

MAESTRÍA EN SOCIOLOGÍA

**EFFECTOS DEL USO DE DRONES EN LA AGRICULTURA
MEXICANA: EL CASO DEL VALLE DEL MEZQUITAL, HIDALGO.**

PRESENTA

BERNARDO ARANDA BASTIDA

ASESORA:

DRA. MICHELLE ESTHER CHAUVET SÁNCHEZ PRUNEDA

LECTORES:

DRA. EVELIA OBLE VERGARA

DR. ROMEL OLIVARES GUTIÉRREZ

ENERO DE 2021

ÍNDICE DE CONTENIDO

Introducción.....	6
1. Preguntas de investigación.....	7
2. Objetivos de investigación.....	7
3. Hipótesis.....	8
Capítulo 1 Robótica y Sociedad.....	10
1.1 La construcción social de la robótica.....	11
1.2 Desplazamiento de la mano de obra.....	15
1.3 Una revisión histórica de la robótica.....	18
1.3.1 Inteligencia Artificial.....	21
1.3.2 Drones.....	27
1.4 Convergencia tecnológica y robótica.....	32
1.5 Industria 4.0.....	41
Capítulo 2. Modernización de la agricultura.....	45
2.1. Una revisión histórica de la agricultura.....	45
2.2. Revolución Verde.....	49
2.3. El Régimen Agroalimentario: del neoliberalismo a la actualidad.....	53
2.3.1 Neoliberalismo.....	55
2.3.2 Régimen agroalimentario mexicano actual.....	59
2.4. Agroindustria.....	63
2.4.1. Países desarrollados y periféricos.....	65
2.5. Biotecnología e ingeniería genética.....	68
2.6. Agricultura digital.....	71
2.6.1. Agricultura inteligente.....	72
2.6.2. Maquinaria y Robótica.....	74
Capítulo 3. Implementación de la robótica en la agricultura: el caso del Valle del Mezquital.....	76
3.1. Aspectos generales del estado de Hidalgo.....	76
3.1.1 La agricultura y tecnología agrícola en el estado de Hidalgo.....	81
3.2. La agricultura en el Valle del Mezquital.....	83
3.2.1. Manejo de aguas residuales y sus problemáticas.....	86
3.2.2. Planta de tratamiento de aguas residuales Atotonilco.....	87

3.3. El uso de drones y mano de obra en el Valle del Mezquital.....	88
3.3.1. Jornadas laborales, salarios y migración.....	90
3.3.2. Uso de los drones.....	92
3.3.3. Drones vs mano de obra.....	93
Conclusiones.....	99
Referencias bibliográficas.....	104
Anexos.....	114

ÍNDICE DE CUADROS

Número	Título	Página
1	Teorías a favor y en contra de la tecnología.	17
2	Etapas de la convergencia del conocimiento	33
3	Disciplinas de la convergencia tecnológica y su aplicación	35
4	Definiciones de tecnologías transformativas	39
5	Pobreza en las zonas rurales	57
6	Evolución de la producción agrícola. Alimentos y no alimentos (tasas anuales medias)	58
7	Tasas de crecimiento anual de los rendimientos por hectárea	58
8	Regiones geoculturales del estado de Hidalgo	78
9	Distritos de Riego y regiones donde se encuentran	80
10	Porcentaje de unidades de producción con uso de tractor según derechos sobre el tractor	82
11	Porcentaje de unidades de producción con maquinaria propia para realizar actividades agropecuarias según tipo de maquinaria por entidad federativa	82
12	Porcentaje de tractores propios según años de uso en el estado de Hidalgo	83
13	Cultivos que destacan en el Valle del Mezquital	85
14	Cultivos de riego de aguas residuales y superficie sembrada	86
15	Principales cultivos por distrito de riego en el Valle del Mezquital	96
16	Beneficios y desventajas del uso de drones agrícolas para fumigación en el Valle del Mezquital.	97
17	Beneficios y desventajas del uso de dron para monitoreo en el Valle del Mezquital.	98

ÍNDICE DE FIGURAS

Número	Título	Página
1	Índice de inflación de precios alimentarios (2000=100)	61
2	Porcentajes sobre la agricultura en México	62
3	Cultivos anuales. Producción a cielo abierto	63
4	PIB por sector, 2016	67

5	Las 10 regiones geoculturales del estado de Hidalgo	84
6	Municipios visitados y su recorrido	89
7	Recorrido de los municipios en el trabajo de campo	89

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Número	Título	Página
1	Jornaleros llenando el depósito del dron para fumigar en el municipio de Tlaxcoapan, Hidalgo.	92
2	Tractor otorgado por parte del gobierno del estado de Hidalgo al módulo de riego 05, Tepatepec, Hidalgo.	93
3	Tractor propio del agricultor Gumaro Sánchez	95
4	Dron agrícola en pleno vuelo	96

Efectos del uso de drones en la agricultura mexicana: el caso del Valle del Mezquital, Hidalgo.

Introducción

La presente investigación se inscribe en los estudios sociales de la ciencia y la tecnología (ESCT) o estudios de ciencia tecnología y sociedad (CTS). Según Kreimer y Vessuri, estas dos nociones se pueden usar indistintamente ya que ambas sirven para poder analizar diversas problemáticas, ya sea de tipo social, histórico, económico y político sobre lo que es la aplicación de la ciencia y la tecnología en diferentes sectores de la sociedad. La ciencia y la tecnología se van a presentar como productos y procesos que son inherentemente social, es decir que hay valores morales, convicciones religiosas, intereses profesionales, presiones económicas, participación política, etcétera (López Cerezo, 1998).

Es así que este trabajo de investigación se enfoca en cómo la tecnología, y en específico los drones, se insertan en el sector agropecuario. Se escogió el estudio de caso del Valle del Mezquital, y en particular tres municipios que son Tlaxcoapan, Tesontepec de Aldama y Francisco I. Madero. Se escogió esta región porque es incipiente el uso de los drones en sus cultivos de estos agricultores, pero principalmente por su importancia agrícola de la región en el estado de Hidalgo.

El Valle del Mezquital es de suma importancia para la agricultura en Hidalgo ya que cuenta con alta producción de alfalfa y maíz, entre otros cultivos no menos importantes. También este valle es el de mayor extensión de las diez regiones geoculturales que integran este estado. De igual manera se presentan controversias ya que el agua con la que se irrigan los campos de cultivo son residuales provenientes del Valle de la Ciudad de México, por lo que ha convertido a la región semiárida apta para la agricultura, pero con repercusiones en los suelos degradados y en la salud de la población.

Lo que se analiza a lo largo de esta investigación es cómo los drones, como una innovación tecnológica, se va incorporando a las prácticas agrícolas, y en este sentido, cómo los agricultores van configurando esta tecnología a tal modo que se acople a sus necesidades en esta práctica. Chauvet menciona que “las nuevas tecnologías se han integrado y vinculado en la era global” (2015:21), lo cual supone una interacción de distintos actores y artefactos que van reconfigurando aspectos sociales, económicos, políticos, éticos, ambientales; y que por tanto, se hace indispensable “proponer alternativas que re-direccionen la tecnología hacia

el bienestar de amplios grupos sociales y no sólo de un reducido número de personas privilegiadas” (Chauvet, 2015:21).

Para guiar este trabajo se proponen las siguientes **preguntas de investigación**:

General

¿Hay un desplazamiento de la mano de obra por la implementación de los drones en la agricultura mexicana?

Particulares

1. ¿Cómo se ha insertado la robótica en el campo científico, tecnológico y social?
2. ¿Cómo se ha construido la robótica socialmente?
3. ¿Cómo se han incorporado los drones a las prácticas agrícolas?
4. ¿Qué repercusiones sociales ha tenido la modernización de la agricultura en México?
5. ¿Qué beneficios y desventajas tiene la implementación de los drones en los cultivos de productores de los municipios de Tlaxcoapan, Tesontepec de Aldama y Francisco I. Madero en el Valle del Mezquital?

Entonces los **objetivos** serían los siguientes:

General

Analizar el desplazamiento de la mano de obra por la implementación de los drones en la agricultura mexicana.

Particulares

1. Explicar cómo la robótica se ha insertado en el campo científico y tecnológico a partir de una revisión histórica.
2. Analizar cómo los drones se han configurado con la sociedad para insertarse en las prácticas agrícolas.
3. Describir el proceso de modernización de la agricultura mexicana y sus repercusiones sociales.
4. Analizar las repercusiones sociales que tiene la implementación de los drones en la agricultura en los municipios de Tlaxcoapan, Tesontepec de Aldama y Francisco I. Madero.

La hipótesis que se propone en esta investigación es la siguiente:

La implementación de los drones en la agricultura tiene efectos sociales ambivalentes, por un lado, puede ayudar a mejorar la producción del sector

de los productores que la adopten, y por otro lado desplaza a otros sectores productivos que no la incorporen, al mismo tiempo afecta a la generación de empleo porque sustituye a la fuerza de trabajo.

La metodología que se utilizó para este estudio de caso es cualitativa. Se recurrió a literatura, documentos, sitios en internet y datos de instituciones internacionales y nacionales. Se realizaron entrevistas semiestructuradas a productores y operadores de drones. Así también se asistió a algunos eventos oficiales en los que se compartió información con más productores para conocer su perspectiva acerca de la implementación de los drones en sus campos de cultivo. Es así como la Idónea Comunicación de Resultados (ICR) que presento se estructura de la siguiente manera:

En el primer capítulo se comienza exponiendo el marco teórico sobre la construcción social de la robótica y el tema del desplazamiento de obra por la tecnología. De esta forma se da paso a explicar la evolución de la robótica hasta llegar a lo que es la inteligencia artificial y los drones a partir de una revisión histórica general de ésta. Posteriormente se habla de la convergencia tecnológica, en la que la robótica, junto con otras disciplinas como la nanotecnología, biotecnología y la informática se han configurado para insertarse en los distintos sectores productivos y en la vida cotidiana de las personas. Esto nos llevará a nuestro contexto tecnológico actual de Industria 4.0 el cual se expone al final de este primer capítulo.

En el segundo capítulo se expone brevemente la historia de la agricultura para dar cuenta de cómo la tecnología se va incorporando en este sector de tal forma que la agricultura se moderniza a la par de las innovaciones tecnológicas. Por tanto se irá exponiendo en los apartados de este capítulo lo que es la Revolución Verde, la agroindustria, la biotecnología, hasta llegar a la agricultura digital que es donde se enmarca esta investigación.

En el tercer capítulo se adentra al estudio de caso del Valle del Mezquital, en los municipios de Tlaxcoapan, Tesontepec de Aldama y Francisco I. Madero, del estado de Hidalgo. Los apartados de este capítulo se desglosan explorando el contexto del estado de Hidalgo, su geografía, su delimitación política y su agricultura. Posteriormente se delimita el espacio al Valle del Mezquital y se retoma literatura y documentos, así como los discursos de los agricultores y operadores de drones para analizar hacia dónde se perfila su uso y aplicación en la agricultura y sus consecuencias sociales.

Capítulo 1 Robótica y sociedad

Presentación

La construcción social de la robótica nos da elementos para analizar cómo es que un dispositivo se va configurando socialmente de tal forma que llega a cubrir ciertas necesidades de actores en específico. La introducción de una tecnología en un contexto en específico se transformará y codificará a partir de una cultura y del significado que los actores le dan al artefacto. Sin embargo, si problematizamos estos hechos y artefactos, y para ser específicos, los robots, podemos darnos cuenta que conlleva a situaciones como puede ser el desplazamiento de la mano de obra ya que un dispositivo autónomo puede sustituir tareas del ser humano.

La digitalización se ha insertado en nuestra vida cotidiana, en los celulares, televisores, cafeteras, juguetes, etc. También en nuestros empleos, no importa si somos obreros, investigadores, informáticos, médicos, u otros. Las grandes compañías cada vez invierten más en tecnología pues ven ahí el futuro de la humanidad. Es así que este capítulo da cuenta de estos procesos y se busca dar respuesta sobre cómo la robótica ha llegado a todos los ámbitos de nuestra vida y cómo se ha ido configurando. Esto nos dará elementos para analizar más adelante en específico sobre la implementación de los drones en la agricultura.

Este capítulo se compone de la siguiente manera, en el primer apartado se apela al modelo Social Construction of Technology (SCOT) de Bijker y Pinch sobre cómo se construye la tecnología socialmente, y cómo ésta va tomando diferentes matices de uso y se va configurando junto con la sociedad dependiendo el contexto donde se introduce la tecnología. Después se toman elementos de teorías del desplazamiento de la mano de obra por la implementación de la tecnología que nos será de utilidad al momento de analizar el estudio de caso. Posteriormente se plantea, de una forma general, la historia de la robótica, seguido de la historia de la Inteligencia Artificial (IA) y los drones. En el cuarto apartado se explica la noción de convergencia tecnológica para dar cuenta de la trayectoria de la robótica y cómo se ha insertado en las prácticas científicas, tecnológicas y sociales actuales. Finalmente esto nos dará los elementos para exponer el contexto tecnológico actual de Industria 4.0.

1.1 La construcción social de la robótica

Antes de que los estudios de ciencia tecnología y sociedad (CTS de aquí en adelante) tomaran gran fuerza como campo de estudio, había una separación al estudiar la ciencia y la tecnología, y al mismo tiempo no se vinculaba con la innovación. Recientemente con los estudios CTS se ha intentado poner en el mismo marco analítico a la ciencia y a la tecnología. Y para comprender mejor cómo se configuran éstas desde perspectivas economicistas, se han vinculado la investigación, el desarrollo y la innovación (I+D+i) de tal forma que ha permitido tener un marco analítico integral para estudiarlas (Bijker y Pinch, 1984). Es así que en este apartado se retoma principalmente a Bijker y Pinch y su trabajo sobre *la construcción social de hechos y artefactos* para dar cuenta de los procesos en que se vinculan y configuran mutuamente, en este caso, la robótica con la sociedad.

Según Bijker y Pinch (1984) los estudios sobre tecnología tiene que ver con tres corrientes: la primera es sobre los estudios de innovación; esto ha sido trabajado más por economistas que han intentado mirar dentro de la “caja negra” de la tecnología. La segunda que va sobre la historia de la tecnología. La tercera que sería la sociología de la tecnología.

Un problema que se ha presentado en el análisis de la tecnología es que se ha visto como un proceso lineal. Este tipo de modelo parece ser bastante arbitrario y por tanto no permite ver una perspectiva constructivista social de la tecnología (Bijker y Pinch, 1984). En la sociología de la tecnología que proponen estos autores también tiene que aplicarse el principio de simetría en los que se trata a los artefactos exitosos y fallidos de forma equivalente.

Es por eso que primero se expone el principio de simetría en el programa fuerte de sociología del conocimiento de David Bloor. En este principio de simetría, las creencias, ya sean verdaderas o falsas, son tomadas de manera imparcial para poder ser explicadas (Bijker y Pinch, 1984). Entonces el programa fuerte, al enfocarse en este principio, se puede decir que “posee cierto tipo de neutralidad moral” (Bloor, 1998:45). Según Bloor (1998) el programa fuerte en la sociología del conocimiento se rige en cuatro principios que son:

1. Causalidad: se ocupa de las condiciones que dan lugar a las creencias o a los estados de conocimiento.

2. Imparcialidad: se exige la explicación desde ambos lados en las dicotomías verdad y falsedad, racionalidad e irracionalidad, éxito y fracaso.

3. Simetría: se deben explicar creencias falsas y verdaderas.

4. Reflexividad: se presenta como un requisito de simetría para dar respuesta a la necesidad de buscar explicaciones generales.

Este cuarto principio de reflexividad no se aplica en la forma en que se ha producido el conocimiento sociológico sino que se aplica en la forma que se ha configurado un nuevo campo de conocimiento. De modo que una característica de los estudios CTS es precisamente que se han enfocado en las historias externas de un campo de conocimiento, lo cual es un elemento importante en el programa fuerte (Kreimer y Vessuri, 2017).

Bloor (1998) nos dice que para poder explicar las creencias falsas y verdaderas se deben construir teorías que expliquen ambas situaciones. Por ejemplo, en el caso de la fisiología se explica tanto un organismo enfermo como uno sano; en la mecánica, las máquinas que funcionan y no funcionan. Para fines de esta investigación entonces se busca explicar la implementación de robots –como los drones– en la agricultura a partir del discurso del productor y la importancia que le da al artefacto según sus creencias, conocimientos o afirmaciones cognitivas.

Bloor (1998:35) dice que “para el sociólogo el conocimiento es cualquier cosa que la gente tome como conocimiento”. Este autor continúa diciendo que es necesario distinguir entre lo que es una creencia y conocimiento; en la primera se considera lo individual e idiosincrásico, mientras que el segundo es una aprobación colectiva. Es así que “la sociología del conocimiento apunta hacia la distribución de las creencias y los diversos factores que influyen en ellas” (Bloor, 1998:36).

Todo conocimiento debe tratarse como asunto a investigar sin importar la disciplina, por tanto, no existe un “carácter absoluto o trascendente del conocimiento científico mismo, o en que la racionalidad, la validez, la verdad o la objetividad tengan una naturaleza especial” (Bloor, 1998:33).

Dentro de dicho programa, todo conocimiento y toda afirmación cognitiva han de ser tratados como siendo socialmente construidos; es decir que las explicaciones acerca de la génesis, la aceptación y el rechazo de las afirmaciones cognitivas se deben buscar en el dominio del mundo social más que en el mundo natural. (Bijker y Pinch, 1984:18)

David Bloor (1998), haciendo una crítica a Lakatos (1971), nos dice que este autor hacía una división de la historia de la ciencia entre lo que es la historia interna y la historia

externa, pero ambas se complementan. La historia interna se produce a partir de una metodología inductivista en la cual surgen teorías debido a una acumulación de observaciones. La historia externa entonces se ocupará del residuo irracional. De esta segunda tarea se puede encargar un historiador externo o un sociólogo. Es de esta forma que la racionalidad y la realidad pueden cerrar brechas. Entonces Bloor, citando a Lakatos (1971) escribe:

[...] La historia externa, o bien proporciona una explicación no racional de la velocidad, localización, selectividad, etc., de los acontecimientos históricos tal y como se los interpreta en términos de la historia interna, o bien, cuando la historia difiere de su reconstrucción racional, ofrece una explicación empírica de por qué difiere. (Bloor, 1998:42)

Es así como las historias externas permiten acercarnos a otras dimensiones de la realidad. En América Latina, los estudios de CTS tienen la característica de contemplar las dimensiones culturales, ideológicas, idiosincrasias políticas o económicas que están impregnando a los actores de la región (Kreimer y Vessuri, 2017).

Estudiar a la ciencia y la tecnología desde el constructivismo, permite llevar análisis empíricos posteriores, y en esta investigación es el propósito. En este sentido, “tanto la ciencia como la tecnología son culturas socialmente construidas, y apelan a los recursos culturales que son apropiados para los propósitos que tienen entre manos” (Bijker y Pinch, 1984:21).

Una vez explicado el concepto de simetría, es menester ahora adentrarnos al tema de la construcción social de la robótica. Según Bijker y Pinch (1984:28), “en la SCOT el proceso de desarrollo de un artefacto tecnológico es descrito como una alternancia entre variación y selección”. A partir de esto nos remitimos a la noción de “multidireccionalidad” que está en contraste con los modelos lineales de innovación y en muchos casos, también en los estudios de la historia de la tecnología. La “multidireccionalidad” es cuando una tecnología va siendo modificada por distintos actores. Esto sugiere que las etapas “exitosas” en el desarrollo de una tecnología no son las únicas posibles (Bijker y Pinch, 1984). Aunque estos autores mencionan el caso de la bicicleta para describir esta noción de multidireccionalidad, se puede aplicar a cualquier tecnología, por ejemplo, el automóvil y la industria aeronáutica son descendientes de la industria de la bicicleta y éstos también pueden ser analizados caso por caso.

Con el modelo llamado Social Construction of Technology (SCOT de aquí en adelante) también se pueden analizar y aclarar diversas problemáticas que tienen que ver con la estructura social y con relaciones de poder (Pinch, 2015).

“La situación política y sociocultural de un grupo social forma sus normas y valores, lo cual a su vez influye en el significado que se le da a un artefacto”(Bijker y Pinch, 1984:46). Así también Bijker “ha agregado la importante noción de *marco tecnológico*. Un marco tecnológico es como un “marco de significado” relacionado con una tecnología en particular, compartido entre varios grupos sociales y que además guía y da forma al desarrollo de los artefactos” (Pinch, 2015:27).

Por esta razón podemos decir que la robótica avanzada, tal como la conocemos ahora, ha pasado por diversas etapas, pero que se ha ido configurando con distintos avances científicos, tecnológicos y culturales. Por ejemplo, en el caso de los drones, los primeros que se crearon fueron en forma de avión y se utilizaron para fines militares. Este tipo de drones se empezaron a comercializar y posteriormente se crearon drones con helices por lo que también sus usos fueron variando. Ahora el uso que se le da a los drones es muy diverso, por ejemplo hay drones para la diversión, aplicados a la agricultura, para rescates y desastres naturales, para la vigilancia, entrega de paquetes, entre otras cosas. Así también hay unos que se pueden programar y funcionar sólo por medio de GPS y otros que pueden funcionar por medio de control remoto (Tecnonauta, 2014).

Con este marco constructivista “los artefactos tecnológicos son construidos e interpretados culturalmente; en otras palabras, debe mostrarse la flexibilidad interpretativa de los artefactos tecnológicos” (Bijker y Pinch, 1984:40). Por consiguiente, en el caso de los drones, los diseños de éstos dependen del uso y su contexto de aplicación. Cuando son introducidos a la agricultura, existe una flexibilidad de interpretación que le da el productor y esto va configurando el diseño del artefacto. Las interpretaciones de los agricultores –como grupo social relevante– va conduciendo a problemas y soluciones de distintos desarrollos de la tecnología.

Esto nos remite entonces a la noción de la *estabilización* de un artefacto en el modelo SCOT, que significa la “supuesta” desaparición de problemas o su resolución y que esta parte es, sin duda, fundamental para esta investigación pues habría que preguntarnos si realmente

la introducción de drones en la producción agrícola no conlleva otra serie de problemas, como puede ser el desplazamiento de la mano de obra.

Entonces “el modelo descriptivo de SCOT parece ofrecer una operacionalización de la relación entre el medio más amplio y el contenido actual de una tecnología.” (Bijker y Pinch, 1984:46). A partir de esto es que podemos analizar el problema sobre si la introducción de robots al ámbito de la agricultura realmente influye en el desplazamiento de la mano de obra, y de ser así entonces podemos adentrarnos en una de las características del constructivismo social donde “el diseño y la adopción de la tecnología deben formar parte de la agenda política” (Pinch, 2015:36).

1.2 Desplazamiento de la mano de obra por la tecnología

Como ya se mencionó anteriormente, la tecnología es imprescindible en la práctica tecnocientífica. Echeverría (2002) expone su punto de vista sobre la interdependencia entre la máquina y el ser humano y dice lo siguiente:

Muchas acciones científicas son llevadas por máquinas, no por personas. Dichos artefactos son obviamente reemplazables, pero también pueden sustituir ellos mismos a las personas. De hecho, parte del avance de la ciencia moderna ha consistido en sustituir a los hombres por máquinas a la hora de calcular, observar o experimentar. Aunque las acciones científicas son acciones humanas, porque han sido diseñadas por personas, los agentes que las llevan a cabo pueden ser máquinas, y de hecho lo son con frecuencia cada vez mayor. Entre las acciones científicas hay algunas que siguen siendo exclusivamente humanas, por ejemplo, la acción de pensar. Pero otras muchas, la mayoría, son realizadas por artefactos diseñados ex profeso para llevar a cabo dichas acciones. (Echeverría, 2002:130)

En un estudio realizado por Palacios y Ocampo (2012) llamado *Los tractores agrícolas en México*, los autores analizan la introducción de los tractores en la agricultura. Ellos argumentan que los tractores han servido para desarrollar la competitividad en la agricultura ya que el uso de esta tecnología permite poner a trabajar la tierra que no había sido utilizada para inducirla a la producción.

Con la implementación de estas nuevas tecnologías se pueden disminuir “costos de producción, posibilita vencer la escasez estacional de la mano de obra y liberar trabajo en periodos críticos para otras tareas productivas” (Palacios y Ocampo, 2012:812). Estos autores también escriben que en nuestro país el uso del tractor ha sido utilizado en un 70% en estados

como Chihuahua, Baja California, Tamaulipas, Sonora, Sinaloa y Zacatecas. No obstante, también existen procesos intensivos de mecanización en regiones frutícolas del país.

Por otro lado, el empleo se ha visto afectado por la utilización de maquinaria, especialmente en zonas cañeras que son superficies de cultivo pequeñas y dispersas, sobre todo, en lo que son tierras de temporal. Esta introducción de tractores ha cambiado la dinámica de trabajo en el campo lo cual ha traído repercusiones sociales pues “la mecanización se convierte en un elemento que altera y rompe el equilibrio social comunal y de conflicto entre quienes adoptan maquinaria y buscan realizar su escala productiva ampliando sus predios, y los que no lo logran y contra los que de manera clara se ejerce la presión por la tierra.” (Palacios y Ocampo, 2012:815).

La tecnología en la agricultura puede sustituir algunas de las tareas que realiza el agricultor, como puede ser el riego, la supervisión del campo, la cosecha de los alimentos, entre otras tareas. El agricultor, en este sentido, puede delegar algunas funciones a las máquinas, pero al mismo tiempo se ve en la necesidad de capacitarse para el manejo de estos artefactos.

La introducción de la tecnología también depende de la región y contexto social, político y económico. En una búsqueda por la web podemos encontrar diversas notas que hablan sobre la utilidad de la tecnología y que se muestra como un fenómeno global. Por ejemplo, en el estado de California en Estados Unidos, hay escasez de trabajadores, esto debido también al clima antimigrante de dicho estado. Esta escasez de trabajadores no permite que toda la cosecha se lleve a cabo, hay frutas que se quedan en el suelo y que no son aprovechadas, es por eso que se está recurriendo a robots para recolectar la fruta (Univisión, 2018).

En el caso de Japón se están probando tractores no tripulados que pueden llevar a cabo diversas tareas como el arado, siembra, fertilización, deshierbe, fumigación y cosecha. En este país es factible implementar esta maquinaria ya que los agricultores cada vez son menos, y los que quedan son señores de edad avanzada con un promedio de 66 años. Los robots se mueven por el campo por medio de GPS desde una sala de control remoto, por lo cual la información geoespacial y las tecnologías de la información y la comunicación inalámbrica son muy importantes para su funcionamiento (VeBots, 2017).

Por otro lado, Bustamante (2018) ha analizado en sus estudios de doctorado las diferentes teorías que hablan sobre el desplazamiento de la mano de obra. Él encuentra, en general, tres grupos de teorías que tratan sobre este tema. Uno que tiene que ver con las teorías que tratan sobre el desplazamiento de la mano de obra. La segunda sobre las teorías que niegan el desplazamiento de la mano de obra. Y un tercer grupo sobre las teorías que hablan de movilidad en lugar de desplazamiento.

A partir de esto se puede vislumbrar la complejidad sobre si una máquina realmente puede reemplazar a un ser humano, o si en contraste, el humano puede prescindir de la máquina sin ninguna consecuencia. Dado que en la actualidad las máquinas están presentes en nuestra cotidianidad, los artefactos pueden estar diseñados para tareas específicas, lo cual hoy en día es más recurrente puesto que puede haber un supuesto ahorro en los costos de contratación de mano de obra.

Bustamante (2018) hace una división entre algunas teorías que están a favor de la tecnología y otras que están en contra de la tecnología, para esto se muestra el siguiente esquema:

Cuadro 1: Teorías a favor y en contra de la tecnología.

A favor de la tecnología		En contra de la tecnología	
Teoría	Condición teórica	Teoría	Condición teórica
Fordismo	Administrativa	Ludismo	Social
Taylorismo	Administrativa	Neoludismo o nuevo ludismo	Social
Toyotismo	Administrativa	Tecno fobia	Psicológica
Creación destructiva	Económica	Desempleo Tecnológico	Económica-social
Marxista	Económica	Costo Marginal Cero	Económica
Análisis tetrádico	Social	Selfactina	Económica
Industria 4.0	Tecnológica	Seguro Universal	Jurídica
Impuesto Empleado Stock Propiedad Planes (ESOPs,	Jurídica	Dividendo Básico Universal (DBU)	Jurídica

Employee Stock Ownership Plans)			
Renta Básica Universidal o Renta Básica Incondicional (RBI)	Jurídica económica	Bienestar General Óptimo	Económico
Megamáquina la gran “máquina de trabajo”	Social	Posindustrial	Sociológica
		Proletarización	Económica

Fuente: Bustamante (2018).

Para fines de esta investigación se retoma la teoría de Industria 4.0 ya que, siendo una teoría a favor de la tecnología, nos permitirá hacer el análisis sobre el desplazamiento de la mano de obra. A esta teoría también se le denomina revolución industrial de última generación, cuarta revolución industrial o manufactura avanzada o inteligente. Algunas características que se exponen en esta teoría es el trabajo con robots que integran la inteligencia artificial en la producción para que haya una menor inversión en trabajadores (Bustamante, 2018). Más adelante retomaremos brevemente algunos fundamentos de lo que es la industria 4.0; pero antes de pasar a este apartado, se expone brevemente la historia de la robótica seguido de la convergencia tecnológica para poder comprender el contexto de industria 4.0.

1.3 Una revisión histórica de la robótica

El término robot surge por la obra teatral de Karel Capek titulada *Rossum's Universal Robots* (R.U.R) y que fue publicada en 1920. La palabra robot viene del vocablo checo que significa robota y quiere decir “trabajo forzado” o esclavitud, y éste hace referencia a los llamados “trabajadores alquilados” que vivieron en el imperio Austrohúngaro hasta 1848 (Sánchez *et al.*, 2007; Córdova, 2002). Entonces el término robot, como concepto, “es una máquina que puede realizar una serie de actividades repetitivas sin la necesidad de la supervisión humana” (Sánchez *et al.*, 2007:18).

Hay registros de la fabricación de los primeros autómatas que imitan al ser humano desde hace más de 4,000 años. En la China clásica, en el 500 a.C, King-su Tse inventó un autómata que consistía en “una urraca voladora de madera y bambú, y un caballo de madera

capaz de dar saltos” (Sánchez *et al.*, 2007:71). Así también, en la antigua Grecia, había filósofos que ya creaban artefactos para la limpieza y el cultivo dentro de sus fincas, se les daba el nombre de humanoides porque tenían forma humana.

Arquitas de Tarento (hacia 400 a.C.) inventó el tornillo y la polea entre otros dispositivos. También fabricó el primer cohete autopropulsado de la historia que fue usado con fines militares. Además fue inventor de un autómatas que consistía en una paloma de madera que rotaba gracias a un surtidor de agua o vapor y simulaba el vuelo. Arquitas de Tarento es considerado el padre de la ingeniería mecánica y un clásico de la robótica occidental (Córdova, 2002).

Se tiene constancia de la existencia del ábaco ya entre el año 1000 y 500 a.C., aunque existen dudas sobre si fue en Babilonia o en China dónde fue inventado. Este ingenio matemático permitió el desarrollo de la computación y la inteligencia artificial que fueron desarrollándose paralelamente al interés por los automatismos y el diseño de máquinas imitadoras del ser humano. (Sánchez *et al.*, 2007:70)

Para el año 62 de nuestra era, Heron de Alejandría escribe su libro *Autómata* en el cual muestra diseños de juguetes que son capaces de moverse por sí solos repetidamente. También muestra, entre otras cosas, ingenios que funcionan a partir de fuerza generada por aspas de molino o circuitos de agua en ebullición y que son los precursores de la turbina de vapor (Sánchez *et al.*, 2007).

Los árabes inventaron el reloj, y es hoy en día una de las máquinas antiguas más perfectas. El reloj está muy relacionado con el concepto de automatismo y posteriormente al de robótica. También hicieron automatismos como máquinas dispensadoras de agua y ellos fueron herederos de la cultura grecorromana y asiática (Sánchez *et al.*, 2007).

Sin duda no podemos dejar de mencionar a Leonardo Da Vinci (1452-1519) por su gran contribución a la mecánica. En 1475 se diseñó “uno de los primeros autómatas humanoides del mundo occidental: un caballero con armadura, capaz de incorporarse, agitar los brazos, mover la cabeza (tenía un cuello flexible) y abrir y cerrar la mandíbula. Estas máquinas se relacionan con el canon anatómico del hombre vitruviano y sus claves matemáticas” (Sánchez *et al.*, 2007:71-72). Da Vinci también para el año 1500, había diseñado una máquina de cálculo que fue un siglo antes de la que inventaría Blaise Pascal por lo que el genio Da Vinci proyectó a la robótica en un sentido formal y computacional.

Según Sanchez *et al.*, (2007), durante el siglo XIX y principios del XX, hubo también avances en automatismo y principios computacionales ya que en 1834 el físico André-Marie Ampère inició el camino a la cibernética, ya que estableció los principios de las ciencias del gobierno de máquinas. Para 1898 Nicola Tesla inventó el motor eléctrico de corriente alterna, lo que para algunos representa el primer robot en la era moderna. En 1906 Lee de Forest desarrolló una bombilla incandescente conocida como triodo y se convirtió en una de las bases fundamentales de la circuitería electrónica para el desarrollo de máquinas de computación (Sánchez *et al.*, 2007).

En un principio las máquinas fueron de ayuda en las tareas del ser humano y también como dispositivos lúdicos. Paulatinamente fue repercutiendo en la concepción del mundo y del ser humano. Se han usado para el estudio de la naturaleza y se ha extendido hasta la ciencia atómica. La inteligencia artificial se fue desarrollando al paralelo de la invención de autómatas y se ha trabajado en algoritmos lógicos y modelos matemáticos con operativa mecánica permitiendo entonces un salto de la robótica clásica a la moderna tomando la computación como base (Sánchez *et al.*, 2007).

Isaac Asimov fue el primero en utilizar el término robótica en su libro *Yo robot* (1950) y coincidió con el apogeo de la robótica moderna (Sánchez *et al.*, 2007). En este libro postula las tres leyes de los robots, las cuales son:

1. Un robot no debe dañar a un ser humano ni, por su pasividad, dejar que un ser humano sufra daño.
2. Un robot debe obedecer las órdenes que le son dadas por un ser humano, excepto cuando están en oposición con la primera ley.
3. Un robot debe proteger su propia existencia, hasta donde esta protección no esté en conflicto con la primera o segunda ley.

En la revolución industrial hubo gran avance en cuanto a la robótica avanzada. Un cambio importante en esta época fue la inclusión de la máquina de vapor, ya que ésta, junto con engranes y levas se inició la automatización de los procesos productivos y fue de esta manera que los robots se definieron bajo una concepción netamente industrial (Córdova, 2002). “El desarrollo de robots en el terreno industrial, bélico y aeroespacial durante el siglo XX permite la aparición de robots de gran precisión” (Sánchez *et al.*, 2007:69).

Con el surgimiento de la computación y el empleo de la computadora se retoma con fuerza el concepto de robot. Es en los años 60 que se emplean robots ya en la vida diaria. Los robots comienzan a ser más complejos y se amplía el rango de potencia con menor consumo de energía. Hay una unión de sistemas electrónicos y mecánicos que interactúan para realizar tareas específicas. Se necesita una computadora y un programa para que el control se transfiera a través de una interface que le indica al robot cómo moverse y las acciones que debe realizar. Fue así como para el año 1969, el Dr. Yaskawa definió robot y robótica como “la integración de la ingeniería electrónica, la inteligencia artificial y el control computarizado, para el diseño y manufactura en procesos y productos” (Córdova, 2002:20).

En general la historia de la robótica puede ser clasificada en cinco generaciones (división hecha por Michael Cangel, director del Centro de Aplicaciones Robóticas de Science Application Inc. en 1984). Las dos primeras, ya alcanzadas en los ochenta, se centraron en la gestión de tareas repetitivas con autonomía muy limitada. La tercera generación impulsó la visión artificial, en lo cual se ha avanzado mucho en los ochenta y noventa. La cuarta incluye movilidad avanzada en exteriores e interiores y la quinta entraría en el dominio de la inteligencia artificial en lo cual se está trabajando actualmente. (Espantoso, 2009:16)

1.3.1 Inteligencia Artificial

La Inteligencia Artificial (IA de aquí en adelante nace en 1956 en un encuentro científico que se llevó a cabo en la Conferencia de Dartmouth College (López de Mántaras y Meseguer, 2017). Sin embargo, los antecedentes de la IA podemos verlos antes de dicho congreso. Hubo trabajos desde la lógica proposicional, de la teoría de la computación, en biopsicología o la construcción del Spatial Numerical Association of Response Codes (SNARC), que este último fue el primer computador basado en redes neuronales. Finalmente fueron éstos intereses los que motivaron para que se llevara a cabo dicho congreso (Villalba, 2016).

Un personaje importante en el desarrollo de la IA es el matemático Alan Turing quien fue uno de los que intentó definir lo que es la IA. Turing publicó un artículo en la revista *Mind* que se tituló *Computing, Machinery and Intelligence* en donde proponía que si una máquina puede actuar como un humano, entonces la máquina es inteligente. El *Test de Turing* por tanto consiste en que un humano se comunica con una máquina en una habitación contigua; si otra persona no puede distinguir quién es el humano y quien el ordenador

entonces se puede considerar a la máquina inteligente (Benitez, Escudero, Kanaan, y Masip Rodó, 2013). Siguiendo esta afirmación, según García (2016), para que la máquina pase el Test de Turing debe tener cuatro características:

- 1) Reconocimiento del lenguaje natural.
- 2) Razonamiento.
- 3) Aprendizaje.
- 4) Representación del conocimiento.

El Test de Turing tiene algunas características que integra la IA con la robótica. La máquina debe ser capaz de manipular objetos y esto se conjunta con la capacidad de visión artificial. Lo que hace la visión artificial es que “a través de una cámara, un ordenador puede ver el mundo que lo rodea” (García, 2016:4) y, a partir de las imágenes que se reciben, los sistemas artificiales pueden interpretar y entender ese mundo (García, 2016). Asimismo García (2016:4) continúa diciendo que

La capacidad de manipular objetos debe hacer uso de la visión artificial (o, alternativamente, otro tipo de sensores) que permitan saber al ordenador dónde está el objeto, qué forma tiene, hacerse una idea del peso del mismo, etc. Además, debe ser capaz de aplicar la presión exacta para no dañar el objeto y saber qué movimientos ha de hacer para trasladarlo a su nuevo destino.

