hacerlo en 4 días.

(3 obreros) _____ (4 días)

(5 obreros) _____ ¿Cuántos días?

Primero, establecemos una proporción:

3 obreros _____ 4 días

1 obrero _____ X días.

Multiplicamos en cruz:

$$X = \frac{1 \text{ obrero} \times 4 \text{ días}}{3 \text{ obreros}} = 1.33 \text{ días gasta un obrero}$$

Pero como son Cinco, entonces ellos gastaran (1.33 días x 5 obreros), 6.66 días

Por lo tanto, tomará aproximadamente 6.66 días para que 5 obreros construyan el mismo muro.

Eficiencia de la producción agrícola

A continuación, se presenta un ejemplo numérico simplificado:

A continuación, se presenta un ejemplo numérico simplificado:

Supongamos que tienes una parcela de tierra donde cultivas arroz y quieres evaluar la eficiencia de tu producción.

Rendimiento de arroz: 5 toneladas por hectárea.

Costo de producción por hectárea: \$1,500.

Ahora, puedes usar la fórmula de eficiencia para evaluar qué tan eficiente es tu producción agrícola:

Eficiencia= Rendimiento / Costo de producción

$$\text{Eficiencia} = \frac{5 \text{ toneladas/hectárea}}{\$ 1.500 \text{ dólares/hectárea}}$$

$$\text{Eficiencia} = 0.00333 \text{ toneladas/dólar}$$

En este caso hipotético, la eficiencia sería de aproximadamente 0.00333 toneladas por dólar. Puedes interpretar esto como la cantidad de arroz producido por cada dólar invertido en la producción. Cuanto mayor sea el valor de eficiencia, mejor será la eficiencia de la producción agrícola en términos de rendimiento en relación con los costos.

Es importante señalar que estos valores son ficticios y simplificados para fines ilustrativos. En la práctica, los costos de producción y los rendimientos variarán según la ubicación geográfica, las prácticas agrícolas, el tipo de cultivo, entre otros factores.

Rotación de cultivos en un terreno

Calcular la frecuencia de rotación de cultivos en un terreno.

Fórmula:

Rotación de cultivos= Número de cultivos diferentes / (Número total de ciclos de cultivo) x 100

La rotación de cultivos es una práctica agrícola en la que se alternan diferentes tipos de cultivos en una parcela de tierra durante ciclos de producción sucesivos. Esta práctica ayuda a mejorar la salud del suelo, controlar plagas y enfermedades, y optimizar los recursos.

Aquí se presenta un ejemplo simplificado de rotación de cultivos:

Se tiene una parcela de tierra y para su utilización se decide implementar una rotación de cultivos durante un periodo de cuatro años, y en cada año cultivas un tipo diferente de cultivo, donde cada uno genera rendimiento diferente. Determinar la eficiencia.

Año	Cultivo	Rendimiento
1	Maíz	8 toneladas por hectárea
2	Soja	6 toneladas por hectárea
3	Zanahorias	4 toneladas por hectárea
4	Remolachas	3 toneladas por hectárea

Para calcular el índice de eficiencia de la rotación de cultivos, se puede usar la siguiente fórmula:

Eficiencia= Número de cultivos diferentes / Número total de ciclos de cultivo x 100

Eficiencia= 4 cultivos diferentes / 4 ciclos de cultivo x 100

Eficiencia = 100%

Esto significa que has cultivado cuatro tipos diferentes de cultivos en un periodo de cuatro años, logrando una rotación completa. Un índice de eficiencia del 100% indica que ha seguido el plan de rotación de cultivos según lo programado.

Es importante adaptar la rotación de cultivos a las condiciones específicas de la región y tener en cuenta factores como las necesidades nutricionales de los cultivos, la resistencia a enfermedades y la rotación adecuada para mejorar la estructura del suelo.

Tasa de Crecimiento de Cosecha

Evaluar la tasa de crecimiento de la producción agrícola a lo largo de los años.

