

DOCTORADO EN PLANEACIÓN ESTRATÉGICA Y DIRECCIÓN DE
TECNOLOGÍA



Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla

Centro Interdisciplinario de Posgrados

Investigación y Consultoría

Departamento de Ingeniería

Doctorado en Planeación Estratégica y Dirección
de Tecnología

Título de la investigación

Agricultura de conservación: Una estrategia de desarrollo sustentable
en el Valle del Yaqui.

Tesis que para obtener el Grado de Doctor
en Planeación Estratégica y Dirección de Tecnología

Presenta

Ramón Antonio Armenta Cejudo

Puebla, México.

2013



UPAEP – Secretaría General

Dirección General de Apoyos Académicos

Dirección del Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación.

Biblioteca Central - **Karol Wojtyła**

Tesis Digitales Restricciones de uso:

DERECHOS RESERVADOS ©

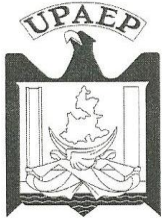
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de textos, imágenes, gráficas, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente de donde la obtuvo mencionando el autor o autores involucrados en el documento.

Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

DOCTORADO EN PLANEACIÓN ESTRATÉGICA Y DIRECCIÓN DE
TECNOLOGÍA



Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla
Centro Interdisciplinario de Posgrados
Investigación y Consultoría
Departamento de Ingeniería
Doctorado en Planeación Estratégica
y Dirección de Tecnología


Se aprueba la Tesis:

Agricultura de conservación: Una estrategia de desarrollo
sustentable en el Valle del Yaqui

Nombre del Alumno

Ramón Antonio Armenta Cejudo

Comité Asesor


Director de Tesis

Dr. Mario Jiménez Suárez


Asesor

Dr. Beatriz Pico González


Asesor

Dr. Manuel González Pérez

Puebla, México.

5 de Agosto de 2013

DOCTORADO EN PLANEACIÓN ESTRATÉGICA Y DIRECCIÓN DE
TECNOLOGÍA

DEDICATORIA

A María Estefanía, Vania Constanza, Zaid Antonio y Jesús Karina

A mi madre Justina Cejudo Palma

DOCTORADO EN PLANEACIÓN ESTRATÉGICA Y DIRECCIÓN DE TECNOLOGÍA

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT).

A la Universidad Popular Autónoma del Estado Puebla (UPAEP).

Al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP).

Al Patronato para la Investigación y Experimentación Agrícola del Estado de Sonora (PIEAES). Al honorable consejo, su presidente el CP. Antonio Gándara Astiazarán y al Ing. Manuel Valenzuela Gallegos por su apoyo en la realización de este trabajo.

Al Distrito de Riego Río Yaqui (DDR-Yaqui).

A la Asociación de Organismos de Agricultores del Sur de Sonora (AOASS)

A la Unión de Crédito Agrícola del Yaqui (UCAY).

A los Catorce del Bacatete S.A. de C.V.

A la Unión de Sociedades de Producción Rural del Sur de Sonora (USPRUSS).

Al Dr. Alejandro Ortega y Corona por su calidad humana en la dirección de esta tesis.

Al Ing. Jorge Castro Campoy por impulsar la innovación agrícola en el Valle del Yaqui.

A mis queridos compadres el Dr. Jesús Robles Parra e Irene Valenzuela por sus apoyo y revisión de este trabajo.

Al Dr. Erasmo Valenzuela Cornejo por apoyar la investigación social en el Centro de Investigación Regional del Noroeste (CIRNO).

Al MC. Jaime Macías Cervantes por invitarnos a ser parte del proyecto nacional de agricultura de conservación.

Al MC. Lope Montoya Coronado. Jefe del Campo Experimental Norman E. Borlaug (CENEB). Por su gran apoyo en la realización de esta investigación.

RESUMEN

En el Valle del Yaqui se siembran alrededor de 180 mil hectáreas de trigo con una producción superior al millón de toneladas anuales, con un valor de mercado estimado de 3,400 millones de pesos. La siembra de trigo se desarrolla bajo métodos tradicionales basado en el uso excesivo de maquinaria de tal manera que han aminorado la competitividad con una afectación importante de los recursos naturales. El objetivo de la investigación es diseñar una estrategia de desarrollo sustentable con fundamento en la agricultura de conservación, que permita elevar la rentabilidad de los cultivos, mejorar la calidad de vida de las familias y contribuya a un mejor uso del agua, aire y suelo. La hipótesis que guía este trabajo es que la agricultura de conservación proporciona elementos estructurales para el diseño de una estrategia de desarrollo sustentable para el Valle del Yaqui. Los resultados nos indican que es posible impulsar una estrategia de desarrollo con fundamentos en la agricultura de conservación, esta giraría en dos ejes principales: el tecnológico y el institucional. El tecnológico, vuelve más competitivos a los agricultores al mejorar su ingreso familiar y al mismo tiempo contribuye al cuidado del ambiente. El institucional, es el impulso que requieren las empresas del sector para acelerar el proceso de innovación.

ABSTRACT

In the Valle del Yaqui over 180 thousand hectares of wheat are planted producing over one million tons per year, with estimated market value of 3,400 million pesos. Wheat cultivation takes place under traditional methods based on the excessive use of machinery such that competitiveness has slowed down in addition with a significant effect on natural resources. The objective of this research is design a strategy for sustainable development on the basis of conservation agriculture, which can raise the profitability of crops, improve the quality of life for families and contribute to a better use of water, air and soil. The hypothesis guiding this study is that conservation agriculture provides structural elements for the design of a sustainable development strategy for Valle del Yaqui. The results indicate that it is possible to drive a development strategy with fundamentals in conservation agriculture, this would focus into two main areas: technological and institutional. Technology makes farmers more competitive improving their household income while contributing to protect the environment. Institutional, is the boost required by companies to accelerate the innovation process.

DOCTORADO EN PLANEACIÓN ESTRATÉGICA Y DIRECCIÓN DE
TECNOLOGÍA

CONTENIDO

	<i>Página</i>
Introducción	1
Problema de investigación	4
Objetivos de investigación	4
Hipótesis	4
Alcances y limitaciones	5
CAPÍTULO I. CARACTERÍSTICAS CONTEXTUALES DEL VALLE DEL YAQUI	7
I.1. Localización e infraestructura productiva	7
I.1.1. Sistemas de riego	9
I.1.2 La agricultura del Valle del Yaqui ante el cambio climático	10
CAPITULO II. MARCOS DE INVESTIGACIÓN PARA EL ESTUDIO DE LA AGRICULTURA DE CONSERVACIÓN.	17
II.1 Marco conceptual: Agricultura sustentable a la agricultura de conservación	17
II.1.2 La agricultura sustentable	18
II.1.3 La agricultura de conservación mundial	20
II.1.4 Marco referencial. La agricultura de conservación: costos e implicaciones	25
II.1.4.1 Tipos de siembra en el Valle del Yaqui	28
II.1.4.2 Rendimiento y costos de producción con la Agricultura de Conservación en el Valle del Yaqui	30
CAPITULO III. MARCO TEÓRICO: COMPETITIVIDAD Y DESARROLLO SUSTENTABLE	36
III.1. La ventaja competitiva	36
III.1.1. Estrategia de diferenciación	39
III.1.2. Estrategia de costos absolutos	39
III.1.3. Estrategia	39

DOCTORADO EN PLANEACIÓN ESTRATÉGICA Y DIRECCIÓN DE
TECNOLOGÍA

III.2. Desarrollo sustentable	40
III.2.1. Agricultura y desarrollo sustentable	45
III.3. Procedimiento metodológico	49
CAPITULO. IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	51
IV.1. Información socioeconómica del agricultor	51
IV.3. Tipo de suelo	54
IV.3. Renta de la tierra en OI	57
IV.4. Cultivos de primavera verano	58
IV.5. El cultivo del trigo ciclo 2010-2011	63
IV.5.1 Labores de campo e insumos	66
IV.5.1.1 Preparación del terreno	69
IV.5.1.2 Fertilización	69
IV.5.1.3 El riego	69
IV.5.1.4 Nivelación del suelo	70
IV.6. Adopción de la agricultura de conservación en el Valle del Yaqui. Año agrícola 2010-2011	71
IV. 6.1 Transferencia de tecnología para la adopción de la Agricultura de Conservación	75
IV. 6.2 Maquinaria especializada en Agricultura de Conservación	78
CAPITULO V. ESTRATEGIAS: HACIA UNA AGRICULTURA SUSTENTABLE EN EL VALLE DEL YAQUI	81
V.1. Estrategia de costos absolutos	81
V.2. Estrategia institucional	83
V.3. Indicadores de evaluación de la estrategia	85
CAPITULO VI. CONCLUSIONES	88
BIBLIOGRAFÍA	91
CONTRIBUCIONES CIENTÍFICAS	96

ÍNDICE FIGURAS

Figura 1. Secuencia agricultura tradicional	3
Figura 2. Agricultura de conservación como una estrategia de desarrollo	5
Figura 3. El Valle del Yaqui	8
Figura 4. Eficiencia en el uso de agua por tipo de riego en el Valle del Yaqui	10
Figura 5. Quema de paja de trigo en el valle del yaqui	12
Figura 6. Superficie sembrada en los ciclos agrícolas otoño invierno y primavera verano en el Valle del Yaqui.1991-2010	13
Figura 7. Incremento en la temperatura del aire en el Valle del Yaqui	14
Figura 8. Extracción de agua del sistema de presas y superficie. 1970-2004	16
Figura 9. Sembradoras de dos y cuatro hileras de agricultura de conservación	30
Figura 10. Competitividad y sustentabilidad: modelo para el estudio de sistemas de producción agrícola	48
Figura 11. Edad de los agricultores del Valle del Yaqui	52
Figura 12. Tipos de suelo en el Valle del Yaqui	55
Figura 13. Materia orgánica del suelo en el Valle del Yaqui	56
Figura 14. Superficie rentada por agricultor. Ciclo OI 2010-11	57
Figura 15. Valor de la renta. Ciclo OI 2010-11	58
Figura 16. Tecnología de agricultura de conservación para maíz de verano	59
Figura 17. Superficie con agricultura de conservación en el Ciclo PV 2010	62
Figura 18. Superficie con agricultura de conservación en el Ciclo OI 2010-11	72
Figura 19. Implementación de la agricultura de conservación en el VY	73
Figura 20. Porque no ha implementado la agricultura de conservación	73
Figura 21. Qué requiere para implementar la agricultura de conservación	75
Figura 22. Conocimiento de la agricultura de conservación	76
Figura 23. Agricultores que han implementado la agricultura de conservación	77
Figura 24. Escala de Licker (1-9) sobre el grado de aceptación de la AC	78
Figura 25. Cuenta con sembradora especializada	79