Sin embargo, cabe mencionar también que la carrera de Turing estuvo marcada por su participación en la Segunda Guerra Mundial:

Turing trabajó para la inteligencia británica durante la Segunda Guerra Mundial, rompiendo el código secreto que utilizaba el ejército alemán para encriptar sus comunicaciones mediante la famosa máquina Enigma. Se cree que sus contribuciones fueron decisivas para decidir el curso de la guerra. (López de Mántaras y Meseguer, 2017:18)

Entonces fue así que, en el año 1958, John McCarthy acuñó el término de Inteligencia Artificial. McCarthy también inventaría el lenguaje LISP que es considerado el lenguaje de la IA (García, 2016:6). Él junto con Minsky “fundaron más tarde el laboratorio de inteligencia artificial del Massachusetts Institute of Technology (MIT)” (Benitez *et al.*, 2013:15). Hubo algunos problemas durante varias décadas para impulsar la IA ya que fueron pocas universidades que invirtieron tiempo y dinero, y aunque hubo máquinas que resolvían

problemas sencillos o hacían razonamientos fáciles, realmente no se veía el avance de máquinas pensantes.

Según García (2016) la IA ha sido un término que hasta la fecha es muy difícil de conceptualizar puesto que hablar sólo del término inteligencia es complejo, ya que, algunos piensan que las máquinas pueden hacerse inteligentes si se comportan como los humanos. Por otro lado, se propone el modelo racional en donde considera a una máquina inteligente si se comporta o piensa racionalmente, es decir que logre obtener conclusiones a partir de la información que adquiere. A la IA se la puede ver “como un conjunto de técnicas que por sí solas o en combinación con otras nos ayudarán a encontrar una solución (no necesariamente la mejor) a un problema cuya resolución es compleja e incluso inabordable por una persona humana” (García, 2016:9). “La inteligencia artificial (IA) es una disciplina académica relacionada con la teoría de la computación cuyo objetivo es emular algunas de las facultades intelectuales humanas en sistemas artificiales” (Benitez *et al.*, 2013:12).

Según Villalba (2016:142), citando a Cairó, los trabajos en IA han evolucionado y esto ha permitido que se categoricen en cuatro enfoques, los cuales son:

- **sistemas que piensan como humanos:** según Cairó son “máquinas que cuentan con información y la procesan con el propósito de comprender y predecir” (citado por Villalba, 2016:142). En este caso se trata de reconocer un objeto al instante por la máquina, incluso antes de ser conscientes de que el objeto se encuentra allí.
- **sistemas que piensan racionalmente:** según Russell y Norving, éstos “utilizan la lógica como una alternativa para hacer inferencias” (citado por Villalba, 2016:142). Llevan GPS y rayos infrarrojo para ir aprendiendo obstáculos y caminos de tal forma que parece que el robot actúa racionalmente (está basado en las leyes del pensamiento aristotélico).
- **sistema que actúa como humano:** según Kurzweil lo identifica como “máquinas con capacidad para ejecutar funciones que realizadas por humanos requieren de inteligencia” (citado por Villalba, 2016:142). Se realizan actividades rutinarias del ser humano.
- **Sistema que actúa racionalmente:** se inserta en lo que se conoce como *singularidad tecnológica*. Según Kuzweill (2005), son “sistemas de

automatización de una conducta inteligente” (citado por Villalba, 2016:142). Según Kaku “es la evolución de los sistemas de la robótica, [...] permiten en su programación, sintetizar algoritmos de identificación de expresiones, propios de los mismos usuarios” (citado por Villalba, 2016:142).

Cuando el lenguaje de los humanos lo comprende la máquina y es capaz de reconocerla y construir frases se entra en una rama de la IA que se llama NLP (Natural Language Processing) en el cual la máquina usa el lenguaje de los humanos (García, 2016). Esta área surgió en los años setenta como respuesta al test de Turing. Es una disciplina que desarrolla sistemas artificiales que son utilizados para mantener conversaciones con humanos y puede generar frases inteligentes (Benitez *et al.*, 2013).

García (2016) identifica lo que es el razonamiento automático y el aprendizaje automático. Sobre el primero nos dice que “la máquina intenta llegar a conclusiones lógicas a partir de hechos o premisas introducidas a priori en el sistema” (García, 2016:3). En cuanto al segundo nos dice que la máquina debe ser capaz de aprender cosas nuevas; para esto “se utilizan técnicas basadas en redes y métodos probabilísticos como las redes bayesianas o de Markov y también se trata de simular el funcionamiento del cerebro humano a través de las redes neuronales” (García, 2016:3). Finalmente en cuanto a la representación del conocimiento se refiere al almacenamiento de datos y sobre esta información que se recupera pueda inferir automáticamente para obtener conclusiones o más información que no es información directa.

Para los años ochenta la IA se integró al sector productivo y empezaron a desarrollarse las primeras aplicaciones comerciales. Fue así que aparecieron los primeros sistemas expertos que realizaban tareas de diagnóstico y toma de decisiones a partir de información y datos que obtenían por profesionales expertos (Benitez *et al.*, 2013).

Fue a partir de los años noventa que la IA se consideró como ciencia y tuvo “bastantes líneas de investigación, empresas como Google, gobiernos y otras instituciones invierten grandes cantidades de dinero” (García, 2016:7). Fue hasta entonces que la IA llegó a un nivel en el que se empezó a integrar a la vida cotidiana de las personas (García, 2016).

En la actualidad “el modelo dominante, es el computacional, basado en el ordenador digital” (López de Mántaras y Meseguer, 2017:8). Según Villalba (2016), citando a Penrose, Frankish y Ramsey, escribe que gracias a los desarrollos computacionales de Turing, los

desarrollos en robótica y los sistemas expertos, se está actualmente en un escenario tecnocientífico donde hay una disciplina transversal para el desarrollo de la IA en la que se “busca entender, modelar y replicar inteligencia y procesos cognitivos, involucrando variables matemáticas, lógicas, mecánicas y principios y desarrollos biológicos” (Villalba, 2016:139).

Según López de Mántaras y Meseguer (2017:18) en los métodos computacionales se pueden identificar dos tipos de IA, lo que sería la débil y la fuerte, las cuales consisten respectivamente en lo siguiente:

1. La IA es la ciencia e ingeniería que permite diseñar y programar ordenadores de forma que realicen tareas que requieren inteligencia.

2. La IA es la ciencia e ingeniería que permite replicar la inteligencia humana mediante máquinas.

Asimismo hay una distinción entre IA débil e IA fuerte que también ya había sido trabajada por Searle en el año de 1980. Este filósofo dice que la IA no simula una mente, por lo tanto la IA fuerte era imposible. Y la IA débil según Searle, es la que a partir de la construcción de programas, ayudaría a los humanos en sus actividades mentales. Entonces la mayoría de los avances en la actualidad sobre IA son más de carácter débil (López de Mántaras y Meseguer, 2017).

Hay cuatro principales modelos de IA que son el simbólico, el conexionista, el evolutivo y el corpóreo. López de Mántaras y Meseguer (2017) identifican el modelo simbólico como el más importante. Según Newel y Simon, citados por López de Mántaras y Meseguer (2017), proponen la hipótesis de la existencia de sistemas de símbolos físicos en humanos y en máquinas. En los humanos es físico-biológico y en las máquinas físico-electrónico. Estos símbolos se crean y modifican a partir de un conjunto de procesos que crean nuevos símbolos y a su vez se modifican para comparar si dichos símbolos son iguales o distintos mediante redes neuronales. En los seres humanos estos símbolos físicos se dan por medio de las redes neuronales, y en el caso de las máquinas es mediante circuitos electrónicos digitales. En este sentido se debe tratar este tipo de inteligencia como general y no especializada puesto que la inteligencia humana, incluso es general.

Este modelo simbólico es el más representativo de la IA actualmente ya que se trabaja de una forma lógica la resolución de problemas. Este modelo simbólico también se denomina GOFAI (Good Old Fashioned AI) (López de Mántaras y Meseguer, 2017).

El modelo conexionista es un modelo *bottom.up*, y consiste en que “la inteligencia emerge a partir de la actividad distribuida de un gran número de unidades interconectadas que procesan la información paralelamente. Este es un modelo que se aproxima a “la actividad eléctrica de las neuronas biológicas” (López de Mántaras y Meseguer, 2017:12).

El modelo computacional evolutivo tiene que ver con la biología evolucionista. Con este modelo se busca que los programas de ordenador mejoren automáticamente en la resolución de problemas. “La idea es que estos programas, gracias a operadores de mutación y cruce de *cromosomas* que los modelan, crean nuevas generaciones de programas modificados, cuyas soluciones son mejores que las de las generaciones anteriores” (López de Mántaras y Meseguer, 2017:13).

Por último se tiene el modelo corpóreo. Sin embargo este último tiene que ver con la capacidad sensorial y motora con la que contamos los humanos. Es por eso que esta IA corpórea tiene sus limitantes puesto que a través de lo sensorial también se moldea la inteligencia general y es un campo en el que se trabaja actualmente. Este tipo de IA tiene que ver con la teoría del desarrollo cognitivo de Jean Piaget y ha surgido una subárea que se llama *robótica del desarrollo* (López de Mántaras y Meseguer, 2017).

Por otra parte, un ejemplo de la evolución de la IA aplicada a la robótica lo podemos encontrar en los proyectos que ha tenido la NASA en el estudio del planeta Marte. El primer robot que la NASA envió a este planeta en 1997 fue el Sojourner. Este robot tenía un peso de 10 kg y envió 555 fotos y muestras de 16 lugares por medio de espectrometría por rayos X. Su navegación era dirigida desde la NASA y por tanto no funcionaba por IA. Sin embargo para el 2004 se enviaron robots con IA llamados Spirit y Opportunity que eran cinco veces más grandes que el primero que habían enviado y de un peso alrededor de 180 kg. Estos dejaron de operar debido a que el robot Spirit quedó atorado en un obstáculo y el Opportunity funcionó hasta finales del 2016. A este último se le enviaban las coordenadas desde la NASA para poder desplazarse en Marte. Para 2012 finalmente envían al robot Curiosity que tiene desplazamientos autónomos y lleva un software avanzado que le permite un mejor análisis de imágenes. Asimismo para el año 2016 la NASA desarrolló un software llamado AGEIS

que con un láser le permite a Curiosity obtener datos geoquímicos con mucha precisión (López de Mántaras y Meseguer, 2017).

Finalmente podemos decir que la IA no es un campo que se limite a la ciencia y tecnología. También la encontramos ya en nuestra vida cotidiana cuando utilizamos nuestros dispositivos móviles, aplicaciones, juegos en línea, softwares, en nuestras búsquedas en la web, etcétera. También se ha integrado al sector productivo y actualmente la IA se aplica a los negocios a través de lo que se conoce como *Bussines Intelligence* y *data mining*; “hoy en día el objetivo de la inteligencia actual es el tratamiento y análisis de datos” (Benitez *et al.*, 2013:17).

1.3.2 Drones

“El hombre, por medio de la ciencia y la tecnología, ha creado varias herramientas para tratar de copiar el majestuoso y perfecto vuelo de las aves, con equipos modernos, como aviones, aeroplanos, planeadores, etc.” (Ávila, 2017:138). La creación y perfección de los drones da cuenta de esta imitación y simulación de la aves, en la que por medio de un artefacto tecnológico, intenta seguir con la idea del dominio de y sobre la naturaleza.

Es así que los drones vienen tomar gran importancia en esta investigación pues han venido a insertarse en la vida cotidiana de los seres humanos y a cambiar el paisaje aéreo que observamos. “La palabra dron deriva del inglés ‘drone’ que significa zángano, las abejas machos, que en un vuelo rápido hacia arriba y posteriormente realizando un vuelo nupcial repetitivo fecundan a las hembras” (Ochoa, 2016:6). Se les ha definido y clasificado de diversas formas, aunque las más usadas son, por sus siglas en inglés, RPAS (Remotely Piloted Aircraft Systems) o UAV (Unmanned Aerial Vehicles) (Diaz, 2015), o UAS (Unmanned Aerial Systems/ Unmanned Aircraft Systems) (Ávila, 2017). En esta investigación se usan las definiciones indistintamente ya que revisando la literatura sobre estos artefactos no hay un uso estricto de estas definiciones. Más bien dependiendo la literatura citada es como se les irá nombrando. No obstante, cabe señalar que en lo particular utilizo más la palabra dron cuando no cito algún párrafo por ser la palabra más común y más usada en el lenguaje coloquial de nuestra región.

Ochoa (2016) perfila a los drones en dos tipos, lo que son los sistemas de ala fija y los sistemas multirrotores.

Los sistemas de ala fija, son los sistemas como los aviones tradicionales, con alas en forma de cruz. Son más eficientes, tienen una mayor autonomía, y con mayor velocidad, menor huella sonora y mejor tolerancia a los cambios climáticos. Son los que se han utilizado mayoritariamente en la vida militar por estos motivos expuestos. (Ochoa, 2016:7)

Ochoa continúa diciendo que:

Los drones con sistemas multirrotores son los más populares en el ámbito civil y deportivo, los que disponen de varias alas en diferentes ángulos que giran 360 grados. Pueden tener un despegue y aterrizaje vertical por lo que requiere un menor espacio, así como la posibilidad de volar a muy baja velocidad, lo que para determinadas labores de rescate les hace muy interesantes. (Ochoa, 2016:7)

En cuanto a estos drones con sistemas multirrotores, también se pueden clasificar, dependiendo el número de hélices que tiene, en: tricópteros, quadrópteros, hexacópteros y octocópteros (Díaz, 2015:8).

Asimismo Ochoa (2016) identifica cuatro tipos de modo de operación de los drones. El primero se refiere al *modo manual* que significa que el dron se maneja todo el tiempo por radiocontrol. El *modo asistido* que es parecido al manual sólo que aquí se definen intenciones de vuelo “y un autopiloto transforma dichas acciones en la aeronave” (Ochoa, 2016:7). El *modo automático* hay un plan de vuelo que se programa con un autopiloto. En este modo el piloto puede tomar el mando en cualquier momento y poner al dron en modo manual o asistido. Y el *modo autónomo*, en este modo se programa al dron de tal forma que se establece el plan de vuelo, a diferencia del automático, una vez que se ha programado, el piloto ya no puede retomar el control.

Según Ávila (2017:138) “el origen de las plataformas aéreas no tripuladas, más conocidas como UAV, se remonta a 1849. El 22 de agosto de ese año, el Ejército austriaco, en una batalla contra Venecia, implementó globos cargados con explosivos, los cuales eran lanzados desde la cubierta de un barco llamado *Vulcano*.” Así también Ochoa (2016) identifica los primeros modelos de los drones desde la primera mitad del siglo XIX. “Uno de los primeros UAV creados por el hombre data de 1916, el Aerial Target (blanco o diana aérea), que era controlado mediante radiofrecuencia AM baja para afinar la puntería; aunque dicho equipo nunca se perfeccionó, su finalidad era abatir zepelines” (Ávila, 2017:139).

La idea de los drones surgió antes que los aviones tripulados como prototipos para la aviación tripulada. Sin embargo, por las dificultades técnicas que se presentaban en ese

entonces no fue posible desarrollar completamente los aviones no tripulados. El principal avance que se ha presentado en el área de los drones ha sido en el sector militar (Ochoa, 2016). El primer UAV, conocido como *la bomba volante* (Hewitt-Sperry Automatic Airplane), fue usado como “torpedo aéreo” (Ávila, 2017), es el antecedente inmediato de los misiles crucero que fueron usados en la Primera Guerra Mundial. Gracias a estos misiles se logró un mejor desarrollo de los drones (Ochoa, 2016).

Para el año 1933, el Reino Unido crea el primer dron conocido como Queen Bee. Este artefacto ya era manipulado por medio de control remoto desde un barco (Ávila, 2017). En el año 1937, Estados Unidos creó el primer dron producido en serie a gran escala llamado Radioplane OQ-2. En el año 1940, este dron sirvió de entrenamiento para pilotos (Ávila, 2017).

Durante los años cincuenta surgieron los *Falconer* “que se lanzaban desde los bombarderos y eran controlados por radio mediante imágenes de vídeo” (Ochoa, 2016:8).

Estados Unidos, en 1951, lanzó en serie la producción de AQM-34, que era un equipo destinado al reconocimiento terrestre, mediante una ruta programada, y lanzado desde un avión-madre; su diseño innovador le aseguró un puesto en la Fuerza Aérea de Estados Unidos durante más de 30 años, y también era suministrado a sus aliados. (Ávila, 2017:141)

Ochoa (2016) escribe que para los años sesenta, las aeronaves no tripuladas comenzaron a modificarse; se les pusieron cámaras y GPS, así como otros sensores para adquirir más velocidad. En esta época comenzó a añadirse el sistema BVLO (Beyond Visual Line On Sight). Este sistema permite realizar los vuelos sin tener contacto visual directo con la nave aunque todavía había muchas aeronaves que se perdían. Según Ávila (2017) también en esta década Estados Unidos creó el dron Ryan Model 147B Lightning Bug en el que integró lo que es reconocimiento e inteligencia. Debido a que hubo dos naves U-2 derribadas, una sobre territorio soviético y otra sobre territorio cubano, se “recalcó la necesidad de la impelmentación de aviones de reconocimiento no tripulados” (Ávila, 2017:141).

Para los años setenta se siguieron desarrollando estos sistemas de una forma más ambiciosa y se centraron en labores de reconocimiento (Ochoa, 2016).

La Unión Soviética, a principios de los años setenta, en la oficina de diseños de Tupolev, construyó drones de gran alcance destinados a las misiones de reconocimiento: el Tu-123 Yástreb, Tu-141 Strizh y Tu-143 Reis. Tan solo

fueron fabricadas 950 unidades, que luego fueron enviadas a zonas de alta peligrosidad, como el conflicto árabe-israelí; es considerado un punto de no retorno en la historia de los aviones de combate no tripulados. (Ávila, 2017:141)

Para los años ochenta los drones se comercializaron de forma internacional y se integró la inteligencia visual para proporcionar datos sobre el territorio enemigo. En estos años los drones comenzaron a enviar imágenes en tiempo real. Para los años noventa se mejoró el sistema GPS. También se mejoraron los sistemas de comunicación y sistemas digitales. Los drones comenzaron a tener vuelos a mayor altitud y alcanzan altas velocidades para no ser detectados (Ochoa, 2016).

En 1993, el Pentágono tenía intenciones de desplegar aviones no tripulados de vigilancia para brindar apoyo a las fuerzas especiales de la Organización de las Naciones Unidas (ONU), los cascos azules, en la antigua Yugoslavia. Debido a lo anterior, se desplegaron los primeros Gnat 750, creados por General Atomics en una base de operaciones de la Agencia Central de Inteligencia (CIA) de Estados Unidos, que usaba el sistema de posicionamiento global GPS, en lugar de estar programado o de usar la línea de visión, lo que los hacía más fiables. Dichos equipos fueron implementados en 1994. (Ávila, 2017:142)

“También en esta época aparecen los primeros modelos con despegue y aterrizaje vertical, muy empleado en la actualidad en labores de agricultura” (Ochoa, 2016:9). En la agricultura los drones son eficaces sobretodo cuando hay terrenos donde es de difícil acceso para los tractores. Con los drones se puede fumigar con pesticidas, se pueden transportar productos fitosanitarios y minimiza la cantidad de químicos al asperjar que pueden ser tóxicos para las personas (Diaz, 2015).

Actualmente grandes empresas como Amazon o Facebook están incorporando los drones con el fin de innovar en sus servicios. En el caso de Amazon lo que buscan es innovar en sus entregas de paquetes. En el caso de Facebook para que haya acceso a Internet en cualquier parte del planeta (Diaz, 2015).

Los drones han sido originados para fines de uso militar. “Han sido utilizados en Iraq y Afganistán en multitud de acciones dirigidas contra Al Qaeda y misiones de escolta de convoyes militares, para espiar instalaciones militares, patrullar zonas a proteger y detectar situaciones de riesgo” (Diaz, 2015:1). Según Ochoa (2016), en el siglo XXI se siguen usando los drones principalmente con fines militares, pero se han incorporado también en la vida

civil. Los drones se usan actualmente, sólo por mencionar algunos casos, a la cartografía, hidrología, agricultura, seguimiento fitosanitario de masas forestales, seguridad en el control de fronteras, periodismo y publicidad, urbanismo, prospección y explotación de recursos minerales, etcétera.

Los drones aplicados a la vida civil deben de estar regulados, sin importar que sean para la recreación. Sin embargo, en el caso de México se ha presentado un problema en cuanto a la regulación de los drones y de los pilotos de los drones. “En México se venden y operan RPAS indiscriminadamente, debido a la falta de una estricta regulación y manejo de las normas, resultando en que cualquier persona puede volar un RPAS sin responsabilidad” (Ricaño, 2017:5-6).

Si se vuela un dron sin los debidos permisos se puede pagar hasta una multa de 403,000 pesos. Esta norma entró en vigor a partir de diciembre de 2018, norma emitida por la Dirección General de Aeronáutica Civil (DGAC), y que esta norma a su vez atiende a los reglamentos internacionales de la Organización de Aviación Civil Internacional, la cual exige tener una licencia para poder operar los RPAS. Esta norma atiende principalmente a prevenir los riesgos de una colisión con una aeronave tripulada puesto que comparten el mismo espacio aéreo (Excelsior, 2018).

Según Ochoa (2016:23), a nivel internacional, la Agencia Europea de Seguridad Aérea (AESA) ha establecido normas comunes para la operación de drones en Europa que se basan en la seguridad de uso y sobre el cómo y en qué condiciones se opera el dron. Hay tres categorías de operación:

1. *Categoría abierta* que es la que tiene un bajo riesgo. Son drones de menos de 25 kg de peso y no se necesitan permisos para operarlos siempre y cuando haya “contacto visual directo (500 m), peso inferior a 25 Kg, vuelo a menos de 150 metros, en áreas restringidas y separados de otros usuarios.
2. *Categoría específica* que supone un riesgo medio. Requiere la autorización de la autoridad aeronáutica nacional y el personal involucrado que opera el dron debe estar capacitado.
3. *Categoría certificada* que ya supone un alto riesgo y los requisitos son similares a los de una aeronave tripulada.

De acuerdo a lo establecido por la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI), los fabricantes de aeronaves y la autoridad aeronáutica, deben asegurar la aplicación de los estándares necesarios para prevenir accidentes, así como la operación de los Sistemas de Aeronaves Pilotadas a Distancia (RPAS) debe considerar disminuir el riesgo de daño a personas o propiedades ubicadas en tierra o en vuelo, comparado con una categoría equivalente de aeronave tripulada. (Ricaño, 2017:2)

El poder operar los RPAS, requiere tener ciertos conocimientos, tanto del artefacto como del espacio aéreo. También se deben ubicar zonas de seguridad donde no corra peligro la gente o haya posibles colisiones con la aviación tripulada. “La conciencia pública en seguridad aeronáutica es crucial, la cual debe ser proporcionada de manera clara y completa a los usuarios de aviones no tripulados” (Ricaño, 2017:2).

Los requisitos que se piden para adquirir la licencia para operar un RPAS se encuentra en la *circular obligatoria CO AV-23/10 R4*¹. Para obtener dicha licencia se debe tener conocimiento teórico práctico que demuestre que el operador tiene la preparación para operar un RPAS; asimismo se debe apegar a las leyes, reglamentos y normas vigentes a nivel federal y local (Ricaño, 2017).

1.4 Convergencia tecnológica y robótica

La convergencia tecnológica ha llegado a tener efectos en el ámbito social. Ha cambiado las formas en que los seres humanos se relacionan y cómo interactúan con el mundo. A lo largo de la historia de la humanidad ha existido la convergencia de distintos tipos de conocimientos y tecnologías que han impulsado el desarrollo de las sociedades.

La convergencia es “la puesta en común de un conjunto de conocimientos, disciplinas científicas y desarrollos tecnológicos que propician innovaciones capaces de solucionar problemas industriales y sociales” (Álvarez y Marquina, 2017:1). La convergencia se presentaba como “uno de los fenómenos constitutivos de la *conurrencia de inducciones*, y por tanto uno de los criterios demarcadores del conocimiento científico” (Miranda, 2005:2).

La convergencia de conocimientos y de tecnologías se refiere a la interacción entre distintas disciplinas científicas y campos tecnológicos, capaces de interactuar entre sí para lograr un marco de referencia y de conocimiento

¹ Esta información se puede encontrar en la página de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes <http://www.sct.gob.mx/transporte-y-medicina-preventiva/aeronautica-civil/3-servicios/35-rpas-drones/>

común, desarrollando sinergias de conocimiento e innovación, a fin de crear valor [...], sea este privado o público. (Álvarez y Marquina, 2017:2)

En el siguiente cuadro 2, Álvarez y Marquina (2017:3), citando a Roco *et al.*, nos dicen que “la convergencia ha ido ocurriendo por etapas y organizándose a partir de las interconexiones entre el conocimiento y las tecnologías:”

Cuadro 2. Etapas de la convergencia del conocimiento

Etapas	Características
Primera etapa	Desarrollo de la tecnología a partir de la convergencia de diversas ciencias (biología, química, física, medicina) e ingenierías (tecnología de materiales, ingeniería electrónica) aplicadas al mundo material, basadas en el entendimiento de las estructuras atómicas y de escala nano.
Segunda etapa	Combinación de tecnologías emergentes nano, biológicas, informáticas y cognitivas (NBIC), con base en los componentes elementales que éstas comparten como átomos, ADN y bits.
Tercera etapa	Expansión de las tecnologías emergentes antes mencionadas para introducirlas a plataformas dispuestas para el uso personal, social e incluso, mundial. Reúne elementos de las actividades humanas y las máquinas con las sociedades.

Fuente: Álvarez y Marquina, (2017:3).

Como observamos en el cuadro anterior, en una primera etapa podemos encontrar el desarrollo de la ingeniería eléctrica-electrónica². En la segunda etapa está la combinación de las tecnologías emergentes. Finalmente, en la tercera etapa se integran las tecnologías emergentes con elementos de actividades humanas y las máquinas en la sociedad. Es por eso la importancia de la robótica hoy en día, pues ésta ha sido integrada en diversas prácticas actuales, tanto científicas como tecnológicas y sociales.

En la convergencia científica y tecnológica hay una integración de diferentes disciplinas para la producción de conocimiento científico. Se permite el diseño, construcción y aplicación de artefactos tecnológicos para facilitar metodologías, teorías y técnicas cognitivas en el proceso científico y tecnológico siendo esto fundamental en la era actual de

² Como ya se expuso en el apartado anterior, la ingeniería electrónica es un elemento de la robótica avanzada.

la sociedad del conocimiento³. El objetivo principal de la convergencia de ciencia y tecnologías en sociedad es lograr la transferencia del conocimiento científico y de esta forma crear innovación y desarrollo económico en el sistema social (Bueno, 2006).

Las ‘tecnologías convergentes’ se refieren a la combinación sinérgica (en dúos, tríos o cuartetos) de cuatro áreas de la ciencia y la tecnología [...], cada una de las cuales está progresando a un acelerado ritmo: (a) nanociencia y nanotecnología; (b) biotecnología y biomedicina, incluyendo la ingeniería genética; (c) tecnología de la información, incluyendo comunicación y computación avanzada y (d) ciencias cognitivas, incluyendo la neurociencia cognitiva. (2007:21)

Según Miranda (2005:4) con la noción de convergencia “se defiende que la renta real *per cápita* de los países en vías de desarrollo empezará a crecer más rápido, de tal modo éstos llegarán a alcanzar una convergencia mundial a largo plazo.” No obstante, se cuestiona que la difusión tecnológica, en los países que están en vías de desarrollo, puede favorecer el proceso de convergencia. Este argumento no parece del todo cierto pues la autora dice que “los procesos de homologación que se están produciendo tan sólo contribuyen a aumentar la divergencia económica mundial, ya que se materializan principalmente en los países industrializados⁴” (Miranda, 2005:4). Entonces la convergencia:

No sólo es un asunto retórico bajo el cual se pretende fomentar una convergencia condicional, a expensas de mantener la convergencia absoluta como un supuesto idealista, sino que también respalda la construcción de modos conceptuales en los que los procesos de divergencia quedan constreñidos a determinadas líneas de investigación más comerciales. (Miranda, 2005:13)

Según Roco, citado por Bueno (2006:2), habla de “alianza y convergencia que representan la evolución de la sociedad moderna y de su economía, basada en la creación y

³ Según el Banco Mundial (2003), la sociedad del conocimiento es aquella en la que se genera un cúmulo de conocimientos, los cuales se utilizan para fomentar el desarrollo económico de un país.

⁴ Es importante señalar que los estudios CTS en América Latina surgieron como una crítica a los modelos hegemónicos de ciencia y tecnología de los países altamente industrializados, para mostrar que en América Latina no se pueden copiar dichos modelos, puesto que el contexto de aplicación es distinto. Diversos autores, como Varsavsky, hicieron críticas radicales sobre la dependencia de los centros hegemónicos en ciencia y tecnología. Otros autores moderados y con ideas desarrollistas como Sábato, Aráoz, entre otros, pensaban más en el desarrollo científico para el desarrollo socioeconómico de América Latina. Y otros autores como Almicar Herrera quienes desde el activismo institucional buscaban el beneficio científico y tecnológico para el desarrollo de las sociedades en América Latina (Kreimer y Vessuri, 2017).

transferencia del conocimiento, como retos nuevos para la creación de riqueza y del desarrollo sostenible que demanda la sociedad de nuestro tiempo”.

En definitiva, el reto del siglo XXI es saber llevar a cabo o dirigir con efectividad la actual convergencia científica y tecnológica, en una sociedad en la que el valor en la economía se crea, básicamente, con recursos o activos intangibles, basados en conocimiento o creados gracias a la puesta en acción de éste o que presentan una naturaleza intelectual. (Bueno, 2006:3)

La convergencia tecnológica es sin duda un gran impulso para el desarrollo de nuestras sociedades. Se trabaja desde la multi e interdisciplinariedad, y este desarrollo finalmente se diversifica, dinamiza e integra en diferentes ámbitos productivos de la sociedad. Las tecnologías convergentes integran conocimientos disciplinares como se muestra en el siguiente cuadro:

Cuadro 3. Disciplinas de la convergencia tecnológica y su aplicación

Nanociencia y nanotecnología	Es el conocimiento tecnocientífico de la materia a nivel microescala. Están basadas en el nanómetro y sus componentes son a nivel atómico con el fin de obtener nuevas estructuras moleculares con nuevas propiedades. Se desarrollan en la interdisciplinariedad y coevolucionan combinando la química y la biología.
Biotecnología	Es el conocimiento tecnocientífico para obtener nueva producción molecular a partir de la integración de la bioquímica y la ingeniería. Tiene fines científicos e industriales.
Tecnología y ciencia de la información	Es el conocimiento de la computación moderna. La inteligencia artificial es fundamental para procesar volúmenes elevados de datos que son convertidos en información para los usuarios.
Ciencias cognitivas	Es el conocimiento tecnocientífico que analiza el proceso de conocimiento humano. Integra distintas disciplinas como la psicología, la lingüística, la filosofía, la neurociencia, antropología, sociología, entre otras.

Fuente: Elaboración propia con información de Bueno (2006:4).

A partir de las ciencias y tecnologías convergentes se puede explicar la relación teórica-práctica de conocimientos que antes estaban o al menos parecían separados. Esto ha llevado a un proceso de interacción de distintos conceptos y sujetos de conocimiento que ahora pueden estar involucrados o relacionados en un proyecto de investigación común (Bueno, 2006). Este autor continúa, citando a Roco (2004):

Las citadas ciencias y tecnologías convergentes (NBIC) toman esta expresión a través de recientes trabajos de la Fundación Nacional de Ciencia de los Estados Unidos, caso, entre otros del informe del grupo de trabajo dirigido por Roco y Bainbridge (2002). En concreto, el acrónimo NBIC procede de las siguientes propuestas tecnocientíficas que explican la inter y multidisciplinariedad del conocimiento científico y que pretenden fundamentar las proposiciones actuales que categorizan y dimensionan la sociedad actual, basada en el conocimiento como recurso o factor productivo crítico para la creación de valor en el sistema económico y preocupada por la propia sostenibilidad del desarrollo de la sociedad del conocimiento. (Bueno, 2006:4)

La convergencia ha sido bastante difundida en el lenguaje tecnocientífico actual. Este concepto se ha integrado en las investigaciones referentes a las NBCI (nano-bio-cogno-info-tecnologías) (Miranda, 2005), por lo que la robótica avanzada⁵ está dentro de la categoría de las info-tecnologías por la forma en que ésta se reproduce.

Es importante señalar que la tecnociencia es fundamental para entender esta convergencia. En este sentido se retoma el concepto de tecnociencia como lo expone Echeverría.

En Estados Unidos está consolidada la tecnociencia. Gran ejemplo de ello es la convergencia tecnológica de nanotecnología, biotecnología, tecnologías de la información y las ciencias cognitivas (NBIC). Entonces la tecnociencia no es sólo una combinación entre ciencia y tecnología, sino que más bien es una modalidad de la actividad científica (Echeverría, 2005).

Según Echeverría (2016), la convergencia tecnológica (NBIC) tiene su origen y es impulsada por la National Science Foundation (NSF). Esta convergencia tecnológica se basa en tecnologías innovadoras para el ser humano y la sociedad, mas no para el medio ambiente, la naturaleza y el universo. La nanociencia es la investigación básica del nanocosmos. La nanotecnología es la tecnología para observar o para intervenir en estos nanocosmos. La nanotecnología es una modalidad de la tecnociencia (Echeverría, 2016).

Según Echeverría (2005:9) “la revolución tecnocientífica parte de un cambio en la estructura de la práctica científica, de la actividad científica, no del conocimiento científico”. Este autor continúa diciendo que el cambio realmente importante se encuentra en la actividad

⁵ En esta investigación, como se mencionó anteriormente, la robótica avanzada se entiende como “la integración de la ingeniería electrónica, la inteligencia artificial y el control computarizado, para el diseño y manufactura en procesos y productos” (Córdova, 2002:20).

científica, de tal forma que lo que se busca es que los desarrollos tecnológicos deriven en innovaciones, de tal forma que estas innovaciones se pongan en marcha en el mercado, en la empresa y en la sociedad.

Según Echeverría (2005), en filosofía, la técnica y la tecnología son distintas. La técnica refiere a un proceso artesanal que es por ejemplo, propio de la agricultura y ganadería, mientras que la tecnología refiere a la sociedad industrial. Por tecnociencia, este autor entiende lo que está relacionado en técnicas y tecnologías vinculadas a la sociedad de la información.

En el contexto tecnocientífico, los científicos e ingenieros, siguen haciendo ciencia, lo que hace diferente a los científicos de principios del siglo pasado con los actuales, es la forma en que tienen que investigar y publicar. Los científicos en la actualidad también tienen que integrarse a nuevas formas de organización que es algo que demanda la empresa tecnocientífica (Echeverría, 2005).

La inversión es una parte importante de la tecnociencia. Algo distintivo es que la inversión privada llega a la investigación científica por lo que dicha inversión ahora cotiza también en la bolsa, algo que no pasaba en las prácticas científicas (2005). Algunos ejemplos de tecnociencia que se pueden mencionar son: el proyecto Manhattan, Dupont, la World Wide Web, ENIAC, el proyecto Hubble, entre otros. La tecnociencia se puede decir que es una segunda fase de la macrociencia, pero que a partir de los años ochenta ha mutado debido al proyecto Genoma, o el impulso de empresas como Intel, Google, Microsoft, etc. Por tanto, en la tecnociencia cabe la posibilidad de que pequeñas empresas sean altamente innovadoras a diferencia de la Big Science (Echeverría, 2005:12).

Las empresas invierten más en I+D para generar innovaciones que tengan éxito en el mercado y estén abiertas a la competencia. Una entidad tecnocientífica es compleja puesto que hay una organización empresarial y modelos de la gestión de mercados. La empresa debe contar con un gabinete jurídico especializado para poner en regla las patentes y de esta forma evitar multas y conflictos con otras empresas.

Cuando las empresas tienen inversión pública es necesario tener relaciones con los policy makers para el diseño de la política en I+D+i (Echeverría y Unceta, 2012). Para que haya innovaciones, son indispensables las relaciones entre científicos, ingenieros y empresarios. Claro que ésta es una visión lineal y que ha sido muy criticada en las últimas

décadas por mostrarse insuficiente. Sin embargo, este modelo sigue permeando y es “el marco conceptual que inspira buena parte de las políticas de innovación” (Echeverría y Unceta, 2012:171).

Quizá el éxito que ha tenido la tecnociencia radica en que los científicos y los ingenieros han tenido aprobación por la sociedad y que en contraste con esto se ha perdido la confianza de los sistemas expertos lo cual ha generado una fricción en la relación ciencia y sociedad (Echeverría, 2005).

Cuando Echeverría habla sobre la relación tecnociencia-sociedad, nos dice que la tecnociencia no surgió de la sociedad sino de ámbitos más específicos como los gobiernos, el sector empresarial, militar, entre otros. Ha habido grandes debates, por ejemplo, en torno a los transgénicos o en el tema de la clonación humana por lo que empresas tecnocientíficas se han dado a la tarea de demostrar que sus investigaciones son inocuas atendiendo al principio de precaución para demostrar “que no genera contaminación ni pone en riesgo la cadena alimentaria o el medio ambiente” (Echeverría, 2005:15). Sin embargo estos debates han variado según la percepción social ya que en el caso de la telefonía, por ejemplo, ha sido bien aceptada en la sociedad.