Fórmula:

$$\text{Tasa de crecimiento} = \left[\frac{\text{Producción final} - \text{Producción inicial}}{\text{Producción final}} \right] \times 100$$

La tasa de crecimiento de cosecha se utiliza para evaluar cómo ha cambiado la producción agrícola a lo largo de un periodo de tiempo. Aquí un ejemplo simplificado de cómo calcular la tasa de crecimiento de cosecha a lo largo de tres años.

Año	Producto	Producción Total
1	Maíz	100 toneladas
2	Maíz	120 toneladas
3	Maíz	150 toneladas

Aplicando la siguiente fórmula:

$$\text{Tasa de Crecimiento} = \frac{(\text{Producción Final} - \text{Producción Inicial})}{\text{Producción Inicial}} \times 100$$

$$\text{Tasa de Crecimiento} = \frac{(150 \text{ toneladas} - 100 \text{ toneladas})}{100 \text{ toneladas}} = \frac{50}{100}$$

$$\text{Tasa de Crecimiento} = 0.5 \times 100 = 50\%$$

Otra forma de calcular la Tasa de Crecimiento es:

$$\text{Tasa de Crecimiento} = \frac{\text{Producción final (Pn)}}{(\text{Producción inicial (Po)} - 1) \times 100}$$

$$\text{Tasa de Crecimiento} = \text{Pn/Po} - 1 \times 100 =$$

$$\text{Tasa de Crecimiento} = 150/100 - 1 \times 100 = (1.5 - 1)$$

$$\text{Tasa de Crecimiento} = 0.5 \times 100 = 50\%$$

Esto indica que la producción de maíz ha experimentado un crecimiento del 50%, durante el periodo de tres años.

Es importante destacar que este es un ejemplo simplificado y que, en la práctica, otros factores como las condiciones climáticas, la gestión del suelo, el uso de fertilizantes, entre otros, también pueden influir en la producción. Además, la tasa de crecimiento puede ser negativa si la producción disminuye en lugar de aumentar.

CONCLUSIÓN

En esta obra exhaustiva sobre los agronegocios, se ha sumergido al lector en un viaje que abarca desde los fundamentos de la producción agrícola hasta la intrincada red de comercialización y la crucial temática de la sostenibilidad. A lo largo de estas páginas, he destacado la complejidad y la interconexión de los diversos elementos que componen la cadena de valor de los agronegocios.

En primer lugar, se explora detalladamente la fase de producción, examinando las últimas innovaciones tecnológicas, prácticas agrícolas sostenibles y la importancia de la eficiencia en este proceso. Señalando la necesidad de adoptar enfoques holísticos que equilibren la productividad con la conservación de recursos naturales, promoviendo así la resiliencia a largo plazo en el sector.

Posteriormente, se adentra en el fascinante mundo de la comercialización de productos agrícolas, analizando las estrategias de distribución, los retos logísticos y la influencia de los mercados internacionales, destacando la relevancia de la cadena de suministro y la colaboración entre los actores involucrados, subrayando cómo estas dinámicas pueden influir significativamente en el éxito de los agronegocios.

Un tema recurrente a lo largo de esta exploración ha sido la sostenibilidad, se ha demostrado que los agronegocios no solo tienen el potencial de impulsar el crecimiento económico, sino también de desempeñar un papel crucial en la protección del medio ambiente, sustentado en enfoques sostenibles que fomenten la preservación de la biodiversidad, la gestión responsable de los recursos naturales y la mitigación de impactos ambientales negativos.

Al considerar el papel de los agronegocios en la economía global, no es pertinente pasar por alto su capacidad para generar oportunidades económicas, subrayando cómo este sector no solo contribuye al desarrollo de comunidades rurales, sino que también puede actuar como motor de crecimiento para países enteros. La expansión de los agronegocios no solo impulsará empleo y mejora la calidad de vida, sino que también crea una red de interdependencia económica que puede fortalecer la estabilidad financiera a nivel nacional e internacional.