DOCTORADO EN PLANEACIÓN ESTRATÉGICA Y DIRECCIÓN DE
TECNOLOGÍA

Figura 26. Adaptaciones a maquinaria para agricultura de conservación	79
Figura 27. La tecnología: estrategia de costos absolutos	82
Figura 28. Estrategia institucional	85

DOCTORADO EN PLANEACIÓN ESTRATÉGICA Y DIRECCIÓN DE
TECNOLOGÍA

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Cultivo del trigo en Sonora superficie, producción, jornales. 2011	9
Cuadro 2. Superficie mundial con agricultura de conservación. 2011	22
Cuadro 3. Resultados de investigación con labranza primaria y secundaria en trigo	30
Cuadro 4. Costo de producción de trigo en Sonora. Agricultura tradicional	33
Cuadro 5. Labores de campo mecanizadas. 2009-2010	34
Cuadro 6. Rentabilidad en labranza reducida y tradicional (\$/HA)	35
Cuadro 7. Significados del concepto de sustentabilidad de la agricultura	47
Cuadro 8. Costo de producción de trigo en Sonora. Ciclo OI 2010-2011	52
Cuadro 9. Ganancias de los agricultores del Valle del Yaqui.	54
Cuadro 10. Materia orgánica en el Valle del Yaqui	56
Cuadro 11. Cultivos de Primavera Verano 2010	60
Cuadro 12. Labores de preparación. PV 2010	61
Cuadro 13. Consumo de agua en el ciclo PV 2010	62
Cuadro 14. Riegos suministrados en el ciclo PV 2010	62
Cuadro 15. Hectáreas y agricultores que sembraron trigo en el Valle del Yaqui	63
Cuadro 16. Rendimiento por hectárea cosechada de trigo. Ciclo OI 2010-2011	64
Cuadro 17. Hectáreas sembradas por variedad de trigo. Ciclo OI 2010-2011	65
Cuadro 18. Otros cultivos en el ciclo OI 2010-2011	65
Cuadro 19. Labores de preparación en el cultivo de trigo. Ciclo OI 2010-2011	66
Cuadro 20. Rendimiento por hectárea por labor de preparación	67
Cuadro 21. Rentabilidad del trigo por tipo de labranza. Ciclo OI 2010-2011	67
Cuadro 22. Rentabilidad del trigo por tipo de labranza y rendimiento promedio en el Valle del Yaqui. Ciclo OI 2010-2011	68
Cuadro 23. Fertilización del trigo	69
Cuadro 24. Consumo de agua en el cultivo de trigo	70
Cuadro 25. Riegos suministrados al trigo ciclo OI 2010-2011	70
Cuadro 26. Nivelación del terreno en el Valle del Yaqui	71

INTRODUCCIÓN

El Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) junto con el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), el Patronato para la Investigación y Experimentación Agrícola del Estado de Sonora (PIEAES) desde 1992 han conjuntado sus talentos y recursos para desarrollar tecnología de agricultura de conservación adecuada a la agricultura de riego del Valle del Yaqui en el estado de Sonora. En aquellos años le nombraron a la tecnología “camas permanentes” que consistía en hacer camas de siembra durante un último ciclo de labranza tradicional, y a partir de ahí, serían reutilizadas para sembrar el cultivo siguiente con solo rehacerlas superficialmente.

El cambio hacia la agricultura de conservación no se ha podido realizar a gran escala, a pesar del esfuerzo de los centros de investigación, organizaciones de agricultores, instituciones federales y estatales. De tal manera que a la fecha su grado de adopción es escaso. Su implementación podría incentivarse si el agricultor dispone de información que estimule en ellos una mayor conciencia hacia su entorno ambiental y principalmente obtenga mayores ganancias que con la tecnología actual.

En Argentina y Brasil, los agricultores, con un ciclo de cultivo por año, eliminaron de sus campos las rastras y equipos de labranza primaria y optaron por sembrar directamente sobre los residuos del cultivo anterior, fue la mejor opción para lograr ganancia en la agricultura cuando los precios de los granos y los subsidios de sus gobiernos mostraban una tendencia a la baja.

La agricultura de conservación ha demostrado ser de menor costo al eliminar actividades innecesarias, al implementarla se logran los mismos rendimientos que la agricultura tradicional y se pueden esperar mayores producciones al mejorar la calidad del suelo. En el ciclo agrícola 2011-2012, en el Campo Experimental Norman E. Borlaug (CENEB) del INIFAP, localizado en el corazón del Valle del Yaqui, se realizó la cosecha en siembra con agricultura de conservación con la variedad de trigo cristalino CIRNO C 2008, el rendimiento

DOCTORADO EN PLANEACIÓN ESTRATÉGICA Y DIRECCIÓN DE TECNOLOGÍA

promedio en dos repeticiones fue 8.017 t ha⁻¹ (Cortez *et al.* 2012), para llegar a esta producción solo se utilizó la desmenuzadora para el cultivo de cártamo del ciclo anterior, se rehabilitó el surco para el riego y se sembró. La fecha de siembra en seco fue el 3 de noviembre con una densidad de 127 kg ha⁻¹ con una dosis de fertilización de NPK 276-52-00, se aprovechó el agua de lluvia de 24.5 mm de los días 13, 14 y 15 de noviembre, también se ahorró el costo de maquila de preparación tradicional que implica un barbecho o cincel, tres rastreos, un tabloneo o nivelación, surcado y dos cultivos, que suman alrededor de \$2,850 pesos por hectárea.

El presente trabajo estudia los diferentes factores que inhiben el cambio hacia este tipo de agricultura, el porqué los agricultores no deciden cambiar hacia nuevas formas de hacer producir la tierra, que ha demostrado ser más eficiente en el uso del agua, suelo, fertilizantes, mano de obra y maquinaria. Sin embargo, no solo los agricultores no han dado ese cambio, las instituciones de innovación que promueven la tecnología como INIFAP y CIMMYT, entre otras, continúan utilizando en gran medida arados, cinceles, rastras, y demás equipos de labranza tradicional.

Desde la crisis económica de 1995 a la fecha, la región agrícola del Valle del Yaqui presenta problemas de competitividad, las causas se atribuyen a problemas climáticos (heladas, sequías recurrentes, y altas temperaturas), plagas, y enfermedades, asociados a una baja rentabilidad en los cultivos extensivos.

La producción de trigo con agricultura tradicional no es sustentable en el largo plazo, porqué para producir una hectárea se utilizan más de 140 litros de diesel/ha al barbechar ó utilizar el cincel, dos a tres pasos de rastra, y nivelación, (Figura 1) 300 kg de fertilizantes (NH³ y P), 120 a 200 kilos de semilla, de seis a ocho aplicaciones de agroquímicos (herbicidas, fungicidas e insecticidas), y 7500 m³ de agua. Todo este esfuerzo lleva al agricultor a obtener un rendimiento promedio de 6.1 t/ha⁻¹. Producción que se vendió en el ciclo OI 2009-2010 a un precio de \$2,800/t. La relación costo beneficio es ligeramente superior a uno, el productor solo

recupera los costos de producción y no obtiene ganancias (OEIDRUSS, 2010; Armenta *et al* 2010).

FIGURA 1. SECUENCIA AGRICULTURA TRADICIONAL



La agricultura de conservación es amigable al medio ambiente, implica un ahorro en los costos de producción por un menor uso de maquinaria y energía. Al dejar sobre el suelo los residuos de cosecha mejora su condición física, química, y biológica, también implica un menor uso de agua, menos hierbas y la elevación gradual del contenido de materia orgánica en el tiempo, el productor puede disminuir el uso de insumos externos (fertilizantes y agroquímicos), introducir abonos orgánicos y así lograr mayores ingresos de la actividad.

Los principios de esta agricultura no son desconocidos por los agricultores. Por más de 20 años los clubes de productores, el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) y el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) han realizado experimentación y transferencia de la tecnología, pero es baja su adopción en la actualidad.

Problema de investigación

El problema de investigación es que los agricultores del Valle del Yaqui han desarrollado una agricultura tradicional de baja competitividad y soportada con un excesivo uso de maquinaria con impactos negativos en los recursos naturales.

Objetivos de investigación

El objetivo de la investigación es diseñar una estrategia de desarrollo sustentable con fundamento en la agricultura de conservación, que permita elevar la rentabilidad de los cultivos, mejorar la calidad de vida de las familias y contribuya a un mejor manejo de los recursos naturales.