Los usuarios son parte importante de la tecnociencia en tanto que también son parte importante de la generación del conocimiento que producen las empresas, por lo tanto, la tecnociencia

Es una nueva modalidad de poder; la sociedad ante este poder, por un lado, lo acepta y lo admira, porque sin duda las innovaciones son espectaculares; pero, por otro, lo rechaza en algunos casos, le preocupa, desconfía, y esto supone un problema estructural que es necesario afrontar y es, quizá, una de las cuestiones más interesantes de la revolución tecnocientífica. (Echeverría, 2005:15)

Ya explicado entonces lo que retomamos de tecnociencia, es importante recalcar nuevamente que las tecnologías de la información y comunicación son parte importante en este tipo de actividad y la robótica viene a insertarse en este contexto. Para ello se muestra el siguiente cuadro:

Cuadro 4. Definiciones de tecnologías transformativas

Nanociencia	El estudio de fenómenos y de la manipulación de materiales, en escalas atómicas, moleculares y macromoleculares, donde las características o
--------------------	--

	propiedades se diferencian significativamente de estas en una escala más grande.
Nanotecnología	El diseño, caracterización, producción y aplicación de estructuras, artefactos y sistemas por medio del control de la forma y tamaño en la escala nanométrica.
Biotecnología	Toda aplicación tecnológica que utiliza sistemas biológicos y organismos vivos o sus derivados para la creación o modificación de productos o procesos para usos específicos.
Ingeniería genética	Proceso mediante el cual se transfiere el gen de un organismo a otro a través de la manipulación de la información genética (genes)
Tecnologías de la información y comunicación	El conjunto de tecnologías y sistemas necesarias para gestionar la información y específicamente las computadoras y programas necesarios para convertirla, almacenarla, administrarla, transformarla y encontrarla. Incluye la computación avanzada.
Robótica	La tecnología que se enfoca en la construcción de máquinas dirigidas por computadoras, capaces de desarrollar una gran variedad de tareas.
Ciencia Cognitiva	El estudio científico de la mente humana. Su enfoque y área de investigación es marcadamente multidisciplinario, fruto de la confluencia entre la lingüística, la psicología cognitiva, la neurociencia, la filosofía de la ciencia y la inteligencia artificial.

Fuente: Parte A (2007:22).

El cuadro de arriba muestra que las tecnologías de la información y la comunicación incluye la computación avanzada, de tal forma que la robótica es una tecnología que se especializa en la construcción de máquinas y que son dirigidas por computadoras. Estas máquinas entran en procesos de automatización y programación para desarrollar una diversidad de tareas. En el caso de la agricultura, por ejemplo, la robótica se integra en estas prácticas para ayudar a diversas tareas como son el riego, recabar datos del territorio que se trabaja, la aplicación de fertilizantes, herbicidas, bioquímicos, la siembra, la cosecha, el arado, etcétera.

Al haber una interacción entre el conocimiento científico y su aplicación en las tecnologías de la información y la comunicación, se pueden producir innovaciones tecnológicas. El autor Bill Joy en su práctica científica “ha favorecido la convergencia entre la genética, la nanotecnología y la robótica” (Parte A, 2007:23). Asimismo, la idea que se

encuentra detrás de las tecnologías convergentes, es que al combinarlas, éstas sean “aplicadas a diferentes sectores, como por ejemplo la agricultura, la salud, los materiales, la defensa y el cerebro humano” (Parte A, 2007:23).

Rueda (2009) nos dice que en el actual contexto social y tecnológico hay una convergencia de viejos y nuevos medios y tecnologías en la que se configura una nueva cibercultura. Se puede decir que dentro de esta “modernidad reflexiva”, según Rueda (2009), citando a Beck, Giddens y Lash (2001), hay procesos de globalización en los que hay una “acción a distancia”, es decir que la ausencia predomina sobre la presencia y es así como también el espacio-tiempo está reestructurándose con las nuevas tecnologías de la información y la comunicación.

Álvarez y Marquina (2017) explican que a partir del Internet hubo una innovación radical en la que convergieron sectores de la microelectrónica, la informática y las telecomunicaciones. Esto a su vez permitió que hubiera un mayor acceso a la información lo cual ha generado un intercambio de datos disponibles y ha modificado las formas en que se produce, distribuye y apropia el conocimiento. Según Castells, citado por Álvarez y Marquina (2017:2), dice que “en la sociedad de la información se incrementa la frecuencia e intensidad de las interacciones sociales mediadas por el uso intensivo de las tecnologías de información y comunicación (TIC).”

Es así como esta convergencia tecnológica, y en especial la robótica, tiene implicaciones sociales. Las prácticas productivas actuales van tomando diferentes matices y se van configurando junto con el avance científico y tecnológico. Ahora vamos a explicar la industria 4.0 ya que es el contexto actual en el que se está desarrollando todo este avance tecnológico y científico y que permea en todas las esferas sociales.

1.5. Industria 4.0

La fundación Centro Tecnológico de la Información y la Comunicación (CTIC) nos habla de los procesos que han diferenciado las revoluciones. La primera revolución industrial estuvo caracterizada por equipos de producción mecánicos que funcionaban con agua y la energía de vapor. La segunda revolución industrial se alcanzó gracias a la división de tareas y el uso de la energía eléctrica. La tercera revolución industrial tuvo gran impulso debido al uso de la electrónica y la informática para promover la producción automatizada. Finalmente esta cuarta revolución industrial está basada en los sistemas físicos cibernéticos (CPS por sus

siglas en inglés). Estos sistemas ciberfísicos integran distintas tecnologías físicas como la de cómputo y redes de comunicación. Para que este sistema funcione se requiere de internet móvil y del internet de las cosas (Campos, 2018). Las tecnologías de internet de las cosas se están integrando en industrias tradicionales como la agricultura y la fabricación, entre otros tipos de industrias emergentes como son la energía y los nuevos materiales (Casalet, 2018).

A lo largo de la historia, el desarrollo tecnológico ha tenido un impacto importante en los sistemas de manufactura, primero con la máquina de vapor y la mecanización de los procesos, luego con la producción en masa, la automatización y robótica; y más recientemente, con la que ha sido llamada “industria 4.0” y es considerada ya como la “Cuarta Revolución Industrial”, debido a su potencial y beneficios relacionados con la integración, innovación y autonomía de los procesos. (Carmen *et al.*, 2017:3)

Las tecnologías de la información, los robots autónomos y la inteligencia artificial, sólo por mencionar algunos, son las tecnologías que sustentan la industria 4.0. “El concepto de industria 4.0, surge en Alemania en 2011, para hacer referencia a una política económica gubernamental basada en estrategias de alta tecnología; caracterizada por la automatización, la digitalización de los procesos y el uso de las tecnologías de la electrónica y de la información en la manufactura” (Carmen *et al.*, 2017:4).

Las tecnologías que se desarrollan en este contexto de la industria 4.0 cambian los procesos de manufactura y ésta se direcciona hacia la digitalización de la producción o la automatización (Carmen *et al.*, 2017). Gracias a la convergencia de conocimientos y de tecnologías se ha construido una interrelación entre distintas disciplinas. Esto también ha permitido que la participación humana junto con las capacidades de las máquinas se complemente para resolver problemas que muchas veces no podrían ser resueltos de forma aislada. Dicha convergencia es también una característica primordial de la Industria 4.0 (Casalet, 2018).

Algunas de las tecnologías digitales que se contemplan en la Industria 4.0 son el internet de las cosas, el cómputo móvil, la nube, el big data, redes de sensores inalámbricos, dispositivos móviles, entre otros (Carmen *et al.*, 2017).

La extensión del internet industrial ha generado cambios profundos que impactan en la industria en países como Alemania, China, Estados Unidos, México, entre otros. Esto ha permitido la articulación de lo que es mundo digital con las máquinas (Casalet, 2018).

En lo que compete a nivel global, China, desde 1999, ha aprovechado las ventajas de la globalización y ha incentivado la inversión en el exterior de sus empresas. Para el año 2016 China adquirió, con un costo de 46,000 millones de dólares, compañías europeas en países como Alemania, Reino Unido, y en el caso de Suiza adquirió la multinacional Syngenta. Es así que “con el desarrollo de nuevos tipos de industrialización, urbanización y modernización agrícola se reactivó una demanda interna deprimida que estimuló la fabricación en China” (Casalet, 2018:29) y se estima que podría incrementar su productividad entre 25 y 30% y reducir hasta un 60% pérdidas de producción imprevistas.

Alemania ha sido el líder mundial en fabricación digitalizada y exporta a Europa y países que comparten el modelo industria 4.0. Aunque China no ha alcanzado el nivel de Alemania en el desarrollo de informatización debido a las regiones, sectores y tamaño de las empresas, China se ha convertido en el mayor productor de robots industriales ya que ha invertido en automatización y digitalización para poner las bases para una nueva industrialización por lo que también ha avanzado en el desarrollo de naves espaciales y drones (Casalet, 2018:32).

En el caso de México a la industria 4.0 también se le conoce como manufactura avanzada o inteligente, aunque en realidad estas definiciones han sido adoptadas por ser denominaciones de moda cuando en realidad no hay novedad en las propuestas (Casalet, 2018:73). Nuestro país ha experimentado cambios en la estructura organizativa de las empresas por lo que se han modificado las relaciones entre diferentes agentes como empresas, regiones, gobierno, sociedad civil, investigadores, etcétera. Estos cambios se han consolidado en la creación de clusters que principalmente “se localizan en los sectores automotriz, aeroespacial, TIC y electrónico” (Casalet, 2018:52).

La secretaría de economía, citado por Casalet (2018), dice que en lo que compete a las TIC, México se ha consolidado como uno de los principales proveedores para América Latina y Norteamérica y se ha posicionado como el tercer exportador a nivel mundial y atrae el 23% de inversión total con proyectos en esta área teniendo el mayor número de compañías en América Latina por lo que este sector es estratégico para el desarrollo de otros sectores para la modernización y desarrollo para mantener la competitividad de la economía.

El sector de TIC en México ha logrado importantes avances en la última década, el valor de mercado ha crecido a una tasa anual promedio de 14% en

los diez últimos años, mientras que las exportaciones y el empleo se ha incrementado a tasas de 12,2% y 11%, respectivamente, en el mismo periodo. (Casalet, 2018:55)

No obstante, cabe señalar que la digitalización en México es incipiente por varios aspectos como son “la brecha tecnológica, al rezago de conectividad (IoT), así como a los aspectos de ciberseguridad y talento especializado asociado entre otros.” (Carmen, *et al.*, 2017:18). En cuanto al sector electrónico, “en 2015, México se posicionó como el octavo productor de electrónicos a nivel mundial y el primero de América Latina” (Casalet, 2018:56), y el país se ha centrado en tecnología que procesa algún tipo de información como es computación, audio y video, equipo médico e instrumentos de precisión, navegación, etcétera.

Finalmente podemos decir, grosso modo, que la industria 4.0 está cambiando diferentes sectores tanto económicos como sociales. Hay una articulación y relación hombre-máquina que parece estar fortaleciéndose. El sistema industrial se está combinando con avances como la computación, el internet de las cosas, la inteligencia artificial la robotización o la analítica de grandes datos (Casalet, 2018).

Capítulo 2. Modernización de la agricultura

Presentación

En el primer capítulo se expuso el marco teórico sobre la construcción social de la robótica, así como el desplazamiento de la mano de obra por la tecnología en un contexto de industria 4.0 en el que se puede deducir que la tecnología tiene consecuencias ambivalentes dado que trae beneficios a un sector de la población, pero con perjuicios para otros.

También se presentó una revisión histórica de la robótica para poder comprender cómo ésta se ha transformado para converger en la actualidad con otras tecnologías y conocimientos. Las prácticas científicas y tecnológicas han dado como resultado que dicho conocimiento se incorpore en artefactos para incorporarlos en nuestra vida cotidiana, y en lo que interesa en esta investigación, cómo se han integrarlos en las prácticas agrícolas.

En este segundo capítulo ahora se habla sobre la modernización de la agricultura, en la que la tecnología ha sido fundamental para el desarrollo de este sector. En este apartado se hará una revisión breve de la historia de la agricultura. Posterior a esto se expondrá sobre la Revolución Verde y las consecuencias sociales, políticas y económicas que trajo esta innovación agrícola. Más adelante se aborda el tema sobre lo que es el régimen agroalimentario, desde la entrada del neoliberalismo hasta la actualidad. Después se expondrá sobre la agroindustria para dilucidar y comprender cómo opera hoy en día. Posteriormente se expone sobre la biotecnología, la cual también es una innovación sin precedentes y que se articula con grandes corporativos agroindustriales. Y se finalizará este capítulo con una exposición sobre la agricultura digital, que es la etapa donde se enmarca esta investigación.

2.1 Una revisión histórica de la agricultura

En este apartado se expone de forma muy general la historia de la agricultura con el fin de comprender, más adelante, cómo se ha modernizado este sector y de esta manera poder observar los cambios políticos, económicos y sociales que se han suscitado en las prácticas agrícolas.

El inicio de la agricultura se da en la Revolución Neolítica que data alrededor de hace 10,000 años. Se define a la agricultura “como una actividad económica para la producción de alimentos y otros bienes vegetales y animales” (Olivares, 2008:16). En las prácticas

agrícolas el hombre aplica su fuerza de trabajo, sus conocimientos, habilidades e instrumentos para la obtención de dichos bienes, así como de materias primas para satisfacer necesidades básicas como la alimentación y de esta forma también obtener ingresos económicos por la venta de los productos obtenidos. Para lograr la obtención de estos productos “el hombre se ha valido de la tecnología a fin de modificar y controlar en uno u otro grado los fenómenos naturales” (Barajas, 1991:1).

La agricultura ha hecho que el hombre permanezca por largos periodos en un lugar, esto ha provocado la explotación intensiva de plantas y animales que son seleccionados en un pequeño espacio instaurándose así un modelo extractivo que perdura hasta hoy día (Olivares, 2008). La existencia de la agricultura en la historia de la humanidad ha sido, sin duda, el cambio más importante para el establecimiento de las civilizaciones y para el desarrollo del binomio ciudades-sociedades complejas (Arqueología mexicana, 2013). Fue así que la economía que se sustentaba en la caza y la recolección de plantas fue sustituida por la agricultura (Zizumbo y García, 2008:86).

Fueron alrededor de 2,5 millones de años que el ser humano se dedicó a la recolección de plantas y la caza de animales silvestres. Fueron el Homo erectus, el Homo ergaster, neandertales y el Homo sapiens quienes tuvieron este tipo de prácticas para subsistir. Se sabe que este último se extendió del África oriental hacia las distintas partes del mundo culminando en Australia y América. No obstante, la agricultura no se extendió como lo hizo el sapiens. En distintas regiones del mundo se fueron domesticando distintas plantas y animales, por ejemplo, en el caso de América Central se domesticaron el maíz y los frijoles, en China se domesticaron el arroz, el mijo y los cerdos, en Nueva Guinea se domesticaron la caña de azúcar y los plátanos, y en África se produjeron el mijo africano, el sorgo y el trigo (Harari, 2014).

No se sabe a ciencia cierta la fecha de cuándo el ser humano se dedicó totalmente a la agricultura, pero para el año 8,500 a.C. en Oriente próximo ya había muchas aldeas y plantas domesticadas, entre ellas el trigo que fue la que más abundaba en la región debido a que era de las más consumidas (Harari, 2014). Con el proceso de domesticación se seleccionaron poblaciones de plantas con características que favorecían el manejo agrícola en diferentes ambientes. Según Gepts, citado por Zizumbo y García, durante este proceso el sistema de reproducción puede estar favorecido o limitado por la constitución genética de las

plantas. Esto ha provocado que algunas especies sean totalmente domesticadas y otras no, por lo que aún están en proceso de domesticación o están semidomesticadas. “La domesticación de plantas y la agricultura son por tanto dos procesos interdependientes y continuos en el tiempo” (Zizumbo y García, 2008:87).

"El inicio de la agricultura presupone conocimientos acumulados a través de por lo menos 3 millones de años, acerca de plantas y animales, respecto a su contribución a la alimentación, a la salud o al vestido, y desde luego a aquellas perjudiciales que había que evitar" (Olivares, 2008:15). Esto llevó a un proceso de selección de frutos, semillas, animales; y se comenzaron a preferir productos que se podían almacenar por periodos largos. Con el tiempo se aprendió a reconocer las especies más adecuadas para el consumo y a controlar su ciclo de crecimiento por lo que esas plantas se hicieron dependientes de la intervención humana (Arqueología mexicana, 2013). "La agricultura excluyó [...] a la diversidad botánica y zoológica existente e inició un proceso de selección y domesticación de un pequeño número de plantas y animales y de desplazamiento del resto; este proceso continúa en nuestros días" (Olivares, 2008:18).

Cuando el ser humano comenzó a hacerse sedentario, tenía que quitar plantas y malezas que afectaban sus cultivos. La diversidad de plantas se fue mermando dejando sólo las que se podían cultivar y que eran más seguras que crecieran para su consumo (Harari, 2014). “Al disponer de mayores cantidades de alimento, la población creció, [...] mientras más hijos se tenían de más fuerza de trabajo se disponía” (Arqueología mexicana, 2013:25). Entonces al seleccionar y proteger las plantas y animales que eran benéficas para el consumo humano, condujo también al aumento de “la oferta alimenticia”, no obstante provocó el desplazamiento y aniquilación de las formas de vida que no estaban protegidas (Olivares, 2008).

La nueva actividad creadora de excedente, la agricultura, generó un ciclo autoalimentado entre el crecimiento de la población y la expansión de la superficie dedicada a la agricultura, hasta convertirse ésta en la actividad dominante, por encima de la recolección y la caza. [...] la creación de un excedente económico creó tal certidumbre que permitió que la población estancada durante miles y miles de años, se incrementara explosivamente. (Olivares, 2008:20-21)

El hecho de que la agricultura ampliara la suma total de alimentos para la humanidad no se tradujo en una dieta mejor. Incluso los cazadores-recolectores tenían menos probabilidades de padecer hambres o enfermedades y conocían los secretos de la naturaleza mucho antes de la revolución agrícola. Por tanto, lo único que generó la agricultura fueron élites consentidas y una explosión demográfica por lo que el gran historiador Yuval Harari (2014) lo define como el mayor fraude de la historia.

Olivares (2008) comenta que la importancia en la invención de la agricultura hay sobre todo un salto cualitativo ya que la humanidad comenzó a practicar actividades de creación y no de tomador de recursos independizándose de los ritmos de la naturaleza.

Según Combis (2019), a lo largo de la historia el ser humano se ha valido de animales y herramientas para el trabajo agrícola. En Asia y África, por ejemplo, se ha utilizado la hoz. Esta herramienta particularmente se utiliza mucho en Filipinas para la cosecha de arroz y cereales. En el caso de México podemos encontrar herramientas que se utilizan como el rastrillo o el azadón y que tienen diferentes usos como remover hojas o aflojar la tierra deshierbar, entre otras. En el caso de animales para la agricultura, todavía es común encontrar la yunta en muchos lugares de México. Ésta es utilizada para aflojar la tierra o hacer surcos antes de iniciar el proceso de siembra ya que provoca porosidad y es benéfico para las plantas. Cabe mencionar que este tipo de herramientas también tienen un valor cultural y muchas de ellas están hechas artesanalmente por lo que el significado que tienen en distintas regiones del mundo también es importante.

Con el desarrollo de la ciencia moderna en el siglo XIX se comienza a generar una disociación entre el ser humano y la naturaleza y ésta pasa a ser como un objeto para dominarla como si fuera algo externo a la humanidad. Durante la Revolución Industrial comenzó la degradación del medio ambiente de una forma acelerada, y es factor de la crisis económica y ecológica en la que nos encontramos actualmente (Martínez, 2019). En esta época industrial se introduce el uso de fertilizantes y plaguicidas sintéticos. También hay una mejora genética y comienza la mecanización de las labores (Olivares, 2008).

Es así como el dominio del ser humano sobre la naturaleza se ha acentuado, sobre todo, a partir del siglo XX puesto que "en 1910 se inicia una oleada de mecanización de la agricultura, con la adopción del motor de combustión interna en las máquinas desarrolladas anteriormente" (Olivares, 2008:24).

Entonces con la modernización de la agricultura se han desarrollado “distintas formas de agricultura: agricultura de temporal, de riego, intensiva, extensiva, ecológica, orgánica, de subsistencia, de autoconsumo, comercial, en suelo, hidropónica, bajo cubierta, etcétera” (Olivares, 2008:17). Ahora pasaremos a describir el proceso de la Revolución Verde durante el siglo XX que fue un parteaguas en las prácticas agrícolas.

2.2 Revolución Verde

Desde el periodo en que la humanidad se hizo sedentaria y hasta la fecha, el ser humano ha buscado el control sobre la naturaleza, una de las etapas de este dominio ha sido la Revolución Verde. Esta revolución la inició el ingeniero químico estadounidense Norman Borlaug en los países subdesarrollados con la finalidad de eliminar la desnutrición y la hambruna; sin embargo, estas problemáticas no pudieron ser erradicadas (Martínez, 2019).

Barajas (1991), citando a Griffin, dice que la Revolución Verde se refería a una transformación del sector agrícola en los países subdesarrollados para reducir la escasez de alimentos y desnutrición. Asimismo Hewitt, citado por Barajas (1991), dice que la Revolución Verde es la introducción de un “paquete tecnológico” en el que los principales insumos son las semillas mejoradas, especialmente el trigo, maíz, sorgo y arroz, y el uso de fertilizantes químicos, herbicidas, e insecticidas, así también la introducción de maquinaria agrícola como tractores.

La Revolución Verde fue considerada como un cambio radical en las prácticas agrícolas hasta entonces utilizadas y fue definida como un proceso de modernización de la agricultura, donde el conocimiento tecnológico suplantó al conocimiento empírico determinado por la experiencia práctica del agricultor. Los agricultores pasaron a emplear un conjunto de innovaciones técnicas sin precedentes, entre ellas los agrotóxicos, los fertilizantes inorgánicos y, sobre todo, las máquinas agrícolas. (Ceccon, 2008:22)

A partir de la segunda mitad del siglo XX, con la Revolución Verde, se dan nuevas formas de producción en la agricultura de tal manera que éstas han influido en las prácticas agrícolas y se han originado nuevas problemáticas sociales en torno a ello. Según Ceccon la Revolución Verde surge con la finalidad de generar altas tasas de productividad agrícola con el uso de alta tecnología (2008). Esta revolución tuvo como soporte principal la selección genética de nuevas variedades de cultivo y estaba “asociada a la explotación intensiva

permitida por el riego, el uso masivo de fertilizantes químicos, pesticidas, herbicidas, tractores y otra maquinaria pesada” (Ceccon, 2008:21), así como las semillas mejoradas.

Con la Revolución Verde “surgen proyectos (disfrazados de buenas intenciones) financiados por el Banco Mundial para los sectores agrarios del sur. Empiezan a gestionarse políticas diseñadas por organizaciones como la FAO y el FMI y, a partir de esto se desarrolló lo que se conoce como ‘Revolución Verde’” (Martínez, 2019:29).

México fue la sede principal de esta revolución con la justificación de que ésta traería beneficios económicos. Esta planeación se dio “en 1941 en un encuentro entre el vicepresidente de Estados Unidos, Henry Wallace, y el presidente de la Fundación Rockefeller, Raymond Fosdick” (Ceccon, 2008:22). La fundación Rockefeller puso el centro más importante de investigación en el mundo en el año de 1943 llamado Centro Internacional del Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT).

Durante esta etapa, la liberación de nuevas variedades tuvo mayor potencial de rendimiento; por ejemplo, cereales como son el trigo y el arroz fueron sujetos a una mayor intensidad de investigación y se mejoraron los tallos siendo más cortos para reducir el esfuerzo de carga. Se incrementó la relación grano/paja por lo que estos cereales tuvieron una mayor adaptabilidad a diversos factores ambientales (Troyo *et al.*, 2010). En el caso del trigo específicamente “su producción pasó de un rendimiento de 750 kg por hectárea en 1950, a 3200 kg en la misma superficie en 1970” (Ceccon, 2008:23).

Las semillas mejoradas tenían que tener también un ambiente idóneo para ser utilizadas. Esto implicaba “la densidad de siembra, control de agua, eliminación de malezas, niveles adecuados de fertilización, óptimas fechas de siembra y otros más” (Troyo *et al.*, 2010:181). El paquete era: las variedades más un ambiente agrícola mejorado.

La Revolución Verde generó afectaciones ambientales durante los años 1972-1974. Se elevaron los costos de grano y hubo sobre explotación del agua y se contaminaron valles, cuencas y acuíferos con los agroquímicos que se utilizaban. Esto provocó que se elevaran los precios de grano debido a que las variedades mejoradas tenían que ser cultivadas en buenas condiciones y en las mejores parcelas por lo que también se encarecieron los insumos y aumentó la pobreza.

Esta agricultura de alta tecnología no era accesible para todos los agricultores y sólo la podían adquirir aquellos que eran económicamente solventes (Troyo *et al.*, 2010). Esta

problemática opacó el supuesto éxito de la Revolución Verde a finales de los años setenta. Apartir de la década de los años setenta, la adopción de maquinaria pesada, como los tractores, tuvo un importante aumento: del año 1970 a 1991 se pasó de 115,230 tractores a 317,312 tractores; y para el año 2007 se pasó a un número de 238,830 tractores. Con estas cifras expuestas, Ocampo deduce que esta alta sustancial de 1970 a 1991 se puede atribuir a la renovación de maquinaria de dos décadas atrás; y la baja significativa que hubo del año 1991 a 2007, se puede deber a un cierto nivel de estabilización sobre el número de tractores que se ocuparon en el sector agropecuario y forestal (Ocampo, 2012:817).

Según Hewitt, citado por Barajas, la introducción de los tractores en México fue parte de la brecha que se amplió entre la agricultura comercial y la de subsistencia, debido a que la gasolina, llantas y demás partes de maquinaria se adquirían a precios de mayoreo. Los que se dedicaron a la agricultura comercial se organizaban y tenían ventajas en la reducción en el costo de semillas y de fertilizantes en un 40% y 36% respectivamente, mientras que los que se dedicaban a la agricultura de subsistencia se les timaba y les vendían insumos de baja calidad (1991).

En este contexto lo que más se requería era “cultivos con amplia adaptación a los factores limitantes de la producción y sistemas de producción viables y acordes con el nivel socioeconómico y potencial de los productores” (Trovo *et al.*, 2010:183). Según Graziano, citado por Ceccon, esta transformación ha sido benéfica para unos pero un desastre para otros debido a la acumulación del capital sólo en algunos sectores agrícolas e industriales y en contraste conduciendo a la miseria a la población de bajos recursos (2008). Los mercados globales liberalizados junto con la agricultura privatizada de la Revolución Verde, afirman el supuesto político y económico de que las crisis alimentarias han sido por una aplicación ineficiente o inadecuada del sistema político y económico en la agricultura (Holt-Giménez y Altieri, 2013).

Desde el punto de vista social y económico (no macroeconómico), se puede deducir que este modelo agrícola no tuvo un carácter muy positivo para la mayoría de los campesinos del Tercer Mundo. Para los trabajadores rurales ha significado sueldos miserables, desempleo y migración. Para los pequeños propietarios, aumento en las deudas para la obtención de insumos y aumento de la pobreza. La Revolución Verde vino a ofrecer semillas de alta productividad que en condiciones ideales y con grandes cantidades de fertilizantes y agrotóxicos pueden garantizar una alta productividad. Pero si

falta cualquiera de estos insumos, habrá altas probabilidades de fracasos en la productividad de las cosechas y no podrán pagarse las deudas contraídas para la adquisición de los insumos. (Ceccon, 2008:25)

También fundaciones filantrópicas, como la Fundación Gates, algunos gobiernos y universidades han incorporado algunos aspectos técnicos que no cuestionan las políticas de la Revolución Verde. Se manejan bajo el discurso de integrar la agroecología, la agricultura orgánica y la biotecnología con el fin de reducir la huella ambiental de la agricultura industrial. Según Holt-Giménez y Altieri, citando a la Royal Society, nos dicen que esto lo quieren lograr “aumentando la eficiencia de los insumos y/o usando variedades genéticas climáticamente inteligentes” (2013:67). Esto a su vez ha provocado que haya trabajos académicos revisionistas que subordinan a la agroecología frente a la agricultura convencional, lo cual despoja a la primera de todo su contenido político (Holt-Giménez y Altieri, 2013).

Como ya se ha mencionado, esta revolución provocó grandes desigualdades y exclusiones entre productores que tenían grandes ventajas en comparación con otros pequeños productores. Esto fue consecuencia de una imposición de un paquete tecnológico agrícola.

[...] a través de la imposición y sin tener la intención de tomar en cuenta las voces de las y los campesinos e indígenas, los resultados positivos se declinaron solamente hacia un lado de la balanza y en este caso es el lado de las grandes empresas agroindustriales manejadas por los países “desarrollados” mismas que en años posteriores a la RV comenzaron a trabajar sobre biotecnología y el desarrollo de transgénicos. (Martínez, 2019:36)

Según la FAO (2009) para el año 2050 la población mundial aumentará a 9100 millones de personas y los países en vías de desarrollo serán los que experimenten el mayor crecimiento de población. Según Rodríguez y Sanders, citando a Godfray *et al.*, nos dicen que este crecimiento de población no podrá ser sostenido con el aumento de rendimiento en cultivos ni con el mejoramiento genético de las plantas, tampoco con el uso de más fertilizantes (2016). “El modelo de RV comenzó a entrar en decadencia [...] debido a que no se pudieron mantener los resultados esperados, asimismo con el uso de agroquímicos, se generó la contaminación tanto del suelo, del aire y el agua” (Martínez, 2019:37).

En conclusión, con la Revolución Verde no se pudo resolver el problema de la distribución inequitativa de los alimentos. Los pequeños productores no pudieron incorporar el paquete tecnológico por lo que aumentó la miseria y pobreza de una mayoría. La contaminación del medio ambiente fue otro factor importante por la introducción del paquete tecnológico de la Revolución Verde.

También durante este periodo comenzamos a vislumbrar cómo grandes corporativos han sido los principales impulsores de un tipo de desarrollo en el que anteponen sus intereses desde aquel entonces y hasta la actualidad. Esta situación ha provocado serias problemáticas ambientales y sociales a nivel nacional. Más adelante hablaremos de la agroindustria, la biotecnología moderna y la agricultura digital; pero por ahora es momento de ocuparnos en lo que compete al modelo neoliberal de desarrollo que se ha implementado en nuestro país y cómo ha permeado en el sector agroalimentario.

2.3 El régimen agroalimentario: del neoliberalismo a la actualidad

Modelos económicos se han desarrollado a lo largo de la historia. El Estado de bienestar y modelo neoliberal han sido los que han permeado a nivel global después de la segunda mitad del siglo XX. El Estado de bienestar es el antecedente del modelo económico del neoliberalismo por lo que antes de explicar el segundo haremos una pequeña revisión de lo que es el Estado de bienestar ya que de esta forma podemos comprender mejor el contexto actual en que se enmarca esta investigación.

El Estado de bienestar es también conocido como Estado asistencialista o de “economías sociales de mercado”. La expansión de este modelo se debió por luchas sociales. También hubo una necesidad de hacer contrapeso al comunismo y amortiguar los efectos de la movilización de la población en las dos guerras mundiales (Sorj, 2020).

Es importante mencionar que, según Cárdenas (2017), el Estado de bienestar se puede analizar en tres etapas: la primera que data de los años ochenta del siglo XIX hasta el inicio de la primera guerra mundial y este se caracteriza por ser meramente asistencialista; la segunda etapa es del periodo de entreguerras y se caracteriza por hacer constitucionales los derechos sociales y se establecen las teorías económicas que sustentan al Estado de bienestar; finalmente la tercera etapa comprende a partir del término de la segunda Guerra Mundial y hasta finales de los años setenta del siglo XX, y esta etapa se caracteriza porque en los países más industrializados se consolida el Estado de bienestar.

En el período comprendido de 1940 a 1970, con el modelo fordista se estructuró un patrón de acumulación a nivel mundial que tuvo como característica principal la estandarización de mercancías producidas en masa. Estados Unidos tenía la hegemonía política y económica, y la injerencia del Estado, en la gestión productiva y social; esto fue lo que se conoció como Estado de bienestar (Rubio, 1998).

Durante el Estado de bienestar se lograron una serie de derechos y el reconocimiento de diversos actores colectivos como son los sindicatos. De esta manera es que se garantizaba un bienestar básico para los trabajadores y sus familias. Se fueron agregando nuevos bienes y servicios para todas las personas, aunque no recibieran algún salario. Algunos de los beneficios para la población, y que eran subsidiados por el Estado, fueron servicios como salud, educación, pensiones o transferencias monetarias para los sectores más pobres; todo esto englobado a derechos sociales (Sorj, 2020).

Se reorganizaron las bases de la estratificación social y de la distribución de bienes por lo que se redujeron los niveles de desigualdad. Las condiciones de vida dejaron de depender solamente de la inserción en el mercado de trabajo (Sorj, 2020). No obstante, en Latinoamérica, a pesar de que una parte de la población tuvo acceso a distintos servicios como agua potable, electricidad, gas, pavimentación, etcétera; un porcentaje significativo de la población sigue sin tener estos servicios básicos por lo que sigue estando en una situación de exclusión (Rubio, 1998).

El Estado de bienestar comenzó a ser cuestionado desde los años de 1970 ya que las empresas de talla internacional y la creciente influencia del capital financiero demandaron a los Estados nacionales presupuestos más equilibrados. De esta forma “el neoliberalismo buscó dismantelar los pactos sociales que sustentaron la construcción del Estado de bienestar promoviendo el individualismo posesivo y criticando el aumento excesivo del gasto público” (Sorj, 2020:30). Debido a estos conflictos socioeconómicos que predominaron a partir de la segunda mitad del siglo XX, es que el modelo neoliberal comenzó a tener más empuje y logró instaurarse como el predominante a partir del año de 1970 y hasta la actualidad.

2.3.1 Neoliberalismo

Este modelo se ha sustentado en la liberalización de los mercados y se han acentuado problemas como son la desigualdad y la exclusión social. Este modelo ha obedecido a políticas que han diseñado organismos internacionales y países desarrollados, subordinando a otros países que se encuentran en vías de desarrollo. “Los conflictos socioeconómicos están asociados a la distribución desigual de patrimonios y de ingresos y al lugar ocupado por las personas en el sistema de producción y de distribución de la riqueza social” (Sorj, 2020:11).

Lo que es llamado de forma genérica — a veces imprecisa y, frecuentemente con connotación negativa — de neoliberalismo es, en realidad, un amplio proceso histórico que se inicia en la década de 1970 y se extiende hasta los días actuales, en que transformaciones sociales y la acción activa de diversos agentes políticos convergieron en el objetivo de remercantilizar las relaciones sociales que fueron total o parcialmente desmercantilizadas. (Sorj, 2020:29)

El modelo neoliberal, en México, vino con gran empuje a partir de los años ochenta. Sin embargo, las políticas en el mundo se han entendido bajo la lógica del neoliberalismo que parte de una postura ideológica y se propone mejorar el bienestar humano mediante libertades y destrezas empresariales individuales enmarcados en lo institucional y caracterizado por derechos de propiedad privada, mercados libres y libre comercio (Harvey, citado en Otero, 2013:53).

Durante el período de 1980 a 2019, las políticas neoliberales han ocasionado desigualdad social debido a que los grupos más ricos han obtenido buena parte de las ganancias generadas por el crecimiento económico (Sorj, 2020). México redefinió su modelo de desarrollo al introducir reformas estructurales a partir de la crisis económica en 1982. Estas reformas incluyeron:

La apertura comercial, liberalización de los flujos de capitales, y privatización de empresas públicas, una reducción considerable de las barreras al comercio y a la inversión extranjera, la modificación de los esquemas de subsidios, la reorientación de la política macroeconómica hacia el control de la inflación y la firma de acuerdos de libre comercio, entre los cuales destaca el Tratado de Libre Comercio de América del Norte con Estados Unidos y Canadá. (Casas *et al.*, 2013:43)

Las reformas neoliberales también han tenido consecuencias negativas profundas para los sectores agrícolas de América Latina puesto que “esta ideología denigra la intervención estatal y glorifica al sector privado y al libre comercio” (Otero, 2013:62). Esto

ha traído grandes desventajas competitivas a los productores latinoamericanos ya que la reforma neoliberal sólo se ha puesto en marcha de forma parcial en los países capitalistas avanzados y estos países subsidian y protegen sus sectores agrícolas (Otero, 2013). “El mercado y la propiedad privada son instrumentos fundamentales de coordinación de las actividades económicas, de determinación de oferta y demanda y de fijación de precios, de decisiones de inversión y de motivación de los agentes sociales” (Sorj, 2020:25).

A partir de los años ochenta, los campesinos perdieron peso como productores de alimentos básicos, y en contrapartida, los gobiernos optaron por importar granos del exterior, basados en la concepción de las ventajas comparativas. Tal situación fortaleció la dependencia alimentaria en la mayoría de los países latinoamericanos y condenó a los pequeños productores agrícolas a la exclusión (Rubio, 1998:1)

En el régimen neoliberal hay un convencimiento de las bondades de los mercados libres, de la inversión extranjera y de la actividad empresarial. Los instrumentos de política que se promueven para el desarrollo de las unidades capitalistas de producción también justifican las políticas sociales que compensan a millones de campesinos pobres a través de subsidios, con el argumento de ser los perdedores de un capitalismo cada vez más liberalizado, transnacionalizado y que es ajeno a este sector de la población (González, 2016).

El modelo neoliberal ha afectado significativamente el sector agroalimentario, ya que las políticas nacionales se han subordinado a las políticas internacionales, otorgando beneficios a países desarrollados y en contraparte mermando el desarrollo nacional y generando desigualdad y exclusión social en México. Otero, citando a Harriet Friedmann y Philip McMichael, nos dice que un régimen alimentario:

Es una dinámica temporalmente específica en la economía política global de los alimentos. Se caracteriza por estructuras, normas institucionales particulares y reglas no escritas acerca de la agricultura y de los alimentos que están circunscritas geográfica e históricamente. Estas dinámicas se combinan para crear un “régimen” cualitativamente distinto de las tendencias de acumulación de capital en los sectores agropecuario y de alimentos. Dichas dinámicas encuentran su durabilidad en la conexión internacional entre la producción agroalimenticia y las relaciones de consumo, de acuerdo con las tendencias de acumulación de capital global más generales. (Otero, 2013:53-54)

Otero continúa diciendo “un régimen alimentario es la articulación de un conjunto de regulaciones y de instituciones que permiten que sea posible y estable la acumulación de capital en la agricultura” (Otero, 2013:51). Sin embargo, con el neoliberalismo, el régimen alimentario ha padecido una crisis en los precios. Llegó a un declive continuo y se ha pasado a una fase “de sobreproducción y precios bajos a otra de sobreproducción y volatilidad en los precios” (Otero, 2013:51). Esta crisis afectó principalmente a las clases populares y sólo se beneficiaron los principales comerciantes de granos, las agroempresas petroquímicas y los grandes supermercados.

