



Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales

**LOS RETOS DE LA INDUSTRIA
AGROALIMENTARIA:
El crecimiento demográfico y el
cambio climático**

Nombre: Laura Rojas Grana

Clave: 201700504

Tutor: Pablo Blanco Juárez

LOS RETOS DE LA INDUSTRIA AGROALIMENTARIA

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	5
1.1. OBJETIVOS.....	7
1.2. METODOLOGÍA	7
1.3. ESTADO DE LA CUESTIÓN	7
1.4. PARTES DEL TRABAJO.....	8
2. ANÁLISIS DE LA INDUSTRIA AGROALIMENTARIA.....	9
2.1. ANÁLISIS INTERNO: LA CADENA DE VALOR.....	9
2.2. ANÁLISIS EXTERNO: PESTEL	12
2.2.1. FACTORES POLÍTICOS.....	12
2.2.2. FACTORES ECONÓMICOS.....	15
2.2.3. FACTORES SOCIALES.....	17
2.2.4. FACTORES TECNOLÓGICOS.....	21
2.2.5. FACTORES MEDIOAMBIENTALES.....	23
2.2.6. FACTORES LEGALES.....	25
3. CONCLUSIONES Y RETOS	27
4. OBJETIVO 1: ABASTECER A UNA POBLACIÓN CRECIENTE	29
5. OBJETIVO 2: PRODUCIR SOSTENIBLEMENTE.....	30
5.1. INCIDENCIA DE LA AGRICULTURA EN EL MEDIO AMBIENTE.....	30
5.1.1. EL ARADO	30
5.1.2. DRENAJE.....	32
5.1.3. CULTIVO INTERCALADO.....	33
5.1.4. ROTACIÓN DE CULTIVOS.....	35
5.1.5. PASTOREO	36
5.1.6. PESTICIDAS	37
5.1.7. FERTILIZANTES.....	38
6. PLAN DE ACCIÓN.....	42
6.1. HORIZONTE A CORTO PLAZO	43
6.2. HORIZONTE A MEDIO PLAZO.....	43
6.3. HORIZONTE A LARGO PLAZO	44
7. CONCLUSIONES FINALES	45
8. BIBLIOGRAFÍA	47

LOS RETOS DE LA INDUSTRIA AGROALIMENTARIA

Resumen:

La producción y distribución de alimentos a nivel mundial plantea una seria problemática tanto a nivel abastecimiento a la población, como en su perspectiva de respeto hacia el medio ambiente. Este Trabajo de Fin de Grado analiza ambas problemáticas intentando buscar soluciones globales que coadyuven a la solución de las mismas. A través de un estudio exhaustivo de la literatura existente, la autora analiza el estado de la cuestión y pormenoriza lo que otros autores han propuesto a este respecto. Adicionalmente se lleva a cabo un análisis interno basado en la cadena de valor de la industria agroalimentaria y un análisis externo basado en una analítica PESTEL para determinar las condiciones del macroentorno. Así las cosas, el objeto de este estudio es proponer un elenco de, propuestas que hagan la vez de hoja de ruta para aportar soluciones y que sirvan a los diferentes actores implicados. Nuestro análisis concluye con que el problema del abastecimiento es de carácter coyuntural debido a la creciente mejor de la situación económico-política del mundo y a que el crecimiento de la población mundial alcanzará su cénit en el medio plazo. De esta forma, las conclusiones obtenidas se basan principalmente en la lucha contra la agresión medio ambiental de la industria agroalimentaria. Las soluciones propuestas pasan por acciones a nivel global propuestas por entes de carácter supranacional. Estas medidas deben estar dirigidas a todos los actores implicados (estados, investigadores, productores, distribuidores y consumidores) y pasan por la investigación y el desarrollo, la educación, y el establecimiento de medidas regulatorias a nivel internacional.

Palabras clave: Agricultura sostenible, industria agroalimentaria, cambio climático, incremento demográfico, cadena de valor

LOS RETOS DE LA INDUSTRIA AGROALIMENTARIA

Abstract:

The production and distribution of food at a global level poses a serious problem both in terms of supply to the population and in terms of respect for the environment. This Final Degree Thesis analyses both problems in an attempt to find global solutions to help solve them. Through an exhaustive study of the existing literature, the author analyses the state of the question and details what other authors have proposed in this respect. In addition, an internal analysis based on the value chain of the agri-food industry and an external analysis based on a PESTEL analysis are carried out to determine the macro-environmental conditions. Thus, the aim of this study is to propose a set of proposals that will serve as a roadmap for solutions and that will be useful to the different actors involved. Our analysis concludes that the supply problem is of a cyclical nature due to the increasingly improving economic and political situation in the world and the fact that world population growth will reach its zenith in the medium term. Thus, the conclusions reached are mainly based on the fight against the environmental aggression of the agri-food industry. The proposed solutions are based on global actions proposed by supranational bodies. These measures must be aimed at all the actors involved (states, researchers, producers, distributors and consumers) and involve research and development, education and the establishment of regulatory measures at the international level.

Keywords: Sustainable agriculture, agri-food industry, climate change, demographic growth, value chain

1. INTRODUCCIÓN

La agricultura es el conjunto de técnicas empleadas por el ser humano para alterar la naturaleza con el objetivo de obtener alimentos. Se trata de una de las actividades más antiguas de la civilización humana y la contribución de nuestros antepasados ha sido vital para el desarrollo de la Humanidad tal y como la conocemos hoy (Krapovickas, 2010).

Los orígenes de la agricultura se identifican en el Neolítico, hace unos 10.000 años, cuando las pequeñas agrupaciones humanas dejaron la recolección y la caza sustituyéndolas por técnicas más sedentarias como la ganadería y la agricultura (Mazoyer & Roudart, 2006).

La agricultura moderna tal y como la conocemos hoy únicamente se emplea en los países más especializados y tecnológicamente desarrollados. En muchas zonas rurales de África, Asia y Sudamérica las herramientas agrícolas siguen siendo manuales y el empleo de costosas maquinarias y fertilizantes es aún muy limitado (Mazoyer & Roudart, 2006). Estas metodologías de cultivo, a pesar de ser empleadas por una gran mayoría de agricultores, no son capaces de paliar la vulnerabilidad de la producción agrícola frente a factores externos como las condiciones climáticas o las crisis económicas. La enorme inestabilidad de una producción agrícola poco controlada, además, los hace débiles frente a los grandes competidores industrializados que pueden medir y modificar prácticamente todas las variables de su proceso productivo (Mazoyer & Roudart, 2006).

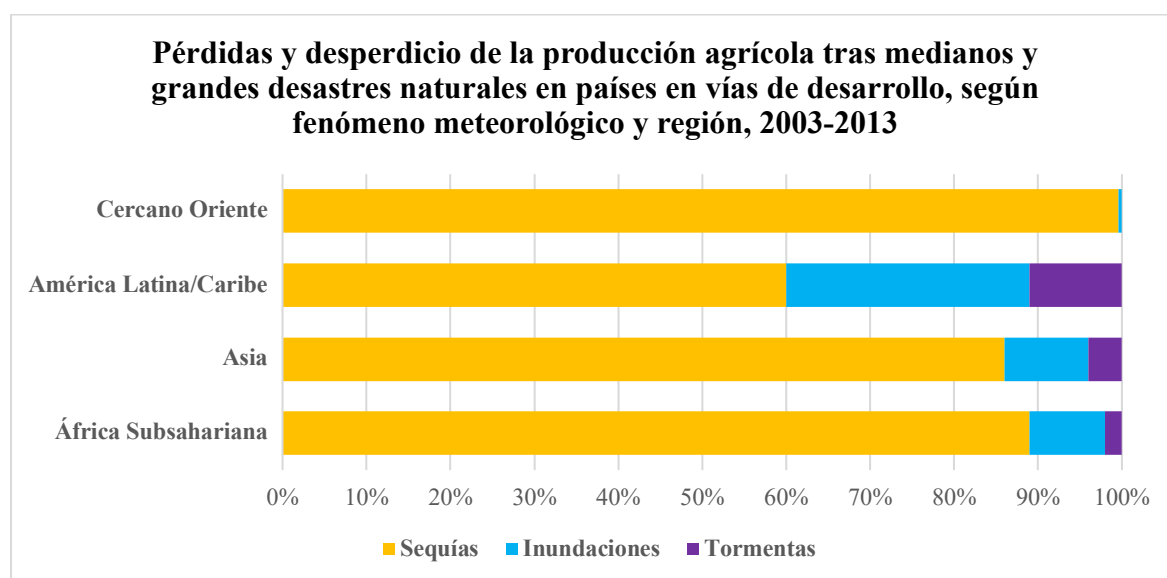


Ilustración 1. Adaptado de FAO (2015).

LOS RETOS DE LA INDUSTRIA AGROALIMENTARIA

Durante la primera Revolución Industrial en 1760, la máquina de vapor facilitó el paso de la agricultura y la etapa feudal al sistema de producción contemporáneo. Esta transición se caracterizó por el uso del carbón como fuente de energía primaria, con el ferrocarril como principal medio de transporte (Xu et al., 2018). No obstante, estos avances productivos supusieron a su vez grandes costes medioambientales que conllevaron un progresivo deterioro del entorno natural, como efecto derivado de la actividad humana. Ante la creciente importancia de este deterioro medioambiental, numerosos científicos tomaron conciencia del problema y se dedicaron a estudiar este fenómeno y a proponer soluciones para contrarrestarlo.

Con la llegada de la industrialización, aumentaron las emisiones de gases de efecto invernadero que, a su vez, comenzaron lo que hoy en día conocemos como el cambio climático. Este fenómeno consiste en la acumulación de gases en la atmósfera, lo que impide la liberación del calor terrestre al espacio, incrementando gradualmente la temperatura del planeta. En este último siglo, los gases de efecto invernadero han implicado una subida de la temperatura media de la Tierra de 0,1°C por década durante varias décadas (IPCC, 2007). Este fenómeno fue descubierto por primera vez por Svante Arrhenius en 1896 (Arrhenius, 1896).

No todos los países contaminan por igual. Así lo analizan Raupach y otros, (2007) en su estudio sobre las emisiones de efecto invernadero. Su investigación concluyó con que el fuerte crecimiento económico de países con un rápido nivel de expansión, como por ejemplo China, conlleva a su vez unas mayores tasas de emisiones de gases de efecto invernadero. No obstante, no podemos responsabilizar exclusivamente a las economías emergentes de ser las causantes de este problema.. Las diferencias entre los países desarrollados y los países en vías de desarrollo contienen matices que es importante apreciar. Por un lado, los países desarrollados han utilizado dos siglos de emisiones de combustibles fósiles para alcanzar su estatus económico actual, mientras que los países en vías de desarrollo están experimentando actualmente un desarrollo intensivo con una gran demanda de energía, en la que los combustibles fósiles cubren una gran parte de la demanda. Además, esta diferencia que hace que los países en vía de desarrollo sean más contaminantes que los desarrollados, se intensifica con la globalización económica. Las actividades de alto consumo energético de los países desarrollados se desplazan a los países en desarrollo, lo cual resulta un elemento crucial a considerar en el cálculo de emisiones (Raupach et al., 2007).

LOS RETOS DE LA INDUSTRIA AGROALIMENTARIA

En conclusión, la contaminación es un problema global y sus efectos no se limitan a regiones específicas. Como tal, debe existir una responsabilidad conjunta de todos los países y un reparto justo de las medidas a implementar para dar respuesta al cambio climático global.

1.1. OBJETIVOS

Ante el escenario anteriormente descrito, este Trabajo de Fin de Grado tiene como objetivo el analizar el estado de la literatura y de la situación actual del mercado agrolimentario nivel global. Esto nos permitirá identificar las distintas soluciones que académicos y profesionales han dado a la mejor forma de acometer la implantación de una agricultura que (1) garantice el abastecimiento de una población creciente y (2) que lo haga de forma respetuosa con el entorno natural. Con ello se pretende extraer unas conclusiones que se conformen como un elenco de buenas prácticas para una agricultura suficiente y sostenible y que esto sirva de guía a políticos, agricultores y consumidores sobre la mejor forma de actuar en pos de una mejor producción y consumo agrícola para generaciones futuras.

1.2. METODOLOGÍA

Para dar forma a nuestra investigación, este Trabajo de Fin de Grado realiza un análisis interno del mercado agroalimentario a nivel global partiendo del marco conceptual de la cadena de valor. A continuación el estudio se completa con un análisis PESTEL, lo que contribuye a comprender el estado de la cuestión desde una perspectiva macroeconómica y geopolítica. De forma paralela se realiza exhaustivo repaso de la literatura existente extrayendo las ideas más innovadoras sobre las últimas tendencias en agricultura sostenible. Finalmente se obtienen una serie de conclusiones que se conforman como una guía de buenas prácticas sobre las mejores estrategias a implmentar por parte de las autoridades, los producotres y los consumidores a nivel global.

1.3. ESTADO DE LA CUESTIÓN

En las últimas décadas, el cambio climático y sus efectos es uno de los principales temas de discusión y preocupación política. El ser humano, con sus métodos de manufactura ha creado un sistema hiperproductivo que no es sostenible en el largo plazo. Asimismo, la población mundial continúa aumentando y lo que más preocupa a los investigadores es cómo garantizar el sostenimiento de una población creciente con recursos limitados y una agricultura que emplea técnicas similares a las usadas en su descubrimiento. Es por ello que surge la

LOS RETOS DE LA INDUSTRIA AGROALIMENTARIA

problemática y la necesidad de dar solución a estos dos grandes problemas y averiguar cómo la humanidad va a afrontar las exigencias poblacionales y medioambientales del próximo siglo.

1.4. PARTES DEL TRABAJO

Para desarrollar este trabajo, en primer lugar llevaremos a cabo un análisis del sector agroalimentario. Como primer análisis interno de su funcionamiento estudiaremos la cadena de valor para comprobar cómo varía en función de el nivel de desarrollo del país. Posteriormente, haremos un estudio del macroentorno con la herramienta PESTEL para analizar todas las variables exógenas que influyen en la industria agrícola. Tras el desarrollo de este análisis, estudiaremos los retos a los que se enfrenta la agricultura que son principalmente dos: cómo abastecer a un población creciente y cómo hacerlo de manera sostenible. Pasaremos después a estudiar cada uno de estos objetivos en profundidad, especialmente el segundo ya que es el que mayor reto supone. En este caso, tendremos en cuenta las prácticas agrícolas más influyentes y cómo estas pueden ser el problema o la solución hacia una producción más sostenible. Por último, tras haber analizado toda la información, se propondrán objetivos de mejora para indicar cómo debe evolucionar la industria agrícola para poder cumplir estos dos objetivos.