Objetivos específicos:

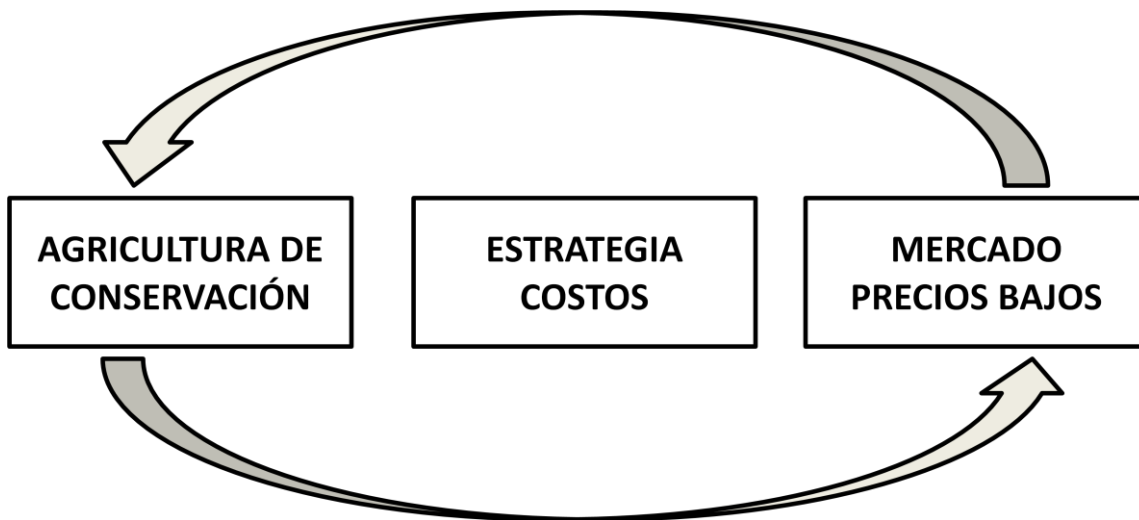
1. Medir el nivel de adopción de la superficie sembrada bajo esta modalidad para el ciclo otoño invierno 2010-11 y el ciclo primavera verano 2011.
2. Mediante la implementación de la agricultura de conservación en el Valle del Yaqui cuantificar los beneficios, económicos y ambientales en el mediano y largo plazos.

Hipótesis

La hipótesis que guía este trabajo es que la agricultura de conservación proporciona elementos estructurales para el diseño de una estrategia de desarrollo sustentable para el Valle del Yaqui (Figura 2).

Esta hipótesis también contempla la identificación de variables socioeconómicas, ambientales y culturales. El procedimiento metodológico se basa en la aplicación de una encuesta a agricultores del Valle del Yaqui para junto con ellos diseñar estrategias para contribuir en la adopción de la agricultura de conservación en esta región. Los resultados podrán ser útiles para mejorar su adopción en la agricultura de riego en nuestro país, donde se siembran alrededor de 6.5 millones de hectáreas.

**FIGURA 2. AGRICULTURA DE CONSERVACIÓN COMO UNA ESTRATEGIA DE
DESARROLLO SUSTENTABLE.**



Fuente: Elaboración propia, encuesta de 350 agricultores del Valle del Yaqui (2011-2012).

Alcances y limitaciones

Para el rechazo o aceptación de la hipótesis, se contó con el apoyo del proyecto en colaboración con el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) del Gobierno de la República de Argentina, y el INIFAP, titulado “Investigación y transferencia de tecnología en agricultura de conservación/precisión bajo condiciones de riego en los cultivos de mayor importancia agrícola en el noroeste de México”.

Las limitaciones serán el llevar a la realidad la implementación de los productos de este trabajo, ya que se requerirán de grandes esfuerzos de agricultores, técnicos de campo, centros de investigación, y agentes del sector público y privado para gestionar recursos financieros y humanos que contribuyan en la mejora del indicador de superficie sembrada bajo la tecnología de agricultura de conservación en el mediano y largo plazos.

DOCTORADO EN PLANEACIÓN ESTRATÉGICA Y DIRECCIÓN DE TECNOLOGÍA

Esta investigación consta de seis capítulos. El primero es una descripción de la región de estudio y muestra los desafíos que enfrentará el Valle del Yaqui en el mediano plazo; el segundo, es un marco conceptual de la agricultura de conservación; el tercer capítulo se refiere al marco teórico que se fundamenta en el enfoque de desarrollo sustentable y la ventaja competitiva; el cuarto son los resultados de la investigación; el quinto capítulo presenta las estrategias hacia una implementación de la agricultura de conservación y finalmente las conclusiones.

CAPÍTULO I. CARACTERÍSTICAS CONTEXTUALES DEL VALLE DEL YAQUI

El presente capítulo tiene por objetivo describir la región de estudio, su infraestructura hidráulica, el clima, los agricultores y sus formas de producir trigo y otros cultivos en el Valle del Yaqui, Sonora, México.

I.1. Localización e infraestructura productiva

El Valle del Yaqui (Figura 3) se encuentra ubicado en el noroeste del país, específicamente entre los paralelos 26°45' y 27°40' de latitud norte y 109°45' y 110°20' de longitud oeste, (DDR Río Yaqui, 2010) localizado en la parte sur del estado de Sonora. Contempla los municipios de Cajeme, San Ignacio Río Muerto, BÁCUM, y Benito Juárez con una población superior a los 656 mil habitantes. Cd. Obregón, capital de Cajeme es el mayor centro poblacional con 391,141 habitantes (CONAPO, 2010).

En el Distrito de Riego 041 la tenencia de la tierra está distribuida en tres tipos de agricultores: sector social (ejidatarios y colonos), sector privado (grandes y pequeños propietarios) y los pueblos Yaquis (Étnias). En 2001 contaba el distrito de riego con 19,717 usuarios de los cuales el 73% son ejidatarios, 24% son pequeños propietarios y 3% son los pueblos Yaquis (Flores et al. 2001).

A nivel mundial, es una de las zonas agrícolas de mayor productividad bajo sistemas de riego, y el cultivo del trigo es su principal fortaleza. Actualmente, de las 255,960 ha, que detenta la zona agrícola, 180 mil hectáreas son dedicadas al cultivo de trigo en el ciclo Otoño-Invierno (OI), y abastece el 40% de la producción de trigo del país y el 60% del trigo en el estado. En las 180 mil hectáreas anuales que se siembran con trigo, se generan alrededor de un millón de jornales, y fueron 11,682 los agricultores que sembraron el grano en el ciclo OI 2010-2011 (Cuadro 1).

**CUADRO 1. CULTIVO DEL TRIGO EN SONORA SUPERFICIE, PRODUCCIÓN,
JORNALES. (2010-2011)**

DISTRITO DE DESARROLLO RURAL	PERMISO DE SIEMBRA	HA	TON	%	PRECIO MEDIO RURAL (\$/T)	MILES DE PESOS	JORNALES S 6/ha
SONORA		297,472	1,920,923		3,036	5,832,076	1,784,832
DDR 148 CAJEME	11,682	182,220	1,167,154	60.8	3,064	3,576,708	1,093,320
DDR 147 GUAYMAS		1,054	5,544	0.3	3,000	16,631	6,324
DDR 149 NAVOJOA	4,631	78,265	488,108	25.4	3,002	1,465,128	469,590
DDR 144 HERMOSILLO		12,881	86,303	4.5	2,937	253,455	77,286
DDR 139 CABORCA		20,707	162,207	8.4	3,007	487,825	124,242

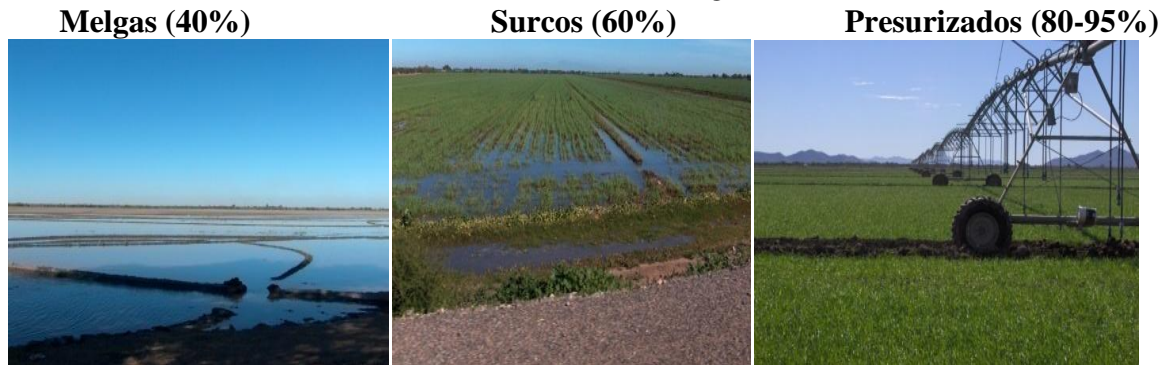
Fuente: DDR Cajeme, DDR Río Yaqui, DDR Río Mayo, SIAP, IMSS.

La región basa su desarrollo aprovechando el caudal del Río Yaqui, el cual fluyó libremente hasta 1941 cuando concluyó la construcción de la presa Lázaro Cárdenas (La Angostura). Después fueron construidas la Álvaro Obregón (Oviachic) en 1952 y Plutarco Elías Calles (El Novillo) en 1965. La cuenca del Río Yaqui, abarca una superficie de 71,452 km², con escurrimientos promedio de 3,163 millones de metros cúbicos de agua (3,163 hm³) a lo largo de sus 410 km de extensión, y las presas, La Angostura, El Oviachic y El Novillo, tienen una capacidad de almacenamiento de 921 hm³, 3,227 hm³, y 3,020 hm³ (DR041 2008).

I.1.1. Sistemas de riego

En el Valle del Yaqui, Sonora, el uso de sistemas de riego presurizados no supera las cinco mil hectáreas. En esta área agrícola el sistema de riego dominante es por gravedad, la conducción del agua de riego en la parcela es a través del método de surcos en 91% del área sembrada y el método de riego por melgas en 8%. Ambos sistemas proporcionan una eficiencia del 55%, con pérdidas de agua en la parcela por infiltración (23%), por evaporación (15%) y por escurrimiento (7%) (Figura 4). De la dotación volumétrica que se destina anualmente por hectárea de 7,500 m³/ha, una proporción del 45% se pierde (Félix P. *et al.* 2008).

**FIGURA 4. EFICIENCIA EN EL USO DE AGUA POR TIPO DE RIEGO EN EL
VALLE DEL YAQUI**



Fuente: Félix 2008.

Para disminuir la pérdida de agua por filtración, el Distrito de Riego Río Yaqui ha realizado inversiones por el orden de 170 millones de pesos provenientes de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) y de los agricultores, quienes al solicitar su permiso de siembra aportan \$150/ha para modernización de la infraestructura, recursos destinados al revestimiento de 75 km de canales principales y laterales, estas obras permitieron ahorros por 50 millones de metros cúbicos de agua, disponibles para el riego de 7,000 hectáreas en el año agrícola (Tribuna del Yaqui, 2/05/2012).