En el Cuadro 5 podemos observar que en los años ochenta, cuando fue la entrada al neoliberalismo en México, la pobreza extrema y pobreza crecieron del año de 1984 al año 1992. Para el año 1994, con el gobierno de Carlos Salinas de Gortari se firmó el Tratado Libre de Comercio de América del Norte (TLCAN). Algunos datos que se arrojan con la entrada al TLC dicen que:

La economía mexicana ha crecido un 78% entre 1993 (año anterior a la entrada del TLC) y el 2016. No obstante, en esos 23 años la economía ha crecido únicamente 2.6% promedio anual, de 1994 a la fecha. Es, sin duda, un crecimiento insuficiente dada su capacidad en términos de recursos naturales, infraestructura, habilidad y conocimiento de su gente. (Proyecto de Nación 2018-2024:16).

Cuadro 5. Pobreza en las zonas rurales

Niveles de pobreza	Año 1984		Año 1989		Año 1992	
	Personas	%	Personas	%	Personas	%
Pobreza extrema	6,700,000	25.4	8,400,000	27.9	8,800,000	25.7
Pobreza	7,500,000	28.1	8,800,000	29.2	10,100,000	29.2
Total	1,4200,000	53.5	17,200,000	57.0	18,900,000	54.9

Fuente: Rello y Antonio (1996:19).

Los sistemas de producción agrícola se distinguen por las formas del proceso de trabajo, o dicho de otra forma, por sus prácticas; es decir, con qué medios de producción y en qué condiciones concretas se lleva a cabo dicho proceso de trabajo. Empero, en este modo de producción capitalista el desarrollo intensivo de la agricultura parte del predominio de producción empresarial y la consecuente industrialización de la agricultura (González, 2016).

En cuanto a la producción del sector agroalimentario tenemos el Cuadro 6, donde se muestra una baja significativa en la producción agrícola a partir del año de 1980 a 1992 en comparación con décadas anteriores. Esto también nos refiere a una descampenización del campo y la importación de productos de materia prima como se muestra también con los porcentajes del Cuadro 7.

**Cuadro 6. Evolución de la producción agrícola. Alimentos y no alimentos
(tasas anuales medias)**

Promedio trienales	Agrícolas	Alimentos	No alimentos	Agrícolas	Alimentos	No alimentos
1949- 1951/1965- 1967	6.6	6.7	6.0	3.4	4.5	2.8
1965- 1967/1980- 1982	2.7	2.6	3.0	-0.5	-0.6	-0.2
1980-1982/ 1990-1992	1.2	1.8	-1.7	-0.8	-0.2	-3.7

Fuente: Rello y Antonio (1996:16).

Cuadro 7. Tasas de crecimiento anual de los rendimientos por hectárea

	1966-1982	1982-1993
Maíz	3.19	2.71
Frijol	1.89	-0.21
Trigo	4.20	-0.45
Arroz	1.97	2.53
Sorgo	1.86	-0.11
Soya	-0.20	0.73
Cebada	4.54	0.97

Fuente: Rello y Antonio (1996:17).

De acuerdo con datos publicados en el Quinto Informe del Presidente Enrique Peña Nieto, el 98.2 por ciento del arroz consumido en el 2017 es importado; el 55.4 por ciento del consumo de maíz proviene del exterior, así como el 43% del trigo. Se ha reducido de 162 millones de toneladas, en 2004, a 133.7 millones de toneladas al 2017 la producción de 52 de los principales productos agrícolas que representan el 90% de la producción agrícola del país. (Proyecto de Nación 2018-2024:18)

Diversas instituciones y organismos a nivel internacional, como la OCDE, el Banco Mundial y el FMI, avalan y legitiman las políticas del régimen neoliberal. Incluyen a países tanto desarrollados como en vías de desarrollo en sus agendas. Tienen mecanismos de evaluación universales sin importar contextos o regiones específicos. Particularmente la OCDE y el Banco Mundial ponen énfasis sobre la importancia del conocimiento para el desarrollo económico y social para la región de América Latina, buscando mayores niveles de bienestar y equidad de la población (Casas, 2004).

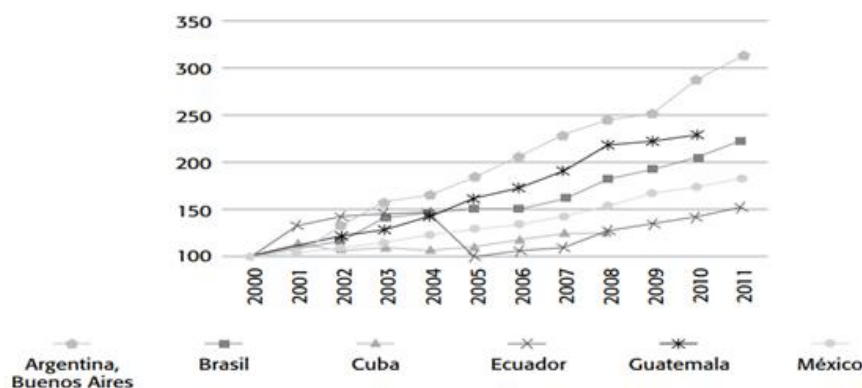
Podemos decir que la narrativa que ha surgido en torno al neoliberalismo ha sido clave en el debate político e ideológico de países capitalistas democráticos, mientras que otros aún no logran recuperarse de la deuda obtenida a causa de la crisis financiera internacional del 2008 por lo que las políticas de austeridad fiscal que implementaron estas naciones sólo aumentó la desigualdad social y se incrementó también el porcentaje de población de bajos ingresos (Sorj, 2020).

2.3.2 Régimen agroalimentario mexicano actual

Es importante mencionar, para contextualizar, lo que ha pasado en América Latina en lo que compete a medio ambiente y agricultura. Las teorías de la dependencia, surgidas en los años ochenta, intentan estudiar y explicar la pobreza y el subdesarrollo que se da en estos países debido a una relación centro periferia en la que los países del centro son los encargados de desarrollar tecnología y aportar capital, mientras que los países de la periferia son los que aportan los bienes agropecuarios y de extracción (Martínez, 2019).

México ha sido uno de los países de América Latina donde más ha afectado la inflación de los precios alimentarios principalmente en la primera década del siglo XXI, como se muestra en la siguiente gráfica:

Figura 1: Índice de inflación de precios alimentarios (2000=100)



Fuente: Imagen extraída de Otero (2013:70).

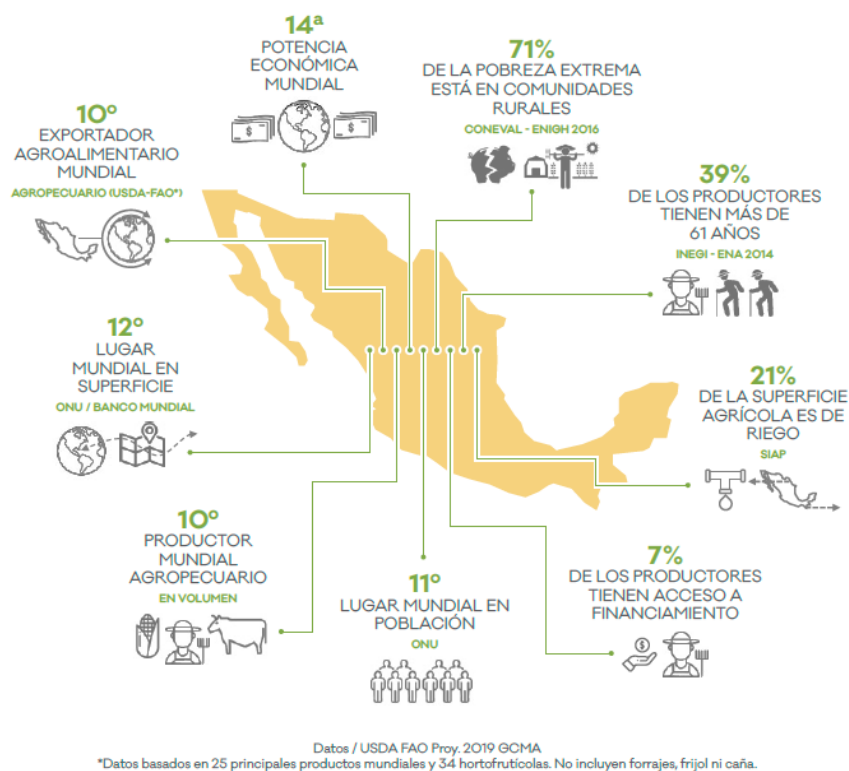
Pasada la primera década del siglo XXI, según la CEPAL, FAO e IICA (2017), a partir del segundo semestre de 2016 el producto interno bruto (PIB) tuvo un repunte observado sobre todo en las economías avanzadas. Según el Fondo Monetario Internacional la tasa de crecimiento cerró en 3,1%. En América Latina ha habido una tendencia decreciente en los precios de las materias primas. Algunos datos preliminares para el año 2016, respecto al 2015, mantienen que la producción agrícola creció en varios países de América Latina y el Caribe. “El valor agregado agrícola (VAA, en moneda local constante) creció 10%, 7,9%, 5%, 4,5%, 4,1% y 3% en República Dominicana, Santa Lucía, Costa Rica, Brasil, México y Haití, respectivamente” (CEPAL, FAO, IICA, 2017:4).

Estos mismos organismos nos dicen que tanto en México como en países centroamericanos el año 2016 fue de recuperación de la producción de cereales luego de que en el año 2015 se había reducido hasta en un 20% la producción de maíz y otros granos básicos como el arroz y frijoles debido a los impactos del fenómeno de El Niño que se dio en el año 2015 y el primer semestre de 2016. Entonces podemos observar que la producción y el comercio de cultivos en América Latina y el Caribe presentan desafíos en la región (CEPAL, FAO, IICA, 2017).

Según el Grupo Consultor de Mercados Agrícolas (GCMA) (2019), podemos observar los siguientes datos para ver cómo está en la actualidad económicamente nuestro país. Vemos que hay cifras alentadoras en cuanto a posicionamiento como el décimo exportador agroalimentario y productor agropecuario a nivel mundial, el doceavo lugar en

superficie a nivel mundial y somos la décimo cuarta potencia económica. Pero podemos ver la disparidad de otras cifras alarmantes como que el 71% de la pobreza extrema está en comunidades rurales, o que el 79% de los productores son de la tercera edad, y que sólo un 7% de productores tiene acceso a algún tipo de financiamiento. Esto da cuenta de lo problemático y conflictivo que es nuestro régimen agroalimentario actual:

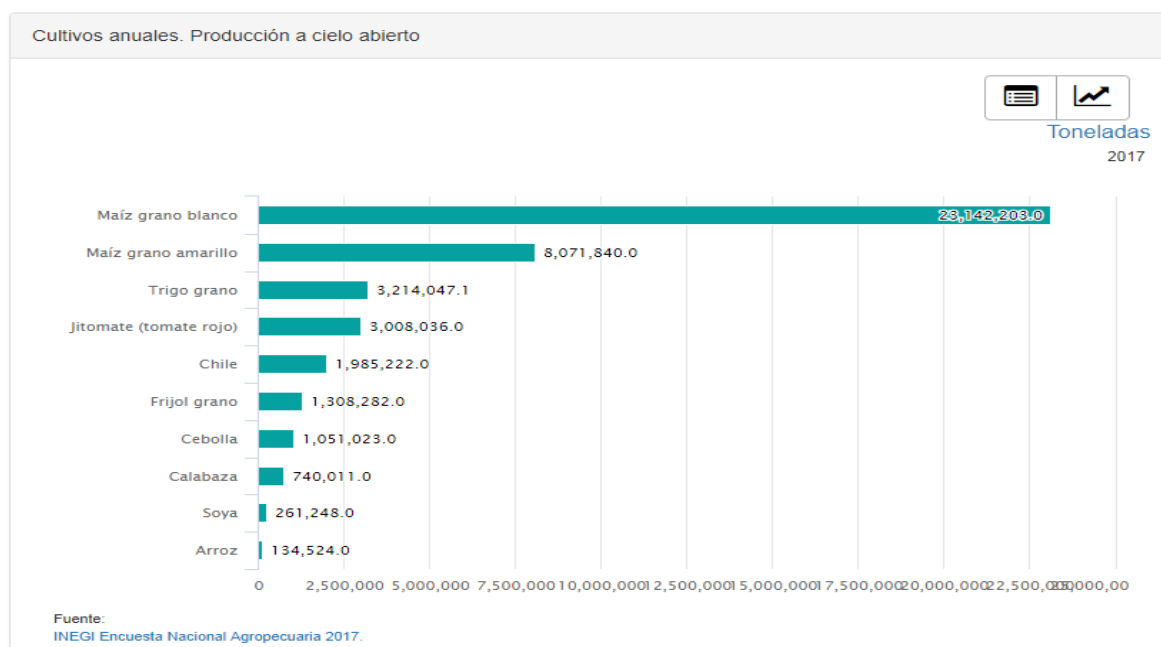
Figura 2: Porcentajes sobre la agricultura en México



Fuente: Imagen extraída de GCMA (2019)

Según datos del INEGI, el maíz grano blanco fue el de mayor producción en toneladas en el año 2017, siguiendo el maíz de grano amarillo y después el trigo. Asimismo, el maíz de grano blanco también fue el de mayor porcentaje en superficie cultivada seguido de menor porcentaje el sorgo grano y el maíz forrajero y sorgo forrajero. Para esto se muestran las siguientes tablas:

Figura 3: Cultivos anuales. Producción a cielo abierto



Fuente: INEGI (2017).

El Banco Mundial, CIAT y CATIE, (2014) también nos dicen que los principales cultivos en porcentaje de tierra cosechada se tienen: 0,4% de pepino, 1,6% de trigo, 2% de tomate, 7% frijol, 9% garbanzo, 35% maíz y 45% de otros.

Otros datos que arroja el INEGI en la ENA 2017, nos dice que en cuanto a los cultivos perennes como producción a cielo abierto la caña de azúcar fue la más alta con 56,354,945.1 toneladas, seguido de la naranja y el plátano con 2,869,798 y 2,220,400 respectivamente. Como superficie cultivada a cielo abierto, el mayor fue el café con 834,389 ha, seguido de la caña de azúcar con 824,747.5 ha.

Finalmente, con base en lo escrito en este apartado, es menester pasar al tema agroindustrial puesto que este sector ha sido de los más favorecidos con el modelo neoliberal, y toda la lógica económica de libre mercado ha generado problemáticas sociales y económicas en el sector agrícola favoreciendo a los grandes corporativos de este ámbito y desfavoreciendo y excluyendo a medianos y pequeños productores en nuestro país.

2.4 Agroindustria

La agroindustria es la fase de integración de la agricultura con la industria. Algunas investigaciones que se han dedicado a analizar los problemas económicos, sociales y

ambientales que trae este sector, han puesto de manifiesto los múltiples problemas que se producen dentro de este ámbito.

De acuerdo con Rubio (2014), la agricultura no puede ser estudiada en sí misma, como sí puede serlo la industria, ya que está sujeta a un medio de producción principal que es la tierra, el cual es limitado, susceptible de ser monopolizado, de calidades diferentes y ubicaciones distintas. La autora señala que la propia naturaleza de la agricultura provoca que la división del trabajo sea rudimentaria, lo cual en términos de trayectoria tecnológica se puede describir como escaso desarrollo y adopción de innovaciones. (Oble, 2016:21)

Según Reig (1993:15) cuando se habla de la categoría Complejo Agroindustrial-concepto en construcción- “no es la articulación física insumo-producto, sino la dinámica conjunta que se genera a partir de la hegemonía tecnológica de la industria que impone la transformación permanente de la agricultura” (Reig, 1993:16). Por tanto, el avance en la configuración de complejos agroindustriales, considerados cadenas productivas, integran la producción de materias primas, las sucesivas etapas de industrialización y la comercialización de los productos finales. También se puede entender que “Agrobusiness” es la expresión sintética del funcionamiento de un sistema integrado verticalmente, interdependiente y cuyo dinamismo surge de las innovaciones en todas las etapas de la cadena agroindustrial, inducidas desde los sectores no agrícolas” (Reig, 1993:13).

La etapa agrícola se subordina estructuralmente a la lógica de la industria manufacturera, no sólo como demandante en el mercado de materias primas sino como articulador de todo el proceso agroindustrial, por lo que se modifica el funcionamiento productivo vía transferencia de tecnología moderna (Reig, 1993).

Según Quevedo (2013) el factor tecnológico juega un papel importante en la agroindustria ya que se desplaza la producción campesina con la introducción de la maquinaria agrícola. Dicha situación también provoca la instrumentalización del conocimiento científico con el fin de aumentar la rentabilidad de los cultivos. Asimismo Quevedo continúa afirmando que el campo se moderniza con la implementación de la innovación tecnológica. La agroindustria es entonces el resultado de la inversión en tecnología y de las ventajas comparativas del territorio.

Actualmente en la industria agroalimentaria, las grandes corporaciones se han fusionado verticalmente que en cualquier otro momento de la historia industrial. Por ejemplo,

Sinochem que se espera adquiera ChemChina-Syngenta se convertirá en la compañía química más grande del mundo, superando incluso a Bayer-Monsanto que se fusionaron en junio de 2018. También las fusiones de Dow y DuPont (ahora Corteva Agriscience), BASF y ChemChina-Syngenta, en el 2017, tuvieron el control aproximadamente del 63% del mercado de semillas y más del 70% de pesticidas en el mundo. Estas grandes corporaciones “buscan prescribir a los agricultores cómo, cuándo y dónde comprar y usar insumos agrícolas y quién puede acceder a los datos resultantes para su ventaja en el mercado” (Mooney y ETC group, 2019:12).

2.4.1 Países desarrollados y periféricos

Los países periféricos han sido penetrados por la expansión de las grandes corporaciones agroindustriales por el permanente y acelerado proceso de industrialización de la agricultura. De esta forma los países de la periferia aseguran a la industria la materia prima y que es trasladada a la agricultura en innovaciones tecnológicas para elevar la productividad, y en este proceso se acelera la tendencia al monocultivo y se genera la dependencia a lo urbano, industrial y comercial por lo que el desarrollo de estos países es a través de insumos, crédito, comercialización y tecnología (Reig, 1993:14).

La agroindustria también se benefició del consumo de los obreros porque había una necesidad estructural de mantener el precio de los alimentos básicos para “abaratar el costo de reproducción de la fuerza de trabajo para incrementar la plusvalía obtenida por una vía relativa y elevar los salarios reales con el fin de ampliar el consumo de los obreros” (Rubio, 1998:3-4). Así es como la agricultura ha jugado un papel importante en el proceso de la industrialización, es decir no sólo aportaba en materias primas, sino que ya se insertaba en el régimen alimentario; así también lo expresa Quevedo de la siguiente manera:

Las grandes empresas multinacionales especialmente norteamericanas y europeas producen, procesan alimentos, crean tecnología e insumos químicos; mientras que los países de la periferia siguen reproduciendo el viejo patrón de trabajo mediante el cual o se exporta materias primas o productos con bajo valor agregado (Quevedo, 2013:13).

Los campesinos se insertaron en el régimen de acumulación y fueron una clase constituyente del sistema. Esta inserción se dio a través de un proceso de intercambio

desigual en la venta de sus productos y constituyó un proceso de explotación porque el campesinado fue despojado de una porción de su trabajo excedente y finalmente esto permitió, en parte, un equilibrio entre el capital y el Estado para la reproducción del sistema. Esta situación trajo consigo que la producción abundante y oportuna de los alimentos básicos se constituyera como una prioridad por lo que al campesino se le impuso, ante todo, “una producción eficiente y competitiva con la producción internacional de cereales” (Rubio, 1998:10).

“La agroindustria para su desarrollo y consolidación necesita cada vez de más extensiones de cultivo, lo que genera un grave problema para pequeños y medianos productores ubicados en zonas de expansión agroindustrial” (Quevedo, 2013:13). Los campesinos fueron subordinados por el capital comercial, entonces la capacidad productiva se estancó. Con el crecimiento urbano la producción aumentó de ritmo, pero debido a que los campesinos no pudieron revolucionar los procesos técnico-productivos quedaron como agentes rezagados y generó un desfase entre la forma de producción campesina con los ritmos y necesidades industriales (Rubio, 1998).

La producción de cereales en América Latina que había crecido al 4.4% anual en la década de los sesenta, declinó su crecimiento en los setenta con una tasa del 2.1% para llegar al 1.2% anual en los años ochenta. La población por su parte creció en esta última década al 2.04% anual (Rubio, 1998:11)

Sin duda a partir de los años ochenta, con las políticas neoliberales, hubo una entrada masiva de granos del extranjero a los países latinoamericanos. Los gobiernos neoliberales desmantelaron la producción campesina debido a que abrieron frontera a los granos importados y bajaron los aranceles de importación. Esto provocó la exclusión de los campesinos ya que fracturó su economía y dejaron de ser sectores eficientes. La identidad e ideología campesina también se fracturó. La tierra que trabajaban y de la que eran dueños, al ser exiliados de su territorio, se rompió su vínculo con la tierra, en consecuencia se abrió camino para la apropiación de la tierra por la industria, minería, capital agrícola, forestal y turístico (Rubio, 1998).

Según la Clasificación Industrial Internacional Uniforme de todas las Actividades Económicas (CIIU) de Naciones Unidas, citado por Quevedo (2013), señala los sectores que se relacionan con la agroindustria son:

1) Elaboración de productos alimenticios, bebidas y productos de tabaco; 2) Fabricación de productos textiles, prendas de vestir y cueros; 3) Producción de madera y productos de madera, incluidos muebles; 4) Fabricación de papel y de productos de papel, y actividades de edición e impresión; 5) Fabricación de productos de caucho. (Quevedo, 2013:10)

La agroindustria “ha cambiado no sólo la configuración espacial del territorio, sino que ha determinado también nuevas lógicas de vida para los productores, supeditándolos [...] ya sea como abastecedores de materia prima para el proceso de producción o como trabajadores dentro de sus plantaciones” (Quevedo, 2013:14)

Actualmente la industria alimentaria es la que tiene el mayor porcentaje del PIB dentro de la industria manufacturera con un 21,13%, seguido de la fabricación de equipo de transporte con 18,97%, y en tercera posición la industria química con 10,08% (Casalet, 2018:51).

Figura 4: PIB por sector, 2016

PIB por sector, 2016
(En porcentajes)



Fuente: Imagen extraída de Casalet (2018).

Entre enero y julio de 2017, la actividad manufacturera en México creció 3,4% anual, siendo esta la expansión más alta en los últimos tres años. Esto respondió al buen desempeño del sector de fabricación de equipo de transporte, el cual registro un aumento de 11,2% en dicho periodo. Los sectores con mayores tasas de crecimiento promedio entre junio de 2016 y junio de 2017 fueron la fabricación de equipos de transporte, computación, comunicación, de medición y de otros, de componentes y accesorios electrónicos, y la industria de la madera. (Hernández, citado en Casalet, 2018:51)

Chauvet (2010) dice que actualmente la agroindustria, a pesar de su gran dominio en el presente régimen agroalimentario, se tuvo que aliar con las cadenas de supermercados, y en este sentido, la agroindustria ha pasado a subordinarse a éstos por lo que se han convertido en los líderes del sistema agroalimentario mundial. En el caso de Latinoamérica, Según Mekay, citado por Chauvet (2010), este dominio de los supermercados ocurrió como consecuencia de los mercados domésticos que estaban saturados tanto en Estados Unidos como en Europa por lo que dirigieron la vista hacia los países latinoamericanos que estaban en proceso de liberalización económica.

2.5 Biotecnología e ingeniería genética

Ya hablamos sobre la agroindustria; ahora toca el turno de exponer el tema de la biotecnología moderna ya que éstas dos fungen un papel importante en la feroz competencia del mercado de alimentos (Chauvet, 2010).

Con el fracaso de la Revolución Verde, los países desarrollados fomentaron nuevas tecnologías orientadas a la agricultura, uno de estos procesos es la biotecnología moderna (Martínez, 2019). “Las aplicaciones de la biotecnología se concentran en dos grandes áreas: la farmacéutica y la agrícola” (Chauvet, 2015:31).

“La biotecnología surge en los laboratorios de investigación básica de las universidades públicas. Tiempo después, los científicos e investigadores decidieron formar empresas para explotar en forma comercial sus experiencias, invenciones y conocimientos generados” (Chauvet, 2015:28). Posteriormente las grandes empresas y universidades privadas eran las que financiaban este tipo de conocimiento. Esto implicó que hubiera un control oligopólico de derecho de patentes por parte de empresas transnacionales, por lo que países subdesarrollados han estado en manos de estas empresas y han perdido, incluso, “el dominio de sus propios recursos naturales” (Barajas, 1991:13).

Por biotecnología se puede entender, según la CDB (1992:3), como “toda aplicación tecnológica que utilice sistemas biológicos y organismos vivos o sus derivados para la creación o modificación de productos o procesos para usos específicos”. La biotecnología se refiere a las técnicas y métodos para la producción de sustancias que se proceden de la materia prima con ayuda de organismos vivos (Fári y Kralovanszky, citado en Chauvet, 2015). Este tipo de técnica requiere una especialización y a la vez un conocimiento tecnológico (Barajas, 1991:12).

Chauvet (2015) escribe que este conocimiento es antiguo ya que podemos verlo desde la Era pre-Pasteur, que es antes del año 1865, con las bebidas alcohólicas, vinagre o productos lácteos. En la actualidad, que data de 1975 a la fecha, la biotecnología molecular (moderna) es tecnología de ADN recombinante y productos como vacunas, insulina humana aparecen en el mercado. Las técnicas de ADN recombinante es la aplicación de la ingeniería genética para crear organismos transgénicos que implica el traspalnte del ADN entre especies (Bolívar Zapata, citado en Chauvet, 2015).

La biotecnología moderna viene a transformar el proceso agrícola en industrial porque se puede inferir en la estructura de la semilla y de las plantas y por tanto de los cultivos (Chauvet, 2015). Según Barajas (1991:13), citando a Chauvet y Cervantes, nos dice que “con la biotecnología, la agricultura se consolida como una rama de la industria, ésta se vale de biotecnias para controlar parte del proceso de producción agrícola y ganadera, cuyo producto será transformado por un proceso industrial que imposibilita cada vez más un consumo directo de los productos del campo.”

En esta búsqueda del capital por transformar la agricultura en una rama más de la industria, las innovaciones tecnológicas son el punto clave para la competencia, con lo cual las ventajas provenientes del clima o el sitio geográfico pasan a segundo término: la biotecnología moderna es una de las herramientas que se han diseñado con ese fin. (Chauvet, 2010)

Victor Toledo (2018), habla de una robótica invisible, silenciosa y todopoderosa al referirse a los mecanismos ideológicos que son controlados por las grandes corporaciones. En estas grandes corporaciones están grandes expertos, ingenieros, científicos que están al servicio del capital. Este autor continúa diciendo que hay millones de ganancias en estas transnacionales; un ejemplo claro es Monsanto que en 2015 tuvo ventas por veintinueve mil millones de dólares dedicando veinte millones a la investigación en México.

La biotecnología y la biogenética, según Martínez (2019), pone en peligro las especies nativas de los países subdesarrollados debido al interés que ponen las empresas transnacionales al comercializar sus OGM's con el interés de que incurriera este tipo de técnica.

La Fundación Gates, que invierte en grandes proyectos, está buscando hacer el manejo integrado de la fertilidad del suelo. Defensores de este tipo de enfoques de la biotecnología moderna, sugieren que algunas de las soluciones a la crisis alimentaria son los OGM "productivos" (Holt-Giménez y Altieri, 2013).

En el caso de México, los cultivos transgénicos han sido fuertemente apoyados por instituciones de la academia y del gobierno, por ejemplo, la UNAM, el IPN, el Colegio Nacional, Semarnat, Sagarpa, CibioGem, entre otros. No obstante, hay evidencia científica, desde distintas disciplinas, que prueba que es una tecnología moralmente insostenible, obsoleta, riesgosa e inapropiada y que atenta contra la vida humana (Toledo, 2018).

Las empresas que han impulsado el desarrollo de transgénicos y han financiado y comercializado esta tecnología son principalmente Monsanto y Cargill, con la idea de que las semillas mejoradas fueran resistentes a los fertilizantes y plagas. Hasta el año 2013, eran cinco las empresas que controlaban el 60 por ciento el mercado de semillas y la producción de los transgénicos, Monsanto, Bayer (Bayer compró Monsanto en el año 2018), Dow, DuPont y Syngenta; y junto con la firma BASF, el 76 por ciento del mercado global de agroquímicos (GRAIN, citado en Chauvet, 2015). Es así que se concentra el monopolio de la comercialización de las semillas patentadas por estas grandes empresas y que deja en desventaja a los pequeños y medianos productores afectando principalmente el mercado local (Martínez, 2019).

Esto que se ha mencionado en cuanto a la biotecnología moderna, tiene fuertes implicaciones sociales como la pérdida de autosuficiencia agroalimentaria, la subordinación del campesino al mercado global, desalojo del campesino de tierras frágiles y nuevos procesos de exclusión, sólo por mencionar algunos (Martínez, 2019). Es por eso que como sostiene León Olivé, citado por Chauvet (2015:34), "se deben evaluar las tecnologías no sólo por su eficiencia, sino también en función de las repercusiones sociales y naturales que pueden llegar a generar".

Se sabe que la edición genética es la herramienta biológica más poderosa, que tiene bajo costo, pero al mismo tiempo ha generado controversias por su uso que implica riesgos⁶ (Mooney y ETC group, 2019). Una de las últimas innovaciones en ingeniería genética es la llamada CRISPR, la cual consta en la modificación del ADN que “puede ‘editarse’ por computadora en docenas o cientos de sitios a lo largo de los cromosomas para producir rasgos nuevos o para reflejar una secuencia de genes descubierta en otra especie” (Mooney y ETC group, 2019:18). En este sentido ya no hay transferencia de genes sino edición genética, un ejemplo de ello es el siguiente:

Un científico puede tomar el genoma descargado y ponerlo en una especie de hoja de cálculo y manipular los pares de bases o incluso las letras individuales de ADN. Esto podría incluir la búsqueda en la nube de una secuencia de genes resistente a la roya identificada en una variedad de teff, un cereal etíope, y luego editar la variedad de cebada en la computadora para que coincida con la secuencia teff. (Mooney y ETC group, 2019:18)

2.6 Agricultura digital

Dentro de estas distintas formas de agricultura digital se encuentran la agricultura de precisión y la agricultura “inteligente”. Esta última es también llamada así, entre otras cosas, por la aplicación de la inteligencia artificial. Entonces la implementación de la robótica en la agricultura podemos localizarla principalmente en estas dos formas debido a los dispositivos, maquinaria y programación que subyace a estas prácticas.

Las nuevas tecnologías cibernéticas traen consigo términos nuevos y enigmáticos derivados del lenguaje computacional y generalmente asumidos desde el idioma inglés, que están inundando la narrativa de todos los procesos productivos, comerciales, de consumo, e incluso comienzan a usarse en la vida cotidiana. (Mooney y ETC Group, 2019:6)

Dentro de la agricultura de precisión podemos encontrar maquinaria y tecnología inteligente en la que por medio de GPS se recaban datos y se programan los dispositivos para

⁶ En el artículo *Gene editing: the risks and benefits of modifying human DNA* (2019), el autor Nogueira comenta que en la edición genética el ADN de todo tipo de criatura viviente puede ser editado para distintos propósitos como crear alimentos transgénicos, tratar enfermedades, mejorar características patológicas humanas, entre otras. En este texto discute sobre diversos artículos científicos que hablan del tema y expone sobre los aspectos técnicos y éticos de este tipo de tecnología, así como implicaciones sociales que tiene la modificación del ADN humano. Concluye en que deben problematizarse los caminos que toma la ciencia con el fin de poner a la libertad y a la justicia como principios para abrir una participación activa para dirigir el curso de la ciencia.

poner a trabajar la tierra y realizar tareas sin necesidad de que el ser humano intervenga. Este tipo de agricultura es un proceso moderno y sofisticado en el que se implementa tecnología de punta y los satélites son fundamentales para reproducirla.

Sin embargo, este tipo de agricultura no sustituye el uso de algunos elementos como son el riego, el uso de fertilizantes, pesticidas, herbicidas, etc; pero puede optimizar y reducir la cantidad que se aplica a los cultivos y es por eso que se puede tener un mejor aprovechamiento del suelo que se trabaja, así como de los cultivos, es por eso la eficacia de este tipo de agricultura.

La agricultura de precisión toma mayor fuerza y produce cambios sociales en los lugares donde se lleva a cabo, también la división social del trabajo va tomando diferentes matices. La modernización en las prácticas agrícolas surge como un desafío en relación al concepto de sostenibilidad ambiental y económica del proceso de producción. Las nuevas máquinas y equipos agrícolas se manejan para preparar, sembrar, cultivar, cosechar, y procesar los productos agrícolas (Chartuni, de Carvalho, Marcal, y Ruz, 2007).

En la agricultura de precisión se hace uso de GPS por satélite para un posicionamiento global en las áreas agrícolas (PROCISUR, 2014). La agricultura de precisión es “el conjunto de técnicas orientado a optimizar el uso de los insumos agrícolas (semillas, agroquímicos y correctivos) en función de la cuantificación de la variabilidad espacial y temporal de la producción agrícola.” (Chartuni, de Carvalho, Marcal y Ruz, 2007:25).

2.6.1. Agricultura Inteligente

En cuanto a la Agricultura Inteligente, este concepto se introdujo en 2010 por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO por sus siglas en inglés) con la Alianza Global por una Agricultura Climáticamente Inteligente (GACSA por sus siglas en inglés) lanzándose oficialmente este concepto en la Cumbre sobre el Clima en septiembre de 2014 (Ecologistas en acción, 2015). La FAO define la agricultura climáticamente inteligente (CSA por sus siglas en inglés) como “un enfoque para desarrollar las condiciones técnicas, de políticas e inversión con el fin de lograr el desarrollo agrícola sostenible para la seguridad alimentaria en el contexto del cambio climático” (FAO, 2017:3).

Según el Banco Mundial dice que aborda dos desafíos entre sí, los cuales son la seguridad alimentaria y el cambio climático. También con este tipo de agricultura se busca producir tres efectos directos los cuales son: 1) Mayor productividad: se busca la seguridad

alimentaria y nutricional, así como elevar el ingreso de los pobres del mundo. 2) Mayor resiliencia: para reducir la vulnerabilidad a las sequías, las plagas, las enfermedades y otras perturbaciones. 3) Menos emisiones: principalmente es reducir las emisiones por cada caloría o kilo de alimento producido, asimismo se busca reducir la deforestación causada por la agricultura (Banco Mundial, 2018). La inteligencia artificial se usa, entre otras cosas, para que los datos que se tienen acumulados se puedan analizar y brindar información (Mooney y ETC Group, 2019)

“La agricultura inteligente con respecto al clima se basa en los conocimientos, las tecnologías y los principios de la agricultura sostenible existentes en la actualidad” (Banco Mundial, 2018). También la agricultura inteligente está asociada al concepto de agricultura de Big Data para la toma de decisiones más informadas sobre la producción y los índices de rentabilidad (Agriculturers, 2018). “Todos los sectores de la economía industrial — incluyendo la agricultura— están acumulando datos y esforzándose por hacer un uso comercial de ellos” (Mooney y ETC Group, 2019:8). Algunos de los corporativos internacionales que dominan este sector son Amazon, Microsoft, y Google. Cabe mencionar que estas plataformas de datos dejan vulnerables a campesinos y trabajadores asalariados a lo largo de la cadena alimentaria influyendo también en la alteración de los alimentos que consumimos (Mooney y ETC Group, 2019).

Con el uso del Big Data se puede conectar con el monitoreo de insumos agrícolas, clima, enfermedades; y todo esto hacerse en tiempo real. Las grandes compañías globales tienden a acumular datos para comprender el sistema alimentario y de esta manera tener ventaja sobre sus competidores y aumentar sus ganancias (Mooney y ETC Group, 2019)

Sin embargo, hay alrededor de 320 organizaciones de la sociedad civil junto con 70 académicos a nivel global que rechazan la agricultura climáticamente inteligente puesto que la definición de agricultura climáticamente inteligente es muy amplia e imprecisa para ser beneficiosa. Dicen que dicho concepto de ‘inteligente’ lo han acaparado:

“multinacionales del sector agroindustrial que promueven fertilizantes sintéticos, la producción industrial de carne y la agricultura industrial a gran escala, prácticas ampliamente reconocidas por su alta contribución al cambio climático y que socavan la resiliencia de los sistemas agrícolas, se llaman a sí mismos ‘climáticamente inteligentes’ (Ecologistas en acción, 2015).

Según estas organizaciones también tienen serios problemas en cuestiones de responsabilidad social. La implementación de nuevas tecnologías, como la robótica, puede ayudar a los agricultores y al mismo tiempo perjudicarlos: por un lado, facilita su trabajo en el campo, pero por otro sustituye su fuerza de trabajo.

2.6.2. Robots en la agricultura

Los robots todavía están lejos de ser todos inteligentes, cada vez se están integrando en el sector productivo con mayor fuerza y en realidad éstos sólo realizan tareas rudimentarias en la línea de montaje. Por otro lado los drones, siendo robots de vanguardia y sofisticados pueden realizar tareas siendo programados para trabajar sin la necesidad de un piloto que esté a bordo. Esto también ya aplica a tractores no tripulados que vienen con IA e innumerables sensores para que puedan aprender a realizar nuevas tareas.

“Las principales empresas de maquinaria agrícola del mundo, John Deere, CNH, AGCO Y Kubota comenzarán a vender máquinas sin conductor en cualquier momento” (Mooney y ETC Group, 2019:13). Actualmente existen otras compañías de robots como Rowbot y Robocrop que hacen naves no tripuladas para la agricultura, sin embargo, según Mooney y Group ETC (2019), estas compañías serán absorbidas tarde o temprano por los monstruos de corporativos de maquinaria agrícola ya mencionados. Esto supone la expansión de poder de estas grandes empresas.