2. ANÁLISIS DE LA INDUSTRIA AGROALIMENTARIA

2.1. ANÁLISIS INTERNO: LA CADENA DE VALOR

Michael Porter (1985) definió el concepto teórico de la cadena de valor como el conjunto de actividades que lleva a cabo una compañía para producir y llevar al mercado productos o servicios de valor. En este sentido, la cadena de valor del sector agrícola se conforma como un sumatorio de todas las actividades que, de manera secuencial, contribuyen a la producción de materias primas agroalimentarias y que posteriormente se transforman y se hacen llegar al consumidor como alimento. Sin embargo, la cadena de valor de Porter originariamente se limitaba al análisis estratégico a nivel intraempresarial y obviaba la relaciones interempresa. No es hasta la introducción de la Global Commodity Chain (en español, cadena global de productos básicos) de Gereffi y Korzeniewicz (1994) cuando el concepto de la cadena de valor rebasa las fronteras de la empresa y se aplica al desarrollo económico global (Korzeniewicz & Gereffi, 1994).

En el caso específico de los mercados de productos agrícolas, la cadena de valor desde una perspectiva global presenta una serie de particularidades que influyen en su conformación y desarrollo de objetivos. En primer lugar, es importante considerar que todos los seres humanos formamos parte de la cadena de valor de la industria alimentaria en nuestro papel de consumidores, en tanto que todos precisamos de alimentos para subsistir (FAO, 2015). Esto nos implica a todos de manera más o menos directa en la conformación de la cadena de valor pudiendo influir en ella mediante nuestras decisiones de consumo. Además, las cadenas de valor agroalimentarias en los países pobres adquieren una enorme relevancia dado que la agricultura es el principal sector de sus economías y la mayoría de sus ingresos provienen de esta industria (FAO, 2015). Por último, la agricultura se caracteriza por estar muy condicionada por la ubicación geográfica y las circunstancias climatológicas a las que se expone. Hay una enorme variedad de prácticas agrícolas debido a las grandes diferencias climatológicas, culturales, económicas e institucionales de las zonas terrestres así como la interacción entre ellas (Howden et al., 2007). De este modo, resulta complicado garantizar una calidad y cantidad uniforme de la producción agrícola, especialmente si tenemos en cuenta el fuerte y progresivo efecto desestabilizador que la contaminación tiene sobre el clima de nuestro planeta.

Un focus group de la agencia de las Naciones Unidas especializado en las tecnologías de la información y la comunicación (International Telecommunication Union – ITU) publicó

LOS RETOS DE LA INDUSTRIA AGROALIMENTARIA

en 2016 un estudio llamado “Impact of agricultural value chains on digital liquidity” en el que analizaba de forma explícita la conformación de la cadena de valor del sector agrícola.

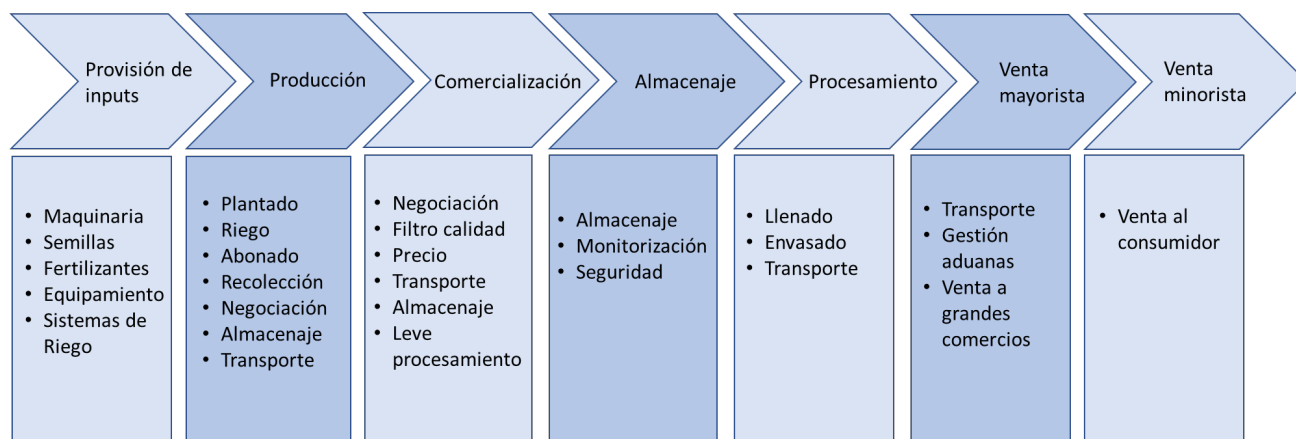


Ilustración 2: Adaptado de ITU-Focus on Digital Financial Services (2016)

Si bien esta figura no ilustra la única posibilidad de configuración de la cadena de valor del sector agrícola, también es cierto que es la más habitual y completa. Su interpretación nos muestra un canal de distribución excesivamente largo en el que interactúan una serie de actores que acarrear consigo un multiplicidad de intereses, en muchos casos contrapuestos. En este escenario, el estudio de ITU analiza las estrategias que protegen la figura de los pequeños agricultores.

Así las cosas, existen dos tipos de cadenas de valor.

- En primer lugar una **cadena más corta** en la que el agricultor vende sus productos de forma casi directa al consumidor en los mercados locales. Este tipo de cadena de valor es el más habitual en países en vías de desarrollo y en los que el amplio espectro de relaciones comerciales no juegan un papel protagonista.
- En el extremo opuesto existen cadenas de valor como la ilustrada en la Fig. 1, que muestran la complejidad de relaciones entre los diferentes stakeholders presentes en el canal. Por una parte, este es el modelo hacia el que se debe desarrollar el sector agrícola ya que conlleva una tremenda expansión del mercado de consumidores y por lo tanto del incremento del valor añadido que puede soportar la producción. Por otra parte, canales largos (como el que estamos estudiando) tienen el inconveniente de que el papel de los pequeños productores puede verse seriamente afectado por su falta de poder en el canal y por los intereses contrapuestos de otros actores.

LOS RETOS DE LA INDUSTRIA AGROALIMENTARIA

En este sentido, el estudio de ITU plantea la existencia de cuatro modelos distintos de cadena de valor en función de cuál sea el agente dominante en la misma. Así encontramos cadenas controladas por el productor, comprador, facilitadas o integradas. El modelo que queremos destacar en este estudio como opción de ayuda a proteger y potenciar el papel de los pequeños agricultores, es el de las “cadenas facilitadas”. En este tipo de cadenas los productores tienen grandes dificultades para jugar un papel relevante en el comercio de sus productos en favor de otros actores, debido a sus escasas habilidades organizativas o técnicas. No obstante, el objetivo no debe ser mantener la agricultura familiar o a pequeña escala. Como indica el informe de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de cadenas de valor alimentarias sostenibles,

“Tratar de que todos los pequeños agricultores (o, peor aún, los agricultores más pobres) permanezcan en la agricultura y en las zonas rurales, en el marco de una estrategia que no quiere “dejar atrás a ningún agricultor”, puede en realidad obstaculizar la reducción de la pobreza a gran escala y, por tanto, la erradicación sostenible del hambre” (FAO, 2015).

La agricultura a pequeña escala es improductiva. Los agricultores, especialmente en las zonas pobres, llevan a cabo un cultivo prácticamente de subsistencia y no tienen las cualificaciones necesarias para incrementar su productividad. Las políticas, por tanto, deben buscar la pervivencia del sistema productivo a largo plazo, en lugar de una subsistencia a corto plazo.

Una manera de solucionar esta problemática consiste en una integración vertical para conseguir las economías de escala de grandes productores que presionan los precios. Aunque esto pueda reducir momentáneamente el valor creado para productores (Delgado, 2003), también es cierto que creará las infraestructuras y el empleo necesarios para poder mantener esta actividad en el tiempo.

Para solucionar este problema diferentes entes públicos o ONGs intervienen de forma activa agrupando a los productores en grupos organizados, formándolos, facilitándoles el acceso a la financiación, identificando oportunidades en el mercado o cualquier otro tipo de medidas que les ayuden a potenciar su posición de poder en el canal (Jackson & Weinberg, 2016). Con esta ayuda, los pequeños agricultores mejoran su producción, se forman y, en un

LOS RETOS DE LA INDUSTRIA AGROALIMENTARIA

estadio más avanzado de la cadena de valor, se encuentran en una mejor situación para defender el papel que juegan dentro de la cadena de valor del sector agroalimentario.

No obstante, el correcto desarrollo de la industria alimentaria y la consecución del objetivo global de alimentar a la población, no debe realizarse únicamente desde un estudio de la cadena de valor del sector. El hambre no es únicamente un problema de desabastecimiento productivo, sino también económico (FAO, 2015). Es por ello que las políticas orientadas a solventar la situación deben tener un enfoque global que, en términos generales, incremente las rentas de los productores. Resulta inútil incrementar la producción de forma aislada, ya que lo único que se lograría con esta solución es un aumento de la oferta y una reducción en precios (FAO, 2015). Lo importante debe ser garantizar el crecimiento sostenido de la industria y una mejora de la rentabilidad para los productores.

2.2. ANÁLISIS EXTERNO: PESTEL

Las organizaciones están influenciadas por su macroentorno. Este entorno puede presentar tanto oportunidades como amenazas para las organizaciones, por ello es importante desarrollar un análisis en profundidad para anticiparse y para aprovechar o afrontar si resulta posible, los cambios que se vayan a producir en el ecosistema empresarial.

Para conocer las diversas influencias del ambiente en el sector, a continuación se elabora un análisis PESTEL que analiza los factores políticos, económicos, sociales, tecnológicos, medioambientales y legales de la industria agroalimentaria con el objetivo de obtener un enfoque holístico que permita identificar posibles amenazas, así como oportunidades de avance o mejora.

Para el desarrollo del análisis PESTEL se tiene en cuenta la industria agrícola desde una perspectiva mundial. Para ello se analizarán factores globales que, si bien se diferencian por requisitos geográficos políticos y legislativos, muestran a nivel global una tendencia unidireccional, como veremos más adelante.

2.2.1. FACTORES POLÍTICOS

A. Mayor voluntad política

Los gobiernos de los países del mundo cada vez toman una postura más activa sobre la protección y garantía de abastecimiento de recursos primarios. Al tratarse de un sector

LOS RETOS DE LA INDUSTRIA AGROALIMENTARIA

vulnerable pero importante, se desarrollan medidas en todos los ámbitos territoriales para sostener la producción del sector primario. Por ejemplo, a nivel europeo existe la Política Agrícola Común (PAC) y el Fondo Europeo Agrícola de Garantía (FEAGA). Por otro lado, Estados Unidos se vertebra el United States Department of Agriculture (USDA) que gestiona la producción agrícola. En el caso de las Naciones Unidas, se vertebra la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (en inglés, FAO) cuyos principios son:

“[...] la seguridad alimentaria para todos, y [...] garantizar el acceso regular a alimentos suficientes y de buena calidad para llevar una vida activa y sana.” (FAO, 2022a). Sin embargo, la materialización de estos principios los analizaremos más en profundidad en los factores legales (ut infra).

Asimismo, por su fuerte implicación medioambiental, los sistemas supranacionales como la Unión Europea o los propios países a través de acuerdos internacionales establecen mediante su poder legislativo los principios rectores de la industria en su compromiso con el medio ambiente. Estos principios buscan encaminar el desarrollo de la industria hacia una reducción de emisiones y un especial enfoque en la sostenibilidad y la economía circular para buscar reducir las emisiones.

Inicialmente, esta reducción se acordó mediante el Acuerdo de París de 2016. Sin embargo, los objetivos de París fueron revisados con posterioridad y se llegó a la conclusión que, incluso siguiéndolos, darían lugar en 2100 a temperaturas excesivamente superiores a los 3°C por encima de los niveles preindustriales. Por tanto, mantener este sistema implicaría un progresivo aumento de las temperaturas que resultaría en más inundaciones, incendios forestales, condiciones meteorológicas extremas y la extinción de especies (UK Government & United Nations Climate Change, 2021).

Es por ello que en la COP26 se propuso reducir la cifra objetivo de temperatura a 1,5°C. En los últimos años se ha avanzado para acercar la curva de temperatura a los 2 grados centígrados pero para limitar el aumento de la temperatura global a 1,5°C, es necesario reducir las emisiones en al menos un 50% durante la próxima generación y alcanzar la descarbonización de las emisiones en la década de 2050 (UK Government & United Nations Climate Change, 2021).

B. Pérdida y desperdicio de alimentos

LOS RETOS DE LA INDUSTRIA AGROALIMENTARIA

En las economías de los países desarrollados los poderes políticos tienen que adoptar medidas para poner fin a la pérdida y desperdicio de alimentos. Mientras que en zonas del África subsahariana se padece de hambre extrema, a nivel mundial una tercera parte de los alimentos se pierden o desperdician (Morone et al., 2019). En este sentido, los gobiernos buscan crear economías circulares que reduzcan o eviten el desperdicio alimentario. Esto afecta positivamente al sector agrícola ya que le garantiza que todos los productos que cultiva se puedan aprovechar y tengan, por tanto, valor económico. Esto reduce situaciones como las que se producían en ciertos momentos de sobreproducción donde se destruían cosechas para mantener los precios competitivos o se descartaban productos perfectamente buenos únicamente por su mal aspecto.

C. Incremento en número de conflictos y crisis

Como indica la FAO en su informe de 2017, en los últimos años ha habido un repunte en el surgimiento de conflictos y crisis internacionales que han aumentado la desconfianza política y la migración humanitaria. Esto ha resultado en unos flujos migratorios comparables a los de la segunda Guerra Mundial (FAO, 2017). Asimismo, la existencia de conflictos bélicos como el de Rusia y Ucrania, inciden directamente sobre la agricultura por diversos motivos: la economía se para, y se daña el terreno destinado al cultivo. Rusia y Ucrania representan más del 25% del total de las exportaciones de trigo, y Ucrania por sí sola constituye casi la mitad de las exportaciones de aceite de girasol a nivel global. Además, ambos productos resultan ingredientes esenciales en una amplia gama de otros alimentos. Si la cosecha y la fabricación restringen las exportaciones en una Ucrania en pleno conflicto militar, los importadores de dichos productos pueden tener dificultades para sustituir los suministros lo que podría dar lugar a un incremento de entre un 8 y un 22% del precio de estos productos (FAO, 2022b).

Esto supone un grave problema para algunas economías que dependen en gran medida de las materias primas importadas de estos dos países. Para minimizar el impacto de este suceso, podría incentivarse un aumento de la producción en otras zonas del mundo. Sin embargo, esto iría acompañado de un incremento de los precios de transporte para muchos países cercanos (FAO, 2022b). Por ejemplo, Turquía y Egipto dependen en gran medida de sus vecinos para estas materias primas.