Con la implementación de la Agricultura de Conservación se puede contribuir en un menor consumo de agua del cultivo del trigo, porque al dejar sobre los terrenos la paja del cultivo anterior se reduce la evaporación, manteniendo más humedad en el suelo y gradualmente se mejora el contenido de materia orgánica.

I.1.2 La agricultura del Valle del Yaqui ante el cambio climático

La agricultura es una actividad fuertemente influenciada y dependiente de la variabilidad climática. Las bajas temperaturas en el ciclo de otoño-invierno pueden traer beneficios en algunos cultivos, pero también afectar seriamente su crecimiento vegetativo principalmente en hortalizas y maíz. Las precipitaciones pluviales en la parte alta de la cuenca es lo que hace posible la producción agrícola en esta región árida del Noroeste de México; Sin embargo, la

DOCTORADO EN PLANEACIÓN ESTRATÉGICA Y DIRECCIÓN DE TECNOLOGÍA

sequía recurrente ha afectado la productividad del Valle principalmente en el ciclo primavera-verano.

Desde 1970 hasta finales de los noventas, los agricultores al cosechar el trigo u otro cultivo de otoño e invierno, la parcela era sembrada después con un segundo cultivo como soya, ajonjolí o maíz de verano. Pero desde el inicio del nuevo milenio la intensificación en la producción agrícola ha sido menor como consecuencia de adaptaciones de insectos plaga a las condiciones climatológicas de la región, que hace incosteable la explotación de cultivos de hoja ancha (soya, ajonjolí) durante el verano, pero también esta disminución obedece a la baja pluviosidad suscitada en los últimos años (Félix *et al.*, 2008).

Cuando había agua suficiente (1970-1997) para sembrar superficies de 50 mil hasta 100 mil hectáreas en primavera verano, una práctica común era la quema de paja (Figura 5). Actualmente, a pesar de que se han emitido leyes y reglamentos para erradicar esta práctica, como el Reglamento del equilibrio ecológico y protección al ambiente para el Municipio de Cajeme (2010), que establece multas considerables de hasta 20,000 salarios mínimos vigentes, arresto administrativo, clausura, entre otros (Art. 316). Sigue siendo una práctica usual aun con la existencia de sanciones de \$2,500 a \$3,000 pesos por hectárea quemada de paja de trigo.

En la actualidad continúan algunos agricultores quemando la paja del trigo en los meses de mayo y junio, sobre todo aquellos que tienen disponibilidad de agua para siembras de verano. Las leyes y sus reglamentos no se cumplen al 100% tanto por el lado de las autoridades como de los agricultores, es necesario adecuarlos a las necesidades de ambas partes porque sí no hay más opción que quemar, los reglamentos cuenten con permisos, cuotas establecidas y procesos definidos para su realización para cuantificar con certeza el número de multas, permisos y hectáreas quemadas por año, para que con información se continúe concientizando de los beneficios de eliminar esta práctica que afecta el ambiente.

La quema de paja trae consigo: contaminación ambiental, eliminación de nutrientes residuales: Nitrógeno, Fósforo, materia orgánica, y menor retención de humedad.

FIGURA 5. QUEMA DE PAJA DE TRIGO EN EL VALLE DEL YAQUI.



Fuente: Foro sobre quema de esquilmos agrícolas en el Valle del Yaqui. 27 Mayo 2009.

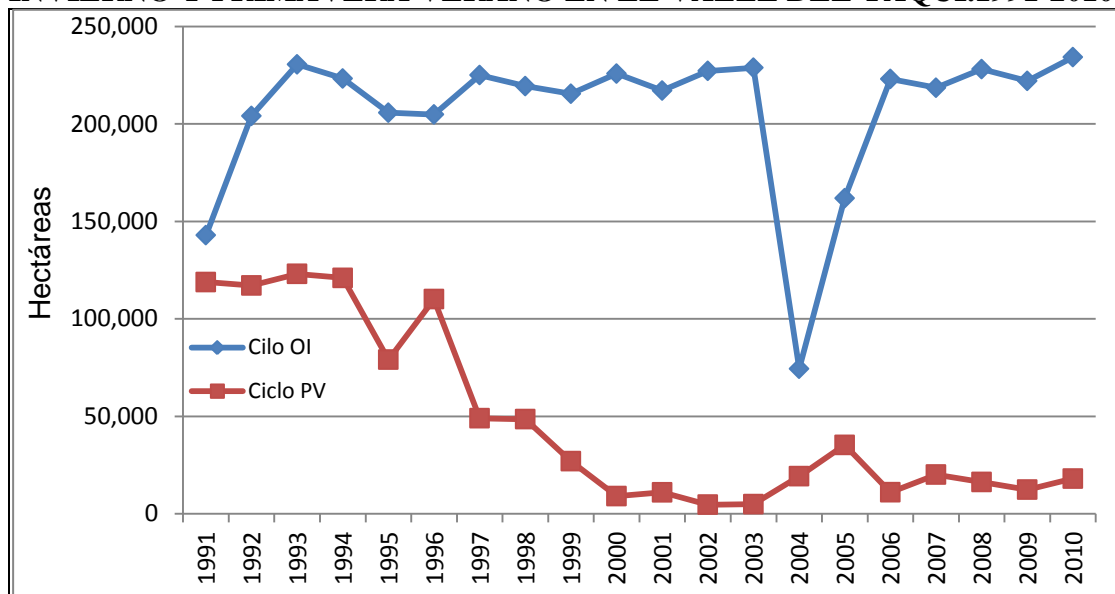
La falta de agua ocasionada por la sequía recurrente, no ha permitido a los agricultores sembrar en primavera verano grandes superficies, las cuales en los noventa superaban las cien mil hectáreas, mientras que entre los años 2000 y 2010 en promedio se sembraron 14,756 hectáreas en este ciclo, con agua del sistema de pozos del Distrito de Riego Río Yaqui.

El ciclo de otoño invierno, también se ha visto afectado por la falta de agua, como sucedió en el año 2004 (Figura 6) cuando solo se sembraron 74,410 hectáreas en el ciclo de otoño invierno, de las cuales correspondieron a trigo 26,097 hectáreas cuando el promedio de los diez años anteriores fue de 145,495 hectáreas.

Desde el año 2001 el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés 2001) han observado que la temperatura promedio de la tierra se ha incrementado 0.8°C a nivel mundial en los últimos 50 años. Para el caso de México, el IPCC manifiestan una creciente vulnerabilidad de la actividad agrícola dada la mayor fluctuación estacional del clima, la disminución de la precipitación promedio anual y el incremento en los períodos de sequías.

A nivel regional y local es imprescindible el diseño de una estrategia de adaptación que permita conservar la productividad y sustentabilidad. El uso de tecnologías e innovaciones amigables al ambiente serán punta de lanza para una mejor adaptación a estas nuevas condiciones climáticas.

FIGURA 6. SUPERFICIE SEMBRADA EN LOS CICLOS AGRÍCOLAS OTOÑO INVIERNO Y PRIMAVERA VERANO EN EL VALLE DEL YAQUI.1991-2010.



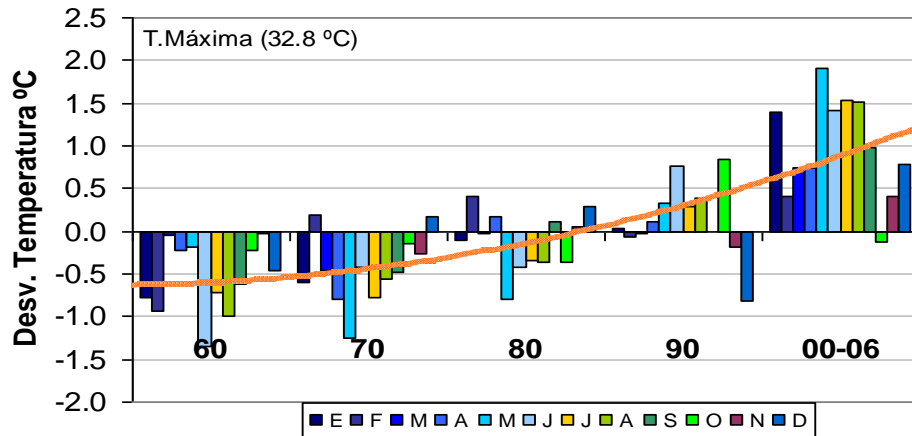
Fuente: Elaborado con datos de DDR148- SAGARPA, Distrito de Riego Río Yaqui, OEIDRUS.

Se esperan aumentos de temperatura, reducción de la precipitación e incremento de eventos extremos. De continuar el crecimiento de global basado en la emisión de gases de efecto invernadero, los modelos de circulación atmosférica que mejor se ajustan a las características del Valle del Yaqui, estiman aumentos entre 1.5 y 2.7°C en la temperatura media anual para finales del presente siglo.

Los registros climáticos analizados en el periodo comprendido de la década de 1960 hasta nuestros días, indican que el Valle del Yaqui presenta aumentos considerables en la temperatura media anual y éstas se han acelerado a partir de finales de los años 90 donde la temperatura aumentó un grado en promedio (Figura 7).

En los últimos 30 años el patrón de lluvias de invierno y verano se ha modificado en el Valle del Yaqui, donde la producción de hortalizas, granos, forrajes, pastizales de temporal y otros cultivos, eran parcialmente abastecidos por estas precipitaciones. A su vez, este evento ha ocasionado una baja recuperación de presas, abrevaderos y agotamiento del manto acuífero (CNA, 2006), que aunado a la falta de control y regulación en el consumo de agua (Ortíz et al., 2006a), ha obligado una reestructuración en los sistemas de producción agropecuarios para el abasto alimenticio tanto de animales como para el hombre (Figura 8).

FIGURA 7. INCREMENTO EN LA TEMPERATURA DEL AIRE EN EL VALLE DEL YAQUI



Fuente: Félix V. P. et al (2008).