Estos grandes corporativos están haciendo alianzas con los fabricantes de semillas y pesticidas. Tanto John Deere como AGCO y CNH, están haciendo alianzas con Syngenta, Monsanto, Bayer, BASF, Dow Y DuPont por lo que el poder de todas estas empresas tecnológicas seguirán dominando con mayor fuerza todo el sector agroalimentario. En el caso de norteamérica tan sólo las tres empresas, Deere, CNH y AGCO, controlan el 100% de cosechadoras y el 95% del mercado de tractores. Las tecnologías de hardware y software que se utilizan en la agricultura de precisión representan actualmente el 5% del mercado mundial (Mooney y ETC Group, 2019).

Actualmente hay un gran interés de las grandes empresas, mencionadas unas líneas arriba, en el Big Data y su vinculación con la robótica para identificar especies de cultivos, predecir rendimientos, analizar el uso de productos químicos, entre otras cosas. Dicha situación hace que los robots estén siendo utilizados en todas las etapas de la cadena alimentaria industrial (Mooney y ETC group, 2019).

En el caso de los drones agrícolas, sus usos están innovándose ya que estos están implementándose para “barrer los campos, detectando y rociando la maleza, ahorrando así combustible y reduciendo las toxinas” (Mooney y ETC group, 2019:15). En el caso de Japón, Australia, Malasia e Indonesia los drones son utilizados para monitorear y vigilar la cosecha, arrear ganado, la deforestación, monitorear plagas, inclusive para rastrear a los trabajadores. En el caso de Estados Unidos los fabricantes de drones ya están diseñándose para encargarse de la polinización (Mooney y ETC group, 2019).

Capítulo 3. Implementación de los drones en la agricultura: el caso del Valle del Mezquital

Presentación

En este tercer capítulo se expone el estudio de caso sobre la introducción de los drones en el Valle del Mezquital, estado de Hidalgo. Se entrevistaron a agricultores específicamente de los municipios de Tlaxcoapan, Tezontepec de Aldama y de Francisco I. Madero. Se eligió esta región por su importancia agrícola ya que ambientalmente no es una zona apta para la agricultura, sin embargo, ésta se ha transformado convirtiéndose a un ambiente semidesértico en una de las regiones con mayor producción de alimentos en el estado de Hidalgo por lo que la adopción de tecnología agrícola innovadora, como los drones, comienza a tener importancia en esta región.

En este capítulo primero se expone el contexto del estado de Hidalgo en cuanto a su ubicación geográfica, sus características orográficas, sus regiones geoculturales, sus distritos de riego y los alimentos que más se producen allí. También se describe la agricultura en Hidalgo y su situación tecnológica y de maquinaria agrícola. Posteriormente nos adentramos en el contexto de la región del Valle del Mezquital para entender la importancia de su producción agrícola en el estado de Hidalgo. Finalmente se habla sobre los resultados del trabajo de campo a partir de entrevistas realizadas a algunos productores que utilizan drones en sus cultivos y a operadores que manejan este tipo de tecnologías.

3.1 Aspectos generales del estado de Hidalgo

El Estado de Hidalgo forma parte de la zona centro del país. Limita al norte con el estado de San Luis Potosí, al noroeste con Veracruz, al este y sureste con Puebla, al sur con Tlaxcala y el Estado de México, y al oeste con Querétaro. Tiene una superficie total de 2'090,512 ha, lo cual comprende el 1.6 % del territorio nacional. Este estado alberga al 2.4% de la población del país.⁷ Se localiza entre los 19° 35' 52" y 21° 25' 00" de latitud Norte y los 97° 57' 27" y 99° 51' 51" de longitud Oeste (INIFAP, 2017).

Según el INIFAP, hay cuatro regiones en las que se puede agrupar de manera general la agroecología en el estado de Hidalgo:

⁷ Según el INEGI para el año 2015 en México había un total de 119,938,473 de población. Y según el Banco Mundial para el año 2109 somos un total de 127,575,529 de población.

Región Semiárida: ubicada al suroeste del estado, con clima semiseco, altitud de 1,700 a 2,100 metros sobre el nivel del mar (msnm), con temperatura media anual de 18°C, precipitación media anual de 350 a 500 milímetros (mm) y que representa una superficie de 836,204 ha.

Región Valles Altos: se localiza al sursureste del estado, con clima templado, altitud de 2,100 a 2,800 msnm, con temperatura media anual de 14°C a 15°C, precipitación media anual de 450 a 650 mm y que representa una superficie de 689,868 ha.

Región Subtrópico húmedo: localizada en la parte noreste del estado, con clima cálido, altitud de 100 a 1,000 msnm, con temperatura media anual de 20°C a 25°C, precipitación media anual de 1,200 a 2,500 mm anuales y que representa una superficie de 334,481 ha.

Región Trópico Seco: situada en la parte transversal del estado, que va del sureste al noroeste, con clima templado, altitud de 1,000 a 1,800 msnm, con temperatura media anual de 10°C a 20°C, precipitación media anual de 500 a 800 mm y que representa una superficie de 229,956 ha. (INIFAP, 2017:8)

El estado de Hidalgo cuenta con cinco Distritos de Riego: 03 Tula, 08 Metztlán, 028 Tulancingo, 100 Alfajayucan y 112 Ajacuba, que benefician a 30 de los 84 municipios del estado.” (Agenda técnica, 2017:10). Tiene 84 municipios y tiene un total 4,463 localidades. El 83% son localidades rurales con menos de 500 habitantes. Recientemente Hidalgo tiene una población de 2’926,104 habitantes, y actualmente “una proporción de 42.55% representa la Población Económicamente Activa (1’245,326 habitantes); de esta última, 226,673 personas se ocupan directamente en el sector primario” (INIFAP, 2017:7).

El estado de Hidalgo tiene diversas formas de organización social y de tradiciones. Hay 385,836 personas hablantes de una lengua indígena registrado hasta el año 2015. Asimismo, su diversidad cultural se puede observar a través de sus regiones etnolingüísticas que son de origen otomí y náhuatl principalmente con un 31.48%, 66.20% respectivamente (INEGI, 2017).

A través de la historia el estado de Hidalgo se ha transformado en regiones geoeconómicas. Éstas se pueden entender a partir de formas de producción especializadas y de factores técnico-económicos que son los que dan movilidad a las mercancías que se producen y al capital humano. Con el modelo de producción capitalista aparecieron zonas urbano-industriales y áreas rurales-agrícolas tecnificadas, por lo que las formas de producción tradicionales han sufrido una ruptura y se han creado nuevas formas de

producción, esto ha traído como consecuencia la modificación de los espacios regionales (García, 2020).

Según el Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal (INAFED) “si pudiéramos cortar a Hidalgo de Norte a sur, nos daríamos cuenta de tres niveles”: el primer nivel es cálido y se encuentra sobre unos cuantos metros sobre el nivel del mar. El segundo de hasta unos 800 metros sobre el nivel del mar. Y el tercero, y más poblado, con una altitud mayor a los 2,000 metros. Cada una de estas regiones respectivamente reciben los nombres de Planicie Costera del Golfo, Sierra Madre Oriental y Altiplano Meridional respectivamente (INAFED, s/f).

Dentro de estos tres niveles se encuentran diez regiones geoculturales las cuáles se sintetizan en el siguiente cuadro:

Cuadro 8: Regiones geoculturales del estado de Hidalgo

La Huasteca	Su altura no excede de los 800 metros. Es una región que siempre está de color verde. Es una planicie que desagua sus lluvias en el Golfo de México (el estado no tiene costas) a través de varios ríos, entre ellos el famoso Pánuco que recolecta las aguas que bajan de la Huasteca Hidalguense. Hay una diversidad de bosques perenes y tiene maderas finas. Algunas de las aves que se pueden observar en esta región son el ruiseñor, la calandria, ceniztonle, entre muchos otros.
La Sierra Alta	El clima en esta región se clasifica como templado y subhúmedo. Tiene cerros como el del Águila, los del Santo Roa, y del Agua Fría. Algunas grutas que se encuentran en esta región son las de Texcatete, Texcapa y Mecapala. Alguna de la fauna que se puede encontrar en esta región son jabalíes, perros salvajes, nutrias, monos, gato montés, entre otros. Sus bosques son de pino y encino y se pueden encontrar árboles como tepejilote, fresno, colorín, entre otros. Aquí se siembra maíz, frijol, frutales como manzana, ciruela o café serrano.
La Sierra Baja	En esta región hay surcos en lugar de piedras en las alturas. Es una región de cinco grandes barrancas orientadas de sur a norte que reciben los nombres del río que las cruza; Amajac es la más importante porque en ella desembocan las demás, Metztlán, Amolón, Metzquitlán y Tolantongo. Sus ríos llevan materia orgánica, dejando a su paso un suelo poroso y sedimentario, que lo vuelve muy fértil. La barranca más profunda y larga en esta zona es la de Metztlán que tiene de especie silvestre 93 especies de aves, 16 de mamíferos y varios tipos de peces.
La Sierra Gorda	Nace en Hidalgo como un ramal de la Sierra Madre Oriental y culmina en San Luis Potosí, después de cruzar Querétaro y

	Guanajuato, se formó hace aproximadamente 240 millones de años. En esta sierra se conectan los ríos Tula y Moctezuma. En esta sierra no se encuentra un lugar plano. Carece de vegetación y su suelo es resbaloso.
La Sierra de Tenango	Inicia pasando el Valle de Tulancingo hacia Acaxochitlán pero es muy difícil mencionar donde termina, porque se confunde con las laderas calurosas que bajan a las Huastecas de Puebla y Veracruz. El clima es templado húmedo con neblinas constantes y mucha lluvia en el verano. Se caracteriza por tener muchas zonas boscosas y se pueden encontrar manantiales, arroyos y saltos de agua. Su suelo es fértil y bueno para los cultivos.
El Valle de Tulancingo	Cuenta con un clima templado. Está rodeado por algunas montañas como el gran volcán de riolita llamado Napateco o bien la Peña del Yolo que tiene 20 metros de alto en forma de corazón y el famoso cerro del Tezontle. Este valle es inmenso su suelo es muy fértil y bueno para el cultivo, su fauna es abundante.
La Comarca Minera	Se encuentra en su punto más elevado a una altitud de 3,212 metros. Está cubierto de grandes mantos de obsidiana por lo que el viajero Alexander Von Humboldt lo llamó la montaña de los Cuchillos. Aquí se pueden encontrar bosques de oyamel en los alrededores de El Chico, pinos en los declives que bajan a Huasca, y más de 10 variedades de encino que purifican la atmósfera de Real del Monte. También se pueden encontrar una gran variedad de cactáceas.
La Altiplanicie Pulquera	Aquí se encuentra a los llanos de Apan conocidos por el pulque que producen, sin embargo, actualmente se cultiva más cebada que maguey pulquero en los alrededores de Apan. En esta región cuando los suelos dejan de estar constituidos básicamente por arcillas, entonces se vuelven arenosos con restos de ceniza o muy pedregosos que es casi imposible dedicarlos a la siembra. Así también el clima de la Altiplanicie llega a estar por debajo de los cero grados sobre todo en invierno por lo que es difícil la siembra de magueyes y cebada debido a las heladas.
La Cuenca de México	Abarca al Distrito Federal y una porción del Estado de México. Esta región tiene siempre un panorama plano por lo que le da un parecido a una llanura. En esta región la lluvia es escasa por lo que el clima también es semiárido. Actualmente la vegetación dominante en la llanura son las yucas, los nopales, los pirules y los mezquites. La fauna que se puede encontrar aquí son por ejemplo liebres, conejos, ratas de campo, zorrillos, armadillo, entre otros. A falta de una buena cortina arbórea, la capital de Hidalgo sufre constantemente el embate de los vientos. Cuando es débil, el viento sopla con una rapidez de 8 metros por segundo, pero cuando sopla con fuerza es capaz de levantar velocidades hasta de 120 kilómetros por hora, lo que le ha valido a la ciudad el sobrenombre de la Bella Airosa.

El Valle del Mezquital	No está formado por un solo valle ni se trata de una región única. Está formado por Actopan, Ixmiquilpan, Tasquillo, Tula y Alfajayucan. Hay una gran variedad de matorral desértico arbustivo y de cactáceas. La región se puede dividir en zona irrigada o árida aunque esta segunda zona en realidad, hoy en día, cuenta con sistemas de regadío (Chilcuautila, Ixmiquilpan, Alfajayucan). A pesar de que el territorio es de una aridez extrema, es el que le produce maíz, frijol, trigo, jitomate, cebolla, avena, vid olivo, tuna, tejocote, durazno, garambullo, acitrón, etc; y también la cuarta parte de toda la alfalfa y el chile verde que se produce en el país. El Mezquital está a 2000 metros de altitud, lejos de toda protección natural contra los cambios de clima. Dicha situación provoca que en algunas zonas se alcancen temperaturas hasta por debajo de los 10 grados en invierno y hasta 39.5 grados en verano. Esta región es la más rica del estado en manantiales termales y templados. Las montañas del Mezquital son: la Peña Azul en Tepeji del Río, el Jicuco entre Tula y Tlahuelipan, los Organos o Frailes (en otomí, yamaja: los curas) de Actopan y la peña Partida en Tasquillo.
-------------------------------	--

Fuente: Elaboración propia con información del Instituto Nacional para el Federalismo y Desarrollo Municipal (INAFED, 2020).

Como podemos observar en el cuadro anterior, estas regiones son de suma importancia ya que expresan el patrimonio cultural del estado de Hidalgo y su diversidad ambiental. Cada Distrito de Riego atiende algunos municipios y regiones en particular como se muestra en el siguiente cuadro:

Cuadro 9: Distritos de Riego y regiones donde se encuentran

Distrito de Riego	Municipios y/o regiones geoculturales
03 Tula	Atiende al Valle del Mezquital. Tepatepec en el municipio de Francisco I. Madero (Cornejo et al., 2012).
08 Metztitlán	Comprende parte del Valle de Tulancingo y de la Sierra Madre Oriental. Ubicado en los municipios de Acatlán, Atotonilco el Grande, Eloxochitlán, Huasca de Ocampo, Metepec, Metztitlán, San Agustín Metzquititlán y Zacualtipán de Ángeles (Semarnat, 2003).
028 Tulancingo	Comprende la Ciudad de Tulancingo y específicamente los municipios de Tulancingo de Bravo, Santiago Tulantepec de Lugo Guerrero y Cuauhtepic de Hinojosa (Hernández, 2011:48)
100 Alfajayucan	Comprende los municipios de Tula, Tezontepec , Mixquiahuala, Tepetitlán, Alfajayucan, Chilcuautila, Ixmiquilpan y Tasquillo (Semarnat, 2016).
112 Ajacuba	Comprende los municipios de Atotonilco de Tula, Atitalaquia, Tlaxcoapan , Tlahuelilpan, Tetepango, Ajacuba y San Agustín Tlaxiaca (Diario Oficial de la Federación, 1985).

Fuente: Elaboración propia.

En este recuadro podemos observar que cada distrito de riego atiende a una región y municipios en particular. Para esta investigación interesan los distritos 03 Tula, 100 Alfajayucan, y 112 Ajacuba que atienden a los municipios de Francisco I. Madero, Tesontepec de Aldama y Tlaxcoapan respectivamente; localidades en las que se realizó la presente investigación en el estado de Hidalgo. Sin embargo cabe mencionar que en la región del Valle del Mezquital se han presentado algunas problemáticas en torno al uso de aguas residuales las cuales se abordarán más adelante. Por ahora pasamos al siguiente subapartado para exponer sobre la agricultura en el estado de Hidalgo y el uso de la tecnología en esta demarcación.

3.1.1 La agricultura y tecnología agrícola en el estado de Hidalgo

Si pensamos en el territorio nacional, el estado de Hidalgo tiene una posición geográfica privilegiada porque se encuentra en el centro del país y cerca de la Ciudad de México que es principal mercado de consumidores. Los recursos naturales de Hidalgo también son vastos y diversos. Sin embargo, este estado sólo aporta un 2.2% de la riqueza generada en la economía de nuestra nación (Gracia, 2016).

Si hablamos de unidades económicas, de un total de 127 que corresponden a la agricultura, cría y explotación de animales, sólo 7 unidades se dedican a los servicios que están relacionados con actividades agropecuarias y forestales (Gracia, 2016). La producción agropecuaria, en el estado de Hidalgo, el 75% es de agricultura de temporal, mientras que el 25% restante es de riego. El problema que se presenta en la actividad agrícola de temporal son las heladas tempranas y las sequías, mientras que la dificultad que se presenta en la de riego es la disponibilidad del agua (INIFAP, 2017).

Los principales cultivos de temporal son: maíz grano, cebada grano, frijol, avena forrajera, pastos, café, cereza, nopal-tuna, naranja, maguey pulquero, manzana y durazno. Y los principales de riego son alfalfa, pastos, nuez, durazno, maíz grano, frijol, trigo grano y avena forrajera. “En el área forestal, el estado es importante en la producción maderable de las especies de pino, oyamel y encino, así como de especies no maderables, tales como palma camedor, heno y musgo” (INIFAP, 2017).

La maquinaria agrícola tiene gran importancia en el estado de Hidalgo, para esto se presentan los siguientes cuadros:

Cuadro 10. Porcentaje de unidades de producción con uso de tractor según derechos sobre el tractor

Entidad federativa	Unidades de producción		Derechos sobre el tractor		
	Total	Con uso de tractor	Tractor propio	Tractor rentado	Tractor prestado
	A	B % de A	C % de B	D % de B	E % de B
ESTADOS UNIDOS MEXICANOS	100.00	53.05	27.41	65.14	8.66
Hidalgo	3.49	54.98	22.03	70.90	7.35

Fuente: INEGI, ENA (2017).

Como se puede observar en el cuadro 10, del 100% de tractores a nivel nacional, sólo el 3.49 % corresponde al estado de Hidalgo según sus unidades de producción. Sin embargo el 54.98% de estas unidades de producción utilizan tractores lo que nos dice que es un poco más de la mitad. Y el mayor porcentaje con 70.90% son tractores rentados y menor medida son prestados. Sólo un 22.03% de estas unidades tienen tractor propio.

Cuadro 11. Porcentaje de unidades de producción con maquinaria propia para realizar actividades agropecuarias según tipo de maquinaria por entidad federativa

Entidad federativa	Unidades de producción		Tipo de maquinaria				
	Total	Con maquinaria propia	Tractores	Trilladoras	Motogrúas	Sembradoras de precisión	Otra maquinaria de uso agrícola
	A	B % de A	C % de B	D % de B	E % de B	F % de B	G % de B
ESTADOS UNIDOS MEXICANOS	100.00	19.55	74.38	7.39	0.02	32.90	69.54
Hidalgo	3.49	13.30	91.04	15.59	0.00	27.22	39.71

Fuente: INEGI, ENA (2017).

Este cuadro 11, es particularmente interesante ya que el mayor número en porcentaje de maquinaria que se utiliza son tractores con un 91.04%. seguido de otra maquinaria de uso agrícola con un 39.71%, cifra en la cual podemos suponer que hay uso de drones. Finalmente sigue las

sembradoras de precisión lo cual nos habla de una tecnificación de una agricultura digital incipiente en este estado de Hidalgo.

Cuadro 12. Porcentaje de tractores propios según años de uso en el estado de Hidalgo

Entidad federativa	Años de uso de los tractores					
	Total	Hasta 5 años	Más de 5 hasta 10 años	Más de 10 hasta 15 años	Más de 15 años	No especificado
	A= B+C+D+E+F	B	C	D	E	F
ESTADOS UNIDOS MEXICANOS	100.00	16.91	19.68	12.09	44.25	7.06
Hidalgo	2.69	16.47	15.15	13.46	52.60	2.32

Fuente: INEGI, ENA (2017).

Finalmente en este último cuadro 12, se puede observar que los tractores que se utilizan en esta entidad federativa son de más de 15 años de antigüedad, lo que nos habla de un porcentaje significativo de tractores que no cuentan con sistemas GPS o alguna tecnología innovadora que se enmarque dentro de las tecnologías de la información y la comunicación y/o del Big Data.

3.2 La agricultura en el Valle del Mezquital

En la presente investigación se tomó el Valle del Mezquital como estudio de caso por su importancia del sector agropecuario en el estado de Hidalgo. Se entrevistaron a agricultores y operadores de drones que han implementado estas tecnologías en sus cultivos. Es por eso que en este apartado se explica la importancia de agricultura de esta región.

El Valle del Mezquital se encuentra en la región noroeste del estado de Hidalgo como se muestra en la imagen 5. Debido a la sierra que se levanta como una muralla natural, esto no posibilita el paso de las lluvias por lo que hay una mínima humedad del suelo. Es por esta razón que su naturaleza es semidesértica, por lo que esta zona es abastecida por un sistema de riego de aguas residuales que provienen de la Cuenca de México a través del río Tula (Báez, 2012). Más de 82 mil hectáreas de riego lo han convertido en el principal granero del estado de Hidalgo. El maíz, frijol y alfalfa, son los principales cultivos que permiten el sostén de los 59 mil 396 usuarios y sus familias (Pérez et al., 2015).

Figura 5: Las 10 regiones geoculturales del estado de Hidalgo



Fuente: extraída de INAFED.

El VM es una de las diez regiones que dividen al estado de Hidalgo en México; geográficamente, se sitúa en lo alto de la meseta mexicana, a 60 kilómetros de la Ciudad de México, con una altitud entre 1,700 metros y 2,100 metros sobre el nivel del mar (Romero, 1997). Está conformado por 28 de 84 municipios en el Estado, con una superficie total de 642,653 hectáreas. Su principal actividad es la agricultura y se complementa con la ganadería. (García, 2019:7)

Este valle se puede clasificar en tres subregiones por su tipo de suelo. Dicha clasificación hace que la población que habita aquí se relacione de distinta manera con el entorno. La primera subregión centro-sur se caracteriza por tener un clima semiseco y se extiende como una franja que va del centro al sureste. El suelo en esta zona ha sufrido algunas modificaciones debido a la introducción de canales de riego para la agricultura lo que ha beneficiado la diversidad de cultivos y una mayor producción. En la segunda subregión hay otra franja de vegetación xerófila que va del centro al norte y se puede encontrar una pequeña porción de matorral en el suroeste. El clima en esta zona es semicálido por lo que la agricultura de temporal es predominante allí. Las tierras son buenas para el pastoreo y las

plantas que abundan son el maguey, la lechuguilla y las biznagas. Estas plantas se explotan intensivamente, de las cuales se obtienen distintos productos para la venta y comercio en mercados locales o regionales, así también las usan para el autoconsumo. Gracias a esto se ha logrado que la población haya incrementado sus ingresos. La tercera subregión se encuentra al norte y es llamada el Alto Mezquital. Esta zona es una franja de clima templado con vegetación boscosa. Hay una mayor humedad y con más precipitaciones pluviales que las otras dos subregiones. Allí el suelo no es apto para la agricultura, no obstante, se practica la de temporal. Hay menor vegetación xerófila que se alterna con bosque y matorral, principalmente donde la explotación forestal ha sido intensiva y la riqueza del suelo se ha agotado (Moreno et al., 2006:5-6).

“El Valle del Mezquital, en Hidalgo, se caracteriza por ser una región dedicada, en gran medida, a la agricultura, la cual representa 59 % de la producción total del estado.” (García, 2019:3). Su clima es semiárido y de baja precipitación pluvial por lo que las condiciones para la agricultura son limitadas. Sin embargo, desde hace más de cien años esta región recibe las aguas residuales de la zona metropolitana del Valle de México por lo que se ha posicionado como el principal productor agrícola en Hidalgo con el 56% de la producción total de este estado. Son alrededor de 80 000 ha principalmente de alfalfa y maíz:

Cuadro 13: Cultivos que destacan en el Valle del Mezquital

Cultivo	Rendimiento	Precio medio rural
Alfalfa verde	9.75 t/ha	301.7 pesos por tonelada
Maíz grano	102.28 t/ha	3,776.2 pesos por tonelada
Calabacita	17.71 t/ha	3,768.19 pesos por tonelada
Jitomate rojo	32.57 t/ha	8,237.17 pesos por tonelada
Chile verde	13.87 t/ha	13,664.48 pesos por tonelada

Fuente: Elaboración propia con información de García (2019).

Esta situación es lo que ha hecho que esta región se convierta en la zona con mayor producción agrícola del estado de Hidalgo a pesar de que la región no es apta para la agricultura. “El Valle del Mezquital es conocido como la segunda región en el mundo con el mayor uso de aguas residuales en el sector agrícola, así como la cloaca (sic) más grande del país por la cantidad de agua que recibe sin tratamiento” (García, 2019:4). La superficie

sembrada de cultivos condicionados de riego con aguas residuales, según la Conagua (2010), son los siguientes:

Cuadro 14: Cultivos de riego de aguas residuales y superficie sembrada

Maíz grano	41,950 hectáreas
Alfalfa verde	41,526 hectáreas
Frijol	4,398 hectáreas
Avena forrajera en verde	3,146 hectáreas

Fuente: Elaboración propia con información de García (2019).

El Valle del Mezquital mediante el sistema de riego 03 Tula y alto Alfajayucan 100, se ha convertido en el mayor campo de cultivo del país irrigado con estas aguas. Este sistema de riego comprende 22 municipios. No obstante, la calidad del agua es un tema crítico en la región ya que contiene contaminantes y metales pesados.

3.2.1 Manejo de aguas residuales y sus problemáticas.

Desde principios del siglo XX, durante el porfiriato, se construyeron grandes obras hidráulicas para frenar las inundaciones y dar salida a las aguas negras producidas en la Ciudad de México. Estas aguas se comenzaron a enviar al Valle del Mezquital y esto propició el desarrollo de la actividad agrícola en una zona semidesértica y con una baja disponibilidad de agua. Este acontecimiento ha puesto al Valle del Mezquital como el segundo a nivel mundial, después de China por el uso de este tipo de aguas incorporadas al sector agrícola (García, 2019).

Debido a que estas aguas se han estado utilizando por muchas décadas ha traído la contaminación de suelos, su degradación, y la contaminación de mantos freáticos.

Algunos estudios, como la Evaluación de Aguas Residuales de la Ciudad de México utilizadas para Riego, de los investigadores Ronald Ontiveros y Lamine Diakite, hacen notar la disminución del rendimiento de la producción a causa de la salinidad y sodicidad en las tierras a causa (sic) de las aguas contaminadas por procesos industriales y metales pesados. (Sánchez, 2019:1)

En 1957 se inauguraron la Presa Endhó, luego el Emisor Central el cual comenzó a recibir las aguas negras del corredor industrial Cuatitlán-Tepeji-San Juan del Río, y estos a su vez se distribuyeron a los distritos de riego 003 Tula, 100 Alfajayucan y 112 Ajacuba, que son los que se encuentran en el Valle del Mezquital. Este tipo de aguas trajeron también

problemas en la salud de la población. A pesar de que este tipo de aguas tiene gran valor nutritivo para los cultivos también ha provocado la degradación de los suelos (García, 2019).

El total del volumen de agua distribuida por los cinco distritos de riego es de 1,513,395.4 miles de metros cúbicos al año, de los cuales 97 % corresponde a los distritos de Tula, Alfajayucan y Ajacuba, y corresponde el 61%, 33% y 3% respectivamente. Los principales cultivos regados por estas aguas son maíz y alfalfa (García, 2019).

De acuerdo con datos de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2017) para el año 2014 en México se reutilizaron 4,123 millones de m³ de aguas residuales en la agricultura. En el caso del Valle del Mezquital es la zona regada con aguas residuales más extensa del mundo con más de 90,000 ha. Según García (2019:13), citando a la FAO, nos dice que “el uso directo de agua no tratada en agricultura de regadío corresponde a 4.33 kilómetros cúbicos al año (387,600 hectáreas), de los cuales, aproximadamente, 22 % corresponde al Valle del Mezquital”. Las aguas que se utilizan en el Valle del Mezquital son “residuales crudas, mezcladas parcialmente con aguas pluviales y sometidas a sedimentación para regar forrajes, maíz, y algunas hortalizas” (FAO, 2017:93).

3.2.2. Planta de tratamiento de aguas residuales Atotonilco

Se construyó la planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) Atotonilco tiene una capacidad de 35 m³/s siendo la más grande de América Latina. Estas aguas se transportan y distribuyen a través de una red de canales y presas y se utiliza por un sistema de riego por gravedad mediante surcos o melgas por lo que estas aguas seguirán empleándose para el riego de cultivo (FAO, 2017). Esta planta de tratamiento se localiza en la localidad de Consejos del municipio de Atotonilco de Tula y forma parte del Programa de Sustentabilidad Hídrica de la Cuenca del Valle de México (García, 2019). Según la Comisión Nacional del Agua, con esta obra se busca limpiar 43 metros cúbicos por segundo a partir de su puesta en marcha (Sánchez, 2019).

Según García (2019) la construcción de esta planta pareciera obedecer a políticas neoliberales de gestión del agua puesto que, bajo una lógica de solventar la problemática de escasez de agua, en realidad implica la privatización de este recurso. Algunas de las empresas que están implicadas en esta construcción es la Sociedad mercantil constituida con la participación de las sociedades: Promotora de Desarrollo de América Latina, S. A. de C. V. (en calidad de obligada solidaria y con una participación del 40.80 %), Atlatec S. A. de C. V.

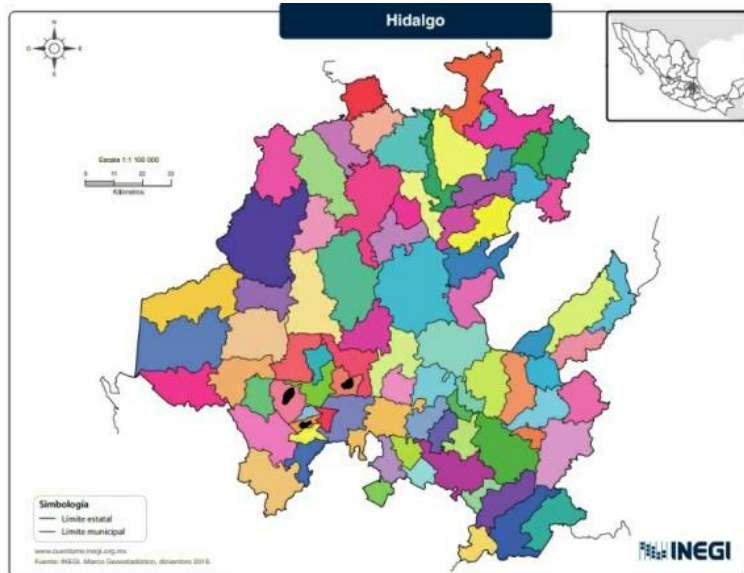
(participación del 24.26 %), Acciona Agua S. A. de C. V. (24.26 %), Controladora de Operaciones de Infraestructura S. A. de C. V. (10.20 %), Desarrollo y Construcciones Urbanas S. A. de C. V. (0.479 %) y Green Gas Pioneer Crossing Energy, LLC (0.001 %). No obstante, según Mejía, Siebe y Paillés, citado por García (2019:22), hay otras propuestas que son económicas y amigables para el medio ambiente. Está, por ejemplo, la propuesta por el Fideicomiso de Infraestructura Ambiental de los Valles de Hidalgo que opera bajo una lógica comunitaria “para el manejo integral del tratamiento del agua y riego agrícola tecnificado, procesos de beneficio, industrialización agrícola e inclusión de análisis de mercado”.

3.3 El uso de drones y mano de obra en el Valle del Mezquital.

En este apartado se hace un análisis a partir del trabajo de campo hecho en los municipios de Tlaxcoapan, Tezontepec de Aldama y Francisco I. Madero que pertenecen al Valle del Mezquital. Se hace un balance entre los beneficios y desventajas del uso de los drones en la agricultura de esta región para saber si hay o no un desplazamiento de la mano de obra por la implementación de la tecnología a partir de las entrevistas realizadas tanto a productores como a los operadores de drones.

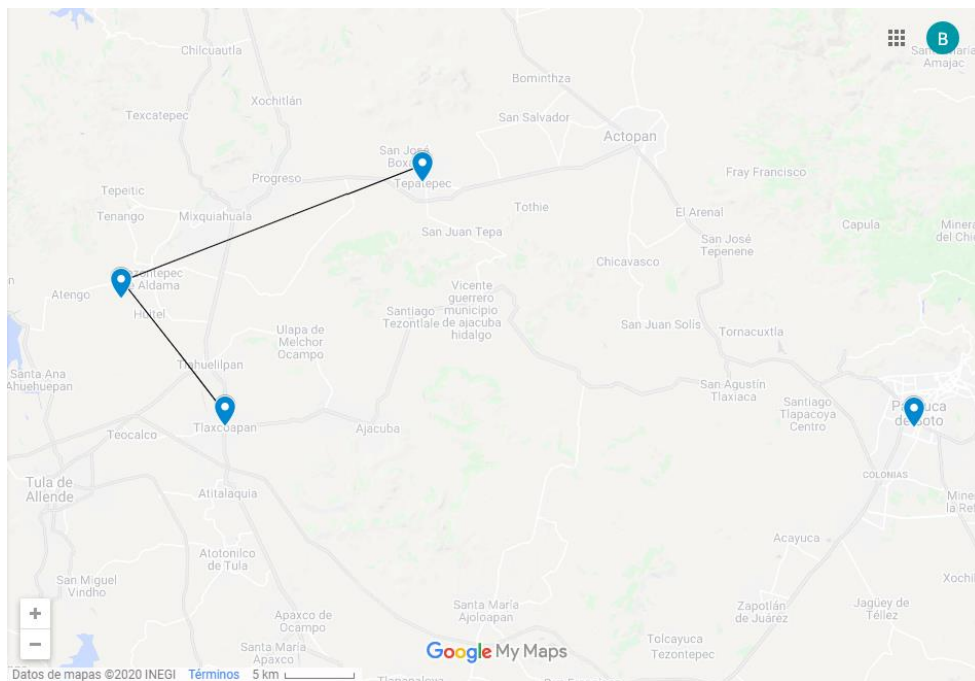
La ruta que se siguió para localizar a algunos de los agricultores que están usando drones fue primero en el municipio de Tlaxcoapan, la ruta continuó a Tezontepec de Aldama y finalmente se llegó a Tepatepec, cabecera municipal de Francisco I. Madero. Para esto se muestran las siguientes imágenes:

Figura 6: Municipios visitados y su recorrido.



Fuente: Cuéntame INEGI.

Figura 7. Recorrido de los municipios en el trabajo de campo.



Fuente: Aranda, Bernardo, realizado en Google my Maps.

En estas imágenes podemos observar el panorama general del estado de Hidalgo. Al oeste, como ya se mostró en el mapa de las regiones geoculturales, se encuentra el Valle del Mezquital, y el color negro en la imagen 6 se indican los municipios visitados. Así mismo en

la imagen se muestra la ruta del recorrido que se realizó durante el trabajo se campo. Se aprecia al sur el municipio de Tlaxcoapan, después hacia el noroeste Tesontepec de Aldama y finalmente se continuó hacia el noreste para llegar a Tepatepec, cabecera municipal de Francisco I. Madero.

3.3.1 Jornadas laborales, salarios y migración

En cuanto a migración, del 2004 a 2007 al estado de Hidalgo llegó una cifra récord de 26,059 millones de dólares de remesas y aumentaron las transacciones de 57 millones a 75.6 de dólares de 2004 a 2007. No obstante, las remesas descendieron de 2008 a 2010. En el año 2011 tuvo un incremento, pero para el año 2012 volvió a bajar. Y finalmente del año 2013 al 2014 volvió a tener un alza para alcanzar los 23,603 millones de dólares (Pérez, 2016).

En el Valle del Mezquital existe la Asociación de Usuarios de Riego que buscan aprovechar al máximo la irrigación de aguas residuales que viene de la Ciudad de México. Esto muestra la organización que existe en la región para tener el mayor rendimiento posible de sus cosechas. Sin embargo, se ha presentado una problemática que son los bajos ingresos que tienen algunos productores y trabajadores o jornaleros que han estado laborando en esas tierras.

Los jornaleros en el estado de Hidalgo llegan a trabajar hasta 12 horas por 200 pesos. Esta problemática de bajos salarios provoca que los jornaleros migren a los estados del norte como son Tamaulipas, Sonora y Zacatecas, para trabajar en cultivos de maíz, sobre todo durante los meses de julio a octubre que es el periodo de cosecha de estos estados (González, 2015).

De los tres municipios que se visitaron se muestran los siguientes datos de pobreza y marginalidad según García (2019:9): Tesontepec de Aldama con 60% de pobreza y un grado de marginalidad bajo; Tlaxcoapan 58% de pobreza y un grado de marginalidad muy bajo; y finalmente Francisco I. Madero con 52% de pobreza y un grado de marginalidad bajo.

Esta situación ha propiciado un abandono de las tierras agrícolas en esta zona. Así nos informaron también los agricultores Ángel Sánchez y Gumaro Sánchez, que pertenecen a la Asociación de Usuarios de Riego en el municipio de Tezontepec de Aldama, al comentar que los trabajadores emigran del sector agrícola porque no obtienen las ganancias suficientes y se ven obligados a insertarse en otro sector productivo como maquiladoras o fábricas.

En el caso de Tepatepec, cabecera municipal de Francisco I. Madero, el agricultor José Guadalupe comenta que el principal problema es que ya no hay mano de obra interesada en laborar en las actividades agrícolas. En dicho municipio son alrededor de 4,500 agricultores, de los cuales 3,000 son minifundistas. Los peones ya están viejos, en su mayoría con más de setenta años de edad, y las nuevas generaciones han migrado o se están incorporando al sector productivo industrial. Muchos de los agricultores que están en la asociación cuentan con menos de 5 ha para cultivar y en la mayoría de los casos es su única fuente de ingreso y subsistencia.