Sin embargo, esto no sólo afecta desde el punto de vista de outputs del sector agrario. Rusia es también uno de los principales proveedores de ingredientes clave para los fertilizantes,

LOS RETOS DE LA INDUSTRIA AGROALIMENTARIA

por lo que el conflicto no afectaría sólo a la importación, sino a la propia producción de estos mismos productos en otros lugares (Schiffing & Valantasis, 2022).

Por ello, resulta evidente que las crisis y conflictos tanto nacionales como internacionales afectan directamente al sector agrícola desestabilizándolo y limitando sus recursos.

2.2.2. FACTORES ECONÓMICOS

A. Cambios estructurales en el equilibrio entre producción, transformación y distribución

Cada vez más el valor de los productos alimentarios se centra en la transformación de las materias primas y su distribución en detrimento del valor que se atribuye al productor. Esto se debe a que, con la especialización y revolución tecnológica, la producción en masa se ha incrementado, automatizado y homogeneizado. Esto ha abaratado notablemente los costes de la producción agrícola, representando en España un 35% del coste del producto (Cap Gemini & Ernst & Young, 2004).

De esta forma, la cadena de valor se alarga continuamente y la mayor parte del precio (el 65% restante) se queda en el transformador y distribuidor, mientras que los agricultores tienen dificultades para dar viabilidad a sus negocios. Esto afecta negativamente a la agricultura ya que cada vez resulta menos rentable producir. y conlleva el uso generalizado de técnicas agresivas de cultivo y fertilizado con el objetivo de producir alimentos resistentes y a gran escala, como veremos en los factores tecnológicos (*ut infra*). A pesar del avance científico que se está produciendo, las medidas para aumentar la producción a menudo son cortoplacistas y comprometen la calidad de los cultivos y el terreno en el medio y largo plazo.

B. Globalización

La economía mundial cada vez más se acerca más a un único mercado global. Los productos agrícolas circulan de forma generalizada a nivel internacional. Esto incide positivamente en la agricultura ya que permite una mejor distribución de los productos. El comercio internacional, en ese sentido, juega un papel vital conectando zonas productivamente deficitarias con zonas que puedan generar un exceso de productos (Huang et al., 2011).

LOS RETOS DE LA INDUSTRIA AGROALIMENTARIA

Sin embargo, el transporte de estas mercancías tiene efectos directos sobre el Medio Ambiente ya que los barcos, aviones y otros medios de transporte precisan de combustible para funcionar. Esto genera un enorme impacto medioambiental que desde la perspectiva particular se está intentando gradualmente frenar con campañas de consumo de productos de “kilómetro cero”, reduciendo por tanto las emisiones de transporte.

Otra problemática de la rápida globalización es la gran disponibilidad y variedad de productos de ultramar. Si bien esto nos permite conocer más en profundidad distintas culturas, crea necesidades nuevas en los consumidores que después exigen estos productos. De este modo, por ejemplo, se ha hecho posible el consumo de frutas y verduras típicas de las épocas de verano en el hemisferio norte con la importación de estos frutales desde el hemisferio sur. Los límites de las “temporadas” de la fruta y la verdura son cada vez más difusos y exige una demanda constante de productos concretos como los tomates que impacta negativamente en el medio ambiente ya que es necesario poner en funcionamiento los mecanismos de producción (con la consiguiente utilización de fertilizantes y potenciadores químicos) y el uso de transportes para enviar las mercancías.

C. Mejora de las economías del mundo

El ritmo de crecimiento de las economías más desfavorecidas es muy superior al de las del primer mundo. La brecha de abastecimiento entre economías se va difuminando poco a poco. Hoy en día lo que marca la diferencia son los desarrollos tecnológicos, pero el abastecimiento alimentario poco a poco deja de ser un problema mundial. No obstante, siguen aún algunas bolsas de pobreza extrema en el África subsahariana y algunas zonas de Asia. Este crecimiento económico implica una mejora social y un mayor estado de bienestar (Rosling et al., 2018). Las familias tendrán más dinero para invertir y, con el aumento del nivel adquisitivo, crecerá la posibilidad de destinar los recursos no sólo a cubrir necesidades básicas sino a mejorar la educación y poder consumir dietas más variadas. Esto implica pasar de una situación de subsistencia a una fase de crecimiento económico y social.

Hasta alcanzar ese punto, resulta importante garantizar que el desarrollo agroalimentario de los años venideros se desempeñe de manera sostenible. A la vez que aumentan las capacidades productivas de los países en vías de desarrollo, aumentan las emisiones a la atmósfera y el daño al planeta. Por ello será imprescindible desarrollar nuevas técnicas que consigan producir al mismo ritmo, pero con mucho menor impacto ambiental.

LOS RETOS DE LA INDUSTRIA AGROALIMENTARIA

Sin embargo, conviene tener en cuenta en la actualidad el apartado relativo a las crisis y los conflictos internacionales (*ut supra*). La situación actual del planeta (mayoritariamente debido a la crisis de la Covid-19 y actualmente agravado por el conflicto entre Rusia y Ucrania) ha dado lugar a un receso económico a escala global que, como hemos explicado antes, afecta de diversas maneras al sector agroalimentario limitando su capacidad productiva.

D. Pérdida de peso del sector primario

La sociedad moderna cada vez tiende más hacia una economía terciaria. El sector primario ha perdido peso relativo de forma paulatina dentro la economía mundial. El sector agrícola ha reflejado también esta tendencia adaptándose e integrando empresas de servicios en su línea de producción o promocionando el agroturismo (Oostindië, 2001). Esto no implica una necesaria reducción del sector primario, sino un mayor crecimiento del resto de sectores.

Como muestra el informe de Naciones Unidas, a pesar del aparente equilibrio en inversiones agrícolas entre los países de ingresos altos y los de ingresos bajos, los países de ingresos altos son mucho más intensivos en capital. No obstante, la intensidad de producción agrícola aumenta gradualmente en gran parte de estos países, principalmente en Asia, Europa y el Pacífico (FAO, 2017).

2.2.3. FACTORES SOCIALES

A. Concienciación medioambiental

A lo largo de las últimas décadas los efectos del cambio climático han materializado una incipiente preocupación en la sociedad por la conservación del planeta. En los países de rentas altas, la concienciación de la ciudadanía sobre una producción respetuosa con el medio ambiente es un hecho. Cada vez más, productos certificados como “de producción sostenible” llenan los supermercados mostrando que la población no sólo busca consumir, sino que quiere hacerlo sosteniblemente. Esta conducta se refleja con más claridad en clases medio-altas y altas, ya que el desarrollo sostenible de estos productos suele implicar mayores garantías en la cadena de valor y un aumento, por tanto, del precio final del producto.

Ligado a este concepto de sostenibilidad, las actitudes de la sociedad hacia el consumo también están experimentando un cambio. La creciente globalización y fácil acceso a la comunicación inmediata de las nuevas tecnologías ha permitido a la población estar informada

LOS RETOS DE LA INDUSTRIA AGROALIMENTARIA

sobre la situación socioeconómica de otros países dando lugar a una mayor concienciación. Cada vez más, las personas son conscientes de las implicaciones que tiene la sobreproducción y el exceso de stock y se están desarrollando nuevas tendencias como el “Zero Waste” o el minimalismo que abogan por una reducción drástica de la cuantía de productos innecesariamente consumidos. Es el ejemplo de TooGoodToGo, una startup danesa que busca reducir el desperdicio alimentario de la industria alimentaria (Segal, 2019).

La población no sólo está preocupada por cuánto consume sino también por la calidad de lo que consume. En una sociedad de producción en masa, la calidad de los productos, así como su proceso productivo, es continuamente cuestionado por organizaciones no gubernamentales como Greenpeace que organiza regularmente recogidas de firmas con el propósito de poner freno a estas prácticas (Armestre, 2022). Se busca no sólo que los alimentos sean de gran calidad, sino que se hayan obtenido conforme a ciertos principios éticos como el bienestar animal, el comercio justo o la no-explotación laboral. Esta tendencia se explica en gran medida, conforme a la jerarquía de las necesidades humanas de Maslow (Maslow, 1943). En primer lugar, se busca cubrir una necesidad básica como es la alimentación. Posteriormente, se busca garantizar desde la perspectiva nutricional una buena variedad. A continuación, productos de mayor calidad. De este modo, alcanzamos el final de las necesidades de la pirámide queriendo contribuir completando la sensación de autorrealización a mejorar el planeta con las decisiones de compra.

En países en vías de desarrollo la tendencia de concienciación medioambiental es a medio-largo plazo, pero crece a un ritmo mucho más rápido comparativamente ya que es a estos países a los que afecta en mayor medida el cambio climático por su localización geográfica, como es el caso de Micronesia o por sus limitados recursos para hacer frente a las catástrofes naturales generadas por el cambio climático, como sucede con los ciclones en las islas de Centroamérica.

B. Desnutrición vs. Malnutrición

Si bien la desnutrición severa dejaba poco a poco de ser uno de los grandes problemas del mundo, las últimas crisis y conflictos internacionales han impactado directamente sobre estas cifras. En el informe *The State of Food Security and Nutrition in the World (SOFI)* publicado en julio de 2021, las Naciones Unidas predecían un repunte del hambre en el mundo a causa de la pandemia tras cinco años de descensos continuados (FAO et al., 2021). Estas

LOS RETOS DE LA INDUSTRIA AGROALIMENTARIA

cifras se confirmaron alcanzando un incremento de 1,5 puntos porcentuales hasta llegar al 9,9%. Se calcula que el conflicto ucraniano y ruso, por sus enormes implicaciones agrícolas, no hará sino agravar estas cifras (FAO, 2022b). Sin embargo, algunos expertos consideran que el aumento de la demanda debido a la escasez de alimentos incrementará su precio revalorizando el ingreso de los productores. Ciertos académicos alegan que esto podría mejorar la situación de pobreza de las zonas más rurales que consiguiesen mantener su producción agrícola. Es por ello que se verán beneficiadas principalmente las zonas rurales más resistentes a las inclemencias del tiempo y con un clima más adaptado al cultivo (Hertel & Rosch, 2010).

Por otro lado, la malnutrición surge como un nuevo problema. En todos los países, especialmente en los de rentas altas, el exceso de alimentos ultraprocesados e ingesta de azúcares genera grandes problemas de malnutrición. Además, existe una correlación entre la obesidad y la situación de pobreza de las familias. Estos productos son de más fácil acceso por diversos factores como su coste reducido, su conveniencia y su sabor potenciado con aditivos y preservantes. Si bien esto inicialmente parecía suponer un problema mayoritariamente en países de rentas altas, el aumento de precios de alimentos básicos generado por los recientes conflictos internacionales y los elevados precios de los alimentos tienen un impacto negativo más sustancial en las personas con menores ingresos. Esto se debe a que, al tener ingresos limitados y, por tanto un limitado poder de decisión, estos grupos destinan una mayor parte de sus ingresos en alimentos. Para hacer frente al incremento de precios de los alimentos, estas personas podrían verse obligadas a reducir otros gastos críticos como la educación, la electricidad, la calefacción o los medicamentos, o a adoptar conductas negativas con respecto a la alimentación como saltarse o repetir comidas y comprar opciones menos nutritivas pero baratas (FAO, 2022b).

C. Variaciones en la dieta

El consumo de carne se ha incrementado notablemente en los últimos años creando, como lo define Delgado (2003), la Revolución del Ganado (en inglés, *the Livestock Revolution*). Este incremento se justifica parcialmente en términos absolutos con el incremento poblacional (Delgado, 2003). Sin embargo, el consumo per cápita del consumo cárnico también aumenta, por lo que existen ciertos factores adicionales al incremento de la población que están influenciando este consumo. Por un lado, una mayor capacidad adquisitiva, especialmente en

LOS RETOS DE LA INDUSTRIA AGROALIMENTARIA

países de rentas altas, ha permitido una mayor accesibilidad a productos cárnicos, tradicionalmente más costosos.

Chicken meat production, 1961 to 2018

Chicken meat production is measured in tonnes per year.

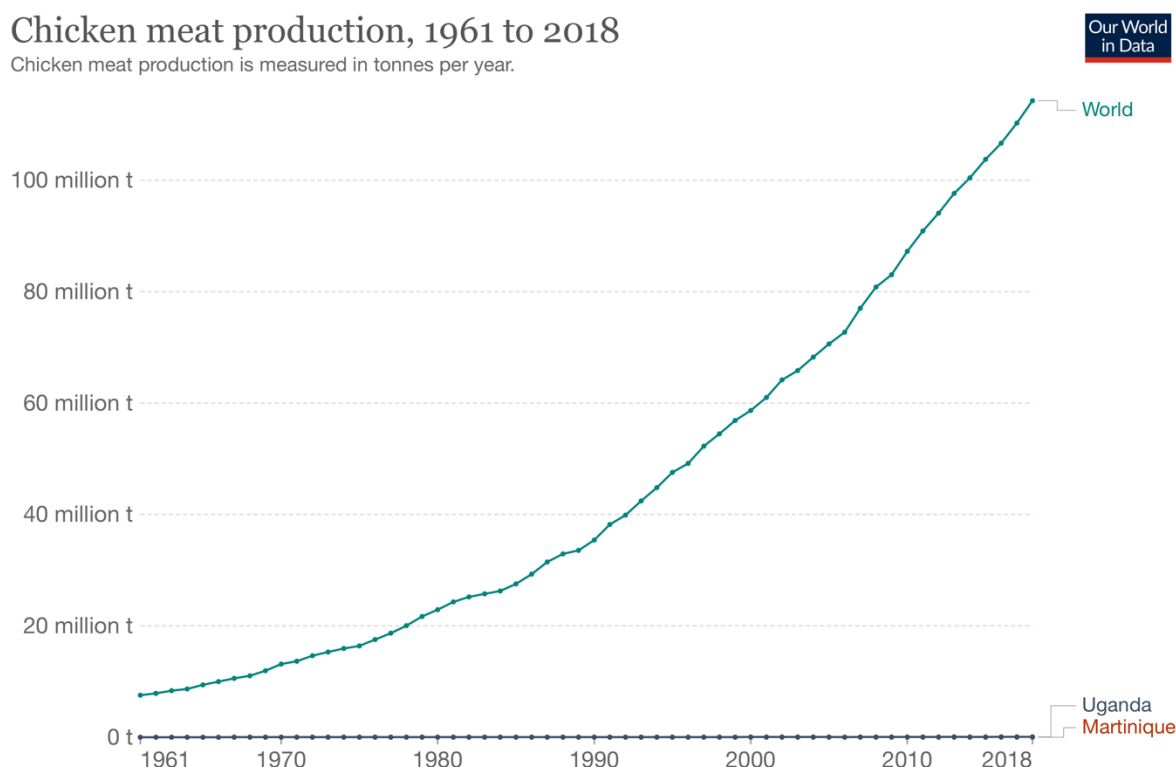


Ilustración 3. Fuente: FAO (2017)

Además, debido al desarrollo tecnológico y la mejora de técnicas productivas como la inseminación y ceba de los animales ha aumentado la producción abaratando los productos para el consumidor. Esto afecta a la agricultura en gran medida ya que gran parte de los cultivos se destinan como alimento, es de esperar que el consumo de carne, especialmente el consumo de aves, incremente gradualmente a la par que el crecimiento las economías mundiales (Henchion et al., 2014).