La región central en el estado de Sonora enfrenta una mayor crisis por la falta de agua. En Hermosillo, si las lluvias no alcanzan a elevar los niveles de los pozos, durante el verano se tiene que bombear agua solo por unas horas y cortar el suministro para poder llevarla a otras áreas de la ciudad.

El Gobierno del Estado (2009-2015) para mejorar el suministro de la capital, impulsa un programa hidráulico denominado Sonora Sistema Integral (Sonora SI), donde la principal obra: el acueducto independencia pretende llevar de la presa de El Novillo en la cuenca del Río Yaqui alrededor de 75 millones de metros cúbicos de agua.

DOCTORADO EN PLANEACIÓN ESTRATÉGICA Y DIRECCIÓN DE TECNOLOGÍA

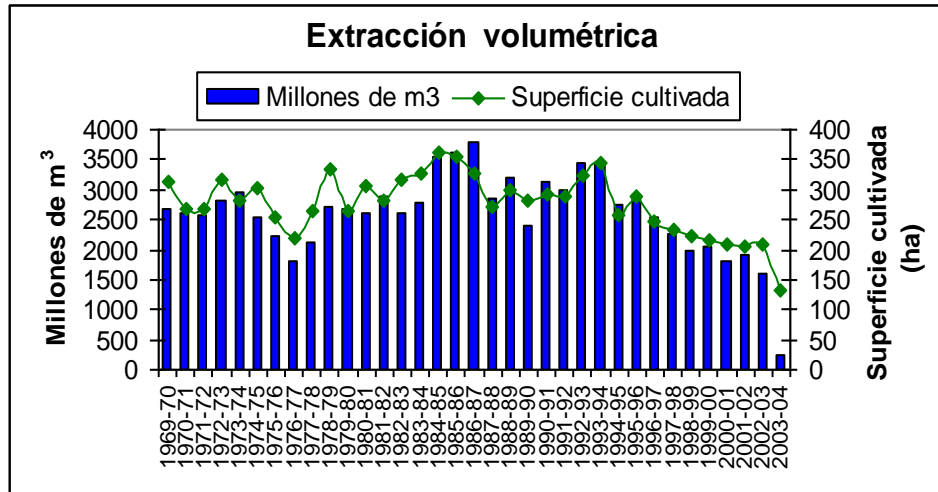
Una vez anunciado el programa, los agricultores del Valle del Yaqui y otros sectores de la sociedad alzaron la voz: *¡NO AL NOVILLO!* en contra de estas obras. Establecen que hay otras soluciones al problema del agua en Hermosillo como es la desalación de agua de mar y mejorar la red de distribución.

Actualmente, las partes siguen en conflicto en los tribunales. Pero las constructoras continúan avanzando en el proyecto y el Gobierno del Estado junto con el Gobierno Federal, anunciaron que en el año 2013 iniciará operaciones el acueducto. Ante la incertidumbre de contar con menos agua el Valle del Yaqui, tanto por los efectos climáticos como por el acueducto, se requerirán de obras de infraestructura que aumenten la capacidad de almacenamiento y conducción del sistema de presas del Río Yaqui. La tecnología de riego será crucial para mejorar la eficiencia medida en metros cúbicos de agua por tonelada producida.

La administración del agua puede ser más eficiente si se realizan obras de infraestructura con tecnología que permita regar de acuerdo a las necesidades de los cultivos, y donde aquellos agricultores que hagan más eficiente el riego puedan con sus ahorros de agua, sembrar más de un ciclo productivo en el año agrícola.

En el largo plazo el mejoramiento genético mediante la investigación y desarrollo de nuevas variedades será crucial para adaptar la agricultura a las condiciones extremas del clima, como el híbrido de Maíz H-431 o mejores. De igual forma, la agricultura de conservación es una tecnología que puede contribuir en el ahorro de agua. En los próximos capítulos se muestran sus beneficios en lo económico y ambiental.

**FIGURA 8. EXTRACCIÓN DE AGUA DEL SISTEMA DE PRESAS Y SUPERFICIE.
VALLE DEL YAQUI 1970-2004**



Fuente: Distrito de Riego Río Yaqui 048.

CAPÍTULO II. MARCO DE INVESTIGACIÓN PARA EL ESTUDIO DE LA AGRICULTURA DE CONSERVACIÓN

El presente apartado tiene por objetivo mostrar ¿Qué es?, ¿Donde se practica? ¿Cuáles son sus efectos? y explicar el porqué la agricultura de conservación puede contribuir en el desarrollo sustentable del Valle del Yaqui.

II.1. Marco conceptual: Agricultura sustentable a la agricultura de conservación

El trigo es uno de los cultivos que dieron origen a la agricultura hace alrededor de 10,000 años, la humanidad desde aquellos años ha venido mejorando las técnicas para cultivar la tierra hasta llegar a la agricultura insumista, que se gestó con la revolución verde. El uso indiscriminado de la tecnología ha traído beneficios pero también efectos secundarios en la salud y el ambiente. Esto ha impulsado de forma paralela nuevos tipos de agricultura.

Es en los años sesenta cuando a nivel mundial se empieza a gestar un nuevo paradigma productivo sustentado en el uso de agroquímicos y fertilizantes que son acompañados por un alto grado de mecanización de las actividades agrícolas. Este paquete tecnológico, si bien propicio avances productivos importantes, a la postre se manifestaría en trastornos ecológicos para la biodiversidad.

Las investigaciones agrícolas que derivaron en el descubrimiento de semillas con alto rendimiento, impulsaron lo que hoy conocemos como Revolución Verde encabezada en México por el Dr. Norman Ernest Borlaug, y fructificaron en la obtención de trigos enanos, que permitieron aumentar los rendimientos hasta seis toneladas por hectárea. El uso de nuevas semillas y de nuevas técnicas de cultivo hizo que en 1964 México pasara de ser importador de trigo a ser exportador en 1968, en ese año se exportaron 72 mil toneladas de trigo de alto rendimiento (Hewit 1976).

De esta manera, muchos países podían producir sus propios alimentos y exportar el superávit de las cosechas. El éxito de las nuevas tecnologías fue sustentado por grandes extensiones de tierra las cuales eran irrigadas por presas y múltiples inversiones hidráulicas llevadas a cabo por los gobiernos nacionales que impulsaban la agricultura extensiva en sus países. Sin embargo, la revolución verde no logró llevar sus beneficios a los pequeños agricultores, los cuales no tenían los recursos financieros y técnicos para producir a gran escala de ahí que estos fueron relegados y quedaron fuera de la actividad agrícola al producir en algunos casos solo para su subsistencia, con técnicas tradicionales propias de su cultura.

En México, el resultado de la revolución verde no fue tan promisorio ni de largo plazo, ya que al igual que muchos países del tercer mundo, se perdió la autosuficiencia alimentaria lograda en los sesenta, (Carabias y Toledo, 1985). De acuerdo con estos investigadores, esto no se debió al incremento acelerado de la población, ni de las formas agrarias de organización y producción de la revolución verde, fue producto más bien de modificar los destinos de la producción. En este sentido, lo que se cuestiona a tal práctica agrícola es la aplicación reiterada de un modelo tecnológico completamente divorciado de las condiciones biológicas, ecológicas y culturales del país.

El Valle del Yaqui, en el estado de Sonora es una de las regiones más dinámicas en cuanto a la utilización de la tecnología, la adopción de nuevas variedades hizo posible consolidar el sistema producto trigo en la región Noroeste de México. Sin embargo, en estos setenta años de agricultura intensiva el ambiente empieza a cobrar factura con escasez de agua, pérdida de calidad de suelos, y baja competitividad por altos costos de producción.

II.1.2 La agricultura sustentable

Paralelamente a la gestación de la revolución verde (agricultura tradicional), se inició la agricultura sustentable en respuesta a preocupaciones sobre efectos de la agricultura, tales

DOCTORADO EN PLANEACIÓN ESTRATÉGICA Y DIRECCIÓN DE TECNOLOGÍA

como sobreexplotación de los recursos no renovables, degradación del suelo, salud y efectos ambientales y químicos agrícolas, inequidad, disminución de comunidades rurales, pérdida de valores tradicionales agrarios, calidad alimentaria, seguridad de los trabajadores agrícolas, disminución de autosuficiencia y disminución del número y aumento de tamaño de los agricultores. Estos problemas se tornaron asociados con la agricultura convencional que era percibida como insustentable (Hansen, 1996).

La agricultura sustentable engloba muchos tipos de agricultura que en general ponen en el centro de análisis el ambiente tales como: agricultura orgánica, agricultura biológica, agricultura ecológica, permacultura y agroecología, entre otros. De acuerdo a Foladori *et al* (2001) la agricultura sustentable tiene por objetivo mejorar la salud de los agricultores y los consumidores; mantener la estabilidad del medio ambiente (métodos biológicos de fertilización y control de plagas); asegurar ganancias a largo plazo de los agricultores; producir considerando las necesidades de las generaciones actuales y futuras. Para lograr estos objetivos la principal estrategia es la eliminación o reducción gradual de uso de químicos procesados, fertilizantes y pesticidas (Hansen 1996).

De los tipos de agricultura mencionados, es la agricultura orgánica una de las más avanzadas en cuanto a tamaño de mercado, prácticamente engloba todos los cultivos comerciales desde cereales, oleaginosas, frutas y hortalizas hasta productos procesados. La IFOAM (International Federation of Organic Agriculture Movements) es la agencia de certificación más importante de los productos orgánicos, surge en París en 1972 justamente cuando la ONU daba inicio su actividad en pro del medio ambiente. En esa misma década surgen en Europa algunas corrientes radicales y movimientos ecologistas que presionaban a los gobiernos para que diseñaran políticas en defensa del medio ambiente, estos grupos estaban integrados por organizaciones no gubernamentales: religiosas, ecologistas, naturistas, vegetarianas, entre otras, cuyo movimiento fue nombrado “la vuelta a la naturaleza”. Estas organizaciones se conjuntaban para consumir alimentos sanos, establecían nexos con agricultores que en forma paulatina iban disminuyendo el uso de insumos químicos hasta que producían sus cultivos de

forma orgánica, éstas asociaciones de consumidores y agricultores fueron el antecedente de IFOAM que hoy en día es un movimiento mundial encargada de implementar normas y reglamentaciones claras para la producción y el manejo de estos alimentos (Trápaga *et al* 1994; Gómez 1996, IFOAM 2012).