Los agricultores entrevistados comentaron que en promedio pagan a sus trabajadores entre 200 y 240 pesos por ocho horas de trabajo sin un contrato explícito y todo bajo palabra. Inclusive hay otras fuentes que nos dicen que un trabajador puede ganar menos, así lo mencionó también un jornalero para el diario *el sol de Hidalgo*:

“Aquí nos pagan 100 pesos el día según lo que a cada uno nos toca hacer como cortar, cargar o empacar. Somos la cuadrilla de 16 entre hombres y mujeres. En un día podemos cortar hasta seis hectáreas entre todos, comenzamos a las 7 de la mañana hasta las 3 de la tarde”. (Sánchez, 2019:1)

En el Valle del Mezquital hay alrededor de 88,000 ha de riego. Es una región de alto rendimiento. En el caso de los entrevistados, su producción se comercializa hacia otros estados de la República Mexicana como la Ciudad de México y Puebla, también al interior del estado de Hidalgo, sobre todo en la capital, Pachuca. Según el agricultor Ángel Cruz, el promedio de su producción es de 20 toneladas por hectárea.

“La aportación del VM al producto interno bruto (PIB) de Hidalgo corresponde a 56 % (30,505.65 millones de pesos)” (García, 2019:10). En el año 2014 la agricultura fue la principal actividad en el Estado que aportó al PIB con un 59%, seguido de la ganadería con un 40%. Para el año 2019 la superficie sembrada en hectáreas fue de 529,426.02, y la superficie cosechada en hectáreas fue de 479,435.61, por lo que el valor de su producción en miles de pesos fue de 7,976,727.60 (SIAP, 2020).

3.3.2 Uso de los drones

Es importante mencionar que los agricultores entrevistados siembran maíz, y es en este cultivo donde más han hecho uso de los drones. El productor Gumaro Sánchez, del municipio de Tezontepec de Aldama, comentó que él ha implementado los drones en la agricultura no por falta de mano de obra, sino porque en realidad el cultivo lo ameritaba puesto que, en el caso del maíz, cuando ya estaba crecida la planta no era fácil meterse para fumigar, entonces el dron sí le fue de gran utilidad.

Fotografía 1. Jornaleros llenando el depósito del dron para fumigar en el municipio de Tlaxcoapan, Hidalgo.



Fuente: Aranda, Bernardo, Tlaxcoapan, Hidalgo (2019).

En el caso del agricultor José Guadalupe, quien pertenece al módulo 05 de usuarios de riego de Tepatepec, comentó que la implementación del dron en sus cultivos es una necesidad y no un lujo. Debido a la escasa mano de obra en la región, no hay jornaleros para asperjar los cultivos por lo que el uso del dron fue una útil para que su producción no disminuyera. También mencionó que el uso de drones si generaría un ahorra la mano de obra si la hubiera ya que en este caso él solo cuenta con un ayudante. Los productos que aplica con el dron son herbicidas debido a que es un problema latente en sus terrenos, las malezas

que tiene que controlar principalmente es el manto y el chayotillo, porque de no hacer esto, comienzan a invadir sus cultivos.

En el informe de actividades de la asociación de usuarios y productores unidad Tepatepec, módulo de riego 05, llevada a cabo el 3 de febrero de 2020, el gobierno del estado de Hidalgo les otorgó un dron para que hicieran uso de él todo agricultor que participa en este módulo. Como dato adicional, cabe señalar que gracias a la organización de estos agricultores también lograron obtener un tractor con GPS (Ver fotografía 3), que tiene un costo de más o menos 4 millones de pesos. Este tractor lo adquirieron por medio de la Comisión Nacional del Agua, el gobierno del estado de Hidalgo y por la propia asociación.

Fotografía 2. Tractor otorgado por parte del gobierno del estado de Hidalgo al módulo de riego 05, Tepatepec, Hidalgo.



Fuente: Aranda, Bernardo, Tepatepec, Hidalgo (2020).

3.3.3 Drones vs mano de obra

En este apartado se hace un análisis de los beneficios y desventajas de la implementación de los drones vs la mano de obra. Para esto se realiza una comparación de los costos entre estos dos. También se retoma el tema de la construcción social de los drones

(expuesto en el primer capítulo) para describir el significado que le dan a los artefactos los actores involucrados en las prácticas agrícolas, llámense agricultores y operadores de drones.

Como ya se mencionó en el primer capítulo, en las últimas décadas los drones se han incorporado a nivel global a sectores como son el comercio, salud, milicia, rescate, fotografía, urbanización, monitoreo, entre muchos otros sectores. Los drones han sido modificados físicamente para innovar el sector productivo en el que se insertan estos artefactos. Por ejemplo, se les han adaptado cámaras, hélices u otros accesorios para eficientar su uso dependiendo el propósito. En el caso de la agricultura se han podido observar dos tipos de drones, los de ala fija que son utilizados para monitoreo de suelos, enfermedades de las plantas, deficiencias nutricionales, calidad del agua, entre otros; y los de fumigación que sirven para asperjar herbicidas, fungicidas, fertilizantes foliares, entre otros.

En el caso del productor Gumaro Sánchez, del municipio de Tezontepec de Aldama, comentó que la Secretaría de Agricultura del estado de Hidalgo les prestó los drones y ellos sólo pagaban 200 pesos por hectárea, monto que cubría el sueldo del operador quien era un arquitecto empleado de la Secretaria. Este arquitecto de nombre Edgar Trejo, en la entrevista que se le realizó, mencionó sobre su experiencia en el uso de drones y comentó que antes de ocuparlos para cultivos agrícolas, conoció sobre su empleo en rubros de impacto ambiental, monitoreo urbano y catástrofes. Explicó que para él la tecnología como los drones, tienen una tendencia a incorporarse con fuerza al sector agropecuario, lo que se necesita es que el gobierno lo impulse y esto lo asevera en función de que observa que en el sector privado si se están tecnificando más.

Otras tecnologías agrícolas que han utilizado los agricultores entrevistados del municipio Tezontepec de Aldama, han sido la aspersora de motor, los tractores para barbechar y cultivar, tractores de nivelación vía láser, drones, entre otros. Mencionaron que de éstos los drones han sido lo más sofisticados porque en el caso del maíz, cuando la planta ya está grande, no pueden meterse a fumigar tan fácil, es por eso que los drones en este tipo de cultivos llegan a ser muy eficientes. Sin embargo, en cultivos como el brócoli se dieron cuenta que el dron rociaba poca agua, y al ser una planta que requiere de una cantidad abundante de agua entonces no cumplió sus expectativas.

Fotografía 3. Tractor propio del agricultor Gumaro Sánchez



Fuente: Aranda, Bernardo, Tesontepec de Aldama, Hidalgo (2020).

En el caso de estos productores mencionados en el párrafo anterior, comentaron que la mayoría de su maquinaria es propia⁸. En el caso del productor entrevistado, Ángel Cruz, del municipio de Tlaxcoapan, también los tractores que utiliza son propios, y en el caso del dron que ha implementado en sus cultivos de maíz, lo rentan con una empresa del estado de Puebla llamada Agrodron México. Lo interesante aquí es que al observar estos drones de fumigación, se les han hecho algunas adaptaciones, como una varilla adicional en la parte de abajo del artefacto, para que la aspersion sea más uniforme y eficiente, se muestra la siguiente fotografía tomada en el campo:

Fotografía 4: Dron agrícola en pleno vuelo

⁸ Excepto el tractor de nivelación vía láser que lo rentan con la sección 45 de la asociación de usuarios de riego. Y en el caso del dron que se los prestaron como parte de un programa piloto de Sedagro, Hidalgo enfocado a agricultores de la asociación.



Fuente: Aranda, Bernardo, Tlaxcoapan, Hidalgo, 2019

Como se observa en la fotografía, al dron se le adaptó una varilla en la parte de abajo que es por donde asperja, en este caso un herbicida. Al estar en vuelo sobre las plantas de maíz, las hélices hacen que el follaje de las plantas se abra y el producto que se está rociando penetre mejor en la planta. Esta adaptación de la tecnología es a lo que Bijker y Pinch llaman la multidireccionalidad, la cual se da cuando uno o más actores influyen en la modificación y configuración de un artefacto para atender sus propias necesidades.

Los actores que fueron entrevistados para esta investigación han utilizado drones de fumigación para sus cultivos de maíz. En el siguiente recuadro se presentan los principales cultivos de la región en el Valle del Mezquital:

Cuadro 15: Principales cultivos por distrito de riego en el Valle del Mezquital

Distrito de riego	Cultivos principales	Observaciones
003 Tula	Alfalfa, maíz grano, avena forrajera, cebada forrajera, frijol, nabo, coliflor, calabacita y chile verde.	En este caso la alfalfa, maíz grano y avena forrajera ocupan el 83.3 por ciento del total de superficie sembrada en este distrito.
100 Alfajayucan	Alfalfa, maíz grano, coliflor, avena forrajera, chile seco, tomate verde, calabacita y chile verde.	La alfalfa, maíz grano, coliflor y avena forrajera se cultivan en una superficie de 26,481 ha.
112 Ajacuba	Maíz grano, alfalfa y avena forrajera.	Total de superficie sembrada de 5,931 ha.

Fuente: Elaboración propia con información de García (2019).

Con lo expuesto hasta el momento, es momento de pasar al siguiente cuadro, en el que se muestran los beneficios y desventajas del uso de los drones en la agricultura. Este cuadro se realiza con lo expuesto a lo largo de este capítulo, además de los argumentos proporcionados por los productores entrevistados e información documental que se obtuvo durante el tiempo de elaboración del presente documento.

Cuadro 16: Beneficios y desventajas del uso de drones agrícolas para fumigación en el Valle del Mezquital.

Beneficios	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> • Con el uso de drones hay ahorro en, fertilizantes, agroquímicos, fungicidas, herbicidas, entre otros, lo que se sintetiza en ahorro de insumos. • Incrementa el rendimiento y la producción. • Menor uso de fuerza de trabajo y optimización en la aplicación de los insumos a aplicar. • Mejoramiento en la salud de los agricultores. El trabajador agrícola ya no tiene que meterse al cultivo y por tanto no hay inhalación o absorción directa de los agroquímicos. • No se deja un solo espacio sin fumigar gracias al GPS. • Se reduce la contaminación (se tienen de 35 a 45 impactos por cm³, significa a gotas que quedan en la planta y ya no afectan el suelo ni subsuelo) • Dan mapas precisos y los análisis son más rápidos que si los hiciera una persona. 	<ul style="list-style-type: none"> • Los drones sirven en casos preventivos de plagas, malezas u otras afectaciones de las plantas. • Se requiere de una capacitación para aprender a manejar el dron por lo que hay que pagarle también a un operador. Y este operador debe tener conocimientos en el sistema de programación y en agronomía. • Los drones no aplican para todos los cultivos. En esta región del Valle del Mezquital se utilizan en cultivos de maíz. • Son sólo para cultivos de cobertura⁹. • En este caso que son drones de fumigación, cuando las aplicaciones requieren de más agua (hasta 300 o 400 litros por hectárea en el caso de la coliflor, por ejemplo), el dron no tiene la capacidad de asperjar esa cantidad. Su máxima capacidad es de 20 litros de agua por hectárea. • La aplicación con drones solo se pueden hacer en horarios restringidos, cuando no hay viento ya que se requiere estar a mínimo un kilómetro de distancia de donde haya gente.

Fuente: Elaboración propia con información de productores entrevistados e información documental.

Como se puede observar en el cuadro anterior hay un balance significativo en cuanto a los beneficios y desventajas del uso de drones para fumigación. Se puede decir que dependiendo del cultivo y la necesidad que presente éste es que se pondera la utilización de

⁹ Según los agricultores entrevistados, cuando dicen que son aplicaciones de cobertura se refieren a que el producto que se aplica en la planta es de contacto, es decir, ataca la maleza, o la plaga que está por fuera. En cambio, cuando se habla de un producto sistémico, es cuando la planta absorbe el producto, y cuando llega una plaga o la maleza comienza a invadir, entonces la planta tiene el producto integrado y sigue actuando hasta por varias semanas.

este tipo de drones agrícolas. Sin duda puede haber un ahorro económico por la eficiencia y la optimización de los productos para asperjar, pero por otro lado exige una especialización en el uso del artefacto y un conocimiento del cultivo que se va a fumigar para no dañar la planta a tratar. Ahora en el siguiente cuadro se hace una comparación de los beneficios y desventajas del uso de drones para monitoreo.

Cuadro 17: Beneficios y desventajas del uso de dron para monitoreo en el Valle del Mezquital.

Beneficios	Desventajas
Con los drones de monitoreo hay un mejoramiento en la precisión de los análisis de suelo, agua y plantas.	“Deben realizarse varios vuelos en diferentes días y se debe programar el momento más adecuado del día según las características de la plantación a estudiar, para disponer de datos en un periodo de tiempo diferenciado, que nos permita hacer análisis comparativo” (Pino, 2019:82)
Dan mapas precisos y los análisis son más rápidos que si los hiciera una persona.	La persona que maneja el dron debe tener conocimientos en el sistema de programación y en agronomía.
Alta disponibilidad de datos de los cultivos (Pino, 2019)	“Las condiciones ambientales, la calibración y la configuración del terreno pueden afectar la relación entre las mediciones de cada uno de los sensores térmicos.” (Pino, 2019:79)

Fuente: Elaboración propia con información de productores entrevistados y de Pino (2019).

En este caso de los drones de monitoreo podemos observar que los beneficios son precisos y pueden ayudar mucho al agricultor ya que el análisis del suelo es una práctica recomendable de realizar antes de comenzar con el ciclo de la siembra. Sin embargo encontramos también, como en el cuadro anterior, que quien maneje este tipo de artefactos debe tener un alto grado de conocimiento para poder operar el dron y tomar una muestra, inclusive saber interpretar los datos obtenidos del monitoreo. Asimismo se debe tener conocimientos en agronomía para identificar la viabilidad del cultivo. También las desventajas que se muestran en el cuadro son que se deben hacer varios vuelos en diferentes días para tener datos comparativos, y en este sentido el clima también es un factor importante pues debe ser lo más idóneo posible para que la información que se recolecte sea eficiente.

Conclusiones

Con el marco teórico que se presentó en el capítulo 1 sobre la construcción social de la robótica se puede explicar, a partir del concepto de multidireccionalidad, cómo los drones son modificados físicamente dependiendo los usos y necesidades que tienen los actores relevantes, en este caso los agricultores. También el concepto de simetría nos permitió tomar los argumentos de los productores y operadores de drones para tener una perspectiva sobre la importancia que ellos le brindan a estos artefactos según sus creencias y conocimientos. Asimismo la sociología del conocimiento nos permite contemplar otras dimensiones como la cultural, ideológica, política, social y económica que están impregnando a los actores de la región.

Los conceptos que proponen Bijker y Pinch, nos permite visualizar cómo en el caso de la robótica, y específicamente de los drones, se van modificando y presentan una alternancia entre variación y selección, dando así lugar a que un artefacto que se creó con ciertos fines (militares), pasó a ocupar otras funciones en diferentes sectores de la sociedad y otras actividades productivas como el sector agrícola.

Por otro lado, al abordar en lo general las distintas teorías del desplazamiento de la mano de obra, nos permite enfocarnos en la teoría de la Industria 4.0 que apela a favor de la tecnología. Esto permitió tener una base para interpretar y analizar el argumento de los agricultores y operadores de drones, quienes a su vez no perciben que haya un desplazamiento de la mano de obra por la tecnología, sino que viene a complementarse y a sustituir una mano de obra ya inexistente. En este mismo sentido, esta teoría nos permite contextualizar la problemática que aquí se plantea para poder enmarcar y delimitar la investigación.

Con la revisión general histórica de la robótica se puede identificar el punto de inflexión del avance en la robótica avanzada que está directamente relacionada con las tecnologías de la información y la comunicación y que se inscribe prácticas tecnocientíficas dentro de la convergencia tecnológica (NBIC).

La inteligencia artificial ha reforzado la robótica avanzada y comienza a integrarse también a dispositivos como los drones. Este avance tecnocientífico permea actualmente al sistema productivo de las prácticas agrícolas por lo que la modernización de la agricultura está correlacionada con este avance digital.

El trabajo multidisciplinario e interdisciplinario en la convergencia tecnológica (NBIC) se desarrolla en las sociedades del conocimiento, a partir de una transferencia de conocimientos que se genera dentro del campo científico, tecnológico y social; y de esta forma se impulsa la innovación y el desarrollo del sector agropecuario.

En el proceso de modernización de la agricultura se puede observar que son los procesos políticos, económicos y sociales los que han impulsado el sector agrícola. La tecnificación ha acompañado este desarrollo a través de etapas específicas como la Revolución Verde, el neoliberalismo, la biotecnología e ingeniería genética y la agricultura digital.

Con la Revolución Verde, el sector agrícola se tecnificó. El paquete tecnológico no fue asequible para todos los productores por lo que polarizó a los agricultores abriendo una brecha económica y de acceso a los insumos. La maquinaria agrícola, como los tractores, comenzaron a ser usados con mayor frecuencia y hubo una introducción masiva de estos a nuestro país a partir de la segunda década del siglo xx.

Con el estado de bienestar los trabajadores y obreros lograron derechos laborales. La lucha se cristalizó en sindicatos y garantizó un bienestar básico para los trabajadores y sus familias y se redujo la desigualdad social. Sin embargo con el modelo neoliberal y el libre comercio se perdieron algunos de estos derechos laborales que se habían ganado. En el sector agrícola se perdieron los subsidios y condenó a los pequeños productores a la exclusión. Las empresas transnacionales “ganaron terreno” y dejaron de atender las necesidades reales de los productores anteponiendo sus intereses en detrimento del sector agrícola desprotegido.

Con la entrada de México al neoliberalismo a partir de los años 80, ha habido un declive en la economía del país. El país se ha rezagado en su desarrollo económico, político y social en comparación con otros países de la región. La lógica de libre mercado ha afectado más a sectores específicos del país, entre ellos el sector agroalimentario.

Los organismos internacionales como la OCDE y el Banco Mundial no han creado políticas dirigidas a los países en vías de desarrollo. Incitan a que los países en vías de desarrollo copien y adapten políticas globales provenientes principalmente de los países desarrollados.

Sólo algunos actores se han visto beneficiados de las políticas neoliberales en el sector agroalimentario como son comerciantes de granos, grandes productores, agroempresas petroquímicas, funcionarios públicos y supermercados.

El régimen neoliberal ha producido una baja en la producción agroalimentaria y esto ha tenido consecuencias negativas como la pobreza, exclusión social, rompimiento del tejido social, desigualdad. Así también llega a impactar a otros sectores como el de salud, medio ambiente, alimentación, entre otros.

La agroindustria rompió con una lógica de producción agrícola e introdujo dinámicas de todas las etapas del proceso industrial. Como consecuencia hubo ventajas comparativas del territorio a partir de la innovación tecnológica por lo que los campesinos principalmente fueron desplazados con la introducción de maquinaria agrícola. Los campesinos fueron desplazados de sus territorios y esto abrió camino para la apropiación de la tierra por parte de la industria, la minería, el capital agrícola, forestal y turístico.

Con la biotecnología se pierde la autosuficiencia alimentaria ya que son empresas extranjeras las precursoras de este tipo de técnicas y subordinan al campesino al mercado global. También se deben evaluar las repercusiones sociales y naturales que conlleva la liberalización de este tipo de tecnologías al medio ambiente.

La agricultura digital que abarca la agricultura de precisión y la agricultura inteligente tiene el objetivo de optimizar los insumos agrícolas en función de la cuantificación de la variabilidad espacial y temporal de la producción agrícola. Este tipo de agricultura se desarrolla en paralelo con las tecnologías de la información y la comunicación y del Big Data. No obstante, este tipo de agricultura se impulsa desde las corporaciones agroindustriales y biotecnológicas por lo que socavan la resiliencia de los sistemas agrícolas.

Es así como en este contexto de agricultura digital se pasa al estudio de caso en el Valle del Mezquital, estado de Hidalgo, específicamente en los municipios de Tlaxcoapan, Tesontepec de Aldama y Francisco I. Madero, en estos lugares, algunos ya hacen uso de los drones agrícolas y están incorporando prácticas agrícolas digitales.

El estado de Hidalgo es importante por su ubicación céntrica en México y por sus regiones geoculturales pues esto permite la diversidad de cultivos y producción a lo largo del estado.

Según datos del INEGI que se muestran de la Encuesta Nacional Agropecuaria 2017, en cuanto a tecnología agrícola, el estado de Hidalgo es una entidad federativa en la que las unidades de producción usan tractores de más de 15 años de antigüedad, y en su mayoría son tractores rentados. Esto denota una tecnificación incipiente de dispositivos vinculados a la agricultura digital, es decir que en las prácticas agrícolas está poco relacionado con las tecnologías de la información y la comunicación y/o con el Big Data y el procesamiento de la información.

En el caso del Valle del Mezquital, se presenta una problemática de salud y de impacto al medio ambiente por el uso de aguas residuales provenientes del Valle de la Ciudad de México. A pesar de esta situación, el Valle del Mezquital se presenta como la región que más aporta económicamente al estado de Hidalgo y que mayor producción agrícola obtiene pues representa el 59 % de la producción total del estado.

Los agricultores han recurrido al uso de drones debido a una falta de mano de obra. La migración es una constante en la región el nivel de marginalidad y pobreza en los municipios de Tesontepec de Aldama, Tlaxcoapan y Francisco I. Madero es bajo, muy bajo y bajo respectivamente.

Según las entrevistas realizadas a los agricultores y operadores de drones muestran que hay beneficios en el uso de estos artefactos como optimizar tareas, insumos, horarios laborales más cortos, mayor producción y menor contratación de jornaleros o trabajadores agrícolas. En contraste también se encuentran algunas desventajas como la especialización en el uso de este tipo de tecnologías para el procesamiento de datos e interpretación de la información. Asimismo exige un conocimiento en la programación del artefacto para poder operarlo. Aunado a ello se requiere de ambientes idóneos y espacios abiertos, libres y lejos de la población para poder operarlos. Finalmente en cuanto a los drones de fumigación, tampoco pueden emplearse a todos los cultivos sino a unos en específico, en este tenor los agricultores y operadores entrevistados para esta investigación sólo usan los drones de fumigación para los cultivos de maíz por la altura que llegan a alcanzar las plantas y por los insumos que se utilizan para la fumigación.

Es así como se concluye que la hipótesis de esta Idónea Comunicación de Resultados que se propuso en esta investigación se considera como **parcialmente correcta**, ya que a pesar de que si existe una mejora en la producción de los agricultores que adoptan los drones,

y no se percibe un desplazamiento de la mano de obra, esta tecnología la están adoptando a causa de una falta de mano de obra en el sector y se utiliza más por necesidad que por la eficiencia que ofrece el artefacto.

Bibliografía

(s.f.). *Proyecto de Nación 2018-2024*.

Álvarez-Buylla, M. E. (2018). *Plan de reestructuración estratégica del Conacyt para adecuarse al proyecto Alternativo de Nación (2018-2024) presentado por MORENA*.

Álvarez, L., & Marquina, L. (2017). La convergencia digital en el automóvil. *XVII Congreso latino-iberoamericano de gestión tecnológica*, (págs. 1-8). Ciudad de México.

Arellano, A. (junio de 2012). Reconfigurando el dominio de la litotripsia extracorporal: interdisciplinariedad, objeto-frontera y traducción. *Redes*, 18(34), 25-58.

Arocena, R., & Sutz, J. (2002). Sistemas de innovación y países en desarrollo. *OEI*.

Arqueología mexicana. (Diciembre de 2013). Civilizaciones originarias. *Arqueología mexicana*(53).

Ávila, C. (Julio-Diciembre de 2017). Drones vs aeronáutica civil: licencias para pilotos y su procedimiento. *Novum Jus*, 11(2), 135-165.

Báez, L. (2012). Hidalgo y sus regiones: una aproximación. En *Los pueblos indígenas de Hidalgo, Atlas Etnográfico*. Gobierno del Estado de Hidalgo, Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH). México, D. F. p. 23-31.

Banco Mundial. (2003). *Construir sociedades de conocimiento: nuevos desafíos para la educación terciaria*. Washington, DC.

Barajas, R. E. (Mayo-Agosto de 1991). Biotecnología y revolución verde: Especificidades y divergencias. *Sociológica*, 6(16), 18.

Benitez, R., Escudero, G., Kanaan, S., & Masip Rodó, D. (2013). Capítulo 1: Introducción a la inteligencia artificial. En *Inteligencia artificial avanzada* (págs. 11-22). Barcelona: UOC.

Bijker, W., & Pinch, T. (1984). The Social Construction of Facts and Artifacts: Or How the Sociology of Science and the Sociology of Technology Might Benefit Each Other. En W. Bijker, T. Hughes, & T. Pinch, *The Social Construction of Technological*

- Systems New Directions in the Sociology and History of Technology* (págs. 17-50). Massachusetts Institute of Technology.
- Bloor, D. (1998). El programa fuerte en sociología del conocimiento. En D. Bloor, *Conocimiento e imaginario social* (págs. 33-59). Barcelona: Gedisa.
- Bueno, E. (2006). Las ciencia y tecnologías convergentes (NBIC): análisis de su papel en los parque científicos como espacio y agentes de I+D+i. *Encuentros multidisciplinares*, 8(22), 64-74.
- Bustamante, Victor (2018). Crítica a las teorías que estudian el desplazamiento de la mano de obra por la tecnología. En Casas, Rosalba, Michelle Chauvet y Marco Antonio Montiel, coords. 2018. *Conocimiento, ciencia e innovación: contribuciones e impactos a la problemática social*. Vol. XIII de *Las ciencias sociales y la agenda nacional. Reflexiones y propuestas desde las Ciencias Sociales*. Cadena Roa, Jorge, Miguel Aguilar Robledo y David Eduardo Vázquez Salguero, coords. México: COMECOSO.
- Campos, D. (2018). *¿Qué son los sistemas ciberfísicos?* Facultad de ciencias UASLP. San Luis Potosí: Divulgando Mirador de la ciencia.
- Cárdenas, J. (2017). El Estado de bienestar. En: Del Estado absoluto al Estado neoliberal. Instituto de Investigaciones Jurídicas, UNAM.
- Carmen, Y., Izar, J. M., Bocarando, J., Aguilar, F., & Larios, M. (2017). El entorno de la Industria 4.0: implicaciones y perspectivas futuras. *Conciencia tecnológica*(54).
- Casas, R. (Octubre de 2004). Conocimiento, tecnología y desarrollo en América Latina. *Revista mexicana de sociología*, 66, 255-277.
- Casas, R., De Fuentes, C., Torres, A., & Vera-Cruz, A. O. (2013). Estrategias y gobernanza del Sistema Nacional de Innovación Mexicano: Retos para un desarrollo incluyente. En G. D. (coord.), *Sistemas de innovación para un desarrollo inclusivo: La experiencia latinoamericana* (págs. 35-64). México: Foro Consultivo Científico y Tecnológico /Red Latinoamericana LALICS.
- CDB. Convenio sobre la Diversidad Biológica, (2010), Naciones Unidas, New York.

- Chauvet, Michelle (2010) "El sistema agroalimentario mundial y la ruptura del tejido social". En Sánchez Martha Judith (coordinadora general) *La encrucijada del México Rural*. Maya, Carlos y Hernández María del Carmen (coordinadores) del Tomo I Globalización y sistemas agroalimentarios. Ed. UAS/CIAD/AMER/Juan Pablos, págs. 41-60.
- Chauvet, M. (2015). *Biología y sociedad*. Ciudad de México, México: Universidad Autónoma Metropolitana.
- CEPAL, FAO, IICA. (2017). *Perspectivas de la agricultura y del desarrollo rural en las Américas: una mirada hacia América Latina y el Caribe*. San José, Costa Rica: IICA.
- Combis, S. (2019). Documenting the agricultural tools and implements at the museo de Isarog. DOI: 10.13140/RG.2.2.30969.21600
- Córdova, F. F. (2002). La robótica, principio y evolución. *Polibits*, 28, 18-20.
- Cornejo, F., López, M., Beltrán, R., Acevedo, O., Lucho, C., Reyes, M. (2012). Degradación del suelo en el Distrito de riego 003 Tula, Valle del Mezquital, Hidalgo, México. *Revista Científica UDO Agrícola*.
- Díaz, O. (2015). *Drones y su aplicación en materia de seguridad y salud en el trabajo (Tesis de maestría)*. Universidad Miguel Hernández.
- Echeverría, J. (2005). Revolución tecnocientífica. *CONfinés de relaciones internacionales y ciencia política*, 1(2), 9-15.
- Echeverría, J., & Unceta, A. (2012). Participación e innovación. En J. Linares, & A. Murguía, *Tecnociencia y democracia: problemas y perspectivas hacia la participación ciudadana* (págs. 169-183). Ciudad de México, México: UNAM.
- Espantoso, V. (2009). Modelado y simulación del robot PASIBOT. Estudio de la rigidez y mejora en la prevención del vuelo lateral. Universidad Carlos III de Madrid.
- ETC group. (2019). Plate Tech-Tonics: Mapping corporate power in big food – Corporate concentration by sector and industry rankings by 2017 revenue. Creative Commons
- Facultad de investigación en agricultura. (s.f.). *¡No sólo bajo el sol, también bajo la luna!*

- Japón: Hokkaido University.
- FAO. (2017). Reutilización de aguas para agricultura en América Latina y el Caribe: Estado, principios y necesidades. Santiago, Chile.
- García, A. (2016). *Inteligencia Artificial: fundamentos, prácticas y aplicaciones*. México: Alfaomega.
- García, E. (2019). El agua residual como generadora del espacio de la actividad agrícola en el Valle del Mezquital, Hidalgo, México. *Revista de Alimentación Contemporánea y Desarrollo Regional* Volumen 29, Número 54. DOI: <https://dx.doi.org/10.24836/es.v29i54.741>
- Gracia, M. (2016). Diagnóstico del desarrollo económico en Hidalgo: una revisión a partir de los censos económicos 2014. En *Desarrollo regional en el estado de Hidalgo*. Revista semestral de estudios regionales. No. 6. El colegio del estado de Hidalgo.
- GCMA, G. C. (2019). *Perspectivas agroalimentarias 2019*. México.
- González, A. (abril-mayo de 2016). Industrialización y transnacionalización de la agricultura mexicana. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 7(3), 693-707.
- Harari, Y. N. (2014). *De animales a dioses: breve historia de la humanidad*. Titivillus.
- Hernández, E. (2011). Uso de aguas residuales en la agricultura. Estudio de caso; Distrito de Riego 028, Tulancingo, Hidalgo, México. Universidad Autónoma Chapingo. DOI: 10.13140/2.1.4299.8087
- Holt-Giménez, E., & Altieri, M. A. (2013). Agroecología, soberanía alimentaria y la nueva revolución verde. *Agroecología* 8, 65-72.}
- INEGI. (2017). Anuario estadístico y geográfico de Hidalgo 2017.
- INIFAP. (2017). *Agenda técnica agrícola de Hidalgo*. Ciudad de México.
- Kreimer, P., & Vessuri, H. (2017). Latin American science, technology, and society: a historical and reflexive approach. *Tapuya: Latin American Science, Technology and Society*, 1(1), 17-37.

- López Cerezo, J. (1998). Ciencia, tecnología y sociedad: el estado de la cuestión en Europa y Estados Unidos. *Revista Iberoamericana de Educación*(18), 41-68.
- López de Mántaras, R., & Meseguer, P. (2017). *Inteligencia Artificial*. Madrid: CSIC Consejo Superior de Investigaciones Científicas.
- M. Casalet, “La digitalización industrial: un camino hacia la gobernanza colaborativa. Estudios de casos”, *Documentos de Proyectos* (LC/TS.2018/95), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2018.
- Martínez, D. (2019). *Sociología rural y su relación con la ecosociología (tesis de pregrado)*. Ciudad de México, Azcapotzalco, México: Universidad Autónoma Metropolitana.
- Miranda, M. J. (2005). La idea de convergencia tecnocientífica: economicismo versus axiología. *Eikasia*(1), 1-14.
- Mooney, P., ETC Group. (2019). *La insostenible agricultura 4.0: Digitalización y poder corporativo en la cadena alimentaria*. Ciudad de México, México.
- Moreno, A. B., Garret, R. M. G. y Fierro, A. U. J. (2006). *Otomíes del Valle del Mezquital*. México: Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas.
- Nogueira, R. (2019). Gene editing: the risks and benefits of modifying human DNA. 27 (2): pp. 223-233. Pontificia Universidad de Católica, Sao Paulo, Brasil.
- Ochoa, M. (2016). *Aplicación de los drones en la mHEALTH: Una realidad sin normativa legal (Tesis de grado)*. Universidad San Pablo.
- Olivares, R. (2008). *La agricultura bajo cubierta, ¿una opción para e pequeño productor agrícola? (tesis doctoral)*. (U. A. Chapingo, Ed.) Estado de México.
- Otero, G. (Julio-diciembre de 2013). El régimen alimentario neoliberal y su crisis: estado, agroempresas multinacionales y biotecnología. *Antípoda*(17), 49-77.
- Parte A. (2007). Definiciones y consideraciones generales sobre las tecnologías transformativas y convergentes: el caso de la nanotecnología. *Revista Latinoamericana de Desarrollo Económico*, (9, Supl. 1), 21-48. Recuperado en 01 de abril de 2019, de

http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2074-47062007000300003&lng=es&tlng=es.

- Pérez, B., Jiménez, M., Sánchez, J., García, J. L., & Muratalla, A. (agosto-septiembre de 2015). Agricultura tradicional en el Botho, Alto Mezquital, estado de Hidalgo. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 6(6), 1215-1227.
- Pérez, C. (2016). Actuación de las remesas en la economía de Hidalgo. En Desarrollo regional en el estado de Hidalgo. Revista semestral de estudios regionales. No. 6. El colegio del estado de Hidalgo.
- Pinch, T. (2015). La construcción social de la tecnología: una revisión. En M. Santos, & R. (. Díaz Cruz, *Innovación tecnológica y procesos culturales. Perspectivas teóricas* (págs. 19-38). México: Fondo de Cultura Económica.
- Pino, E. (2019). Los drones una herramienta para una agricultura eficiente: un futuro de alta tecnología. Volumen 37. pp 75-84. IDESIA. Chile
- PROCISUR. (2014). *Manual de agricultura de precisión*. Montevideo.
- Quevedo, T. (2013). Agroindustria y concentración de la propiedad de la tierra: elementos para su definición y caracterización en el Ecuador. Observatorio del Cambio Rural, Instituto de Estudios Ecuatorianos, Observatorio de Derechos Colectivos. Quito.
- Reig, N. (1993). La agroindustria en Uruguay: 1975/90: su estructura y dinámica de largo plazo. Instituto de Economía. Facultad de ciencias económicas y de administración. pp.13-26.
- Rello, F., & Antonio, P. (1996). Liberalización económica y política agrícola: el caso de México. En A. Barrón, & H. J. Manuel, *La agricultura mexicana y la apertura comercial* (págs. 15-50). México: Universidad Nacional Autónoma de México & Universidad Autónoma Metropolitana.
- Ricaño, Edgar. (2017). Requisitos y guía para obtener la autorización de piloto y de operaciones de RPAS pequeño. En: A. Peralta (Presidencia), I Simposio de Aplicaciones Científicas y Técnicas de los Vehículos no Tripulados. Simposio llevado a cabo en Universidad Nacional Autónoma Mexicana, Ciudad de México, México.

- Rodriguez A, Sanders IR. Ciencia y tecnología Colombo-Suiza ayuda a alimentar el planeta: de la revolución verde a la revolución microbiana. *Acta biol. Colomb.* 2016;21(1)Supl:S297-303. doi: <http://dx.doi.org/10.15446/abc.v21n1sup.50856>
- Rubio, B. (15 al 17 de julio de 1998). De explotados a excluidos: los campesinos latinoamericanos frente al nuevo milenio. En II Congreso internacional sobre "Globalización y sistemas agroalimentarios". Caracas, Venezuela.
- Rueda, R. (2009). Convergencia tecnológica: síntesis o multiplicidad política y cultural. *Signo y Pensamiento*, XXVIII(54), 114-130.
- Semarnat. (2003). Diario Oficial de la Federación: Segunda sección.
- Semarnat (2016). Diario Oficial de la Federación: Segunda sección.
- Solleiro, J. L., Aguilar, J., & Sánchez, L. G. (enero-junio de 2015). Configuración del sistema de innovación del sector agroalimentario mexicano. *Revista mexicana de agronegocios*, 36, 1254-1264.
- Sorj, B. (2020). ¿En qué mundo vivimos? Plataforma democrática. Sao Paulo. ISBN: 978-65-87503-01-1.
- Thomas, H. (s.f.). Tecnología, Desarrollo, Democracia. Sistemas Tecnológicos sociales y ciudadanía socio-técnica. 1-19.
- Troyo, E., Cruz, A., Norzagaray, M., Beltrán, L., Murillo, B., Beltrán, F., . . . Valdez, R. (2010). Agotamiento hidro-agrícola a partir de la Revolución Verde: extracción de agua y gestión de la tecnología de riego en Baja California Sur, México. *Estudios sociales*, 18(36), 178-201.
- Vasen, F. (enero-abril de 2016). ¿Estamos ante un "giro poscompetitivo" en la política de ciencia, tecnología e innovación? (U. F. Sul, Ed.) *Sociologías*, 18(41), 242-268.
- VeBots:Laboratorio de vehículos robóticos. (2017). No sólo bajo el sol, también bajo la luna. Universidad Hokkaido. Facultad de investigación en agricultura.
- Villalba, J. A. (2016). Problemas bioéticos emergentes de la inteligencia artificial. *Diversitas*, 12(1), 137-147.

Referencias electrónicas

- Agricultureros. (12 de Diciembre de 2018). *Agricultureros: red de especialistas en agricultura*. Obtenido de <http://agricultureros.com/agricultura-inteligente-13-tendencias-a-las-que-estar-atento/>
- Banco Mundial. (11 de Diciembre de 2018). *Agricultura inteligente con respecto al clima*. Obtenido de <https://www.bancomundial.org/es/topic/climate-smart-agriculture>
- Banco Mundial. Población, total-México. Recuperado el 21 de noviembre de 2020 de: <https://datos.bancomundial.org/indicador/SP.POP.TOTL?locations=MX>
- Diario Oficial de la Nación. (1985). Recuperado el 21 de noviembre del 2020 de: http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4764591&fecha=05/09/1985#:~:text=DECRET
O%20por%20el%20que%20se,y%20San%20Agust%C3%ADn%20Tlaxiaca%2C%20Hgo.
- Echeverría, J. (2016). *Tecnociencias en el siglo XXI las nanotecnologías y la NBIC* [Archivo de video]. Recuperado el 19 de Junio de 2019 de: <https://www.youtube.com/watch?v=qAtFAANPd8M>
- Ecologistas en acción. (22 de septiembre de 2015). *Ecologistas en acción*. Obtenido de <https://www.ecologistasenaccion.org/?p=30742>
- ecoRobotix. (septiembre de 2018). *ecorobotix*. Obtenido de <https://www.ecorobotix.com/fr/>
- Excelsior. (2018). *Pagarás hasta 403 mil pesos de multa si vuelas drones sin licencia*. Recuperado el 25 de octubre de 2019 de 2020 de: <https://www.excelsior.com.mx/nacional/pagaras-hasta-403-mil-pesos-de-multa-si-vuelas-drones-sin-licencia/1266968>
- FAO. (2009). *2050:Un tercio más de bocas que alimentar*. Recuperado el 22 agosto de 2019 de: <http://www.fao.org/news/story/es/item/35675/icode/#:~:text=Seg%C3%BAAn%20los%20C3%BAltimos%20c%C3%A1lculos%20de,en%20los%20pa%C3%ADses%20en%20desarrollo>.