En última instancia, expresada la convicción en el potencial transformador de los agronegocios para el futuro, considero firmemente en la posibilidad de que este sector no solo sea un impulsor clave del desarrollo económico, sino también un defensor de la sostenibilidad ambiental. Al alentar prácticas responsables y estrategias innovadoras, los agronegocios pueden desempeñar un papel fundamental en la construcción de un futuro donde la prosperidad económica coexista armoniosamente con la preservación del medio ambiente. Con esta obra, pretendo inculcar en aquellos interesados en este campo a contribuir activamente a la creación de un mundo donde los agronegocios no solo sean rentables, sino también agentes de cambio positivo para la sociedad y el planeta.

Referencias Bibliográficas

- Ahrens, C. D., & Henson, R. (2019). *Meteorology Today: An Introduction to Weather, Climate, and the Environment*. Cengage Learning
- Airgarden. (s.f.). La guía definitiva de aeroponía para principiantes. https://airgarden.com.au/blogs/news/aeroponics-for-beginners?srltid=AfmBOopDmkzBT09SMzXRko9Oh_YIFImZliuXmtVGIG508KWVgpPJ8gFt
- Alza Carrión, D. A., Estrada Torres, E. J. C., & Saavedra Ruiz, R. J. (2022). *Análisis de la cadena de suministros para implementar la certificación USDA NOP para la exportación de banano orgánico en la empresa “Agronegocios Huapalas”-Chulucanas*. Universidad Nacional de Piura. Facultad de Ingeniería Industrial <https://repositorio.unp.edu.pe/handle/20.500.12676/3478>
- Arias Barriga, C, Casas Murcia, J y Vargas Cortés, C. (2024). *Prototipo de sistema de sensores para el uso en huertas con sistemas de riego inteligentes para la optimización del rendimiento de los cultivos en áreas rurales de Colombia*. En <http://hdl.handle.net/10882/13739>
- Banco Interamericano de Desarrollo (2021). Informe anual del Banco Interamericano de Desarrollo 2020: Reseña del año. <https://doi.org/10.18235/0003118>
- Bayona Celis, J. E., & Arboleda Díaz, E. (2023). *Identificar el uso y funcionamiento de la tecnología de drones en el sector agropecuario de la sabana de Bogotá*. Protocolo de investigación. Trabajo de grado de especialización. <https://repository.universidadean.edu.co/server/api/core/bitstreams/8ddabaca-eebb-4527-ad2b-1eeccd561b51/content>
- Bernales Valencia, V., & Villegas Cruz, M. L. (2022). *Estrategias financieras y rentabilidad en la empresa Alicorp, período 2016 – 2021* Tesis de Licenciatura. Universidad César Vallejo. Lima. Perú. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/106911>
- Bravo-Ureta, B. E. (2008). Globalización y desarrollo económico: algunas consideraciones sobre la incidencia en el sector agrícola. *Revista Agro sur* 36 (1) 1-7 2008 1. <http://revistas.uach.cl/pdf/agrosur/v36n1/art02.pdf>
- Brealey, R. A., Myers, S. C., & Allen, F. (2017). *Principles of Corporate Finance*. McGraw-Hill Education.
- Cáceres, D. M. (2015). Tecnología agropecuaria y agronegocios. La lógica subyacente del modelo tecnológico dominante. *Mundo Agrario*. Vol. 16, núm. 31. <https://www.redalyc.org/pdf/845/84539280008.pdf>
- Castro Polanco, A. (2024). *Estrategias de sostenibilidad y fortalecimiento asociativo del grupo de productores rurales OCCICAFÉ en el Suroccidente del Huila*. Tesis de Maestría. Repositorio Institucional UNAD. <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/63711>
- CEPAL, FAO, OPS, UNICEF y WFP. (2022). *Panorama de la seguridad alimentaria y nutricional en América Latina y el Caribe 2022*. Naciones Unidas.