La agricultura de conservación es un término medio entre la agricultura tradicional y la agricultura sustentable, no pretende eliminar el uso de agroquímicos y pesticidas, el objetivo es avanzar hacia una menor labranza del suelo, es un sistema holístico que busca mejorar el ambiente y contribuir hacia una mayor calidad de vida de las familias rurales.

II.1.3 La agricultura de conservación mundial

La agricultura de conservación tiene sus orígenes en Estados Unidos en la década de 1930-1940, en esos años en las llanuras centrales producto de la sequía se originaron graves problemas de erosión eólica. Para disminuir efectos negativos se desarrollaron nuevos equipos de laboreo que permitían descompactar el suelo y controlar la maleza pero sin invertir el terreno, dejando en superficies abundantes restos vegetales de los cultivos precedentes. Fue en los años cincuenta cuando la implantación de las técnicas de agricultura de conservación empiezan a generalizarse en el país, auxiliadas con herbicidas más eficaces, que permitían eliminar la vegetación presente en el momento de la siembra (Gil *et al.* 2009).

En la actualidad en Estados Unidos se siembran 26.5 millones de hectáreas bajo este sistema de producción en la modalidad de temporal y representa el 16.11% del área cultivable nacional de 165.4 millones de hectáreas (AQUASTAT, 2011). A nivel mundial ocupa el primer lugar en superficie, le siguen Argentina, Brasil, Australia, Canadá y Paraguay. En conjunto estos países representan el 94.2% de las 116.5 millones de hectáreas sembradas con agricultura de conservación (Cuadro 2). Esta superficie comparada con las 1,533.3 millones de hectáreas sembradas en nuestro planeta representa el 7.6% bajo esta tecnología de producción.

DOCTORADO EN PLANEACIÓN ESTRATÉGICA Y DIRECCIÓN DE TECNOLOGÍA

Las estadísticas muestran que en la mayoría de los países este tipo de agricultura es reducida su implementación, pero también se observa que algunos han logrado con mucho éxito su adopción como es el caso de Argentina que ocupa el 79% de su agricultura. En esa región de Sudamérica junto con Argentina, Brasil, Paraguay, Uruguay y Bolivia, todos juntos concentran el 46.7% de la superficie mundial con agricultura de conservación.

¿Qué han hecho sus gobiernos en esa región de Sudamérica que ha posibilitado el transitar en pocos años hacia una agricultura más competitiva y sustentable? Los agricultores explican que es la mejor forma de obtener ganancias en la actualidad, puesto que al disminuir las subvenciones gubernamentales tuvieron que adoptar tecnologías que les permitieran ser productivos y al mismo tiempo bajaran los costos de producción (Borleto, 2006).

Sin embargo, Europa una región que se caracteriza por apoyar desde la sociedad y sus gobiernos, políticas económicas a favor del ambiente, no sobresale en la adopción de la agricultura de conservación. Países como: España, Alemania, Italia, Francia, Portugal, y Reino Unido, entre otros suman 1,460,000 hectáreas sembradas con agricultura de conservación y en conjunto representan el 1.2% del total mundial. Aun cuando instituciones de investigación europeas plantean la necesidad de una reducción de las labores, para revertir los efectos negativos sobre el suelo y los costos de producción, la superficie no ha aumentado. La existencia de subvenciones enfocadas a la producción por parte de la Política Agrícola Comunitaria (PAC) y no a la sostenibilidad del ambiente, no motivaron el cambio de modelo agrícola, por lo que los sistemas de conservación se han ido introduciendo lentamente (Gil *et al.* 2009).

DOCTORADO EN PLANEACIÓN ESTRATÉGICA Y DIRECCIÓN DE
TECNOLOGÍA

**CUADRO 2. SUPERFICIE MUNDIAL CON AGRICULTURA DE
CONSERVACIÓN. 2011.**

	PAÍS	1000 ha	%	
			NACIONAL	% MUNDIAL
1	Estados Unidos	26,500	16.11	22.62
2	Argentina	25,553	79.85	21.81
3	Brasil	25,502	37.23	21.76
4	Australia	17,000	35.78	14.51
5	Canadá	13,481	25.85	11.51
6	Paraguay	2,400	61.54	2.05
7	Kazajastán	1,300	5.53	1.11
8	China	1,130	1.07	0.96
9	Bolivia	706	18.44	0.60
10	Uruguay	655	34.26	0.56
11	España	650	3.77	0.55
12	Sudáfrica	368	2.4	0.31
13	Alemania	354	2.93	0.30
14	Venezuela	300	8.95	0.26
15	Finlandia	200	8.84	0.17
16	Francia	200	1.03	0.17
17	Chile	180	10.42	0.15
18	Nueva Zelanda	162	29.89	0.14
19	Colombia	102	2.85	0.09
20	Ucrania	100	0.29	0.09
21	Italia	80	0.82	0.07
22	Zambia	40	1.52	0.03
23	Kenya	33	0.54	0.03
24	Ghana	30	0.41	0.03
25	Portugal	25	1.31	0.02
26	Reino Unido	24	0.39	0.02
27	México	23	0.08	0.02
28	Zimbawe	15	0.34	0.01
29	Eslovaquia	10	0.71	0.01
30	Sudán	10	0.04	0.01
31	Mozambique	9	0.17	0.01
32	Suiza	9	2.08	0.01
33	Hungría	8	0.16	0.01
34	Túnez	8	0.16	0.01
35	Marruecos	4	0.04	0.00
TOTAL		117,171	11.17	100.00

Fuente: Elaborado con información de FAO- AQUASTAT.

El desarrollo de la agricultura mundial se ha sustentado desde el inicio de la revolución verde en la década de 1960 en el incremento de la productividad. Las prácticas desarrolladas han sido de tipo intensivo haciéndose un uso desmedido de maquinaria agrícola, fertilizantes, y agroquímicos. Sin lugar a dudas, los fines de productividad y competitividad han logrado altos

rendimientos, pero las prácticas de cultivo implementadas han tenido consecuencias desfavorables al ambiente. Algunos de los impactos más evidentes han sido, la disminución de la materia orgánica, el incremento de sales en la superficie arable, el aumento de la erosión, la compactación del suelo, contaminación de aguas superficiales y profundas, entre otros. Como una estrategia para disminuir el efecto negativo que la agricultura tradicional ha tenido en el entorno se han desarrollado distintas alternativas de producción, siendo la agricultura de conservación una de ellas (Tamames, 2002).

Hebblethwaite (1996) considera que la agricultura de conservación incluye cualquier práctica agrícola que reduce o elimina el laboreo, a fin de mantener restos vegetales sobre el suelo y así protegerlo adecuadamente de la erosión todo el año.

García (1996) por su parte la define como el conjunto de técnicas que posibilita el manejo de un cultivo con el suelo protegido con residuos del cultivo anterior para así reducir la erosión.

Govaerts (2011) establece que es un sistema que involucra diferentes formas de aplicación de tres principios básicos: 1) reducir o eliminar la labranza del suelo, o el arado; 2) mantener el suelo cubierto con residuos de cultivos; 3) rotar y diversificar los cultivos. El mismo autor menciona que se convierte en la alternativa más viable a la agricultura tradicional porque es un sistema rentable y conservacionista que reduce los costos de producción e incrementa la productividad, con el consecuente beneficio ecológico y edáfico (Govaerts *et al.* 2009).

Según la FAO (2002) el sistema de no labranza se basa en el uso de los residuos de los cultivos para la cobertura de la superficie y en el mejoramiento de los ciclos naturales en el suelo. Con el correr del tiempo, los elementos vivos del suelo hacen las funciones de la labranza tradicional, aflojando el suelo y mezclando sus componentes. Pero además de esto, el incremento de la actividad biológica crea una estructura estable del suelo por medio de la acumulación de materia orgánica.

DOCTORADO EN PLANEACIÓN ESTRATÉGICA Y DIRECCIÓN DE TECNOLOGÍA

También señala (FAO 2008) que es una producción agrícola que conserva los recursos naturales, y al mismo tiempo garantiza una producción a un alto nivel y con buena rentabilidad económica. Es una agricultura que se conforma por una serie de prácticas agronómicas cuyo objetivo es minimizar o atenuar la pérdida de suelo y agua, sustentadas en el fortalecimiento de procesos biológicos naturales encima y debajo de la superficie del suelo, con el fin de alterar lo menos posible su composición, estructura y biodiversidad.

Existen factores internos que dentro de la misma agricultura de conservación contribuyen al detrimento de su desarrollo, como es la adecuada rotación de cultivos, coberturas de suelos, entre otros. En este sentido, uno de los riesgos o problemas que pueden presentarse se relaciona con el proceso de transición que existe entre la agricultura tradicional y la de conservación. Durante esta etapa, existe la posibilidad de que diversas plagas o patógenos del sistema radicular puedan ocasionar desequilibrios. Si bien, para su control es necesaria la aplicación de agroquímicos, lo cierto es que durante este proceso se corre un alto riesgo de invasión de maleza en los cultivos (FAO, 2008).

Las barreras culturales pueden retardar el proceso de cambio, sobretodo, porque puede darse una incomprensión de la tecnología, temor al riesgo económico, falta de capacidad para comprar maquinaria o realizar adaptaciones a sus equipos y por la siembra de cultivos inadecuados. Además, en regiones áridas como lo es el Valle del Yaqui, otro factor limitante tiene que ver con la climatología, que al igual que en otras prácticas agrícolas también es un elemento a tener en cuenta; asimismo, la escasez de agua hace que la agricultura de conservación en la modalidad de riego no se adopte con facilidad, porque la falta de agua no permite la rotación de cultivos. Un principio básico de la agricultura de conservación.