- González, E. (2015). Jornaleros Hidalguenses. Milenio. Recuperado el 20 de noviembre de 2020 de: <https://www.milenio.com/opinion/eduardo-gonzalez/intelecto-opuesto/jornaleros-hidalguenses>
- Instituto Nacional para el Federalismo y Desarrollo Municipal (INAFED). (s/f). Enciclopedia de los municipios y delegaciones de México: Hidalgo. Recuperado el 20 de noviembre de 2020 de:
<http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM13hidalgo/regionalizacion.html>
- INEGI. (2017). Encuesta Nacional Agropecuaria: Recuperado el 4 de diciembre de 2020 de: <https://www.inegi.org.mx/programas/ena/2017/#Tabulados>
- INEGI. Cuéntame INEGI. Recuperado el 3 de diciembre de 2020 de:
http://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/hgo/territorio/div_municipal.aspx
- INEGI. Población. Recuperado el 21 de noviembre de 2020 de:
<https://www.inegi.org.mx/temas/estructura/>
- Sánchez, A. (lunes 10 de junio de 2019). Sin aguas residuales no hay vida. *El Sol de Hidalgo*. Recuperado el 10 de septiembre de 2019 de:
<https://www.elsoldehidalgo.com.mx/local/regional/sin-aguas-residuales-no-hay-vida-3740914.html>
- SCT. (2 de julio de 2019). *sct.gob.mx*. Obtenido de <http://www.sct.gob.mx/transporte-y-medicina-preventiva/aeronautica-civil/3-servicios/35-rpas-drones/>
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). (2020). Producción Agrícola. Recuperado el 21 de noviembre de 2020 de: <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>
- Tecnonauta. (2014, Julio 30). Drones: Funcionamiento, tipos y usos [Archivo de video]. Recuperado el 27 de junio de 2018 de:
<https://www.youtube.com/watch?v=i82wD4wIgho>
- Toledo, V. M. (24 de Abril de 2018). La robotización de la ciencia y los transgénicos. *La Jornada*. Recuperado el 1 de octubre de 2019 de:
<https://www.jornada.com.mx/2018/04/24/politica/018a2pol>

Univisión. (2017, julio 20). Crean robots agricultores para enfrentar la escasez de mano de obra en California [Archivo de video]. Recuperado el 2 de julio de 2018 de:
<https://www.youtube.com/watch?v=0GcU7Qz-8Jw>

Anexos

Para llevar a cabo este trabajo de investigación se realizaron entrevistas a productores del estado de Hidalgo de los municipios que Tlaxcoapan, Tezontepec de Aldama y Francisco I. Madero que pertenecen a la región del Valle del Mezquital. También se entrevistó a dos operadores de drones. Se realizaron entrevistas semiestructuradas para permitir la flexibilidad en los comentarios de los agricultores y operadores y permitir que surgieran nuevas interrogantes en este proceso de la entrevista. Asimismo se tuvieron algunas pláticas clave con otros actores que sirvieron como referencias para realizar el análisis en esta investigación. Por tanto en este apartado se ponen las entrevistas y los reportes campo.

Guía de entrevista semiestructurada para productores

Mi nombre es Bernardo Aranda Bastida. Soy estudiante de la maestría en sociología de la Universidad Autónoma Metropolitana unidad Azcapotzalco de la Ciudad de México.

Realizo esta entrevista con el fin de conocer su perspectiva sobre la implementación de los drones en la agricultura, para saber si hay un desplazamiento de la mano de obra con la introducción de este tipo de tecnología.

Cabe aclarar que todos los datos que usted me proporcione serán confidenciales y en ningún momento se publicarán nombres o datos personales, y la información que usted proporcione será utilizada sólo para fines académicos.

Preguntas de tipo sociodemográfico.

1. Nombre
2. Escolaridad
3. Edad
4. Municipio
5. Colonia o comunidad
6. ¿Tiempo que lleva viviendo en este lugar?
7. Número total de integrantes de su familia

Producción

¿Qué tipo de predio tiene usted? (propio, rentado, prestado...)

¿Qué tipo de tecnologías utiliza en su predio? (invernadero, riego por goteo, plasticultura, uso de agroquímicos...)

¿Usa agroquímicos en sus cultivos?/ ¿qué tipo de agroquímicos?

¿De qué superficie dispone para la producción en ha?

En cuanto a la disponibilidad del agua ¿son tierras de riego, de temporal, o mixta?

¿Qué cultivos produce?

¿Cuántos años lleva cultivando?

¿Qué ha sembrado a lo largo de su vida y qué siembra actualmente?

¿Cómo financia su producción? (recursos propios, financiamiento externo, programa social)

¿Cuál es su rendimiento de producción? (ton/ha)

En toneladas, ¿Cuál fue su producción total anual de su último ciclo?

¿La mayoría de sus ingresos provienen de la agricultura?

¿De qué depende el precio de su producción? (mercado local, mercado nacional intermediario, mayorista u otro)

¿Cuál es el destino de su producción? (mercado local, regional, estatal, nacional, internacional)

¿Quién es su principal cliente?

¿Cómo contacta a sus compradores?

¿Trabaja usted para algún corporativo o empresa o es totalmente independiente?

¿Qué opina del valor de sus productos? (se pagan bien en comparación con tiempo y fuerza de trabajo invertido)

¿Su familia y usted también se alimentan de lo que produce o todo es para venta?

¿Cuánto cosecha por hectárea?

¿Qué insumos usa para sus cultivos? (plaguicidas, fertilizantes, herbicidas, agroquímicos)

¿Cuánto gasta en sus insumos? (Semanalmente/mensual/ anual/etc)

¿Qué tipo de semillas siembra? (Híbridos/criollos)

Uso de la maquinaria

¿Qué tipo de maquinaria ha introducido en sus cultivos?

¿Qué maquinaria utiliza actualmente?

¿Cuáles son los efectos en la productividad por el uso de maquinaria?

¿Desde cuándo comenzó a usar maquinaria en sus cultivos?

¿Quién le vende o renta la maquinaria?

¿Cómo funciona? (mecánicos, por control remoto, los programa, son automáticos, autónomos)

- ¿Usted sabe manejar la tecnología o alguien más la maneja por usted?
- ¿Tiene varios usos un mismo artefacto o sólo tiene una función específica cada uno?
- ¿Cuenta con apoyo o subsidio de algún programa del gobierno, dependencia, empresa u otro para adquirir la maquinaria?
- ¿Utiliza otras tecnologías como computadoras, tablets, celulares, internet u otros, para poner a funcionar su maquinaria?
- ¿Cómo se mantiene al tanto de las tecnologías innovadoras que se usan en la agricultura?

En caso de uso de drones

- ¿Conoce otros sectores que estén implementando estos drones que usted utiliza? (como en el sector salud, de rescate, vigilancia, etcétera)
- ¿Piensa usted que esta tecnología se va a incorporar con mayor fuerza al sector agrícola con el paso del tiempo?
- ¿Los drones han cubierto sus expectativas? ¿Regresaría a las prácticas agrícolas anteriores? El uso de los drones ¿qué problemas le ha solucionado?
- ¿Específicamente, cuáles son los pros y contras que percibe de la tecnología?
- ¿Podría decirme sobre qué riesgos han aumentado y qué riesgos han disminuido con el uso de los drones?
- ¿Se capacita para el manejo de la maquinaria y del manejo de sus cultivos?
- ¿Qué empresa, corporativo, institución (u otro) le vende o renta los drones?
- ¿Ha notado beneficios económicos y de tiempo con el uso de los drones? ¿Puede mencionar estos beneficios?
- ¿El dron tuvo o está teniendo alguna modificación para tener mayor eficacia al momento de utilizarlo en sus cultivos?
- ¿Cómo ha percibido la introducción del dron en la comunidad?

Percepción sobre el desplazamiento de la mano de obra

- ¿Su familia se ha dedicado a la agricultura?
- ¿De dónde y de quién adquirió el conocimiento de la siembra?
- ¿Usted pertenece a alguna asociación de productores?
- ¿Qué beneficios recibe de esta asociación? (insumos baratos, financiamiento, apoyo de mano de obra...)
- ¿Usted ha migrado o ha laborado en otros sectores productivos?

- ¿Cuáles fueron los motivos?
- ¿Tiene familia, amigos o conocidos que hayan trabajado en la agricultura y ahora hayan migrado o se hayan incorporado a otro sector productivo?
- ¿Sabe qué pudo haber motivado a estas personas a migrar? (dinero, calidad de vida, aburrimiento, etc)
- ¿Sus conocidos (amigos, familiares u otros) también han incorporado tecnología en sus cultivos?
- ¿Usted percibe una necesidad del uso de la tecnología en la agricultura?
- ¿Qué opinión tiene acerca de que la tecnología reemplaza o desplaza la mano de obra?
- ¿Identifica algunos problemas sociales en su comunidad con la introducción de la maquinaria? (desagrado hacia estas tecnologías, reemplazo de jornaleros o trabajadores, ruido, desplazamiento de animales, etc)
- ¿Tiene trabajadores actualmente?
- ¿Qué funciones desempeñan?
- ¿Cuánto les paga? (ya sea hora, semana, por actividad que realiza, etc.)
- ¿Son familiares o conocidos?
- ¿Trabajan bajo algún contrato explícito o es bajo palabra?

Le agradezco mucho su tiempo y su información proporcionada. Hasta pronto

Transcripción de entrevistas:

Entrevista 1: pág. 1

Entrevista 2: pág. 8

Entrevista 3: pág. 15

Drones en la agricultura: caso del estado de Hidalgo	Tipo de entrevistado: Agricultor del estado de Hidalgo y Trabajador en empresas agrícolas
Entrevistó: Bernardo Aranda Bastida	Género: masculino
Fecha: 25 de enero de 2020	Duración 22:19
Entrevistado: Luis Ángel Sánchez Cruz	Lugar: En su casa del agricultor

E: ¿Cuál es tu nombre?
S: Luis Ángel Sánchez Cruz
E: ¿Tu escolaridad?
S: Ingeniero en biotecnología
E: ¿Por cuál escuela?
S: Por el Tec de Monterrey
E: ¿Tu edad?
S: veintiocho
E: ¿El municipio donde creciste?
S: Tesontepec de Aldama
E: ¿Has vivido aquí toda tu vida?
S: Si y no, en el estudio ya no
E: ¿Estudiaste en el Tec de la Ciudad de México?
S: La prepa en Pachuca y en Monterrey la universidad
E: ¿Cuál es el número de integrantes de familia con los que vives?
S: Cuatro personas
E: ¿Cuentas con algún tipo de terreno, ya sea propio, rentado...?
S: Prestado, rentado
E: ¿Tú cultivas?
S: Sí
E: ¿Cuáles son los cultivos que tú tienes?
S: Cultivamos maíz, alfalfa, ajo y lechugas
E: ¿Qué tipo de tecnologías utilizas en tu predio, hablando como de invernadero, riego por goteo, plasticultura, o alguna otra?
S: En cuatro hectáreas es riego por goteo, todo lo demás es a gravedad y pues lo básco.
E: ¿Qué estás cultivando en las cuatro hectáreas?
S: Ajo
E: ¿Utilizas agroquímicos para tus cultivos?
S: Sí
E: ¿Y cuáles son esos agroquímicos que utilizas?
S: Herbicidas, insecticidas, fungicidas, estáticos

E: Supongo que por tu formación conoces más específicos

S: Si, hay por ejemplo, en herbicidas preemergentes, de postemergencia, selectivos, fungicidas sistémicos, de contacto, insecticidas igual sistémicos y de contacto

E: En cuanto a la disponibilidad del agua, dices que tus cultivos son en mayoría de riego; ¿tienes de temporal?

S: No, todos son de riego

E: De todo lo que cultivas, ¿cuál es el de mayor proporción en hectáreas?

S: Ahorita la lechuga

E: ¿Y qué más has sembrado a parte de estos cultivos que ya mencionaste?

S: Cunado trabajaba sembraba papaya y en otro trabajo coles de bruselas, brócolis, coliflor, y lechugas romanas

E: ¿Cómo financias tu producción actualmente, son recursos propios, externos, programa social, ...?

S: Propios

E: ¿Cuál es tu rendimiento de producción hablando en tonelada por hectárea?

S: De maíz fueron diez toneladas, alfalfa son como cinco toneladas... no menos, como tres toneladas pero ya en seco, la lechuga vienen siendo como como veinticinco toneladas por hectárea y el ajo ocho toneladas por hectárea.

E: ¿Y esto más o menos en producción anual total, sabes más o menos las cifras?

S: No, eso si no; bueno del ajo el año pasado fueron como quince toneladas y del maíz en total fueron setenta y seis toneladas.

E: ¿Tus ingresos son solamente de la agricultura o tienes otros ingresos?

S: Ahorita si, nada más son de la agricultura

E: ¿De qué depende el precio de tu producción, ya sea mercado local, nacional, intermediario?

S: Pues de los tres, por ejemplo el ajo depende del nacional, el maíz también del nacional, y las lechugas esas sí dependen del local y también del nacional porque ahí hay un intermediario

E: ¿Cuál es el destino de tu producción, mercado local, regional, estatal, nacional?

S: El maíz es local, las lechugas son a la Ciudad de México y el ajo ahí es nacional, se va a la central de abastos y pues de ahí lo distribuyen

E: ¿Tu principal cliente quién es?

S: En volumen son los que nos compran las lechugas, pero en monto de dinero pues es el del ajo

E: ¿Cómo contactaste a esto clientes?

S: A los de lechuga y maíz es local, son gente que anda aquí buscando o comprando a cualquiera; y el ajo fue a través de mi antiguo trabajo, o sea ahí tuvimos el contacto y pues ya ellos me invitaron a seguir produciendo

E: ¿Entonces trabajabas para una empresa o corporativo?

S: Una empresa que producía hortalizas

E: ¿Cuál es el nombre de la empresa?

S: La empresa se llama “rancho el rosario”, está en Dolores, Hidalgo

E: ¿Qué opinas sobre el valor de tus productos, o sea son bien pagados en comparación con el tiempo y fuerza de trabajo invertido o está mal pagados; cuál es tu perspectiva?

S: Pues depende de la temporada, o sea de cómo esté el mercado. Pues si pagan bien pero pueden pagar mejor

E: ¿Toda esta producción que tú tienes es para pura venta o también es para autoconsumo?

S: Para pura venta, todo, es mucho el volumen

E: ¿Cuánto gastas en los insumos como los agroquímicos anualmente?

S: Como unos cien mil pesos, si no es que más

E: ¿Qué tipo de semilla siembras?

S: En la alfalfa son híbridas, en el maíz también es híbrido, la lechuga también es híbrido, y en el ajo se puede decir que es criolla, es semilla seleccionada por el mismo que me compra el producto; él me da la semilla pero es de la misma recolección de la cosecha

E: ¿Qué tipo de maquinaria y tecnología tú has introducido en tus cultivos?

S: Hasta ahorita sólo las aspersoras de motor, y la vez que fumigamos con dron que fue una ocasión nada más

E: ¿Y cómo ves la productividad al introducir la maquinaria? ¿es indispensable?

S: Sí, o sea, entre más tecnificado estés es mejor. Por ejemplo si llegas a agricultura de precisión, que tengas GPS, que puedas ordenar todo preciso pues se consume menos agua, menos fertilizante

E: ¿Y de esta maquinaria y tecnología que has utilizado ha sido con GPS?

S: Si, en donde trabajaba antes

E: ¿Esta maquinaria es propia, la rentan?

S: La rentaban porque en ese tiempo se les hacía caro el equipo, pero vale la pena comprarlo porque es el aparato y la señal del GPS

E: ¿Este tipo de maquinaria se programaba, era autónoma?

S: Se programa y te trabaja, o sea tú, los predios que tienes los das de alta en un programa y ya el tractor trabaja sobre ellos, entonces nomás hay una variación en mil metros de a lo mucho cinco centímetros

E: ¿Si eran pilotados estos tractores?

S: Si había piloto pero solo por cualquier cosa como una piedra o algo así

E: ¿Tú sabes manejar este tipo de maquinaria con GPS?

S: Bien bien no, sé el principio y lo básico pero así todo todo no

E: En el caso de los drones ¿Conoces algún otro sector productivo que esté implementando drones como el sector salud?

S: En algunas ciudades, ves que ya quieren empezar con empresas que repartan comida o materiales o cosas así, en lugar de un repartidor con un dron, la policía, los militares, y en topografía ya están usando mucho los drones; y también allá donde trabajaba en Dolores, los usaban algunos ranchos que ya estaban más tecnificados, por ejemplo drones para monitorear enfermedades y deficiencias nutricionales

E: ¿Piensas que estas tecnologías se van a integrar con mayor fuerza a la agricultura?

S: De esa forma si, como te digo, de monitoreo, y en superficies grandes; pero por ejemplo, en fumigación pues todavía no porque por ejemplo los cultivos que yo manejo se les llama, cuando fumigas, que son cultivos de cobertura, o sea que hay que bañarlos para que haga efecto tu insecticida o tu fungicida. Y con dron no puedes hacer eso, o sea el dron puede ser para algo preventivo, pero yo no le vi mucha aplicación ni en maíz, ni en brócoli, ni en lechugas, o sea yo no le vi que fuera muy bueno; te digo, los drones que he visto de monitoreo esos si te dan mapas

E: Entonces, digamos ¿los drones en qué manera han cubierto las expectativas que tú tienes por ejemplo a la hora de aplicarlo a los cultivos?

S: En el de fumigación a mi no me gustó porque no queda bien y por ejemplo para eso hay maquinaria como algunas aspersoras que les llaman “Hagie” o bueno la marca “Hagie”, que

son las que tienen dos metros de altura para que puedas entrar a cultivos grandes. Esas si te dejan un trabajo bien hecho. Y pero te digo, los de monitoreo esos si

E: ¿O sea, para monitorear el cultivo si son eficientes?

S: O sea por ejemplo, en cultivos como hortalizas generalmente es de tener dos o tres monitores, personas que están revisando las parcelas. Las están revisando diario pero pues hay que darle la vuleta al rancho porque no lo pueden revisar en un día, entonces con esa tecnología pues sí lo puedes hacer en un día.

E: Y en ese sentido ¿qué riesgos has notado o qué riesgos han aumentado y cuáles disminuido con la aplicación de este tipo de tecnologías para el ser humano?

S: Pues ninguno, sólo que no lo sepas operar y te puedas golpear o algo así

E: ¿Actualmente tú te capacitas para el manejo de estas tecnologías?

S: De esas como tal no tanto, pero si de otro tipo como es hidroponía

E: Ok. Y ¿conoces las empresas o instituciones que les han rentado los drones?

S: Aquí en Hidalgo sólo conozco los drones que compró SEDAGRO, la Secretaría de Agricultura. Y allá en Dolores era una empresa americana, se llama, bueno se abrevia DJ, creo que son chinos pero lo distribuyen unos estadounidenses y ellos te llevan la transferencia de la tecnología se puede decir; no te lo rentan, te capacitan te entrenan y te venden el equipo

E: ¿O sea, ellos no rentan equipo?

S: Te rentan la señal de lo que es el GPS y de su software, eso si te lo rentan. Todo lo demás te lo venden

E: ¿Y la experiencia que tú has tenido con esta tecnología, estos drones han tenido alguna modificación dependiendo el cultivo y contexto donde se está aplicando o los rentan y los venden así o si tienen algunas modificaciones físicas?

S: Pues es para la función, por ejemplo el dron de fumigación, de esos que parecen como arañitas, traen cuatro brazos, ocho motores; y por ejemplo el dron de monitoreo es como un avión de juguete de unicel que trae muchas cámaras, y ese opera, para encenderlo manualmente tú mueves la hélice y lo lanzas y ya lo piloteas, ya es a control remoto o se pilotea ya con el GPS

E: ¿O sea, se programa y ya solito...?

S: Ajá, ya nada más hay que tener cuidado dónde aterrizas, eso es lo que vi hace dos años, ahorita creo que esos ya tienen la función de que ya pueden despegar de otra manera y..., o sea si ya se han modernizado más.

E: En cuanto a la percepción de la mano de obra, ¿tu familia siempre se ha dedicado a la agricultura?

S: Si

E: ¿De quién aprendiste todo esto de la siembra, la agricultura?

S: Lo inicial aquí con mi papá y mi abuelo y tíos. Ya por ejemplo, lo extensivo y todo eso ya en los trabajos que he tenido, en los dos lugares que he estado y ya aprendes otras cosas, otras técnicas y otros cultivos

E: ¿Pertenece a alguna asociación de productores actualmente?

S: No, a ninguna

E: ¿Has migrado a otros sectores productivos a trabajar en otro lado a parte de la agricultura?

S: A parte de producir por mi cuenta si. Yo trabajé en una empresa que exportaba y producía papayas y bananos, mango. Y la otra empresa era el rancho de Dolores que producían hortalizas

E: ¿Tienes familia, conocidos o amigos que hayan trabajado en la agricultura y que hayan migrado a algún lado o que se hayan incorporado a otro sector productivo y que hayan dejado totalmente la agricultura?

S: Pues algunos conocidos que, o sea si están en la producción y se cambian a la venta o comercialización de agroquímicos pero como tal no dejan el campo

E: Sabes que pudo haber motivado a estas personas a migrar, hablemos como de dinero, calidad de vida

S: Pues que si es menos, en algunos sectores te pagan menos en producción, y como dices, hay mejores empleos en otras áreas

E: ¿Y conocidos que tengas que hayan incorporado también el uso de drones a sus cultivos?

S: No, o sea sólo los ranchos allá en Dolores, pero más para monitoreo, para fumigación no.

E: ¿Qué opinión tienes sobre si realmente los drones están desplazando la mano de obra o si realmente se están implementando para cubrir ese rezago que ya hay de mano de obra?

S: Pues en algunos lugares no hay, bueno, hay desplazamiento pero no tanto que sea por la maquinaria sino otras ofertas laborales, o sea la gente se va a trabajar a maquiladoras, a

fábricas, como tal así que drones hayan desplazado empleos no, yo no he visto. Y no creo que vaya a pasar, lo que va a pasar es que van a pedir personas más capacitadas para manejarlos porque vienen a complementar, no vienen a sustituir; bueno el de fumigación si llega a mejorar en un futuro, pero mientras no

E: ¿Tienes trabajadores actualmente?

S: Si

E: ¿Y ellos qué funciones desempeñan?

S: Operar el tractor, labores culturales, del cultivo, fumigación, la cosecha, el empaque, algunas veces que hemos empacado

E: ¿Y cuánto les pagas a ellos?

S: 200 pesos al día más su comida

E: ¿Trabajan bajo contrato explícito o sólo bajo palabra?

S: Bajo palabra, todavía no nos formalizamos

E: ¿Son conocidos o llegas a contratar personas que no conoces?

S: La mayoría son conocidos

E: Bueno, sería todo y agradezco mucho tu tiempo

S: No, de qué

Drones en la agricultura: caso del estado de Hidalgo	Tipo de entrevistado: Operador de dron
Entrevistó: Bernardo Aranda Bastida	Género: masculino
Fecha: 28 de enero de 2020	Duración 25:49
Entrevistado: Edgar Abraham Trejo Reyes	Lugar: La entrevista se realizó en la Secretaría de Agricultura del Estado de Hidalgo

E: ¿Cuál es su nombre?

S: Edgar Abraham Trejo Reyes

E: ¿Su escolaridad?

S: Licenciatura en arquitecto urbanista

E: ¿Su edad?

S: 28 años

E: ¿Cuáles han sido los municipios donde ha ido a implementar los drones?

S: Tesontepec de Aldama y al parecer fue en Tula pero no recuerdo bien como se llama ese municipio y por la zona que abarcamos

E: ¿Usted radica por los alrededores de esos municipios?

S: No, yo radico aquí en Pachuca, en la capital

E: ¿Cuánto tiempo lleva viviendo aquí en este lugar?

S: Toda mi vida aquí en Pachuca

E: ¿Los lugares donde ha ido a implementar los drones son por lo regular rentados, propios de los agricultores...?

S: Se ha atacado al área de las unidades de riego porque sabemos que ahí es donde más producción hay a nivel estado, no nos vamos casi con la de temporal porque ahí es muy poco la producción, entonces lo que se quiere, el objetivo, es llegar a aquellas parcelas que producen más, entonces nos vamos a las unidades de riego que sabemos que tienen tres cosechas al año y entonces se mueven más en cuestión de que ellos si le invierten a una fumigación o ellos si invierten en meterle al campo que uno que lleva por temporal casi no lo hace porque acá es su entrada principal de ingresos.

E: ¿Cuáles son de los agroquímicos que utilizan más en los cultivos por ejemplo?

S: Casi agroquímicos son muy pocos, son insecticidas, y esos se viene casi cuando son las plagas. Como ahorita la que pegó mucho el año pasado fue la llamada plaga del soldado que le pega al maíz; entonces atacamos esas plagas junto con, bueno, ahí igual vamos de la mano con calidad vegetal, ellos son los que llevan. Nosotros llevamos una lista de agroquímicos que nos facilita con las organizaciones que tenemos comunicación que son grupo Bimbo y grupo Modelo, porque obvio va a llegar gente y es lo que quiere ahorita el licenciado Omar, el gobernador, que todo lo que produce Hidalgo pues lo compren esas empresas porque son los que lo van a pagar mejor. Entonces ellos tienen una lista de agroquímicos de los cuales si pasan y cuáles no, o de lo contrario se lo van a echar para atrás. No les van a hacer la compra cuando se investigue, se le hagan las pruebas al maíz o a la cebada.

E: ¿Entonces en ese sentido las empresas son las que están viendo las disposiciones de la calidad de los productos que se utilizan?

S: Exactamente. Cabe mencionar que nosotros nada más hacemos la aplicación, nosotros no llevamos el agroquímico ni nada, la gente de ahí ya tiene. Tienen un técnico especializado

cada unidad de riego y él es el que les dice cuánto aplicar, cómo hacer la mezcla y qué agroquímico aplicar al igual de enraizadores y vitaminas.

E: ¿Cuándo ustedes van a hacer la aplicación tienen un mínimo de terreno dónde aplicar? Es decir ¿Lo miden por hectáreas para la aplicación del terreno?

S: Es correcto, se mide por hectárea y lo que queremos, o bueno, es lo mejor, es que se aplique, si vamos a una, por así decir, sea una manzana completa, pues va a ser como una casa, un fraccionamiento, son diferentes parcelas pero lo que queremos es que abarquemos la manzana, de lo contrario la plaga nos migra; si la matamos hoy aquí donde estamos, y mañana aplicamos en otro lado y después regresamos a la parcela de un lado la plaga se brinca, aunque nosotros ya hayamos aplicado se vuelve a regresar, entonces ahí es donde tratamos de tener una logística para la aplicación y eso lo llevamos, como te digo, con las unidades de riego que son como que los cultivos mejor organizados.

E: ¿En cuanto a los cultivos que es lo que más se produce? O más bien ¿En qué plantas es donde ustedes utilizan más los drones?

S: Pues ahorita es en el maíz porque sabemos, los tractores son los que fumigan pero ya cuando tenemos una planta de metro y medio o dos metros ya al agricultor le es muy difícil entrar y con tractor, y con mano es donde vienen las intoxicaciones porque cuando están bañando tienen que bañar toda la planta y lo principal es la parte de arriba para que cuando empiece a soltar la semilla para las mazorcas ahí la ayuda por la parte de arriba que nada más por abajo, y aparte es eso que ahí es donde se intoxican mucho los agricultores y es lo que estamos nosotros tratando de bajar esos niveles de intoxicación en la gente porque como ya se encapsula todo el líquido abajo y a veces igual es muy difícil ya en campo porque ya caminando a veces te pierdes la noción y a parte el cansancio nos va haciendo que la fumigación manual se vaya en unas partes más fuertes, en otras menos, entonces ahí no se va como que parejo. Y sin embargo con el dron tenemos un sistema de GPS en el cual nos va dando, no dejamos ni un espacio sin fumigar, y si le echamos un litro por hectárea nos lo distribuye perfectamente a la medida, o sea esa es la exactitud de lo que tenemos con estas tecnologías.

E: De aquí surgen tres preguntas, la primera sería ¿El dron cuenta con GPS pero tienen Inteligencia Artificial o todo es programable por el ser humano?

S: Todo es programado, yo programo el polígono. El control funge como RTK, yo antes de entrar a fumigar tengo que pasar a marcar toda el área con el RTK que es el control. Este control debe tener señal sateital, primero nos debe marcar un error de un metro aproximado y entonces ahí nosotros debemos de ir marcando todo el perímetro del cultivo y quitando algún objetivo. Haz de cuenta, si está una parcela y en medio hay un árbol hay que marcarlo para que no choque, aunque tiene eso pero toda la programación la hace el ser humano, tanto desde donde inicia hasta donde termina entonces todo eso se va programando conforme a las baterías, al tamaño de la parcela y a la ubicación porque tanta tecnología no puede ser perfecta. Entonces he tenido falla de comunicación de control con dron y se ha quedado sin señal y ha estado por caerse. Entonces si he evitado eso y conforme a la experiencia he podido ir limando esas actividades, bueno esos errores de fabricación, porque aunque eso ya lo chequé con la empresa fabricante es un error que nos va a dar siempre.

E: ¿La batería de estos drones cuánto dura más o menos?

S: Nos dura aproximadamente unos 25 minutos, que si nosotros ponemos a aspersar nueve litro de lo que es el tanque en una hectárea, se acaba la hectárea con los nueve litros por batería. Entonces podemos decir que una batería te aspersa nueve litros.

E: ¿Y los drones de dónde los están trayendo?

S: Son marca dji que por una parte es una plataforma confiable y al parecer son japoneses.

E: La otra sería ¿Ustedes se rigen bajo alguna norma de aeronáutica o algo así? ¿o eso aún no está regulado?

S: Hasta ahorita solamente ha estado regulado por parte nada más dar de alta el dron con los números de serie ante la secretaría de aviación, de aeronáutica, porque estos drones jamás van a estar en la ciudad, estos drones son agropecuarios y solamente ahí es donde se va a manejar. Entonces ahí no tenemos un factor de riesgo de que se le vaya a caer a una persona y a parte de que estos vuelan nada más a un metro, máximo treinta metros a nivel de la tierra, del piso y entonces no hay ahí peligro alguno para la gente. Nosotros si tenemos un protocolo de seguridad de acuerdo a la aplicación pero si quieres ahorita te lo platico.

E: ¿Los drones que están utlizado son sólo de con hélices o también de los que monitorean que son como tipo aviones o de cuáles otros?

S: los drones sabemos que existen de rotor y de ala fija. Ahorita los que nosotros estamos utilizando son de rotor para aplicación, es el agras DJI. Y para el monitoreo de cultivos es el

Dron parrot sense light (al parecer es lo que menciona). Ese dron Parrot lo que nos da son los niveles de estrés hídrico, o sea todo lo que nos da una cámara espectral de cuatro bandas.

E: ¿Sabe usted más o menos cuánto produce un agricultor, más bien cuáles son los beneficios antes y después de usar el dron?

S: Si, incrementa la productividad de un agricultor en un 30 por ciento aproximadamente, siempre y cuando se lleven las medidas correctas de lo que es un cultivo con sus tiempos, o sea cada uno de sus tiempos que le toque es cuando debe ser aplicado el agroquímico en el cultivo, hay que estarlo monitoreando

E: ¿Con la implementación de los drones conoce más o menos cuánto es la producción de tonelada por hectárea?

S: Es que hablamos, o sea, aumenta un treinta por ciento del estándar. Haz de cuenta, maíz, la tonelada de maíz por hectárea te anda dando de diez, entonces con la aplicación de estas tecnologías pues incrementa a quince, catorce y hablamos de cebada ese es otro tonelaje

E: ¿Ha tenido usted otras tecnologías a parte de los drones con los cuáles haya trabajado en la agricultura?

S: En la agricultura es mi primera vez. Yo he estado trabajado en lo que es urbanización con drones para lo que es fotogrametría, pero para la agricultura es la primera tecnología, bueno que he utilizado.

E: ¿En qué otro sector ha trabajado utilizando los drones?

S: En el sector privado para actualización catastral y para lo que son manifestaciones del impacto ambiental y lo que son los proyectos viables y de urbanización.

E: ¿Y cuántos años ya lleva de experiencia entonces manejando estas tecnologías?

S: Con estas tecnologías llevo seis años al igual que con las plataformas que son los sistemas geográficos.

E: En su experiencia con los años que lleva trabajando con esto ¿Cuál es su perspectiva del desplazamiento de la mano de obra? Es decir ¿Si hay un desplazamiento por la tecnología o la tecnología viene a incorporarse de una manera en que está sustituyendo esa falta de mano de obra?

S: Pues es que en primer punto es de que estamos haciendo ya que la mano de obra no es que la desplazamos sino al contrario, ayudamos porque ahorita ya casi la gente, los agricultores que saben lo que significa la responsabilidad de aplicar agroquímicos saben que es un riesgo

para su salud, entonces ya nadie quiere ingresar a los cultivos a fumigar. Entonces por medio de estas tecnologías ya no ingresamos, ya nada más por fuera y el dron hace todo por vía aérea y la gente lo está tomando muy bien, el problema es que ahorita lo que tenemos es que no son tecnologías baratas, estamos hablando de un dron que cuesta aproximadamente trescientos noventa mil pesos, o sea no es algo como que digan *ah pues sí lo puedo comprar* a comparación de una mochila aspersora, una mochila aspersora que cuesta unos diez mil pesos a unos trescientos noventa mil pues si es un margen muy grande. La otra cuestión es que nos está haciendo concientizar a los agricultores a utilizar este tipo de tecnologías como realmente debe de ser porque me he topado que mucha gente pues no está capacitada para hacer las mezclas, no está capacitada para aplicar y ellos van a la tienda y es como decir o va a la farmacia y le pide, sabes qué, necesito algo para este remedio es como una automedicación, sin en cambio no, debe estar supervisada por un técnico especializado que es lo que ahorita estamos llegando a hacer, saber qué agroquímico aplicar.

Hoy actualmente en México no hay como que tantos filtros de seguridad en esa cuestión. Nos están entregando, llegando agroquímicos que en otros países no los quieren. Entonces la aduana los deja pasar y son los que están vendiendo. Y vemos así en las comunidades donde más agricultura hay, casas de agroquímicos que abren un ratito en lo que están sembrando y ya cuando están cosechando ya vemos ya cerraron, y se fueron, y si dejó algo mal o así ya se deslinda porque ellos ya no saben. Entonces estamos tratando de concientizar a los agricultores a que lleven un buen manejo de esos tipos de agroquímico.

E: Y en ese sentido entonces ¿Cómo se podría incorporar? Bueno, en primera usted ve que la tecnología se vaya a incorporar con mayor fuerza a la agricultura?

S: Yo siento que si, siempre y cuando lo siga impulsando gobierno. Por parte del sector privado pues sabemos, ahorita pues que los agricultores son ahorita gente que no tienen los recursos necesarios para poder llevar y mucho menos, aunque digamos, ellos si saben mucho y eso pero al saber manejar este tipo de tecnologías pues sí se les complica bastante.

E: En ese sentido para que esos drones lleguen con fuerza ¿también necesitamos una convergencia de diferentes conocimientos que en este caso serían los técnicos, agricultores, agrónomos. Pero por ejemplo, usted maneja el dron, usted tiene conocimiento de cómo mezclar los agroquímicos y todo eso?

S: Si mira, fíjate que ahorita al empezar he estado en diferentes cursos que nos da el CESAVER (Comité Estatal de Sanidad Vegetal), Cofepris o las empresas de agroquímicos las cuales ya te orientan cómo saber aplicar esos agroquímicos; y mucho igual lo que nos ayuda es la lista que nos dan las empresas como grupo Bimbo y grupo Modelo que nos dicen qué agroquímicos si aplicar y qué agroquímicos no aplicar.

E: ¿Este conocimiento usted lo adquirió de su carrera o lo aprendió ya en el trabajo?

S: Pues fíjate como soy arquitecto urbanista empecé con lo de los drones en el sector urbano en cuestiones de impacto ambiental, manifestaciones y demás, (inaudible) que es algo que me compete como arquitecto pero ya saber estas tecnologías fui invitado aquí a trabajar y ya fue algo que con respecto a lo que es manejar dron pues sí ya lo sabía. Respecto a lo que es ya especializarse en cuestiones de aplicación de agroquímicos pues lo he estado llevando ya aquí en la Secretaría de Agricultura del estado de Hidalgo.

E: En esta experiencia que tiene con los drones ¿siempre ha cubierto las expectativas y las metas que han fijado?

S: Si, las metas si las alcanzamos porque a comparación de un sistema tradicional nosotros estamos abarcando mucho más y los impactos a la naturaleza son mucho menos porque antes, la bondad de estas tecnologías es de que la contaminación reduce como tal la aspersion, lo que antes un tractor tiraba de doscientos litros con agroquímico y pues tú sabes que doscientos litros en una hectárea vas a bañar la planta como la tierra. Entonces ahí, nosotros un litro lo concentramos en nueve litros de líquido, entonces toda la aspersion es muy fina son tantos impactos por centímetro cúbico. Tenemos alrededor de treintaicinco a cuarentaicinco impactos por centímetro cúbico. ¿A qué me refiero con impactos? Gotas de la espersion que son muy minúsculas, estas nos ayudan a que nada más quede en la planta. Entonces ya no afectamos nosotros el suelo ni mucho menos el subsuelo ni los mantos acuíferos, entonces igual nosotros por esa parte estamos cumpliendo metas en reducir tanto el impacto ambiental como ayudar al medio ambiente.