<https://www.paho.org/es/documentos/panorama-regional-seguridad-alimentaria-nutricional-america-latina-caribe-2022>

- Coscione, M. (2013). Agronegocios, comercio justo y cambio climático: los desafíos para los pequeños productores organizados. *Otra Economía*. 7(13), 133-142. <https://revistas.unqs.edu.ar/index.php/otraeconomia/article/view/otra.2013.713.03>
- David Guerrero, D. F., Burbano Ruano, J. J., & Pantoja Ruano, C. A. (2021). La gestión financiera en las empresas del sector agrícola, una revisión de literatura. *Revista Aglala*, 12(S1). <https://revistas.uninunez.edu.co/index.php/aglala/article/view/2262>
- Davis, J. H., & Goldberg, R. A. (1957). *A Concept of Agribusiness*. Boston, MA: Graduate School of Business Administration. Division of Research. Harvard University.
- Del Valle Trujillo, M. J. (2021). *Herramienta de evaluación de política pública para promover la Agricultura Tropical Sostenible*. Tesis de maestría. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. <https://bdigital.zamorano.edu/items/44fab803-d029-4467-90c4-b845649dda8c>
- Díaz Solís, S. H. & Morejón Rivera, R. (2018). Impacto de buenas prácticas agrícolas en el desarrollo de una finca en Los Palacios. *Avances, Cuba* 20(4), 401-412. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6592121>
- Duarte Sánchez, D. D., Guerrero Barreto, R., & Kwan Chung, C. K. (2023). Desafíos en el agronegocio en Paraguay. Una revisión de literatura. *Desarrollo Regional (Encarnación)*. 1(1). 2-7. <https://revistas.uni.edu.py/index.php/desarrolloregional/article/view/428>
- FAO (2022). *The State of Food and Agriculture 2022*. <https://www.fao.org/publications>
- Farah Asang, S. (2020). *Biotecnología: Plantas transgénicas como táctica en el desarrollo de la agricultura sustentable*. Trabajo de titulación de grado. Universidad Técnica de Babahoyo. Ecuador. Facultad de Ciencias Agropecuarias. <https://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/8513>
- Gamboa Barona, D.L. (2021). *Análisis de la firma espectral en la especie Polylepis reticulata con imágenes sentinel 2 en el bosque Sachafilo, parroquia Pasa, Cantón Ambato. Provincia de Tungurahua*. Trabajo de grado. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. <https://dspace.esPOCH.edu.ec:8080/server/api/core/bitstreams/5cfe18e5-33df-44c5-be5e-748e13a4de7d/content>
- García González, C. G.; Nevárez Rodríguez, M. C. y Valles Aragón, M. C. (2022). *Configuración de la estructura económica de México en base a la dinámica de su Producto Interno Bruto y del Valor Agregado Bruto*. In: Isaac Egurrola Jorge E.; Morales García de Alba, Emma Regina; y Treviño Aldape, Abiel (Coords.) (2022). La economía sectorial reconfigurando el territorio y nuevos escenarios en la dinámica urbano rural. UNAM-AMECIDER. México. Páginas 47-62. En: <http://ru.iiec.unam.mx/5822/> ISBN UNAM 978-607-30-6944-1, AMECIDER 978-607-8632-31-2