Finalmente, para los fines del presente trabajo estableceremos que aquel agricultor en el Valle del Yaqui que elimine el uso de arado y el cincel en la preparación del terreno y procure disminuir el paso de maquinaria mediante el uso de equipos adaptados o especializados se

encontrará en una de las primeras etapas de la adopción de la agricultura de conservación. El cambio hacia el nuevo sistema será gradual y de aprendizaje continuo para identificar las mejores rotaciones de cultivos, el manejo de las coberturas de los cultivos anteriores que faciliten la fertilización, el riego, el manejo de plantas invasoras, plagas y enfermedades.

II.1.4. Marco referencial. La agricultura de conservación: costos e implicaciones

La disminución de costos más significativa en la agricultura de conservación se da en labores relacionadas con la mano de obra. La reducción en las actividades para la producción hacen que se reduzca el número de horas de laboreo (hr/ha). De acuerdo con la FAO (2004), existen dos visiones de los requerimientos de mano de obra cuando se usa tracción animal y mecanizada en las actividades de preparación de tierras. En el caso de la primera, la reducción de la mano de obra puede llegar hasta el 86%, mientras que en la segunda se reduce un 58%, que es el caso de la región de interés para esta disertación.

En los campos donde se utiliza este tipo de agricultura se realizan menos operaciones, de ahí que se requieran menos equipos, menos mano de obra y menor cantidad de combustible. Esta sin duda puede tener efectos sociales negativos. Sin embargo, una de sus estrategias es promover la rotación y reconversión de cultivos, y estas nuevas alternativas podrían generar más empleos. El ahorro de agua implica más actividad económica en la región, al reducirse un riego al pasar de cuatro riegos de auxilio a tres, con cada 10 mil hectáreas de trigo bajo agricultura de conservación se pueden sembrar 2,000 hectáreas en el ciclo de primavera verano de maíz, frijol, sorgo, soya, algodón, entre otros cultivos que pueden generar los empleos perdidos por el menor uso de maquinaria al eliminarse la labranza primaria.

Además, es importante destacar que los costos no sólo se reducen sino que los rendimientos obtenidos suelen ser equivalentes ó sensiblemente más altos al de los sistemas tradicionales. Si bien, en las fases iniciales de adopción baja el rendimiento, lo cierto es que aumentan una vez

que el sistema está estabilizado (FAO, 2008). Con la agricultura de conservación no se obtienen resultados inmediatos; experiencias previas indican que a partir del cuarto año es cuando los beneficios comienzan a ser visibles. El proceso de adopción/adaptación de este sistema agrícola se segmenta en cuatro fases básicas: 1) mejoramiento de las técnicas de labranza, 2) mejoramiento de las condiciones del suelo y fertilidad, 3) diversificación de los patrones de cultivo y 4) sistema agrícola integrado.

En general la agricultura de conservación permite obtener los siguientes beneficios:

1. Mejora la compactación del suelo. El suelo es un sistema con vida, una mezcla compleja de microorganismos, varias especies animales, minerales, agua, aire y raíces. Además tiene una estructura y una textura propias que dependen del estado de agregación de las partículas. El laboreo tradicional, por arado de vertedera, suele romper el equilibrio dinámico de estos elementos. Uno de los efectos es el bloqueo de los bioporos y grietas que constituyen las rutas de infiltración del agua en el suelo. La agricultura de conservación, con un laboreo reducido o no laboreo, favorece la infiltración y acumulación de agua facilitando el drenaje y previniendo la erosión provocada por el encharcamiento de suelos no permeables (Tamames, 2002).
2. Mitiga la erosión. El establecimiento de un mantillo vegetal que se obtiene acumulando los residuos vegetales, también tienen un efecto significativo en la mitigación de la erosión, una vez que disipa el impacto de la lluvia, evitando la desagregación de las partículas y reduciendo la velocidad de escurrimiento superficial del agua.
3. Aumenta la captación de agua. El suelo es el almacén del agua, si se pierde suelo se pierde capacidad de almacenar la misma. El residuo de la cosecha permite una mejor conservación de la humedad del suelo debido a la reducción de la erosión eólica y disminución de la evaporación del agua por radiación solar. También permite una mayor infiltración, por lo que el suelo va a poder almacenar más agua (FAO, 2008). El

laboreo tradicional produce el arrastre masivo de sedimentos, herbicidas y fertilizantes a través de las cuencas hidrográficas. Se ha observado que el laboreo reducido o no laboreo de la agricultura de conservación significan una disminución (entre un 70 y un 90%) del transporte de estos residuos a los cauces y mantos freáticos. Por lo que aplicando las técnicas de la agricultura de conservación (Tamames, 2002), la mejora de la calidad de las aguas abajo en la cuenca, es considerable, y disminuye la contaminación del mar.

4. Incrementa la flora y fauna. Mientras que la agricultura tradicional deja el suelo desnudo por largos periodos de tiempo, la agricultura de conservación deja abundantes residuos de cosechas sobre el suelo. Esos restos dan alimento y refugio a la flora y fauna edáfica, contribuyendo a su protección. La gran mayoría de estos organismos son benéficos para la agricultura y contribuyen a la formación del suelo, a la movilización de nutrientes y al control de plagas. Así, la agricultura de conservación mantiene, de una forma mucho más eficaz, una estructura del suelo viva, rica y diversificada de microorganismos (Tamames, 2002; FAO, 2008).
5. Incrementa la materia orgánica. La materia orgánica presente en un suelo es determinante para su calidad. La carencia de materia orgánica degrada la estructura de un suelo, deteriora la estabilidad de los agregados y disminuye la actividad biológica y la capacidad de retención de agua y nutrientes. Está demostrado que con la agricultura de conservación es posible aumentar la materia orgánica (Tamames, 2002; FAO, 2008).
6. Disminuye las emisiones de CO₂ a la atmósfera. Al necesitar menor labranza y consecuentemente menor gasto de combustible. La agricultura tradicional es uno de los grandes contribuyentes a las emisiones globales de gases de efecto invernadero. Las labores primarias de campo con el arado, el cincel y la rastra de discos incorporan los

restos vegetales creando condiciones óptimas para que se libere el CO², mientras que en la agricultura de conservación hay una acumulación neta anual de contenido de carbono (Tamames, 2002).

A nivel nacional el CIMMYT desarrolla el programa Modernización Sustentable de la Agricultura Tradicional (MasAgro) con el apoyo financiero de la SAGARPA de alrededor de 138 millones de dólares para los próximos diez años (2011-2021). Entre sus componentes se encuentra impulsar la adopción de la agricultura de conservación de los pequeños agricultores en México a través de la capacitación, así como transferir prácticas agronómicas y semillas mejoradas que permitan elevar los rendimientos de maíz y trigo. Las metas son aumentar entre 5 y 9 millones de toneladas a la producción de maíz de temporal (producción actual 13 millones de toneladas.) y aumentar 50% el potencial de rendimiento del trigo y agregar 350 mil toneladas a la producción anual de México en 10 años. Estas iniciativas podrían lograr mejores resultados si más instituciones públicas y privadas participan en el esfuerzo de transferir más tecnologías competitivas al campo mexicano.

II.1.4.1 Tipos de siembra en el Valle del Yaqui

La preparación del suelo es la principal diferencia de las tecnologías de producción, mientras que en agricultura de conservación la preparación se elimina (pero si hay compactación en el mediano plazo se requerirá labranza tradicional en aquellas áreas compactadas) y se siembra directamente sobre el cultivo anterior, en la tradicional la mayoría de los agricultores cada año realiza un preparación completa del suelo: cinceleo, barbecho, tres pasos de rastra, nivelación y surqueo.

El método de siembra es otra diferencia de las tecnologías (Aquino, 1998):

- Melgas: pueden realizarse en dos modalidades, al voleo con incorporación de la semilla con rastra o con sembradora, la cual deposita la semilla a "chorrillo" en hileras; posteriormente se levantan los bordos para formar las melgas, cuyo tamaño y forma

DOCTORADO EN PLANEACIÓN ESTRATÉGICA Y DIRECCIÓN DE TECNOLOGÍA

dependen de lo bien nivelado que esté el terreno. Este método puede subdividirse en melgas rectas en terrenos nivelados o siguiendo el contorno (curvas de nivel).

- **Corrugaciones:** Este tipo de siembra se lleva a cabo igual al anterior, al voleo o con sembradora de granos pequeños, sólo que en lugar de levantar bordos se traza un surcado poco profundo para conducir el agua de riego.
- **Siembra en surcos a 2, 3 y 4 hileras (tradicional).** En la actualidad se considera el método de siembra más utilizado por los agricultores, el cual tiene como objetivo principal permitir la entrada de maquinaria, implementos y trabajadores para realizar cultivos mecánicos (escardas) y deshierbes manuales con facilidad, así como obtener un mejor manejo y aprovechamiento del riego. La metodología original presenta dos alternativas uso de surco angosto (50-60 cm) con una hilera en el lomo del surco, y la de surco ancho (80-100 cm) con dos hileras en el lomo. También, algunos agricultores hacen tres y hasta cuatro hileras en el lomo del surco, pero en altas densidades puede dificultar la entrada de maquinaria.
- **Siembra directa a 2, 3 y 4 hileras (Agricultura de Conservación):** La Figura 9, muestra una sembradora tradicional con adaptaciones de discos cortadores (2 hileras), y una sembradora brasileña especializada para siembra directa (4 hileras). Estos equipos no requieren de preparación primaria del suelo, siembran directamente sobre el cultivo anterior.

FIGURA 9. SEMBRADORAS DE 2 Y 4 HILERAS DE AGRICULTURA DE CONSERVACIÓN.



Fuente: Demostración de Agricultura de Conservación. CENEB-INIFAP. 2012.

II.1.4.2 Rendimiento y costos de producción con la Agricultura de Conservación en el Valle del Yaqui

Moreno *et al.* (1993), Cortés (2009, 2010), Figueroa (2011), en sus trabajos de investigación sobre labranza tradicional en el Valle del Yaqui encontraron que el uso de arado o cincel no contribuyeron a incrementar la producción de trigo. Cortés (2010) encontró que en ninguno de los cuatro ciclos de producción evaluados en el periodo 2006-2010, la labranza tradicional no superó el rendimiento comparado con el tratamiento de solo rastreo, la labranza primaria solo incrementa innecesariamente los costos de producción (Cuadro 3).