D. Incremento de plagas y enfermedades transnacionales

La globalización facilita la existencia de plagas y de enfermedades trasfronterizas (gripe aviar, COVID-19, etc.). En la agricultura, esto presenta problemas sustanciales, aunque, con el desarrollo de potentes pesticidas, se consigue generalmente controlar estas plagas sobre todo en el cultivo industrializado.

LOS RETOS DE LA INDUSTRIA AGROALIMENTARIA

La globalización por otro lado ha permitido la apertura de nuevos mercados y la importación y exportación de productos. De este modo, resulta posible, por ejemplo, consumir en España frutas cultivadas en Sudamérica o África. A pesar de los adicionales costes de transporte y la inversión en investigación y desarrollo para facilitar este intercambio, la globalización ha permitido abaratar los costes de producción. En países de rentas más altas ha permitido además externalizar sus fuentes pudiendo así destinar el territorio a otros usos, generalmente relacionados con el sector terciario, como mencionamos anteriormente (*ut supra*).

E. Ralentización del crecimiento poblacional

La población mundial ha frenado el ritmo de crecimiento de décadas recientes (Rosling et al., 2018). Una mejora de las economías en combinación con una creciente globalización está dando lugar a una desaceleración del crecimiento poblacional hasta finalmente nivelarse (Rosling et al., 2018) entre unas 10.000 y 12.000 millones de personas hacia finales del siglo XXI (Keilman, 2001).

Aunque se trata de una tendencia global, la población seguirá creciendo durante un tiempo más en África y Asia (FAO, 2017). Esto implica que, aunque el crecimiento se esté desacelerando, la población mundial creciente necesita alimentarse. Esto creará tensión para las industrias alimentarias que necesitarán producir lo suficiente para alimentar a la población desde una perspectiva sostenible y responsable con el Medio Ambiente.

2.2.4. FACTORES TECNOLÓGICOS

A. Los avances tecnológicos aportan esperanza al incremento de la productividad

Gracias a la innovación y la tecnología se posibilita afrontar el reto alimentario. La evolución tecnológica ha permitido el descubrimiento de nuevas herramientas y técnicas que han automatizado el proceso agrícola y lo han hecho más eficiente. Se están desarrollando nuevas herramientas, productos y máquinas que reducen el impacto medioambiental de la producción agrícola. Un ejemplo de ello es la creación del hidrógeno azul y el hidrógeno verde que estudiaremos en los párrafos siguientes y buscan reducir el nivel de emisiones proveniente del proceso de manufactura de los fertilizantes.

LOS RETOS DE LA INDUSTRIA AGROALIMENTARIA

Está claro que una revolución medioambiental tendrá que venir de la mano de nuevos descubrimientos tecnológicos que posibiliten una producción mejor, más verde y más eficiente. Sin embargo, para que estos avances tecnológicos surjan con mayor rapidez, será necesaria una clara voluntad política y empresarial por apostar por este tipo de innovación y desarrollo a menudo anteponiendo la sostenibilidad a los beneficios, tarea que no siempre resulta fácil

B. El uso extendido de fertilizantes

Gran parte del incremento productivo en la agricultura se produjo gracias al descubrimiento de los fertilizantes y fungicidas. Inicialmente se empleaban fertilizantes naturales que se encuentran en la tierra naturalmente como productos orgánicos en estado de descomposición. No obstante, el verdadero incremento productivo se materializó con la introducción de fertilizantes químicos.

El fertilizante nitrogenado es el más extendido y demandado en el mundo. Se produce a través del quemado de gas para obtener hidrógeno. En este proceso, se quema el gas presente en la tierra y se separan las moléculas de carbono e hidrógeno. El hidrógeno obtenido se hace reaccionar con el aire y produce una sustancia conocida como amoníaco. Sin embargo, el carbono restante se mezcla con el oxígeno y se libera en forma de dióxido de carbono (en adelante, CO₂) por lo que la industria fertilizante actual es altamente contaminante. Es por esto que la producción de fertilizantes incide agravando la posición de la industria agrícola con respecto al Medio Ambiente. Actualmente se están desarrollando alternativas sostenibles como el hidrógeno azul y verde, aunque su correcto desarrollo tecnológico requiere grandes inversiones e investigación. Asimismo, se tratan de soluciones que únicamente pueden permitirse los países de rentas altas y con una elevada concienciación medioambiental por lo que no se puede considerar una solución idónea hasta que sean accesibles de manera generalizada.

Otro problema de los fertilizantes es su mal uso. Esto sucede principalmente por dos razones: (1) la falta de concienciación y educación. Previo a la fertilización, el análisis de los suelos es imprescindible para identificar las necesidades específicas de cada terreno y así poder adaptar el fertilizado al mismo. Sin embargo, la mayoría de los productores no toman muestras del suelo. Esto sucede mayoritariamente por desconocimiento de los procesos y análisis disponibles, así como de su precio y procedimiento específico para obtener las muestras (Jaramillo Noreña, 2013). (2) El mal uso de los fertilizantes priorizando producción sobre

LOS RETOS DE LA INDUSTRIA AGROALIMENTARIA

sostenibilidad lo cual deriva en enormes problemas medioambientales tanto para el productor como para el ecosistema. Por ejemplo, en zonas de Murcia (España) la fertilización descontrolada con el objetivo de aumentar la producción ha generado graves consecuencias para el entorno natural circundante. El exceso de nitrógeno en la tierra proveniente de los fertilizantes aplicados indiscriminadamente ha desestabilizado por completo el ecosistema. Adicionalmente el lixiviado de los fertilizantes ha permeado en las distintas capas de la tierra y, por la cercanía de los terrenos de cultivo a la costa, ha acabado en el mar afectando gravemente al ecosistema marino.

En un principio, las implicaciones medioambientales de la producción agrícola no eran tomadas en cuenta, en parte por desconocimiento y, por otro lado, porque al tratarse de un sector primario se entendía que prevalecía la necesidad de alimentar a la población por encima del cuidado medioambiental. Sin embargo, a raíz de los crecientes daños de la agricultura al medio ambiente y las catástrofes naturales que ha generado, la sociedad es cada vez más consciente de que hay que producir de manera sostenible sin perjudicar al planeta en el proceso.

2.2.5. FACTORES MEDIOAMBIENTALES

A. Incremento en el número de desastres naturales

La alimentación y la agricultura contribuyen notablemente al incremento en la producción de gases de efecto invernadero como se ha explicado en la introducción. Los desastres naturales derivados de fenómenos atmosféricos están aumentando notablemente debido a la inestabilidad climática por el calentamiento global. Esto tiene efectos tanto directos como indirectos sobre la agricultura. En primer lugar, los desastres naturales destrozan el terreno, haciendo imposible el desarrollo habitual de la agricultura. La agricultura es muy sensible a los cambios climatológicos (Howden et al., 2007). Esto se debe a que las condiciones climatológicas de una zona determinada condicionan la flora del terreno. Por ejemplo, un aumento de la temperatura media puede influir reduciendo la duración de los cultivos o propiciando plagas y disminuyendo así la producción final (Mahato, 2014). Esta fuerte influencia se observa a menudo en el fenómeno de El Niño que, como menciona Ferris (1999):

“El fenómeno de El Niño Oscilación del Sur, con sus ciclos asociados de sequías e inundaciones, explica entre el 15% y el 35% de la variación del rendimiento mundial del trigo, las semillas oleaginosas y los cereales secundarios” (Ferris, 1999).

LOS RETOS DE LA INDUSTRIA AGROALIMENTARIA

Este suceso se debe combatir desde una doble perspectiva, en el corto plazo, resulta imprescindible adaptar la agricultura y hacerla más resistente al cambio climatológico generado por el calentamiento global mientras que, por otro lado, es vital reducir los efectos del cambio climático para evitar desde un principio estos desastres naturales.

Por otro lado, los desastres naturales tienen también efectos indirectos en la agricultura. En un territorio en el que existen este tipo de catástrofes, la economía también se resiente, lo que simultáneamente tiene una importante repercusión negativa sobre el sector agrario.

B. Competencia por los recursos energéticos y naturales

Los recursos energéticos y naturales como la tierra o el agua son cada vez más escasos. La humanidad lucha por encontrar soluciones a estos problemas de abastecimiento. Ejemplo de ello son numerosas fábricas y empresas del sector secundario que apuestan por la "economía circular" de reutilización de recursos. De este modo, consiguen reutilizar el agua de sus procesos productivos, a menudo derrochada en fábricas en la que son necesarios procesos de enfriamiento o de lavado instalando máquinas depuradoras que eliminan los residuos que esta agua pueda contener tras finalizar su proceso.

Sin embargo, esta falta de recursos disponibles ha dado lugar a una carrera desmesurada por recursos que instiga a grandes corporaciones a establecerse en zonas en vías de desarrollo para aprovechar terrenos no explotados. Es el caso a menudo de África que en los últimos años ha experimentado un incremento de compañías buscando establecimiento en sus países para aprovechar los recursos disponibles.

C. Relación entre agricultura y deforestación

La rápida expansión de los terrenos de cultivo para lograr abastecer las necesidades crecientes de la población humana es una de las principales causas de la deforestación. La mayor parte de la superficie terrestre se destina al cultivo y la ganadería. En la actualidad, se destinan a la agricultura unos 1.000 a 1.500 millones de hectáreas, y otros 3.500 millones se dedican a la ganadería (Easterling, y otros, 2007). Con el objetivo de crear más terrenos cultivables, se destruyen anualmente hectáreas de bosques para poder emplearlos en cultivo. Esto resulta, en el corto plazo, beneficioso para el sector agrario, aunque resulta más que evidente que a medio-largo plazo tiene enormes implicaciones medioambientales por lo que no se puede considerar realmente un punto positivo en la consecución de una agricultura sostenible.

2.2.6. FACTORES LEGALES

A. Restricciones legales

Cada vez más las economías avanzadas desarrollan una regulación más restrictiva de productos agrícolas y sus derivados para el consumo humano. Esta regulación tiene una doble vertiente. Por un lado, se vertebra una reglamentación sanitaria donde se deben cumplir unos estándares mínimos para garantizar la calidad de los productos y por otro, se establecen requisitos de sostenibilidad. Con el objetivo de proteger al consumidor, las diversas jurisdicciones establecen ciertos requisitos sanitarios mínimos para la producción alimentaria, así como limitan el uso de fertilizantes o pesticidas que puedan resultar dañinos. Por ejemplo, en el caso de Europa, se regulan los alimentos modificados genéticamente y sus movimientos transfronterizos para evitar contaminaciones cruzadas y la entrada de plagas en territorio europeo.

B. Promociones y protección de la agricultura

Otra de las implicaciones legales en el sector ganadero son los fondos y las ayudas a la industria agrícola. Debido a su elevado coste y baja rentabilidad, es un sector que gradualmente disminuye a pesar de su enorme importancia, especialmente en los países de rentas altas. Es por ello que las jurisdicciones proporcionan diversas ayudas para sostener la producción alimentaria. En Europa, por ejemplo, se vertebra el Pacto Agrícola Común (PAC) que establece un marco regulatorio básico para el cultivo en Europa. La agricultura española, a pesar de ser España uno de los principales países del sector a nivel europeo, está enormemente subvencionada por estas ayudas.

FACTORES POLÍTICOS	FACTORES ECONÓMICOS	FACTORES SOCIALES
<ul style="list-style-type: none"> • Mayor voluntad política • Pérdida y desperdicio de alimentos • Incremento en número de conflictos y crisis 	<ul style="list-style-type: none"> • Cambios estructurales en el equilibrio entre producción, transformación y distribución • Globalización • Mejora de las economías del mundo • Pérdida de peso del sector primario 	<ul style="list-style-type: none"> • Concienciación medioambiental • Desnutrición vs. Malnutrición • Variaciones en la dieta • Incremento de plagas y enfermedades transnacionales • Ralentización del crecimiento poblacional

LOS RETOS DE LA INDUSTRIA AGROALIMENTARIA

FACTORES TECNOLÓGICOS	FACTORES MEDIOAMBIENTALES	FACTORES LEGALES
<ul style="list-style-type: none">• Los avances tecnológicos aportan esperanza al incremento de la productividad• El uso extendido de fertilizantes	<ul style="list-style-type: none">• Incremento en el número de desastres naturales• Competencia por los recursos energéticos y naturales• Relación entre agricultura y deforestación	<ul style="list-style-type: none">• Restricciones legales• Promociones y protección de la agricultura

Tabla 1: cuadro resumen de factores del análisis PESTEL (elaboración propia).

3. CONCLUSIONES Y RETOS

El análisis anterior nos ofrece una imagen general del contexto al que se enfrenta la industria agroalimentaria en la actualidad. Podemos concluir que, a pesar de los conflictos recientes, el desarrollo generalizado de las economías mundiales está incrementando mundialmente la población y es necesario encontrar maneras eficientes de producir para conseguir alimentarla. Por ello, resulta indiscutible que la consecución de estos objetivos debe ir de la mano de un fuerte desarrollo tecnológico que revolucione la industria agroalimentaria. Sin embargo este desarrollo tecnológico deberá de ser paralelamente respetuoso con el medio ambiente y promover su conservación.

Si bien en Europa o Estados Unidos la inversión en tecnologías eficientes para evitar la escasez de alimentos no supone un problema a corto plazo, en países como Brasil, China o la India resulta un gran reto que será necesario conseguir. El problema radica en que no sólo aumenta la población, sino que aumenta, de manera generalizada, el nivel y la calidad de vida de los ciudadanos del mundo. Esto genera, enormemente potenciado por la globalización, una diversificación de las dietas que pasan de nutrirse con alimentos únicos como el arroz o el trigo a integrar en sus dietas carnes, pescados y otros tipos de verduras y hortalizas. Como resultado, no sólo se obtiene una mayor complejidad a nivel de cultivo por tener que producir alimentos más diversos y variados, sino que la producción es también más compleja. Por ejemplo, en el caso de la carne, es necesario en primer lugar cultivar trigo y productos que puedan servir como alimento para los animales y posteriormente poder consumirlos. Es decir, se realiza una doble labor de cultivar el trigo para consumo humano y para consumo animal. La cantidad y diversidad alimenticia que debe producirse por tanto es enorme.