- Guerra, G. (2002). *El agronegocio y la empresa agropecuaria frente al siglo XXI*. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). San José, Costa Rica. <https://hdl.handle.net/11324/6906>
- Hillier, F. S., & Lieberman, G. J. (2015). *Introduction to Operations Research*. McGraw-Hill Education.
- Horngren, C. T., Sundem, G. L., & Stratton, W. O. (2013). *Introduction to Management Accounting*. Pearson.
- Huamán Escobar, C. F. (2025). *Responsabilidad social empresarial y desarrollo de procesos en la innovación verde en los productores de queso fresco del distrito de Bambamarca, 2023-2024*. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional de Cajamarca. <http://hdl.handle.net/20.500.14074/8108>
- IICA. (2014). Innovation in agriculture: a key process for sustainable development. Institutional position paper. San José, Costa Rica: *Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura* (IICA). <https://repositorio.iica.int/server/api/core/bitstreams/ff4314e7-1c6e-4d6c-9b12-441041fc27d0/content>
- Izquierdo, J. y Rodríguez Fazzzone, M. (2006). *Buenas Prácticas Agrícolas (BPA). En busca de sostenibilidad, competitividad y seguridad alimentaria*. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. <https://www.fao.org/4/A0718s/A0718s00.pdf>
- Jasanoff, S. (Ed.). (2004). *States of Knowledge: The CoProduction of Science and Social Order*. London; New York: Routledge. ISBN: 041533361X. 1st Edition. Edited By Sheila Jasanoff. <https://doi.org/10.4324/9780203413845>
- Kusactay, V. H. B., Benavides Zambrano, L. D., Poveda Burgos, G. H., Villegas Valle, M. F., Mata Villagómez, M. W., Bricio Samaniego, K. I., Redroban Ortiz, C. L., Neira Vaque, D. C., Vásquez Hidalgo, C. E., Carriel Wang, J. C., Mendoza Avilés, H. E., & Apolinario Quintana, R. E. (2024). *Prácticas sostenibles efectivas en las estrategias de marketing y del comercio exterior para el sector agroexportador ecuatoriano considerando los ODS – ONU*. Live Working Editorial. <https://liveworkingeditorial.com/product/mkt-ods/>
- Läpple, D. (2010). Adoption and abandonment of organic farming: An empirical investigation of the Irish drystock sector. *Journal of Agricultural Economics*, 61(3), 697–714. <https://doi.org/10.1111/j.1477-9552.2010.00266.x>
- Larrea, N. (2021). *Clústeres y agregación de valor en el sector agronegocios con sostenibilidad ambiental*. Caracas: CAF. <https://scioteca.caf.com/handle/123456789/1767>
- Lobell, D. B.; Schlenker, W. & Costa-Roberts, J. (2011). Climate Change and Global Crop Yields. *Nature Climate Change*, 1(1), 42-49. <https://doi.org/10.1038/nclimate1081>
- Lutgens, F. K., & Tarbuck, E. J. (2020). *The Atmosphere: An Introduction to Meteorology*. 14th edition. Pearson