E: En su experiencia ¿para que los agricultores tengan acceso a esta tecnología ellos deben estar en algún programa, les rentan los drones o cómo es que ellos adquieren esta ayuda?

S: Ahorita si es como todo, como cualquier programa, ahorita es la unidad piloto y nosotros lo que hacemos es, se abre la convocatoria y los que ya ingresen y ya tengan sus papeles para comprobar igual nosotros en dónde se está aplicando toda esta tecnología y también algo

muy importante es la organización, como te decía, hay que tener una organización por sector para que si se va a aplicar en esta manzana todos apliquen de lo contrario no es viable, entonces los que cumplan con todos los requisitos es con los que empezaremos y ahorita como te comento estamos en unidades de riego.

E: ¿Conoce usted cómo le dan difusión a esas convocatorias?

S: Por medio de la página de redes sociales y la de internet igual aquí en la Secretaría de Agricultura con el licenciado Alejandro López Sierra.

E: Bueno, finalmente me iba a comentar del uso cuando programa el dron

S: Si bueno, lo que primero se hace es monitorear la unidad de riego que son aproximadamente unas trescientas, doscientas hectáreas, se monitorea se acaba el proceso y sabemos ya con gente especializada qué es lo que necesita el cultivo, ya después de eso entonces hacemos el contacto con alguien de la unidad de riego y le decimos sabes qué, vamos a empezar con tal persona y su agroquímico que necesita es este, este y este y ya nosotros llegamos a las parcelas a marcar, como te decía, se marca la parcela y ya después se manda el dron a asperjar. Ah si lo que te comentaba era lo de las medidas de seguridad. Cuando nosotros llegamos no tenemos que estar cerca de escuelas mínimo unos cinco kilómetros más o menos, que no haya gente, o sea, si se ve muy bonito el dron y todo eso pero eso de estar sacando foto y acercándose pues eso no porque la acción es muy minúscula que tanto yo llevo un equipo necesario de seguridad como para dejar que la gente se acerque. Entonces esas son las medidas de seguridad, hay que checar que no haya viento, tenemos un horario de aplicación que es de seis de la mañana a once de la mañana y si se viene el viento antes se cancela la aplicación, que no haya niños mucho menos mujeres embarazadas y que los agroquímicos sean los que son, que no estén en la lista negra que tienen las empresas que te había comentado anteriormente.

E: ¿Una vez que ustedes recaban los datos del territorio, estos datos me dijiste que los ve un especialista. Estos especialistas ¿son de algunas universidades, los contratan los agricultores o van de parte de ustedes?

S: Son técnicos especializados de cada unidad de riego. Se supone que cada unidad de riego es un comité de campesinos que tienen una línea de riego para todos ellos. Estas unidades como tal están organizadas por un presidente, un secretario, un contador, y su especialista,

que él es el que les va a decir, sabes qué, tu cultivo tiene esto o es el que lleva las medidas para las plagas que llegan a pegar en la zona.

E: Pues sería todo y le agradezco mucho su tiempo, y aquí llegó la entrevista.

S: Ok, perfecto.

Drones en la agricultura: caso del estado de Hidalgo	Tipo de entrevistado: Agricultor del estado de Hidalgo y Presidente del módulo 5 de usuarios del agua.
Entrevistó: Bernardo Aranda Bastida	Género: masculino
Fecha: 25 de enero de 2020	Duración 22:19
Entrevistado: Gumaro Sánchez Cuella	Lugar: En su parcela

E: ¿Cuál es su nombre?

S: Gumaro Sánchez Cuella

E: ¿Cuál es su escolaridad?

S: Tengo maestría en administración

E: ¿Y de pregrado o de alguna carrera técnica?

S: De licenciatura soy arquitecto. Y tuve una carrera técnica en acuacultura

E: ¿Cuál es su edad?

S: 52 años

E: ¿Cuál es el municipio donde usted radica actualmente?

S: Es el municipio de Tesontepec de Aldama, estado de Hidalgo

E: ¿Cuál es el tiempo que tiene viviendo en este lugar?

S: Toda la vida, los 52 años, soy originario

E: Actualmente ¿cuántos integrantes son en su familia que vivan con usted?

S: Cinco, mi esposa y mis tres hijos

E: De sus hijos ¿ya todos son mayores de edad?

S: Si, todos son mayores de edad, ya todos estudiados

E: ¿Con licenciaturas?

S: Si, todos con licenciaturas.

E: ¿Qué tipo de predio tiene usted? ¿Es propio, rentado, prestado?

S: Son propios y en su mayoría rentados.

E: Estoy viendo que ahorita tiene unos tractores trabajando pero ¿Qué tipo de tecnologías por general utiliza aquí en sus cultivos?

S: Bueno, ahorita en este caso estamos haciendo una nivelación y esta es por vía láser, y hemos utilizado drones para cultivos de maíz dada la situación que no podemos meternos cuando el maíz ya está grande utilizamos el año pasado drones y si nos dio buen resultado. Y también utilizamos drones en cultivos de brócoli, y ahí fue muy aprovechado por la **rapidez y eficiencia** que maneja el dron. Lo único que encontramos es que rociaba poca agua. Lo pudimos programar a que rociara un poquito más. La otra tecnología que estamos aplicando es el sistema por goteo en cultivo de ajo, ahí estamos metiendo sistema por goteo, es el sistema que a penas estamos conociendo.

E: Actualmente ¿de cuánta superficie dispone para la producción, hablando en hectáreas?

S: En total tengo 28 ha, distribuidas en alfalfa, maíz, legumbre y ajo

E: ¿Todas son de riego, verdad?

S: Si, todas son de riego

E: ¿Dentro de estas hectáreas qué es lo que más produce?

S: En la mayoría estoy teniendo maíz y alfalfa, de legumbres son sólo 8 ha y de ajo 4 ha

E: ¿Cuántos años lleva cultivando?

S: Aproximadamente unos treinta o treinta y dos años

E: ¿Y qué es lo que ha sembrado a lo largo de su vida a parte de lo que ya nos mencionó?

S: Sembramos legumbres como es frijol ejotero, lechugas, cilantro, coliflor, brócoli, nabos para la vaina y col de brucas y ajo.

E: ¿Cómo financia su producción?

S: Es personal, con mis propios recursos. No utilizo créditos ni nada de eso.

E: ¿Cuál es su rendimiento de producción hablando en tonelada por hectárea?

S: En el maíz este año tuvimos un promedio de entre trece y catorce toneladas por hectárea.

E: ¿Conoce su producción total anual de su último ciclo?

S: En maíz, tuve en siete hectáreas setenta y siete toneladas

E: ¿La mayoría de sus ingresos de dónde provienen actualmente?

S: De la agricultura

E: ¿El precio de su producción de qué depende? Por ejemplo si es mercado local, nacional, intermediario, mayorista...?

S: Es local y a través de intermediario

E: ¿Cuál es el destino de su producción? ¿Sólo es a nivel local o también nacional o internacional?

S: Es mercado local pero se distribuye a la central de abastos de la Ciudad de México y de ahí pues se va a toda la república

E: ¿Quién es su principal cliente?

S: Es aquí localmente, son intermediarios que distribuyen aquí localmente y todo el año.

E: ¿Cómo contactó a estos clientes?

S: Aquí por conocidos, como vecinos, son amigos.

E: ¿Es usted independiente o también trabaja para alguna empresa o corporativo?

S: Soy independiente.

E: ¿Qué opina del valor de sus productos? ¿Está bien pagado en comparación de lo que invierte con su fuerza de trabajo?

S: Está mal pagado porque no hay un mercado directo. Por eso es que le vendemos al intermediario porque como él tiene el control del mercado todo el año, y nosotros nomás por temporadas, eso es lo que nos llevamos en desventaja, y pues sí sería bueno tener un mercado directo y tener más rentabilidad.

E: ¿Usted sabe a quiénes les venden estos intermediarios, es decir quiénes son sus clientes de ellos?

S: Si, lo sabemos pero como le vuelvo a repetir, ellos tienen el control todo el año. A nosotros nos compran una temporada, a otros, otra temporada, y si no hay hasta salen fuera del estado a conseguir el producto, cosa que nosotros no tenemos ese control.

E: ¿Su familia se alimenta también de lo que usted produce o es toda para venta?

S: Si, un porcentaje muy bajo, un tres o cuatro por ciento lo que tenemos para consumo tanto de forraje, granos y legumbres para el consumo de la familia, o del ganadito, borreguitos, animalitos domésticos que tenemos, el noventa y cinco o noventa y siete por ciento de va a venta.

E: ¿Qué insumos utiliza para sus cultivos? Hablando como de plaguicidas, herbicidas, fertilizantes, etc?

S: Si, manejamos herbicidas, lo que es el wester fol, el desecante, el paraquat (controla malezas) y en ocasiones algunos tordones que son más fuertes, más agresivos, esos los

manejamos en maíces que son de ciclo más prolongado. Y ya en otros cultivos pues manejamos insecticidas, fungicidas para los diferentes cultivos como es en el caso de la lechuga, de las legumbres, el brócoli, la col de Bruselas, pues manejamos mucho lo que es el cupravit, el cele y abonos como el triple 19, el growing y algunos otros abonos que están en el mercado y que son económicos.

E: ¿Cuánto gasta más o menos en sus insumos anualmente?

S: Yo creo que andamos gastando arriba de los doscientos veinte mil pesos anuales

E: ¿Qué tipo de semilla es la que siembra regularmente, híbrida, criolla?

S: Híbridas y mejoradas

E: El tipo de maquinaria que han introducido me comentaba que eran tractores?

S: Si, tractores para nivelar, para barbechar, escarbar, cultivar, es maquinaria agrícola, tractores agrícolas.

E: Y los drones también, pero ¿algunos de sus tractores tienen tecnología GPS o de láser?

S: Únicamente láser, como ese que manejamos ahorita.

E: Conforme a esta tecnología que está implementando usted ¿si ve mejoras en sus cultivos, en su producción?

S: Si, desde luego. Mejorar los terrenos en cuestiones de nivelación, de subsuelo, de aflojar la tierra pues nos da mayores ventajas. Lo que se busca mucho es el aprovechamiento del agua. Que el agua de riego se optimice y se aproveche más y que el jugo, o sea la humedad, permanezca más tiempo en el terreno para que el cultivo desarrolle más, es lo que se busca.

E: ¿Y desde hace cuánto tiempo comenzó usted a implementar maquinaria en sus cultivos?

S: En el caso de maquinaria agrícola, lo que son tractores pues ya tenemos arriba de treinta años.

E: ¿En dónde o con quién consigue esta maquinaria? Es decir ¿la compra o la renta?

S: Es maquinaria propia, salvo ahorita que esta niveladora pues ahí si se renta y se le renta a un módulo, a una asociación de ejidatarios.

E: ¿Cuál es el nombre de la asociación?

S: Asociación de Campesinos sección 45, el Solis.

E: ¿Y cómo funciona esta maquinaria (la niveladora) es mecánica, a control remoto, es programable?

S: Es programable, a través de láser.

E: ¿Usted sabe manejar este tractor de láser?

S: No

E: ¿Cuáles son los que si maneja por ejemplo?

S: Los comerciales, los mecánicos.

E: En el caso del dron ¿ese tampoco lo sabe manejar?

S: No tampoco

E: ¿Contratan a alguien?

S: Cuando vinieron aquí a implementar el dron fue por parte de la Secretaría de Agricultura del gobierno del estado quien nos mandó un ingeniero especialista en manejo de drones y fue como pudimos trabajar.

E: Y en ese sentido ¿usted cuenta con algún apoyo o subsidio de algún programa del gobierno actualmente?

S: Para aplicación del dron esta vez no, nos lo prestaron y únicamente pagábamos los gastos del ingeniero. Entonces fue prestado, realmente sin costo. Hicimos un balance en que salía como doscientos pesos la aplicación por hectárea.

E: ¿Cómo se mantiene al tanto de todas las tecnologías nuevas que se pueden implementar en los cultivos?

S: Esto es a través del mismo conocimiento y espacio uno haciendo y también enterándose por los medios de comunicación.

E: En ese sentido ¿dónde podría consultar? ¿redes sociales?

S: Redes sociales y luego hay la ventaja de que en la familia hay hijos, sobrinos que ya están estudiados y pues ya tienen otros tipos de conocimientos, y adaptados a un poco de conocimiento que ya tenemos se hace una conjugación para optimizar más el recurso.

E: ¿Piensa usted que este tipo de tecnologías entre más sofisticadas se pueden ir introduciendo con más fuerza en el sector agrícola?

S: Si, siempre y cuando se obtenga mayores cosechas, mayor aprovechamiento de la tierra. La tecnología va a ser una prosperidad o un mejoramiento siempre.

E: En el caso de los drones, por ejemplo, ¿Cubrió sus expectativas cuando usted lo utilizó?

S: No todo al cien por ciento porque es depende el cultivo. Hay cultivos y aplicaciones de insecticidas o abonos que requieren mayor cantidad de agua y el dron únicamente lo más que pudimos aprovechar fue que aspersara veinte litros por hectárea. Y hay aplicaciones que los

cultivos demandan quinientos, cuatrocientos litros por hectárea. Entonces es ahí donde el dron no nos es útil. O sea, si es útil pero depende el cultivo y lo que vaya uno a aplicar o la plaga o enfermedad que se encuentre en el momento.

E: ¿Usted vio riesgos o mejoras cuando utilizó el dron?

S: Hay mucha mejora en el aspecto de que lo aplica un aparato y entonces no hay inhalación o no hay absorción directa de los trabajadores. Lo que nosotros aplicamos si debe haber un contacto y a la larga si hay afectaciones porque es un contaminante. Entonces si hay mucho beneficio en cuestión de lo del medio ambiente y sobre todo la protección del ser humano al manejar drones.

E: ¿Algunos beneficios económicos que haya notado con la implementación del dron?

S: Es optimizar. Es más rápido, sale más barata la aplicación y en algunos cultivos es súper eficiente.

E: Y en ese sentido de optimizar los recursos ¿usted lo implementó por falta de mano de obra?

S: No, fue porque el tipo de cultivo lo ameritaba. Como ya está grande el cultivo ya no puede uno meter a la gente a hacer ese tipo de trabajo.

E: ¿El tiempo que el dron lo estuvo usando notó alguna modificación en su estructura para ciertos tipos de cultivos o desde que lo trajeron siempre fue igual?

S: Logramos hacer que rociara más agua, y lo demás no pudimos meternos tanto de lleno porque el que venía solamente sabía manejar los drones, no es ingeniero agrónomo para ver los insumos.

E: Este dron que utilizó era de hélices o tipo avión?

S: Era de hélices

E: ¿Su familia se ha dedicado a la agricultura?

S: Si, toda la vida.

E: ¿De su familia es de quien adquirió sus conocimientos de la siembra?

S: Así es

E: ¿Pertenece a alguna asociación?

S: Si representamos la Asociación de campesinos sección 45, el Solis. En este momento me toca presidirla. Me nombraron ahí y estamos organizando a los agricultores a que aprovechen. Esta organización está encausada a utilizar el agua de riego. No tiene otro objetivo sino

organizarnos para ello y mejorar la infraestructura de canales, zanjas, regadoras y todo va encausado al aprovechamiento del agua.

E: Entonces los beneficios de esta asociación qué podrían ser ¿insumos baratos, mayor financiamiento?

S: No, en esa parte no hemos entrado todavía, estamos nada más en la cuestión de mejoramiento de los terrenos, para nivelación, para subsuelo, para cultivo.

E: ¿Usted ha laborado en otros sectores productivos aparte de la agricultura?

S: Si, en el sector pesquero y en la educación, en la SEP.

E: ¿Cuáles fueron los motivos por los cuales usted buscó otros sectores para trabajar?

S: Por el trabajo, la necesidad de ganar dinero. Obtener ingresos más que dinero.

E: ¿Tiene familia, amigos o conocidos que hayan trabajado en la agricultura y ahora hayan migrado a trabajar en otro sector productivo, a otra región? O sea ¿Qué ya no se dediquen a la agricultura?

S: Si

E: ¿Conoce algunos motivos por los cuales migraron?

S: Por los bajos ingresos que se obtienen en la agricultura que en ocasiones no nos va del todo bien y hay quienes no tienen el sustento para aguantar una crisis y pues tienen que migrar porque las pérdidas son cuantiosas. Entonces se ven en la necesidad de migrar, de buscar otro tipo de alternativas.

E: ¿Tiene más amigos, familiares, conocidos que hayan implementado más drones en la agricultura?

S: Si, pero a muy baja escala. Han sido muy ocasionales.

E: ¿Cuál es su opinión en cuanto a si la tecnología desplaza o reemplaza la mano de obra en la agricultura?

S: La tecnología si tiene que ir reemplazando porque en el manejo de insumos hay muchos que son tóxicos en su mayoría si no es que casi el cien por ciento. Entonces el contacto directo con ese tipo de tecnologías de plaguicidas provocan enfermedades, entonces estas tecnologías no tanto que tengan que reemplazar si no que están siendo manipuladas para no contaminar al ser humano.

E: Y finalmente ¿Usted tiene trabajadores actualmente?

S: Si

E: ¿Cómo ve los costos de pagarle a un trabajador y contratar al dron que puede sustituir esa tarea? ¿Cuánto gasta en un jornalero y en la renta de un dron?

S: Si es un poco más económico el dron, pero reitero, hay cultivos donde si se puede aplicar el dron y hay cultivos donde no.

E: ¿Cuánto les paga en promedio a sus trabajadores?

S: 240 pesos diarios.

E: ¿Trabajan bajo un contrato explícito o bajo palabra?

S: Es bajo palabra.

E: Pues le agradezco mucho la entrevista y sería todo

S: Estamos para servirle y éxito en tu trabajo y tu estudio.

E: Muchas gracias.

Recolección de Información con la coordinadora de la UNTA Y funcionarios de la Secretaría de Agricultura

Conversación con Martha López Ríos

La profesora Martha López Ríos es la coordinadora de la UNTA en el estado de Hidalgo. Esta conversación se llevó a cabo en las oficinas de la UNTA de dicho estado. Este día tuvieron asamblea con algunos productores que participan en esta organización.

El objetivo de ir a hablar con ella fue para que me contactara con agricultores que estuvieran implementando drones en sus cultivos. Sin embargo no hay productores dentro de la organización que estén implementando estas tecnologías. No obstante me contactó con el subsecretario de agricultura del estado de Hidalgo ya que por parte de esta secretaría tienen un programa en el que prestan drones a algunos agricultores.

Al comentarle mi tema de investigación, en síntesis ella me comentó que va a contra corriente con lo que está pasando en Hidalgo porque después de que se estaban introduciendo tractores y maquinaria de vanguardia, el gobierno actual está quitando esos apoyos y en su caso está dando “bestias” para trabajar la tierra. Dice la profesora Martha que están en retroceso en cuanto a la tecnología agrícola. En la Unta del estado de Hidalgo, ningún agricultor utiliza drones en sus cultivos porque no tienen los recursos, no hay apoyos para ellos y la mayoría de los agricultores son minifundistas por lo que no es rentable el uso de estas tecnologías en sus cultivos.

Posteriormente la señora Cheva Pérez (ayudante de la profesora Martha) me hizo el favor de llevarme con el subsecretario de agricultura quien estaba muy ocupado y por tanto nos canalizaron con otro funcionario.

Cuando hablamos con este funcionario, ingeniero de profesión, nos comentó que el programa de uso de drones lo implementaron en el municipio de Tesontepec. El problema que se presentó ahí es que al ser un programa piloto no hay ninguna regulación en cuanto a estas tecnologías por lo que se presentan varios riesgos. Me comentó que debe haber un mejor estudio sobre los riesgos de volar drones agrícolas por los químicos que se asperjan y que tiene que ver con el viento y la toxicidad al llegar a las comunidades aledañas, la contaminación del agua, problemas de salud en animales y personas, entre otros (recomendó buscar las normas de aplicaciones aéreas).

Finalmente logré conocer al funcionario que llevó a cabo este proyecto y quien me contactó con el operador de los drones que estuvo directamente en contacto con los agricultores.

Lo que podemos destacar de estos efímeros encuentros es que en realidad los drones en este estado no se están utilizando porque los agricultores no tienen los medios económicos para comprar o rentar este tipo de tecnologías. El programa piloto que se impulsó por parte de la secretaría sólo atendió a pocos agricultores y sin las regulaciones necesarias para evitar riesgos en las comunidades aledañas.

Reporte de informe de actividades de la asociación de usuarios y productores unidad Tepatepec, módulo de riego 05. Llevada a cabo el 3 de febrero de 2020.

Este informe se llevó a cabo en el municipio de Tepatepec en un predio que se localiza a un lado del palacio municipal y que utilizan para hacer sus asambleas. En este informe se reunieron los productores de este municipio y tuvieron como invitados al secretario de desarrollo agropecuario (como invitado principal) y diversos funcionarios de la secretaría de desarrollo agropecuario. En este reporte se recogen puntos que, desde mi perspectiva, creo importantes. Se sintetizan los discursos del presidente del módulo de riego 05 Tepatepec, Rubén Ángeles Santiago; y del secretario de desarrollo agropecuario Carlos Muñiz Rodríguez.

Discurso de Rubén Ángeles Santiago (presidente)

Para la gente sencilla de campo le es motivo de satisfacción las obras de infraestructura hidroagrícola y en tecnología agropecuaria. Se busca uso racional y eficiente en el uso de agua de riego dando como resultado la mejora de cosechas. En el caso del maíz, que la productividad alcanzó promedios de hasta 12, 14, 16 y hasta 20 toneladas por hectárea.

Se cosecha también alfalfa, frijol ejotero, avena, cebada y coliflor. Se ha logrado producir bajo los requerimientos de riego gracias al avance del uso eficiente y racional del uso del agua de riego. En el presente ciclo 2019/ 2020, se hizo el revestimiento de canaletas en 1800 metros lineales en la primera etapa. Después se logró una ampliación de 300 metros más y se logró un total de 2400 metros lineales. En fechas actuales se puede sumar un total de 15,260 metros lineales y la entrega y colocación de 1080 compuertas.

Se tuvo recursos económicos muy limitados, sin embargo gracias a la participación de algunos usuarios del módulo de riego se logró un carro de volteo y una restauradora, ambos nuevos. En el año 2019 se adquirió un tractor de 230 caballos de fuerza con sistema de geolocalización satelital GPS. La escarpa se descompuso y los usuarios exigieron la reposición. La maquinaria de volteo también ha tenido daños y se le han dado las reparaciones y mantenimiento correspondientes.

El presidente del módulo 05 comentó que es importante mencionar el apoyo al estado en la adquisición de semilla de maíz de alto potencial genético. Gracias al apoyo también se ampliaron a 200 ha con el 50% de subsidio así como dos kilogramos de biofertilizante por hectárea y se beneficiaron 90 hectáreas en total.

Es fundamental el pago por hectárea de riego. Se deben hacer análisis realistas de costos de operación para tener capacidad de maniobra en los tiempos difíciles, actuales y por venir. Es indispensable atender el cambio climático. Se busca el acopio de las voluntades políticas de los gobiernos federal, estatal, municipal y de los usuarios para que existan los presupuestos de inversión necesarios.

Pide a los gobiernos, instituciones y productores aprovechen las experiencias y resultados de la tecnología agropecuaria y de la infraestructura hidroagrícola hasta ahora existentes. También es necesario actualizarse en cuanto al plan hídrico, incorporación al suelo de abonos y zacates, aplicación de bacterias, un rastreo de barbecho antes del riego de remoje y camas de siembra. El uso de drones es indispensable para realizar las aplicaciones foliares. Desazolver canales y drenes, revestir los mismos canales, drenes o canaletas, colocar

compuertas. Con esto se rescata un 40% de agua que corre por los canales en el sistema de riego.

Se despide enviando saludos y reconocimiento al gobernador constitucional del estado, al licenciado Omar Fayat Meneses, amigo incondicional de los productores del campo.

Carlos Muñiz Rodríguez (secretario)

Comenzó su discurso agradeciendo a la mesa directiva y a su comité que han llevado bien la administración y sugiere que la mesa directiva se quede más tiempo ya que Tepatepec, a diferencia de años anteriores, no se ha quedado atrás en comparación con otras regiones. El secretario lleva 2 años al frente y este es su tercer año que se presenta el el informe del módulo 05.

El secretario comentó que a pesar de la reducción del presupuesto de más de veinticuatro mil millones de pesos que se le quitaron a todo el campo en el país se ha podido salir adelante en el estado de Hidalgo. El estado ha tenido una reducción en apoyos de casi cuatrocientos millones de pesos en el sector agropecuario. Habló de su administración destacando que con la Conagua, por ejemplo, no les ha ido mal ya que sólo les han quitado 22 millones, y aún así los campesinos y productores siguen trabajando. También a los productores de Hidalgo se les prometió que habría precios de garantía en maíz, frijol y trigo, sin embargo no se dio. Ha habido programas federales que no les han llegado, pero en el caso del estado de Hidalgo, este les ha otorgado más dinero. Por ejemplo, llegó el programa kilo por kilo desde el primer día de gobierno y se busca beneficiar a más productores. Se ha usado para la compra de semilla de maíz, semilla de cebada, de avena, de alfalfa. En el caso de los ganaderos se les ha otorgado semilla mejorada de pasto para sus terrenos. Para este año se piensa aumentar de 5 millones a 9 millones de pesos para la semilla de maíz en el valle del mezquital porque son los que más utilizan la semilla de maíz, Dice el secretario que todo esto es un regalo del gobernador del estado para ellos.

Asimismo el gobernador del estado Omar Fayad Meneses, comenta el secretario, les otorga material (cemento, arena entre otros) para hacer canaletas, más o menos 50 km en línea de canaleta. Este apoyo del gobernador lo otorga en virtud por el recorte presupuestal que ha sufrido el país y en particular el estado.

También se brinda apoyo para comprar un tractor con láser y rastreo para los productores del valle del mezquital. Se seguirá apoyando con fertilizantes. Se utilizará el apoyo aprobado

por el congreso local en el que el secretario ya ha autorizado que se les otorguen dos drones que tiene la secretaría actualmente.

Finalmente se despide el secretario haciendo énfasis en que se ha seguido adelante a pesar de la reducción del presupuesto federal. Pero en el presupuesto local se seguirá brindando apoyo lo más posible.

Reporte práctica de campo. Visita con un productor que ha implementado drones en sus cultivos. Municipio de Tlaxcoapan, Hidalgo.

En cuanto a la empresa Agrodron México.

En esta visita con el agricultor Ángel se pudo observar la aplicación de un dron en sus cultivos de maíz. Para este proceso contactan a una empresa mexicana de nombre *Agrodron México*. La persona que controlaba el dron, de nombre Armando, nos dio varios datos interesantes. La empresa es de Puebla. Hasta la fecha han trabajado en los estados de Puebla, Hidalgo, Guerrero, Oaxaca, y en las cercanías de Michoacán. El promedio de renta del dron es de 600 pesos por hectárea. Sin embargo los precios varían dependiendo el tipo de cultivo y la cercanía. El precio del dron se estima en unos 400 mil pesos. Esta tecnología la están importando de China puesto que en ese país se está desarrollando actualmente la mejor tecnología del planeta en cuanto a los drones.

Regularmente se necesitan dos personas de la empresa para ir a las parcelas a manejar los drones. Una persona programa y maneja el dron, la otra está abajo asistiendo a cualquier necesidad que se presente, como el cambio de pila, suministro de líquidos, o asistencia técnica. La empresa no maneja ningún producto químico o algún líquido, ellos sólo se encargan de rentar los drones, lo demás lo pone el productor. Esta empresa tiene en el mercado 6 años.

En cuanto al dron

Este dron tiene tres posicionadores que funcionan con GPS. Esto lo hace un dron de mucha precisión. Es un dron de tercera generación que se programa con vuelo automático. Hay una eointensificación con el uso del dron, es decir, si se vuela 38 km/hr se ocupan 8 litros del líquido (ya sea insecticida, fertilizante, herbicida, etc.). Sin embargo esto no se hace porque lo que se busca es que haya una buena uniformidad del producto que se asperja sobre la

planta. El dron tiene una capacidad máxima de diez litros. La velocidad más alta que puede alcanzar este artefacto es de 10.8 m/s.

Este dron, en total, está cargando unos 20 kg contando el peso de todo lo que lo compone e integrando ya los diez litros de líquido que se le suministra para asperjar. La marca de este tipo de dron es DJI.

El mismo aire que generan las aspas del dron, hace que penetre más el líquido en las plantas. Siempre es velocidad y altura constante. Tiene tres sensores de altura. Lo más importante del dron es hacer el levantamiento del terreno, una vez que se tiene esto el operador lo único que hace es el ascenso y el descenso del dron. Con esto no se tiene ningún problema de que falte alguna parte por asperjar.

Aplicado al cultivo de maíz

El dron que vimos en el municipio de Tlaxcoapan rinde más o menos poniendo un litro de producto por cada cien metros. En un vuelo normal, el dron trabaja una hectárea por hora. En este caso se estaba aplicando biofungicida e insecticida para prevención de hongo y control de plaga. La pila del dron se tiene que estar cargando, en promedio, cada 15 o 20 minutos. Cuando el dron se llega a quedar sin líquido marca un “check point” donde dejó de asperjar. Una vez que se le vuelven a poner los líquidos regresa a asperjar desde el último punto donde se quedó (check point). El dron siempre va a una velocidad constante y a una altura constante, en este caso se puso a una altura de 2.3 metros. Sus motorrotores hacen que las hojas de las plantas se abran mientras el dron asperja. Esto hace que haya un mejor recubrimiento de los líquidos sobre toda la planta lo cual genera mayor eficiencia en cuanto a la dispersión de los líquidos.

Este dron se maneja en modo automático por medio de un control remoto. En la pantalla se programa el tamaño del terreno por donde se va a mover el dron. En caso de que haya un obstáculo en la parcela, el dron lo reconoce de tal modo que cada que se tope con ese obstáculo lo puede rodear para seguir teniendo la misma aspersión sobre todo el terreno. El control remoto tiene en la pantalla el mapa del terreno y es por medio de este control que se dirige y se programa al dron. Este dron se programa de tal forma que, dependiendo la parcela y tipo de cultivo, puede trabajar como va el surco o a contrasurco.

En cuanto al productor

El productor de nombre Ángel dice que algunos de sus clientes son Bimbo, Cargil, Nestle. Nos comenta que en la evolución de la planta uno la tiene que conocer (hizo una analogía de que a una esposa se le conoce realmente hasta que la desnuda, es igual con las plantas) para poder saber qué es lo que les hace falta. El productor dice que actualmente están manejando tres híbridos. El maíz lo sembró en el mes de Abril y ahora piensa cosecharlo en Octubre. Según el productor con los drones se corre menos riesgos, por ejemplo, al asperjar los líquidos no se está en contacto con ellos. Hay también mucha eficiencia en cómo asperja y se ahorra mucho tiempo. Comenta que uno de sus hermanos que también trabaja en el negocio, ya no puede trabajar con químico debido al daño y secuelas que ya presenta por el contacto directo con los químicos, por lo que en ese sentido, el dron es de gran ayuda para esto.

El productor comenta que la tecnología de los drones es más eficiente en muchos sentidos. Un ejemplo de esto es que al no estar a ras de tierra, por ejemplo, cuida tanto la tierra como a las plantas, a diferencia del tractor que merma la tierra.

Productividad

En palabras de Ángel, en cuanto a la producción, a nivel mundial en promedio se están manejando las 40 toneladas por hectárea. En esta cosecha el productor tiene estimado sacar 25,920,000, casi las 26 toneladas de maíz. Esto también ha sido gracias a la ayuda de un especialista agrónomo que trabaja con él y que le ha ayudado a hacer más fértiles los suelos donde siembra.

Transcripción de plática con el productor Ángel

Ellos jamás pensaron en un manejo de un dron (refiriéndose a productores de la zona), nosotros vimos la necesidad de ver ya el uso de la tecnología porque llegas al campo y pues todos traemos un teléfono, llegamos y **teníamos (inaudible)** todo y el proceso, en ese momento hacemos las correcciones o sea ni siquiera nos esperamos hasta que haya. Ahorita por ejemplo yo aquí agarro y veo como vea la parcela de la evaluación o como me la reportan y al momento aplicamos, o sea ni siquiera vamos a ver cómo va o que se va a aplicar, al momento ya a la voz. Por ejemplo aplican aquí a las doce y vamos. Esto se hace en el campo. Interviene otro (inaudible). Si, en este caso, por ejemplo, cuando empezamos, vamos a aplicar, Gerardo (agrónomo, profesor investigador de Chapingo) nos decía, pues vamos a aplicar dos litros o un litro, dos litros, después diez litros. Cuando llegó, le digo, sabes qué

cabrón, estoy aplicando ochenta litros. No mames cabrón, ¿cómo que ochenta litros? (refiriéndose a lo que le contestó Gerardo).

-Sí

-ochenta? No has quemado las plantas?

-(Inaudible) esto es evolutivo, porque traíamos un problema que era la faceloteca reliar, disminuimos la faceloteca, aumentamos la productividadS sabes qué cabrón, ya no quiero que manejemos lo que es la **cohesión (inaudible)** de la enfermedad, a mí lo que me preocupa ahorita es la productividad.

-¡ah chinga! No estás conforme con nada.

Entonces también los empiezas a obligar a ellos, también, a que se apliquen porque por ejemplo, cuando conocimos a Gerardo, Gerardo si se aplicaba y empezaba a leer, ahorita dime si no se pone a leer un poquito más. En las noches ahí está el cabrón. En su mismo dicho que el aplica a sus estudiantes se lo aplicamos a él. La noche es larga y el café barato, cabrón.

-Habla otra persona (inaudible)

-Talachándole. Fines de semana ahí nos estamos conectando y estamos pasándonos información y todo. O sea, no hay otra forma de aprendizaje.

-(Interrumpe un hermano de Ángel) Es que pocos son los catedráticos que llevan esa innovación hacia los estudiantes. Hoy lo podemos ver que los estudiantes que les dieron hace quince veinte años los libros los están leyendo los mismos. Vemos que tanta tecnología que tiene China, Japón, Ucrania, Alemania que van al día, hoy ya no los mandan a una biblioteca ni a un libro sino que lee una tesis, lee lo que salió ayer en Ucrania, lee lo que salió en China ayer, todo eso es innovación educativa, donde tenemos que ir avanzando nosotros. Nosotros no somos agrónomos.

-¿Qué es usted?

-Yo soy licenciado en informática, licenciado en administración (señala a su otro hermano), ingeniero industrial (señala a Ángel), pero nos ha gustado el campo mucho, no un poco, mucho nos ha gustado. Entonces nos da cosas donde tenemos compañeros de otros lados de otros países en donde: -Oye ¿qué estás aplicando? –estoy aplicando esto –oye ¿qué estás trabajando? –estoy trabajando esto.

Esto lo vimos hace cinco años que lo estaban aplicando en Japón, lo estaban aplicando en Argentina, en Ucrania (refiriéndose al dron que está trabajando sobre sus plantas). Yo me acerqué personalmente a la empresa Monsanto, a Syngenta, Bayer, tráeme un dron, yo quiero aplicar mis productos con dron. Voy a platicarlo con el directivo, dice, te doy la respuesta en dos tres meses. En dos tres meses ya estoy trillando, le digo. Las respuestas se tienen que dar de un día para otro. Hoy las tenemos que traer. Hay que dormir con las plantas. Las plantas no tienen vacaciones, las plantas no tienen descanso, no saben sábado y domingo. Las plantas la fotosíntesis las hacen día y noche. Entonces tenemos que estar al día. Vimos lo de anteayer que subió Ernesto (refiriéndose a un agrónomo). Está en China, está por recoger cuarenta toneladas, está trabajando. Vimos en Ucrania el otro doctor que está trabajando, está recogiendo un poquito más de cosecha. Estamos viendo los Argentinos que están quejándose un poco de (frío, complementa Ángel) frío. Estamos en varias partes a pesar de que nosotros no salimos tanto de nuestro ámbito pero hay la tecnología que nos arrima con ellos.

Estábamos con algunos compañeros en Estados Unidos, que están por allá laborando y están trabajando. Oye, los campos van mal, no ceden las lluvias, tenemos cosechas atrasadas, estamos esperando heladas en los primeros días de septiembre, a lo mejor nos va mal y están adelantando sus cultivos que van en B6, B8. Están metiendo el Haggi cada tercer día, aplicando fungicidas, fertilizantes con las haggi, todo eso. O sea, eso nos gusta, nos apasiona, no ir adelante sino ir a un lado de ellos.

-¿Ustedes son los únicos que andan aplicando drones aquí?

-Hay otras personas, pero casi el 95% de nuestra producción va enfocado a esto.

-(Interrumpe Gerardo) La dinámica es aquí es que son varias gentes. Claro, cuando dicen aplicar con drones, nadie dice toda esa dinámica que han generado acá los señores.

Reporte de visita con el agricultor José Hernández

El agricultor me comentó que cada jueves de cada quince días se juntan en la asamblea de *usuarios de agua de riego*. Me pidió hacer una exposición sobre los beneficios de los dones en la agricultura en función de escases de la mano de obra puesto que hay gente que ya no asperja.

Lo que más siembran en la región es maíz. El agricultor dice que el rentar los drones, les ahorra la mano de obra. En este caso, el agricultor José Hernández tiene un ayudante. El

agricultor me comentó que meten herbicidas ya que es un problema latente en sus terrenos. Lo que tienen que controlar principalmente es el manto y el chayotillo (plagas) porque de no hacer esto, se comen su producción.

Muchos de los agricultores que están en esta asociación son minifundistas con menos de 5 Ha. Todo lo que hacen los agricultores se traduce en práctica y economía. Tepatepec es parte de esta asociación y son alrededor de 4500 agricultores, de estos, 3000 son minifundistas. El problema principal es la escasez de la mano y por tanto recurren a la tecnología, en este caso el dron.

En el Valle del Mezquital son alrededor de 88,000 ha de riego. Es una zona de alto rendimiento. Es una zona estratégica en la que comercian con Pachuca, Ciudad de México y Puebla. El promedio de su producción es de 20 toneladas por hectárea.