Al mismo tiempo, los recientes problemas climatológicos han puesto el foco sobre la sostenibilidad de nuestros sistemas productivos y cómo están afectando al entorno natural de la Tierra. A pesar de que cada vez la concienciación es mayor, también lo es la contaminación y el deterioro medioambiental de nuestro planeta. Es por ello que resulta imprescindible revertir y proponer soluciones al cambio climático. Sin embargo, la agricultura también contribuye a este deterioro progresivo de nuestro ecosistema por su fuerte impacto sobre el medio ambiente (Singh et al., 2020).

LOS RETOS DE LA INDUSTRIA AGROALIMENTARIA

Por estos dos problemas, nos situamos ante el siguiente el gran problema de la industria alimentaria: ¿cómo podemos lograr producir el suficiente alimento para la creciente población mundial con un modelo de negocio sostenible y que contribuya a la preservación del planeta?

De esta problemática emanan dos grandes retos para la industria agroalimentaria:

- Incrementar el ritmo de producción para lograr satisfacer las necesidades de una población creciente y
- Reducir el impacto medioambiental de la agricultura con el objetivo de poder producir de manera sostenible.

Sin embargo, estas técnicas resultan costosas e incrementarían exponencialmente el precio de alimentos básicos impidiendo un acceso fácil a todas las economías. Una subida del precio en zonas donde ya resulta suficientemente complicado la obtención de los alimentos no es un factor que garantice el alimentos para toda la humanidad.

4. OBJETIVO 1: ABASTECER A UNA POBLACIÓN CRECIENTE

Como ha quedado patente en la identificación de los factores económicos y sociales del análisis PESTEL, el crecimiento de la población mundial se encuentra estancado en los países de rentas más altas y solo sigue creciendo a un ritmo más desacelerado en ciertas áreas de Africa y Asia. Además, se espera que dicho crecimiento no sea ilimitado y que finalmente tienda a estabilizarse en tanto en cuanto el nivel de desarrollo y educación en dichos países vaya tomando forma (Rosling et al., 2018). En la vertiente económica se espera un recorrido similar que tienda a un paulatino desarrollo de las economías de los países más desfavorecidos. Estas expectativas nos hacen concluir con que el problema de desabastecimiento de alimentos a nivel mundial es un problema, si bien era de tipo estructural en el siglo XX, hoy en día ha pasado a ser coyuntural y que solo afecta a ciertas partes del mundo que se ven afectadas por episodios puntuales (guerras principalmente) o por una situación de crisis endémica de su economía. Así las cosas, el problema del desabastecimiento de alimentos para la población a nivel global no se configura como una imposibilidad productiva, sino como una falta de coordinación política y organizativa a nivel mundial. Son varios los estudios que han demostrado que la producción potencial de productos agroalimentarios es más que suficiente para abastecer a la población a nivel mundial. Lo único que realmente falta es voluntad política y coordinación de las herramientas necesarias para que esto se produzca.

Hans Rosling en su libro “Factfulness” (2018) también demuestra con pruebas estadísticas como las economías de la práctica totalidad de países a nivel mundial tienden de forma lenta pero irremisible hacia una mejora paulatina de sus resultados y de la renta per cápita por habitante. Aunque las noticias nos sorprenden a diario con titulares negativos de carácter sensacionalista sobre la pobreza en muchos países, la realidad demuestra con resultados estadísticos que esto no es así y que la economía mundial a todos los niveles avanza de forma paulatina hacia un mayor grado de desarrollo y riqueza (Rosling et al., 2018).

5. OBJETIVO 2: PRODUCIR SOSTENIBLEMENTE

5.1. INCIDENCIA DE LA AGRICULTURA EN EL MEDIO AMBIENTE

El análisis anterior contribuye a enmarcar las técnicas productivas de la agricultura en su contexto global. Sin embargo, el gran problema de la agricultura en la actualidad es que no cuenta con una producción sostenible. En la mayoría de los sistemas agrícolas productivos, técnicas como el arado o el uso de fertilizantes y pesticidas resultan imprescindibles para mantener estables los niveles de producción necesarios. Sin embargo, estas técnicas, como veremos más adelante, no contribuyen a garantizar el mantenimiento a largo plazo de los recursos productivos de los que depende la agricultura. Parece formarse una dicotomía entre la que el ser humano debe elegir: una agricultura eficiente pero contaminante u otra responsable con el medio ambiente pero improductiva.

Hoy en día, la agricultura requiere procesos altamente especializados para garantizar la máxima productividad posible. El laboreo, el drenaje, los cultivos intercalados, la rotación, el pastoreo y el uso extensivo de pesticidas y fertilizantes son todas actividades agrícolas que afectan en gran medida a la calidad del suelo sobre el que se cultiva. La agricultura intensiva y descontrolada puede dar lugar a problemas de desertificación, deforestación y erosión que desencadenan importantes consecuencias negativas para las especies de flora y fauna silvestres (McLaughlin & Mineau, 1995). Esto supone un enorme problema ya que estas especies autóctonas son las garantes de la fertilidad futura del suelo y afectan por tanto al ecosistema en su conjunto. Su ausencia derivará en una destrucción paulatina del ecosistema productivo..

5.1.1. EL ARADO

El arado es una técnica empleada tradicionalmente en la agricultura que busca deshacer la tierra para oxigenarla y facilitar la inserción de las semillas en el terreno. Esta técnica afecta al suelo de diversas maneras dejándolo desprotegido frente a fuertes vientos, liberando carbono a la atmósfera, alterando su temperatura, su porosidad y su densidad (Prasad & Power, 1991). Con la falta de plantas, aumenta la evaporación del suelo ya que no se mantiene mediante raíces y la sombra de las plantas no ayuda a conservar la humedad del terreno.

Uno de los eventos más importantes que ilustran este efecto fue el Dust Bowl en Estados Unidos. El Dust Bowl fue una época de graves tormentas de arena que perjudicaron enormemente la naturaleza y la agroindustria de los campos y praderas que se extendían desde

LOS RETOS DE LA INDUSTRIA AGROALIMENTARIA

el Golfo de México hasta Canadá, afectando fundamentalmente a Estados Unidos. Duró desde 1932 hasta 1939, y desapareció por fuertes precipitaciones que limpiaron el ambiente (Worster, 2004). El impacto del Dust Bowl fue provocado por diversos motivos. Un factor decisivamente influyente en esta catástrofe natural fueron las nocivas prácticas agrícolas de la época que dejaron la tierra vulnerable a los poderes del viento. En ese terreno naturalmente seco, crecían gramíneas que eran capaces de resistir en el ecosistema inicial. Sin embargo, estas plantas se sustituyeron por trigo que, cuando no fue capaz de germinar por la sequía, dejó al suelo desprotegido dando lugar a fuertes tormentas de polvo y arena tan gruesas que ocultaron parcialmente el sol (Schubert et al., 2004).

Está muy extendida entre los cultivadores la opinión de que cultivar y trabajar el suelo beneficia al medio ambiente. Se considera que, de este modo, se rompe la compactación del suelo, se airea la tierra, se eliminan las malas hierbas y se prepara el terreno para un correcto cultivo (Basch et al., 2008). Aunque varias de estas afirmaciones pueden ser correctas individualmente, sobre todo cuando el suelo se cultiva con frecuencia, en su conjunto conducen a una degradación sustancial de la calidad del suelo que resulta problemática a largo plazo, tanto desde el punto de vista económico como medioambiental (Triplett & Warren, 2008).

Como respuesta a este problema, se han comenzado a emplear técnicas conocidas como labranza de conservación. Esta técnica consiste en mantener la cubierta superficial del suelo manteniendo los residuos de cultivos anteriores de manera que se perturba mínimamente el suelo y la labranza llevada a cabo es mínima. Los residuos de los cultivos previos protegen el suelo del efecto directo de las gotas de lluvia y los rayos solares, mientras que la mínima perturbación del suelo mejora la actividad biológica del mismo junto con la circulación del agua y del aire (Busari et al., 2015).

Existen técnicas diversas en relación con este método y cada una afecta de manera diversa a cultivos determinados. Desde una perspectiva económica, los costes productivos para todos los sistemas son similares ya que, si bien se reducen costes minimizando el empleo de combustible, aumenta el gasto en herbicidas y tratamientos para limitar el crecimiento de plantas ajenas al cultivo (Lafond et al., 1993). Por ello, la cuestión reside en ponderar si esto es comparativamente más beneficioso que la intervención mecánica de los cultivos. Los estudios parecen indicar que, si bien inicialmente es necesaria una mayor intervención química en el traspaso a la labranza de conservación, con el paso del tiempo las cuantías necesarias de

LOS RETOS DE LA INDUSTRIA AGROALIMENTARIA

herbicidas se reducen hasta situarse al nivel o incluso por debajo de las cuantías necesarias en los cultivos tradicionales (McLaughlin & Mineau, 1995).

Convencer por tanto al agricultor de las ventajas de crear un método de cultivo que utilice una alteración mínima del suelo es crucial para la implementación efectiva de un sistema de no labranza. Sin embargo, esto a menudo resulta complicado por diversos motivos.

En primer lugar, a menudo se cuestiona la productividad del sistema de mínima labranza. Se ha demostrado en reiterados estudios que este método es igual o más productivo que el cultivo tradicional en terrenos arados (DeFelice et al., 2006; Franzluebbbers, 2005; Halvorson et al., 2002). Sin embargo, se requiere un profundo conocimiento del sistema y replicar adecuadamente las condiciones para llegar a obtener estos resultados ya que existen numerosos factores que pueden afectar la productividad de la mínima labranza (Derpsch et al., 2014).

Asimismo, la existencia de creencias preconcebidas sobre las prácticas agrícolas. La barrera cultural sobre cómo se ha de tratar el suelo y los cultivos, así como idiomas y tradiciones dificultan habitualmente la educación y concienciación de los productores de diversos países (Basch et al., 2008).

5.1.2. DRENAJE

Gran cantidad de agua potable proveniente de marismas se ha perdido debido al drenaje de las zonas para destinarla al uso agrícola. El drenaje consiste en la reducción de exceso de agua y sales de un terreno para permitir el cultivo (Namuche Vargas et al., 2019).

Mediante el uso de esta técnica, se han deteriorado numerosos ecosistemas en todo el mundo. Por ejemplo, en España, la zona del Valle del Guadalquivir ha sufrido modificaciones humanas que han erosionado el terreno a lo largo de la historia para adaptarlo al cultivo (Díaz Quidiello et al., 1991). Sin embargo, en el acuífero Almonte-Marismas se han transformado en los últimos 50 años más de 100.000 hectáreas de terreno. Estas modificaciones no sólo permiten incrementar el terreno cultivable, sino que además habilitan la alteración de temporadas adelantando el cultivo de las fresas y retrasando el de frutales, garantizando a los agricultores un mayor beneficio por sus productos. Esto genera un enorme incentivo para los productores lo cual dificulta el control de esa actividad por falta de incentivos en la conservación de las marismas (McLaughlin & Mineau, 1995). Estos, en la medida de lo posible,

LOS RETOS DE LA INDUSTRIA AGROALIMENTARIA

modifican el terreno para poder incrementar sus márgenes productivos que, como hemos visto en el estudio de la cadena de valor (*ut supra*) son limitados.

Este fenómeno se produce en muchas otras áreas del mundo como en Canadá donde han desaparecido enormes terrenos, originariamente marismas, debido a actividades de drenaje (Spaling, 1995), o en México, donde también se han visto reducidos estos ecosistemas en beneficio de zonas destinadas a la producción alimentaria (Namuche Vargas et al., 2019).

5.1.3. CULTIVO INTERCALADO

El cultivo intercalado o cruzado consiste en el cultivo simultáneo de dos o más plantas con el fin de generar una relación simbiótica en la que ambas coexistan durante un tiempo determinado (Brooker et al., 2015). Se trata de una técnica que se ha practicado en todo el mundo y en diversas culturas. En la actualidad está presente sobre todo en los pequeños cultivos de subsistencia de África y el Sudeste Asiático (Wang et al., 2014).

Existen diversas técnicas de cultivo cruzado en función de la ubicación de las plantas. Los distintos tipos se pueden plantar indistintamente, sin tener en cuenta el orden (a esto se le llama cultivo cruzado mixto); alternando las dos especies por filas o alternando las especies en una misma fila (Smith & McSorley, 2000).

Como venimos demostrando a lo largo de todo este estudio, la técnica tradicional de monocultivo es altamente contaminante y deteriora los recursos naturales del terreno (Roholla Mousavi & Eskandari, 2011). El empleo del cultivo intercalado puede coadyuvar a reducir el impacto de la agricultura sobre el medio ambiente. Diversos estudios demuestran que, si bien no produce unos rendimientos superiores al monocultivo, el empleo de técnicas de cultivo intercalado daña en menor medida al terreno al reducir el nivel de erosión del suelo (Lesoing & Francis, 1999) y mejora notablemente la biodiversidad del ecosistema (Cardinale et al., 2012).

Una gran problemática del cultivo intercalado es que no resulta eficiente en la reducción de especies parasitarias en los campos de cultivo (Theunissen, 1994). Las evidencias de que el cultivo cruzado pueda llegar a reducir la presencia de parásitos no son concluyentes. Se pueden apreciar reducciones en ciertas condiciones específicas pero la idea generalizada de que el cultivo intercalado por sí mismo reduce el impacto de los parásitos en los productos es incorrecto (Smith & McSorley, 2000).

LOS RETOS DE LA INDUSTRIA AGROALIMENTARIA

Sin embargo, su empleo de manera combinada con diversas técnicas pesticidas puede dar lugar a buenas sinergias por lo que no debemos descartar automáticamente esta posibilidad. Se puede emplear el cultivo cruzado como medio para reducir el impacto de los pesticidas tradicionales en el cultivo (Smith & McSorley, 2000).

Las técnicas de cultivo cruzado han demostrado no obstante ser efectivas en el incremento de la biodiversidad del terreno. En consecuencia, un aumento de la biodiversidad mejora el rendimiento de los cultivos a través de relaciones de interconexión y colaboración. De este modo, se logra un incremento de la productividad, la retención nutricional de estos y, como resultado, una clara mejoría de la fertilidad del suelo (Wang et al., 2014).

Este suceso genera un efecto en cadena ya que un suelo más fértil reduce la necesidad de incorporar nutrientes adicionales y hace que el terreno por sí solo sostenga su rendimiento con una reducida interferencia externa. De esta manera, se reduce el empleo de fertilizantes cuyo impacto medioambiental estudiaremos más adelante y, por consiguiente, se puede garantizar también la sostenibilidad de la industria agroalimentaria a un menor o igual coste (Brooker et al., 2015).