- Macías Lucas, H. W. (2025). *Importancia de la maquinaria agrícola en la reducción de costos para los productores de cultivos de ciclo corto* (Bachelor's thesis, BABAHOYO: UTB). <https://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/18326?show=full>
- Mankiw, N. G. (2014). *Principios de economía* (6ª ed). Cengage Learning.
- Márquez Zambrano, I. D. (2022). *Evaluación de la sustentabilidad de agroecosistemas campesinos en el municipio de San Jerónimo Tecuanipan, Puebla*. Trabajo de Licenciatura. Universidad Iberoamericana Puebla. Repositorio Institucional de la Universidad Iberoamericana Puebla. <http://repositorio.iberopuebla.mx>
- Michelsen, J. (2009). The Europeanization of organic agriculture and conflicts over agricultural policy. *Food Policy*, 34(3), 252–257. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2009.03.006>
- Mora Gómez, X; Vargas Rodríguez, L. & Estrada Berber, A. J. (2016): *Una mirada social de los agronegocios. La fibra del nopal como estrategia de inserción y permanencia*. Sección de Libro. Asociación Mexicana de Ciencias para el Desarrollo Regional, A. C, México. 21° Encuentro Nacional sobre Desarrollo Regional en México. Mérida, Yucatán del 15 al 18 de noviembre de 2016. AMECIDER – ITM. ISBN AMECIDER: 978-607-96649-2-3 UNAM: 978-607-02-8564-6 <https://ru.iiec.unam.mx/3386/>
- Moschitz, H., & Stolze, M. (2009). Organic farming policy networks in Europe: Context, actors and variation. *Food Policy*, 34(3), 258–264 <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0306919209000360>
- Olarte Calsina, S. (2012). Un nuevo paradigma de agronegocio sostenible: análisis y propuesta teórica. *Agroalimentaria*, 18(35), 31–42. Universidad de Los Andes. Mérida. Venezuela. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=19952422003>
- Orso Motaban, A., García Jiménez, D. J., & Sánchez Montero, D. (2023–2024). *Verticale: Invernaderos de agricultura vertical* (Trabajo de Grado, Facultad de Ciencias Sociales y de la Comunicación, Universidad Europea). https://titula.universidadeuropea.es/bitstream/handle/20.500.12880/9741/22006145_TFG_AlessandroOrsoMotaban.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Ortega Quiñonez, L. H., Silva García, N., Rueda Sánchez, O. E., & Prada, S. (2021). Desarrollo de un sistema de navegación autónoma en robot móvil tipo oruga para apoyo en tareas de siembra en campos caficultores. *Revista Colombiana de Tecnologías de avanzada* 2(38). 38–45. <https://doi.org/10.24054/rcta.v2i38.1275>
- Ovalle M., C. (2020). Cubiertas vegetales: una herramienta fundamental para el manejo sustentable del suelo en huertos frutales, viñedos y hortalizas. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Centro Regional de Investigación La Cruz: *Boletín INIA - Instituto de Investigaciones Agropecuarias*, No. 425. 106 p. <https://hdl.handle.net/20.500.14001/6936>
- Paredes, D., Campos, M., & Cayuela, L. (2013). El control biológico de plagas de artrópodos por conservación: técnicas y estado del arte: *Ecosistemas*, 22(1), 56–61. <https://doi.org/10.7818/ECOS.2013.22-1.10>

- Peterson, T. C. & WMO (2013). *Climate Change and Water Resources: A Global Perspective*. World Meteorological Organization.
- Pisani, E. y Franceschetti, G. (2009). Evolución del pensamiento económico agrario: de los agronegocios a la nueva ruralidad. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias*, Vol. 41, no. 2, p. 85-108. <https://bdigital.uncu.edu.ar/3184>
- Pla, J. M. (2022). *El impacto del modelo de agronegocios sobre el modelo de producción agropecuaria argentino desde una perspectiva socio-jurídica. El caso de la industria lechera en la provincia de Santa Fe* (Master's thesis).
- Rambauth Ibarra, G. E. (2022). Agricultura de Precisión: La integración de las TIC en la producción Agrícola. *CESTA*, 3(1), 34–38. <https://revistascientificas.cuc.edu.co/CESTA/article/view/3978>
- Ríos Hernández, R. (2021). La Agricultura de Precisión. Una necesidad actual. *Revista Ingeniería Agrícola*, 11 (1), 67-74. ISSN: 2306-1545. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=586269368010>
- Roche, A. E. De. (2020). Agricultura familiar: estudo do custo da produção de vinhos tipo colonial em uma propriedade nos vales da uva Goethe. Universidade Do Extremo Sul Catarinense – Unesc. Curso De Ciências Contábeis CRICIÚMA - SC <http://repositorio.unesc.net/bitstream/1/8020/1/ANDR%C3%89%20ELIAS%20DE%20ROCHE.pdf>
- Ross, S. A., Westerfield, R. W., & Jaffe, J. (2016). *Corporate Finance*. McGraw-Hill Education.
- Ross-Medranda, C. G., & Tamayo-Cevallos, C. D. (2021). Estrategias de marketing para los productos agrícolas y su relación con la productividad en las bodegas comerciales del cantón jipijapa. *Revista Científica Multidisciplinaria Arbitrada Yachasun* ISSN: 2697-3456, 5(9 Ed. esp.), 2–10. <https://editorialibkn.com/index.php/Yachasun/article/view/119>
- Sepúlveda Casadiego, Y. A. (2021). *Objetivos de desarrollo sostenible, tecnología e innovación para los agronegocios*. Sello Editorial UNAD. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. <https://doi.org/10.22490/notas.4579>
- Simbaña Tejada, G. A., Cedeño, J., De la Torre, S., y Fonseca, R. (2024). Sistema de Riego por Goteo para Invernaderos Utilizando Energía Fotovoltaica. *Revista Ingeniería E Innovación Del Futuro*, 3(2), 52–66. <https://doi.org/10.62465/riif.v3n2.2024.78>
- Sokal, R. R., & Rohlf, F. J. (2012). *Biometry: The Principles and Practice of Statistics in Biological Research*. W.H. Freeman and Company.
- Somoza, A, Vázquez, P, & Zulaica, L. (2018). Implementación de buenas prácticas agrícolas para la gestión ambiental rural. RIA. *Revista de Investigaciones Agropecuarias*, 44(3), 398-423. Buenos Aires https://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1669-23142018000300018&lng=es&tlng=es.

Tapia Vela, J. A. (2022). *Eficacia de soluciones nutritivas en la productividad de variedades de lechuga (Lactuca sativa L.) mediante el sistema NFT* (Trabajo de titulación de grado). Universidad Agraria del Ecuador. Facultad de Ciencias <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/TAPIA%20VELA%20JEFFERSON%20AUGUSTO>.

Triola, M. F. (2018). *Elementary Statistics*. Pearson.

Valdez Rosas, M. M., Leyva Osuna, B. A., Moncayo Rodríguez, L. M., & Hinojosa Rodríguez, C. J. (2023). E-Marketing y su influencia en la satisfacción de los clientes: *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales Y Humanidades*, 4(5). <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9586519>

Weiss, N. A. (2016). *Introductory Statistics*. Pearson.



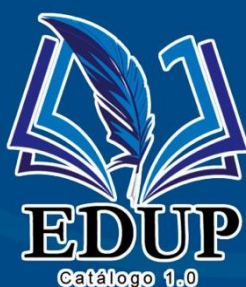
Jacob Eduardo Pitti Rodríguez

Jacob Eduardo Pittí Rodríguez, nació el 3 de septiembre de 1968 en el corregimiento de Volcán, distrito de Tierras Altas (antes Bugaba), provincia de Chiriquí, Panamá. Hijo de una tierra fértil y montañosa, creció en un entorno que le inculcó valores como la honestidad, el trabajo constante y el compromiso con la comunidad. Desde temprana edad desarrolló un profundo sentido de pertenencia hacia las regiones rurales, lo que más tarde se reflejaría en su trayectoria profesional.

Economista de profesión, graduado de la Universidad de Panamá, complementó su formación con una maestría en Formulación, Evaluación y Administración de Proyectos, un postgrado en Docencia Superior y una especialización en Edición de Revistas Científicas. Su interés por el desarrollo sostenible y la educación lo llevó a vincular la teoría económica con las realidades productivas y culturales de las comunidades indígenas y campesinas.

A lo largo de su vida profesional, ha desempeñado diversos cargos de gestión académica en la Universidad de Panamá, sede de Bocas del Toro, y ha sido profesor de tiempo completo en las áreas de Economía, Banca y Evaluación Financiera de Proyectos, formando a cientos de estudiantes y futuros profesionales del país.

Es autor del libro Ecoemprendimiento turístico: una estrategia de economía aplicada hacia el desarrollo sostenible en territorios indígenas de Panamá (2019) y ha participado en investigaciones sobre cambio climático, seguridad alimentaria y desarrollo rural, aportando herramientas teóricas y prácticas para el diseño de políticas públicas y proyectos comunitarios.



EDITORIAL DIGITAL UP

<https://editorialdigital.up.ac.pa/index.php/edup>

ISBN: 978-9962-23-006-9



9 789962 230069