A pesar de ser una técnica empleada en muy diversas culturas y habitual en la agricultura de subsistencia, es necesario todavía desarrollar más estudios sobre el cultivo cruzado para comprender correctamente sus beneficios y limitaciones. El método para avanzar en el corto plazo es intensificar la investigación de nuevas potenciales combinaciones de especies partiendo de combinaciones preexistentes que hayan producido resultados satisfactorios. Por ejemplo, profundizar el conocimiento sobre las dinámicas en la mezcla de judías y cereales en un mismo terreno, cuya combinación ya produce buenos resultados (Brooker et al., 2015).

Sin embargo, en el largo plazo, es importante poner el foco en la educación y la colaboración entre las distintas áreas del conocimiento de la industria agroalimentaria y la biología. Para alcanzar resultados realmente tangibles será necesaria una mejor comunicación entre todos los agentes del cambio del ecosistema de manera que, sus contribuciones puedan servir de inspiración y base académica para futuras investigaciones (Brooker et al., 2015).

5.1.4. ROTACIÓN DE CULTIVOS

La rotación de cultivos consiste en la alternancia de plantado de especies con el objetivo de incrementar los beneficios resultantes de sus interacciones con el suelo. Se trata de una práctica que puede mejorar la calidad de los cultivos y la salud del suelo (Karlen et al., 1994) a la vez que resulta un componente esencial en la gestión de malas hierbas (Bullock, 1992). A pesar de que cada vez se está analizando más en profundidad e implementando en todo el mundo, en la mayoría de las zonas de cultivo estas necesidades se cubren con prácticas más tradicionales resultando en el uso desmesurado de fertilizantes, pesticidas y el arado tradicional (McLaughlin & Mineau, 1995).

No obstante, Las rotaciones de cultivos largas y con una cuidadosa supervisión de la aparición de malas hierbas son fundamentales para los cultivos orgánicos de mínima intervención (Koocheki et al., 2009).

Inicialmente, muchos estudios parecían indicar que la sucesión de cultivos, cada uno con fechas de cosecha distinta, limitaba la aparición de malas hierbas al impedir que ninguna especie en particular dominase el terreno y desequilibrase el ecosistema.

Sin embargo, estudios más recientes parecen apuntar a todo lo contrario y cuestionan la verdadera efectividad de la rotación de cultivos. Consideran que en la eliminación de malas hierbas no se están teniendo en cuenta otros factores y, aunque contribuyen, no se puede ignorar que la verdadera influencia la producen otros factores externos. De este modo, algunos estudios demuestran que, la rotación de cultivos afecta de manera minoritaria a la eliminación de malas hierbas mientras que se pueden identificar otros factores mucho más influyentes como las condiciones meteorológicas a las que se expone el cultivo (Doucet et al., 1999).

Asimismo, el tipo de ecosistema también es determinante ya que, en poblaciones con una alta densidad de semillas, la mortalidad dependiente de la densidad contribuye a regular las poblaciones frente a la falta de control de malas hierbas (Doucet et al., 1999).

Dado que la solución inmediata para el control de plagas sigue siendo el arado por su alta efectividad, reducido precio y popularidad, es necesario continuar investigando otros sistemas de producción de cultivos que garanticen resultados efectivos y medioambientalmente sostenibles (Koocheki et al., 2009).

LOS RETOS DE LA INDUSTRIA AGROALIMENTARIA

5.1.5. PASTOREO

El pastoreo en los campos de cultivo tiene un impacto directo en la agricultura. Esto sucede porque los animales pisan y remueven la capa superficial del suelo y se alimentan de las plantas (Greenwood & McKenzie, 2001). En algunas zonas como las praderas de Norteamérica, la presencia de animales rumiantes supone un enorme beneficio a la biodiversidad y contribuye a mantener el equilibrio del ecosistema (Fleischner, 1994). En terrenos como estos, el pastoreo o la siega son actividades necesarias para preservar el elevado nivel de biodiversidad de los pastizales seminaturales (Tälle et al., 2016). Para mantener el ecosistema y garantizar que su crecimiento sea sostenible, las metodologías aplicables deben adoptarse teniendo en cuenta las restricciones de los recursos y las limitadas superficies disponibles. En la mayoría de los pastizales no obstante, los estudios demuestran que el pastoreo tiene un impacto más favorable en comparación con la siega en los valores de conservación del entorno (Tälle et al., 2016).

Sin embargo, en otras zonas, el pastoreo no ha sido un factor compatible con el mantenimiento de la diversidad biológica del entorno (Adams, 1975). Esto sucede a menudo en ecosistemas más frágiles o cuando la presencia de los animales es demasiado intensa y no permite una regeneración del medio.

Cada vez más, se está reconociendo la labor que los animales tradicionalmente han desarrollado de manera natural y se está empleando como herramienta de control agrónomo sostenible y de mínimo impacto. Un ejemplo es el uso de cabras en algunas regiones de Australia para gestionar el crecimiento de malas hierbas en los terrenos de cultivo (Simmonds et al., 2000), (Meat & Livestock Australia, 2007).

Una técnica popular es el sistema de rotación con animales mediante la cual el ganado pasta en los terrenos en barbecho. Este sistema rotativo reduce los impactos negativos de la presencia permanente de animales en los campos de cultivo mayoritariamente porque los pastos tienen un período temporal de no intervención a través del cual pueden recuperarse (Hormay, 1970).

Sin embargo, en el polo opuesto tenemos las nefastas consecuencias que en amplias zonas de Brasil ha tenido la destrucción masiva de masa arbórea de selva amazónica para dedicarla al pastoreo. En este caso, la ganadería ha actuado como detractor de la ecología y ha

LOS RETOS DE LA INDUSTRIA AGROALIMENTARIA

producido un daño irreparable al medio ambiente a nivel mundial. Como conclusión, no se puede afirmar categóricamente si el efecto del pastoreo y la ganadería sobre una agricultura sostenible es positivo o negativo. Hay que estudiar cada caso de forma individual y tomar conciencia de que al igual que la agricultura ha de tener un enfoque mediambiental indiscutible, también hay que apostar por dejar terrenos baldíos y no cultivados, donde la naturaleza en forma de masa selvática sirva de pulmón natural a nuestro planeta.

5.1.6. PESTICIDAS

Los pesticidas se han usado a lo largo de la historia, desde el momento en que el hombre fue consciente lo perjudiciales que eran las plagas y los parásitos para sus cultivos (Edwards, 1973). Se emplean mayoritariamente en la industria agrícola para evitar o gestionar posibles plagas, enfermedades, malas hierbas u otros patógenos presentes en los cultivos. De este modo, los agricultores logran reducir o eliminar las pérdidas de rendimiento y mantener una buena calidad del producto (Damalas & Eleftherohorinos, 2011).

A pesar de estar cuidadosamente regulados y controlados mediante estrictos procesos normativos para limitar su perjuicio, el uso de pesticidas tiene aún así enormes impactos nocivos tanto para los seres humanos causados por la exposición laboral que sufren los trabajadores que los utilizan y las toxinas en el agua potable y los alimentos (Damalas & Eleftherohorinos, 2011) como para los ecosistemas sobre los que se aplican (Tudi et al., 2021). Adicionalmente, suponen un elevado coste social para los gobiernos que deben poner en marcha mecanismos de control de calidad para los alimentos sobre los que se aplican este tipo de productos químicos (Pimentel et al., 1991).

La solución final al problema medioambiental relacionado con los pesticidas implica un compromiso firme que emplee la menor cantidad posible de éstos, junto con métodos alternativos de gestión de plagas para lograr mantener a un nivel mínimo la contaminación química (Edwards, 1973). Aunque las posibilidades de evitar completamente el uso de pesticidas en un futuro próximo parecen limitadas debido a la necesidad productiva que presenta la industria agroalimentaria, estudios demuestran la posibilidad al menos de reducir su uso en cuantías considerables. No obstante, utilizarlos con prudencia disminuirá considerablemente los riesgos inherentes a su uso continuado (Edwards, 1973). Como hemos analizado anteriormente, existen ciertas técnicas de agricultura orgánica que pueden reducir la necesidad de emplear pesticidas en los cultivos (Smith & McSorley, 2000). Por ejemplo, el

LOS RETOS DE LA INDUSTRIA AGROALIMENTARIA

empleo de cultivos cruzados puede generar sinergias con la acción de los pesticidas para mejorar el estado del terreno reduciendo la erosión (Lesoing & Francis, 1999) y mejorando su biodiversidad (Cardinale et al., 2012) (*ut supra*).

5.1.7. FERTILIZANTES

La tierra se alimenta grosso modo, de tres nutrientes: el nitrógeno, el fósforo y el potasio. Los fertilizantes son productos que aportan estos nutrientes necesarios al suelo que los productores agrícolas los emplean en sus cultivos con el objetivo de incrementar sus rendimientos.

Los fertilizantes pueden producirse químicamente o la fijación de estos nutrientes puede llevarse a cabo de manera natural. Por ejemplo, las plantas leguminosas pueden fijar de manera natural el nitrógeno de la atmósfera en el suelo beneficiando no solo a sí mismas sino a cualquier otro cultivo plantado de forma combinada o plantable en el futuro. De este modo, mediante procesos biológicos y naturales se disminuye o, en algunos casos elimina, la demanda de fertilizantes artificiales de nitrógeno. Lo mismo sucede con el potasio, que se puede introducir de manera natural en el suelo a través del compostaje de subproductos alimentarios.

El problema de la fertilización natural reside en que a menudo los rendimientos son limitados. Pretender producir esta cantidad de alimentos demandada por la sociedad a lo largo de todo el año sin ningún tipo de potenciador químico es insostenible (EVIDENCIA). Esto se debe no sólo a la potencia limitada de los fertilizantes naturales sino a la disponibilidad limitada de terreno para producir grandes cantidades de alimentos. Cada vez el terreno disponible para la agricultura es más escaso. Esto sucede porque el uso intensivo de los terrenos conduce a su deterioro y desertización y además porque el incremento poblacional exige destinar más zonas a la vivienda y el desarrollo de la vida humana. Mantener, por tanto, el nivel de producción confinado a un espacio limitado es una necesidad primordial para la industria debido al incremento poblacional que estamos viviendo (*ut supra*).

Los fertilizantes por tanto contribuyen a que el cultivo sea más eficiente y económico. De no aplicarlos, la producción agrícola sería limitada, reduciendo la oferta e incrementando el coste de los productos. A raíz de una demanda alimentaria creciente surgen los fertilizantes químicos. Los fertilizantes presentan dos grandes problemas frente al Medio Ambiente:

LOS RETOS DE LA INDUSTRIA AGROALIMENTARIA

- En primer lugar, su proceso productivo es altamente contaminante al liberar grandes cantidades de gases de efecto invernadero a la atmósfera.
- Por otro lado, la enorme desinformación de los productores agrícolas sobre los métodos de empleo adecuados de estos productos genera grandes problemas de contaminación medioambiental. Por ejemplo, es el caso del litoral mediterráneo español en el que, por una visión cortoplacista y el uso intensivo de fertilizantes se quema el suelo por exceso de nitrógeno causando el deterioro progresivo del ecosistema.

Para combatir el primer problema, en la industria del fertilizante se está avanzando con la producción del hidrógeno azul. Se trata de un proceso por el cual se captura el CO₂ emitido durante la producción que originalmente se liberaba a la atmósfera. De este modo, lo tratan y crean el hidrógeno azul, que puede usarse como combustible o para la nueva producción de fertilizantes creando una economía circular que reduce considerablemente la polución productiva.

El siguiente paso en los avances científicos es el hidrógeno verde mediante el cual se producen fertilizantes haciendo uso de fuentes eléctricas (que puede ser renovables). De este modo, se produce de la manera más sostenible posible. Esto se consigue calentando agua eléctricamente, rompiendo la molécula de agua y separando el hidrógeno de ésta. Con él, se puede posteriormente producir amoníaco. No obstante, para desarrollar y asegurar esta clase de avances es necesaria una fuerte inversión económica y tiempo para investigar y desarrollar estos productos correctamente.

Por otro lado, el segundo problema se está intentando solucionar de dos formas distintas. En primer lugar se busca evitar la fertilización indiscriminada sin haber previamente estudiado el tipo de terreno. Se tiende gradualmente a optar por una fertilización más adecuada y adaptada al tipo de suelo en el que se practica. Para ello, se llevan a cabo estudios de las distintas propiedades del terreno y se desarrolla una especie de “fertilización a medida” adaptada a las necesidades de la muestra particular.

También, se han desarrollado fertilizantes más eficientes. antiguamente, el fertilizante por excelencia era el nitrógeno duro y hoy en día se está adaptando para que no sea tan dañino como por ejemplo fertilizantes de liberación lenta (con moléculas especiales que ayudan a liberar más lentamente el nitrógeno para que la liberación pueda ser más controlada) o

LOS RETOS DE LA INDUSTRIA AGROALIMENTARIA

fertilizantes más inteligentes donde hay más investigación. El problema de estos fertilizantes es que son más caros y no todo el mundo los puede comprar. Además, no son aplicables a todos los tipos de cultivo.

Desde el panorama legal también se están tomando medidas para evitar este tipo de prácticas. Por ejemplo, en Europa está prohibido el uso de fertilizantes duros, compuestos puramente por nitrógeno. Las regulaciones actuales obligan a calcular cuántos kilos se pueden utilizar por hectárea, qué tipo de nitrógeno se usa, así con que debe ser un nitrógeno que esté recubierto para que sea más eficiente. Sin embargo, esto únicamente es de aplicación en países con rentas más altas que son los únicos que pueden afrontar el coste económico de implementar este tipo de acciones. Sin embargo, se emplean muchos tipos de fertilizantes continuamente. Solo la India, por ejemplo, importa ocho millones de toneladas de fertilizantes para sus cultivos. A ese ritmo de consumo no se puede aplicar fertilización tan compleja y avanzada en regiones tan rurales.

Por ello resulta también primordial llevar a cabo un avance educacional. La agricultura es una actividad muy antigua y tremendamente rural y los agricultores no siempre están lo suficientemente formados para entender los procesos químicos que suceden en la planta y en el suelo al cultivar. Esto sucede especialmente en las zonas de países con rentas más bajas donde la agricultura es, en ocasiones, incluso de subsistencia y los fertilizantes se utilizan en función del color y no por conocimientos más profundos de su composición química. Como podemos ver en el gráfico siguiente, existen países en los que se lleva a cabo un uso excesivo de nitrógeno sin verdaderos resultados productivos (Wuepper et al., 2020).

LOS RETOS DE LA INDUSTRIA AGROALIMENTARIA

Which countries are overapplying nitrogen without gains in crop yields?

Shown is how much nitrogen pollution countries are causing compared with how much they reduce their yield gaps relative to directly neighbouring countries. Positive values (yellow to red) indicate a country is overapplying nitrogen without gains in yield.

Our World
in Data

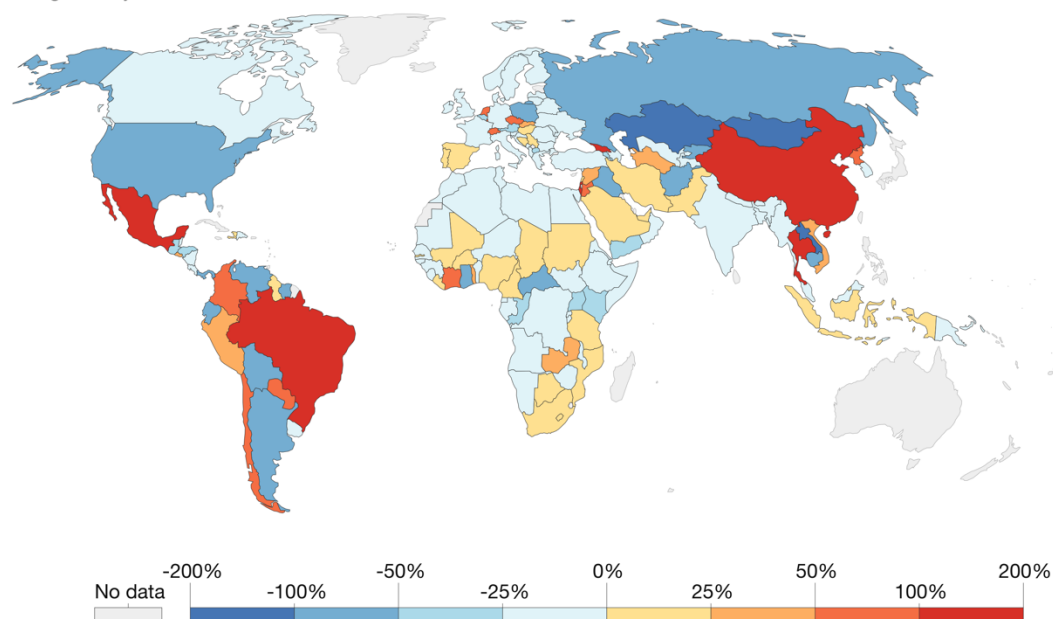


Ilustración 4. Fuente: Wuepper et al. (2020): ¿Qué países están aplicando nitrógeno en exceso sin que se produzcan ganancias en el rendimiento de los cultivos?

6. PLAN DE ACCIÓN

Como ha quedado establecido en el momento de marcar los objetivos, este TFG pretende aportar una visión proactiva y práctica sobre cómo afrontar el problema del abastecimiento agroalimentario dentro de un entorno de respeto con el medio ambiente. Nuestra intención es diseñar un serie de actuaciones que puedan servir de guía a dirigentes, actores del sector y consumidores sobre la mejor forma de acometer esta problemática. Así las cosas, y ante este escenario anteriormente descrito, las soluciones pasan en una primera fase por una toma de consciencia por parte de los países más desarrollados y una verdadera fuerza de coordinación de esfuerzos. Es muy difícil que tal tipo de actuaciones partan de la iniciativa individual de determinados países y por lo tanto deberían surgir en el seno de entes de carácter transnacional como la ONU, el G7 o el G20. Las medidas a adoptar deberían observar una cuantificación de objetivos y un ámbito temporal que hiciera posible alcanzar el próximo nivel de desarrollo de los países más desfavorecidos y que le permita llegar a un próximo estadio de autosuficiencia. En cualquier caso, las medidas que propone este TFG deberían contar cuanto menos con las siguientes actuaciones

- Acción coordinada de un ente supranacional que esté empoderado para diseñar y hacer respetar las conclusiones y propuestas a implementar en pos de la implantación de medidas de agricultura sostenible a nivel mundial.
- Mejora de la educación de la población en los países con más bajo nivel de desarrollo, tendente hacia una concienciación sobre los problemas medioambientales.
- Mejora de la formación de los productores, que estén al tanto de los nuevos avances en materia de producción agrícola y respeto al medio ambiente
- Mejora en la estructura del canal de distribución agroalimentarioa que proteja a los productores y reparta el valor añadido de forma más equilibrada entre la totalidad de los agentes activos en el canal.
- Inversión en investigación y desarrollo para promover la mejora de la tecnología referente a nuevas herramientas y métodos de cultivo sostenibles.
- Promulgar medidas regulatorias sobre el uso de pesticidas y fertilizantes que sean respetuosos con el medio ambiente
- Establecer acuerdos sobre la protección de masa arbórea en zonas selváticas que protejan a este entorno natural de la acción del hombre.

LOS RETOS DE LA INDUSTRIA AGROALIMENTARIA

- Promover la investigación en la producción de hidrógeno azul e hidrógeno verde para la fabricación de fertilizantes más eficientes y ecológicos.
- Promover el cambio de fertilizantes duros por otros de liberación lenta

6.1. HORIZONTE A CORTO PLAZO

En el corto plazo la medida más efectiva es la regulación. Es necesario incrementar la presión legislativa para limitar la polución de las grandes empresas. Por ejemplo, establecer cuotas de emisiones que no se deben rebasar, eliminar los plásticos de un solo uso, poner tasas en función de la basura generada tanto por empresas como por particulares.

Sin embargo, para que estas medidas tengan impacto lo primordial debe ser llegar a un consenso común y global en el que todos los países tomen una parte activa en la mejora del ecosistema.

6.2. HORIZONTE A MEDIO PLAZO

El enfoque en el medio plazo debe ser la educación y la formación. Lo imprescindible es educar a la sociedad y a los agricultores en concreto.

- A nivel productivo, es necesario enseñar a los agricultores cómo plantar y fertilizar correctamente así como a utilizar fitosanitarios y semillas resistentes a enfermedades y plagas. Por ejemplo, enseñarles a utilizar fertilizantes más avanzados como fertilizantes de liberación lenta, fertilizantes adaptados al terreno en el que se cultiva de manera que no se produzcan los abusos por desconocimiento o deseos de producción inmediata que se producen especialmente en los países de rentas bajas que carecen de los recursos para adquirir el material y educar a los productores correctamente.
- A nivel empresarial: deben ponerse en conocimiento de las grandes empresas las alternativas sostenibles existentes y planes desarrollados de adaptación que reduzcan su impacto medioambiental.
- A nivel personal: debe mantenerse la concienciación de la población y educar a las personas en conductas básicas como la reducción del consumo, el reciclaje, la reutilización de productos y los pequeños cambios que ellos pueden llevar a cabo para marcar la diferencia.

6.3. HORIZONTE A LARGO PLAZO

Las medidas a largo plazo deben ser el desarrollo tecnológico por el tiempo de prueba e implementación que precisa. Por ejemplo, en la industria de los fertilizantes

Esta última propuesta necesita todavía un periodo de maduración para convertirse en una realidad tangible. Requiere mucha investigación y un gran desembolso económico además de ser muy cara. Sin embargo, existen países como Japón que son conscientes de las implicaciones que esto tiene sobre su medio ambiente y ya investigan y solicitan fertilizantes de las más altas calidades. Al final lo imprescindible será que esto se popularice y termine siendo accesible para todos los países del mundo, independientemente de su situación económica.

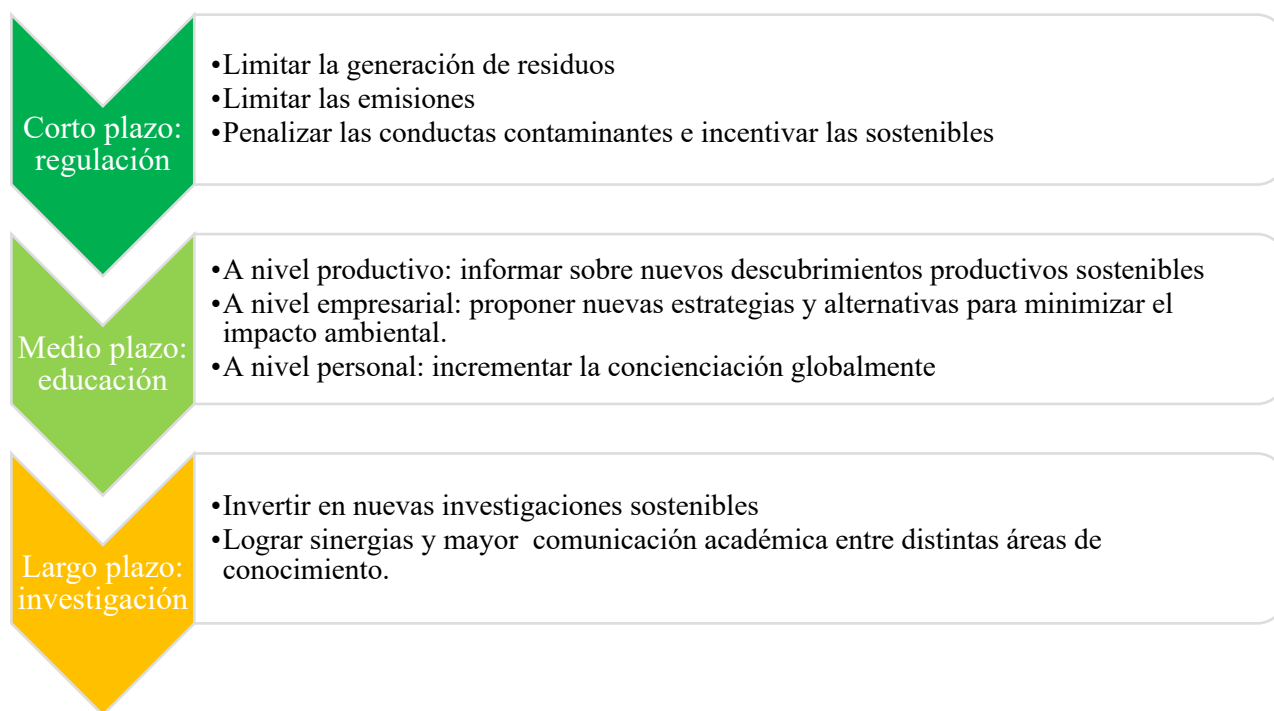


Ilustración 5: Resumen del plan de acción (elaboración propia).

7. CONCLUSIONES FINALES

Como ha quedado expuesto con anterioridad el abastecimiento de alimentos para la población mundial es un problema de carácter coyuntural y que no tiene visos de perpetuarse a largo plazo. No obstante, debería profundizarse sobre las medidas de carácter global que se están adoptando por entes supranacionales para que se garantice el acceso a alimentos a toda la población, especialmente en momentos de carácter singular como guerras o crisis económicas o demográficas. Así las cosas, las principales conclusiones del presente estudio se encuentran más bien encaminadas hacia la consecución de una producción y distribución respetuosas con el medio ambiente.

Si bien las actuaciones propuestas en el plan de acción sirven de guía de buenas prácticas sobre posibles actuaciones a acometer en pos de una industria agroalimentaria suficiente y sostenible, bajo un prisma puramente estratégico, dichas acciones deberán acometerse desde una doble perspectiva:

Por un lado, mediante una apuesta decidida por la investigación tecnológica. Si bien en los últimos años ha habido grandes avances, es también patente que aún queda mucho por avanzar y que hay un camino por recorrer en campos tan amplios como nuevas técnicas, herramientas, producción, distribución, fertilizantes, pesticidas, etc. Sirva como ejemplo, la agricultura conservacionista, que aúna un conjunto de técnicas orientadas a producir de manera eficiente, incrementar los beneficios y garantizar la seguridad alimentaria, limitando la contaminación en el proceso de manera que se garantice el mantenimiento del ecosistema (Corsi, Friedrich, Kassam, Pisante, & de Moraes Sà, 2012).

Por otro lado, resulta necesario aumentar la concienciación humana y la educación de todos los agentes implicados.

Los estados, gobiernos y entes dirigentes tanto a nivel nacional como transnacional; las soluciones han de ser globales y por lo tanto deberán partir de entes supranacionales debidamente empoderados para acometer medidas que sean respetadas por la totalidad de los países involucrados.

Los productores: a lo largo de este estudio hemos observado la existencia de una barrera cultural y formativa que estanca el desarrollo y la implementación de nuevas técnicas productivas. Es necesario un compromiso por parte de los académicos que deben estandarizar

LOS RETOS DE LA INDUSTRIA AGROALIMENTARIA

sus análisis para obtener resultados concluyentes, así como de los productores que deben conservar una visión abierta al cambio y a la reinención de sus formas de producir (Derpsch et al., 2014).

- **Los distribuidores:** de forma que se respete el papel jugado por los productores y su aportación al valor final del producto agroalimentario.
- **Los investigadores:** para que aporten nuevas soluciones a todos los niveles que contribuyan a la correcta producción y distribución de alimentos respetuosos con el medio ambiente
- **La población en general:** no solo en su faceta como consumidores del producto final, sino de forma mucho más importante como habitantes del planeta tierra para que tomen consciencia de la importancia de la protección del entorno natural.

8. BIBLIOGRAFÍA

- Adams, S. N. (1975). Sheep and Cattle Grazing in Forests: A Review. *The Journal of Applied Ecology*, 12(1), 143–152. <https://doi.org/10.2307/2401724>
- Armestre, P. (2022). ¡Macrogranjas NO!: ni en Caparroso, ni en Noviercas, ni en ninguna parte. *Greenpeace España*. <https://es.greenpeace.org/es/que-puedes-hacer-tu/peticiones/macrogranjas-no/>
- Arrhenius, S. (1896). On the influence of carbonic acid in the air upon the temperature of the ground. *The London, Edinburgh, and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science*, 41(251), 237–276. <https://doi.org/10.1080/14786449608620846>
- Basch, G., Geraghty, J., Streit, B., & Sturny, W. (2008). No-Tillage in Europe-State of the Art: Constraints and Perspectives. *No-till Farming Systems*, 3, 159–168. www.faostat.fao.org
- Brooker, R. W., Bennett, A. E., Cong, W., Daniell, T. J., George, T. S., Hallett, P. D., Hawes, C., Iannetta, P. P. M., Jones, H. G., Karley, A. J., Li, L., McKenzie, B. M., Pakeman, R. J., Paterson, E., Schöb, C., Shen, J., Squire, G., Watson, C. A., Zhang, C., ... White, P. J. (2015). Improving intercropping: a synthesis of research in agronomy, plant physiology and ecology. *New Phytologist*, 206(1), 107–117. <https://doi.org/10.1111/nph.13132>
- Bullock, D. G. (1992). Crop rotation. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 11(4), 309–326. <https://doi.org/10.1080/07352689209382349>
- Busari, M. A., Kukal, S. S., Kaur, A., Bhatt, R., & Dulazi, A. A. (2015). Conservation tillage impacts on soil, crop and the environment. *International Soil and Water Conservation Research*, 3(2), 119–129. <https://doi.org/10.1016/j.iswcr.2015.05.002>
- Cap Gemini, & Ernst & Young. (2004). *Análisis de la cadena de valor y de la formación de precios en los productos frescos*.
- Cardinale, B. J., Duffy, J. E., Gonzalez, A., Hooper, D. U., Perrings, C., Venail, P., Narwani, A., Mace, G. M., Tilman, D., Wardle, D. A., Kinzig, A. P., Daily, G. C., Loreau, M., Grace, J. B., Larigauderie, A., Srivastava, D. S., & Naeem, S. (2012). Biodiversity loss and its impact on humanity. *Nature*, 486(7401), 59–67. <https://doi.org/10.1038/nature11148>

LOS RETOS DE LA INDUSTRIA AGROALIMENTARIA

- Damalas, C. A., & Eleftherohorinos, I. G. (2011). Pesticide Exposure, Safety Issues, and Risk Assessment Indicators. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 8(5), 1402–1419. <https://doi.org/10.3390/ijerph8051402>
- DeFelice, M. S., Carter, P. R., & Mitchell, S. B. (2006). Influence of Tillage on Corn and Soybean Yield in the United States and Canada. *Crop Management*, 5(1), CM-2006-0626-01-RS. <https://doi.org/10.1094/CM-2006-0626-01-RS>
- Delgado, C. L. (2003). Rising Consumption of Meat and Milk in Developing Countries Has Created a New Food Revolution. *The Journal of Nutrition*, 133(11), 3907S-3910S. <https://doi.org/10.1093/jn/133.11.3907S>
- Derpsch, R., Franzluebbers, A. J., Duiker, S. W., Reicosky, D. C., Koeller, K., Friedrich, T., Sturny, W. G., Sá, J. C. M., & Weiss, K. (2014). Why do we need to standardize no-tillage research? *Soil and Tillage Research*, 137, 16–22. <https://doi.org/10.1016/j.still.2013.10.002>
- Díaz Quidiello, J., Parejo Delgado, C., & Pozuelo Meño, I. (1991). La creación del suelo fértil. In Agencia de Medio Ambiente (Ed.), *Recursos naturales de Andalucía* (pp. 92–95). Consejería de Medio Ambiente.
- Doucet, C., Weaver, S. E., Hamill, A. S., & Zhang, J. (1999). Separating the effects of crop rotation from weed management on weed density and diversity. *Weed Science*, 47(6), 729–735. <https://doi.org/10.1017/S0043174500091402>
- Edwards, C. A. (1973). *Environmental Pollution by Pesticides* (C. A. Edwards, Ed.). Plenum Press.
- FAO. (2015). *Desarrollo de cadenas de valor alimentarias sostenibles*. www.fao.org/publications
- FAO. (2017). *El futuro de la alimentación y la agricultura: Tendencias y desafíos*. <https://www.fao.org/3/i6881s/i6881s.pdf>
- FAO. (2022a). *Acerca de*. Organización de Las Naciones Unidas Para La Alimentación y La Agricultura. <https://www.fao.org/about/es/>

LOS RETOS DE LA INDUSTRIA AGROALIMENTARIA

- FAO. (2022b). *The importance of Ukraine and the Russian Federation for global agricultural markets and the risks associated with the current conflict*. <https://www.fao.org/3/cb9013en/cb9013en.pdf>
- FAO, IFAD, UNICEF, WFP, & WHO. (2021). *The State of Food Security and Nutrition in the World 2021*. FAO, IFAD, UNICEF, WFP and WHO. <https://doi.org/10.4060/cb4474en>
- Ferris, J. N. (1999). *An analysis of the impact of ENSO (El Nino/Southern Oscillation) on global crop yields*. (Staff Paper 99-11).
- Fleischner, T. L. (1994). Ecological Costs of Livestock Grazing in Western North America. *Conservation Biology*, 8(3), 629–644. <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.1994.08030629.x>
- Franzluebbers, A. J. (2005). Soil organic carbon sequestration and agricultural greenhouse gas emissions in the southeastern USA. *Soil and Tillage Research*, 83(1), 120–147. <https://doi.org/10.1016/j.still.2005.02.012>
- Greenwood, K. L., & McKenzie, B. M. (2001). Grazing effects on soil physical properties and the consequences for pastures: a review. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 41(8), 1231. <https://doi.org/10.1071/EA00102>
- Halvorson, A. D., Wienhold, B. J., & Black, A. L. (2002). Tillage, Nitrogen, and Cropping System Effects on Soil Carbon Sequestration. *Soil Science Society of America Journal*, 66(3), 906–912. <https://doi.org/10.2136/sssaj2002.9060>
- Henchion, M., McCarthy, M., Resconi, V. C., & Troy, D. (2014). Meat consumption: Trends and quality matters. *Meat Science*, 98(3), 561–568. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2014.06.007>
- Hertel, T. W., & Rosch, S. D. (2010). Climate Change, Agriculture, and Poverty. *Applied Economic Perspectives and Policy*, 32(3), 355–385. <https://doi.org/10.1093/aep/32.3.355>
- Hormay, A. L. (1970). *Principles of Rest-rotation Grazing and Multiple-use Land Management*.

LOS RETOS DE LA INDUSTRIA AGROALIMENTARIA

- Howden, S. M., Soussana, J.-F., Tubiello, F. N., Chhetri, N., Dunlop, M., & Meinke, H. (2007). Adapting agriculture to climate change. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *104*(50), 19691–19696. <https://doi.org/10.1073/pnas.0701890104>
- Huang, H., von Lampe, M., & van Tongeren, F. (2011). Climate change and trade in agriculture. *Food Policy*, *36*(S1), S9–S13. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2010.10.008>
- IPCC. (2007). *Climate Change 2007: The Physical Science Basis*.
- Jackson, T. H., & Weinberg, A. (2016). *Impact of Agricultural Value Chains on Digital Liquidity*. https://www.itu.int/en/ITU-T/focusgroups/dfs/Documents/10_2016/10.Impact_of_Agricultural_Value_Chains_on_Digital_Liquidity.pdf
- Jaramillo Noreña, J. E. (2013). *Tecnología de cultivo del tomate bajo condiciones protegidas*. <http://hdl.handle.net/20.500.12324/13320>
- Karlen, D. L., Varvel, G. E., Bullock, D. G., & Cruse, R. M. (1994). Crop Rotations for the 21st Century. *Advances in Agronomy*, *53*, 1–45. [https://doi.org/10.1016/S0065-2113\(08\)60611-2](https://doi.org/10.1016/S0065-2113(08)60611-2)
- Keilman, N. (2001). Data quality and accuracy of United Nations population projections, 1950–95. *Population Studies*, *55*(2), 149–164. <https://doi.org/10.1080/00324720127686>
- Koocheki, A., Nassiri, M., Alimoradi, L., & Ghorbani, R. (2009). Effect of cropping systems and crop rotations on weeds. *Agronomy for Sustainable Development*, *29*(2), 401–408. <https://doi.org/10.1051/agro/2008061>
- Krapovickas, A. (2010). La domesticación y el origen de la agricultura. *Bonplandia*, *19*(2), 193–199. <https://www.jstor.org/stable/41941373>
- Lafond, G. P., Geremia, R., Derksen, D. A., & Zentner, R. P. (1993). The effects of tillage systems on the economic performance of spring wheat, winter wheat, flax and field pea production in east-central Saskatchewan. *Canadian Journal of Plant Science*, *73*(1), 47–54. <https://doi.org/10.4141/cjps93-007>

LOS RETOS DE LA INDUSTRIA AGROALIMENTARIA

- Lesoing, G. W., & Francis, C. A. (1999). Strip Intercropping Effects on Yield and Yield Components of Corn, Grain Sorghum, and Soybean. *Agronomy Journal*, *91*(5), 807–813. <https://doi.org/10.2134/agronj1999.915807x>
- Mahato, A. (2014). Climate Change and its Impact on Agriculture. *International Journal of Scientific and Research Publications*, *4*(4), 1–6. <http://www.ijsrp.org/research-paper-0414/ijsrp-p2833.pdf>
- Maslow, A. H. (1943). A theory of human motivation. *Psychological Review*, *50*(4), 370–396. <https://doi.org/10.1037/h0054346>
- Mazoyer, M., & Roudart, L. (2006). *A History of World Agriculture: From the Neolithic Age to the Current Crisis*. NYU Press.
- McLaughlin, A., & Mineau, P. (1995). The impact of agricultural practices on biodiversity. In *Ecosystems and Environment* (Vol. 55).
- Meat & Livestock Australia. (2007). *Weed control using goats: a guide to using goats for weed control in pastures*. Meat and Livestock Australia Limited.
- Morone, P., Koutinas, A., Gathergood, N., Arshadi, M., & Matharu, A. (2019). Food waste: Challenges and opportunities for enhancing the emerging bio-economy. *Journal of Cleaner Production*, *221*, 10–16. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.02.258>
- Namuche Vargas, J. R., Olvera Salgado, M. D., Saucedo Rojas, H. E., Fuentes Ruiz, C., & Arellano Monterrosas, J. L. (2019). Desarrollo y evolución del drenaje agrícola en México. *Revista Ingeniería Agrícola*, *9*(4), 18–26. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.28326.32325>
- Oostindië, H. A. (2001). *The integration of care activities on farms*.
- Pimentel, D., McLaughlin, L., Zepp, A., Lakitan, B., Kraus, T., Kleinman, P., Vancini, F., Roach, W. J., Graap, E., Keeton, W. S., & Selig, G. (1991). Environmental and Economic Effects of Reducing Pesticide Use. *BioScience*, *41*(6), 402–409. <https://doi.org/10.2307/1311747>
- Porter, M. E. (1985). Technology and Competitive Advantage. *Journal of Business Strategy*, *5*(3), 60–78. <https://doi.org/10.1108/eb039075>

LOS RETOS DE LA INDUSTRIA AGROALIMENTARIA

- Prasad, R., & Power, J. F. (1991). Crop Residue Management. In *Advances in Soil Science* (Vol. 15, pp. 205–251). https://doi.org/10.1007/978-1-4612-3030-4_5
- Raupach, M. R., Marland, G., Ciais, P., le Quéré, C., Canadell, J. G., Klepper, G., & Field, C. B. (2007). Global and regional drivers of accelerating CO₂ emissions. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *104*(24), 10288–10293. <https://doi.org/10.1073/pnas.0700609104>
- Roholla Mousavi, S., & Eskandari, H. (2011). A General Overview on Intercropping and Its Advantages in Sustainable Agriculture. *J. Appl. Environ. Biol. Sci*, *1*(11), 482–486. www.textroad.com
- Rosling, H., Rosling, O., & Rosling Rönnlund, A. (2018). *Factfulness: Ten Reasons We're Wrong About The World - And Why Things Are Better Than You Think*. Flatiron Books.
- Schiffing, S., & Valantasis, N. (2022, February 25). Five essential commodities that will be hit by war in Ukraine. *The Conversation*. <https://theconversation.com/five-essential-commodities-that-will-be-hit-by-war-in-ukraine-177845>
- Schubert, S. D., Suarez, M. J., Pегion, P. J., Koster, R. D., & Bacmeister, J. T. (2004). On the Cause of the 1930s Dust Bowl. *Science*, *303*(5665), 1855–1859. <https://doi.org/10.1126/science.1095048>
- Segal, D. (2019, September 8). The World Wastes Tons of Food. A Grocery ‘Happy Hour’ Is One Answer. *The New York Times*. <https://www.nytimes.com/2019/09/08/business/food-waste-climate-change.html>
- Simmonds, H., Holst, P., & Bourke, C. (2000). *The palatability, and potential toxicity of Australian weeds to goats* National Library of Australia Cataloguing in Publication entry. Rural Industries Research and Development Corporation.
- Singh, H., Northup, B. K., Baath, G. S., Gowda, P. P., & Kakani, V. G. (2020). Greenhouse mitigation strategies for agronomic and grazing lands of the US Southern Great Plains. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, *25*(5), 819–853. <https://doi.org/10.1007/s11027-019-09894-1>

LOS RETOS DE LA INDUSTRIA AGROALIMENTARIA

- Smith, H. A., & McSorley, R. (2000). Intercropping and Pest Management: A Review of Major Concepts. *American Entomologist*, 46(3), 154–161. <https://doi.org/10.1093/ae/46.3.154>
- Spaling, H. (1995). Analyzing cumulative environmental effects of agricultural land drainage in southern Ontario, Canada. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 53(3), 279–292. [https://doi.org/10.1016/0167-8809\(94\)00567-X](https://doi.org/10.1016/0167-8809(94)00567-X)
- Tälle, M., Deák, B., Poschlod, P., Valkó, O., Westerberg, L., & Milberg, P. (2016). Grazing vs. mowing: A meta-analysis of biodiversity benefits for grassland management. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 222, 200–212. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2016.02.008>
- Theunissen, J. (1994). Intercropping in field vegetable crops: Pest management by agrosystem diversification-an overview. *Pesticide Science*, 42(1), 65–68. <https://doi.org/10.1002/ps.2780420111>
- Triplett, G. B., & Warren, D. A. (2008). No-tillage crop production: A revolution in agriculture! In *Agronomy Journal* (Vol. 100, Issue 3 SUPPL.). <https://doi.org/10.2134/agronj2007.0005c>
- Tudi, M., Daniel Ruan, H., Wang, L., Lyu, J., Sadler, R., Connell, D., Chu, C., & Phung, D. T. (2021). Agriculture Development, Pesticide Application and Its Impact on the Environment. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(3), 1112. <https://doi.org/10.3390/ijerph18031112>
- UK Government, & United Nations Climate Change. (2021). *COP26 Explained*. COP26 Goals. <https://ukcop26.org/wp-content/uploads/2021/07/COP26-Explained.pdf>
- Wang, Z.-G., Jin, X., Bao, X.-G., Li, X.-F., Zhao, J.-H., Sun, J.-H., Christie, P., & Li, L. (2014). Intercropping Enhances Productivity and Maintains the Most Soil Fertility Properties Relative to Sole Cropping. *PLoS ONE*, 9(12), e113984. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0113984>
- Worster, D. (2004). *Dust Bowl: The Southern Plains in the 1930s*. Oxford University Press.
- Wuepper, D., le Clech, S., Zilberman, D., Mueller, N., & Finger, R. (2020). Countries influence the trade-off between crop yields and nitrogen pollution. *Nature Food*, 1(11), 713–719.

LOS RETOS DE LA INDUSTRIA AGROALIMENTARIA

Xu, M., David, J. M., & Kim, S. H. (2018). The Fourth Industrial Revolution: Opportunities and Challenges. *International Journal of Financial Research*, 9(2), 90. <https://doi.org/10.5430/ijfr.v9n2p90>