CUADRO 3. RESULTADOS DE INVESTIGACIÓN CON LABRANZA PRIMARIA Y SECUNDARIA EN EL CULTIVO DE TRIGO. CEVY-INIFAP. RENDIMIENTOS t/ha⁻¹.

LABRANZA	2006-2007	2007-2008	2008-2009	PROMEDIO
Barbecho	6.450	7.643	6.460	6.851
Cinceleo	6.710	7.660	6.888	7.086
Rastreo	6.724	8.085	7.758	7.522

Fuente: Cortés y Ortiz 2009.

Valenzuela (2009) menciona que en nuestra región, se practica una agricultura tradicionalista que implica altos costos de producción y derroche de energía, que favorece el deterioro ecológico (edáfico), así como una baja eficiencia en el uso y manejo del agua de riego, lo cual

DOCTORADO EN PLANEACIÓN ESTRATÉGICA Y DIRECCIÓN DE TECNOLOGÍA

incide en una baja productividad del sistema. Estudios edafológicos realizados en los años de 1941 y 1990, indican que los factores antes mencionados favorecen la pérdida de calidad de los suelos de primera clase en 0.56% anual y de continuar con dicha explotación, se espera que la degradación del suelo aumentará de manera gradual, hasta alcanzar el 80% de la superficie total en la primera década del siglo XXII.

La agricultura tradicional demanda una gran cantidad de insumos, lo que implica altos costos de producción y para que el productor logre mayores beneficios requiere de una mayor superficie, lo cual ha encarecido la renta de la tierra. En pocos años pasó de \$2,500/ha en el ciclo otoño invierno (OI) 2005-06 a \$4,500/ha en el ciclo OI 2008-09.

Durante el ciclo OI 2008-2009, se aplicó un cuestionario a trece agricultores cooperantes para cuantificar la estructura de costos de producción en trigo. Sembraron una superficie promedio de 105 hectáreas, las labores de preparación las llevan a cabo en base a las condiciones del terreno, antes de sembrar realizaron los siguientes trabajos: un cinceleó ó barbecho, dos a tres rastreos, un tabloneo o empareje del terreno, trazo de canales y bordos para el riego y al surcar aplicaron el fertilizante. La fecha de siembra fue del 21 de noviembre al 5 de enero. Las variedades sembradas fueron: JUPARE, ATIL, SAMAYOA, CEVY ORO, PATRONATO ORO, CIRNO y SAWALI (Todas generadas por la asociación en investigación INIFAP-CIMMYT-PIEAES), los agricultores en promedio utilizaron 150 kg de semilla/ha.

El uso de agroquímicos en el ciclo OI 2008-2009 fue alto por la fuerte presencia de enfermedades en el Valle del Yaqui y la mayor susceptibilidad de algunas variedades a roya de la hoja (*Puccinia recóndita*) Las condiciones climáticas fueron aptas para la dispersión de la roya e insectos (pulgones: *Rhopalosiphum maidis*) por lo que se requirió de aplicaciones de fungicidas e insecticidas. Los productos químicos utilizados fueron: tebuconazol (Folicur), Dimetoato, metsulfurón (Situi) y metamidofós (Tamarón) principalmente. Respecto al riego, la cantidad de agua utilizada fue de 7.5 millares de m³, con cinco riegos, el de pre siembra y cuatro de auxilio.

DOCTORADO EN PLANEACIÓN ESTRATÉGICA Y DIRECCIÓN DE TECNOLOGÍA

El rendimiento que obtuvieron los agricultores cooperantes fue 6.4 t /ha^{-1} que fueron comercializadas a \$3,100/t. Con este nivel de producción obtuvieron un ingreso de \$19,840/ha más \$963 que otorga el Programa de Apoyos directos al Campo (PROCAMPO) por hectárea, el ingreso total fue de \$20,803, considerando los costos de producción que se muestran en el Cuadro 4, de \$18,143, la relación beneficio costo fue de sólo 1.14. Bajo este escenario el ingreso casi iguala a los costos, prácticamente no hay ganancias de la actividad bajo un sistema de producción intensivo en el uso de maquinaria e insumos.

Con respecto al cultivo de Sorgo y Maíz en el ciclo de Verano-Otoño (VO), algunos agricultores no utilizaron labranza primaria, es decir, sembraron directamente sobre la paja del trigo, lo que propició un ahorro del 20-30% en los costos de producción (Ortega, *et al.* 2007). Sin embargo, en el ciclo de verano solo se siembran alrededor de 6,000 hectáreas debido a la falta de agua, mientras que en el ciclo de otoño-invierno suman más de 230 mil hectáreas, prácticamente es nula la agricultura de conservación.

Otras evaluaciones económicas se realizaron en siembras con labranza tradicional y labranza reducida realizadas en el Campo Experimental Norman E. Borlaug. Con base en las labores de campo, insumos utilizados y rendimientos obtenidos se cuantificó la estructura de costos de producción de ambas tecnologías. Los análisis contemplaron costos de maquila o renta de maquinaria y renta de la tierra, no consideraron los subsidios de Apoyos y Servicios a la Comercialización Agropecuaria (ASERCA) ni PROCAMPO, y se tomaron los precios de mercado del año agrícola 2009-2010, que en trigo fue de \$2,800/t, soya \$4,500/t, sorgo y maíz de \$2,500/t.

En los experimentos de campo se le dio a los cultivos un manejo con maquinaria como se muestra en el Cuadro 5. La fertilización en trigo fue 500 kg de urea en dos aplicaciones y 100 kg de fosfato monoamónico (11-52-00); en soya, se utilizaron 200 kg de urea y 100 kg de 11-52-00; en sorgo y maíz se requirieron 400 kg de urea y 100 kg de 11-52-00.

**CUADRO 4. COSTO DE PRODUCCIÓN DE TRIGO EN SONORA. AGRICULTURA
TRADICIONAL CICLO OI 2008-2009.**

CONCEPTO	\$/ha
Fertilizantes	4,252
Agroquímicos	1,941
Labores mecanizadas	3,065
Riego y agua	1,648
Cosecha y transporte	1,290
Administración y cuotas	1,448
Renta de la tierra	4,500
Costo total	18,143

Fuente: Armenta et al 2010.

El Cuadro 6. Presenta la rentabilidad de ambas tecnologías. El cultivo de trigo tuvo mejores resultados en labranza reducida, superó en 224 kg el rendimiento y producirlo resultó \$677/ha más barato, el ingreso mejoró en \$1,305/ha referente a labranza tradicional.

El cultivo de soya aun cuando en labranza reducida la producción fue menor en 70 kg, los costos de producción fueron \$507/ha más bajos, y el menor gasto, la hace una tecnología más rentable para el productor.

En sorgo, la aplicación de la labranza reducida obtuvo una producción menor de apenas 35 kg y de igual forma los menores costos la hacen más competitiva referente a la tradicional, el productor logra ganancias superiores de \$616/ha.

En maíz de verano, el rendimiento fue 130 kg menos en labranza reducida, pero los menores costos de producción de \$703/ha, la hacen más rentable para el productor.

DOCTORADO EN PLANEACIÓN ESTRATÉGICA Y DIRECCIÓN DE
TECNOLOGÍA

CUADRO 5. LABORES DE CAMPO MECANIZADAS. 2009-2010.

LABORES	TRIGO TRAD.	TRIGO RED.	SOYA TRAD.	SOYA RED.	SORGO TRAD.	SORGO RED.	MAÍZ TRAD.	MAÍZ RED.
Desmenuzadora	0	1	0	1	0	1	0	1
Rastreos	3	0	3	0	3	0	3	0
Surcado	1	0	1	0	1	0	1	0
Rev. Surco y Fertilización	0	1	0	1	0	1	0	1
Fertilización	2	0	1	0	2	0	2	0
Siembra	1	1	1	1	1	1	1	1
Aplicaciones	1	2	3	4	2	3	2	3
Trilla	1	1	1	1	1	1	1	1
Número de labores	9	6	10	8	10	7	10	7

La labranza reducida es una tecnología que puede lograr los mismos rendimientos que labranza tradicional, y trae aparejada reducción en costos de producción que la hacen ser más competitiva. Los agricultores del Valle del Yaqui pueden mejorar su eficiencia, al iniciar de manera paulatina cambios en los sistemas de producción hacia una menor labranza. Tan solo en el cultivo de trigo, los agricultores podrían esperar un 10% más en su utilidad por hectárea, y la derrama económica para el sur de Sonora podría superar los 320 millones de pesos en ingresos adicionales (Cuadro 6).

Aun cuando los resultados de la investigación, validación y transferencia de tecnología demuestran la factibilidad técnica y económica de la agricultura de conservación en el ciclo de otoño-invierno es reducida su adopción.

En la literatura existen trabajos que abordan la agricultura de conservación y sus beneficios en los sistemas agronómicos. Sin embargo, es escasa la investigación que aborde el problema de su adopción y como esta puede contribuir a mejorar la competitividad, y el bienestar de los agricultores en una región específica.

La adopción de la agricultura de conservación implica un cambio en las prácticas de cultivo, y para ello se cuenta con la tecnología, existen sembradoras en la región, los mismos agricultores han realizados adaptaciones a sus equipos para disminuir la labranza, aun con

DOCTORADO EN PLANEACIÓN ESTRATÉGICA Y DIRECCIÓN DE
TECNOLOGÍA

todo esto son pocos los que la han implementado. Este pequeño grupo ha logrado muchos éxitos con la nueva tecnología. El futuro y el presente de la agricultura será utilizar menos agua y cada vez menos suelo, y sortear las nuevas condiciones climáticas. Esta agricultura se ha demostrado es más competitiva y sustentable pero dependerá de todos los involucrados en el desarrollo del Valle del Yaqui: sociedad, agricultores, organismos del sector, universidades, centros de investigación, técnicos, empresas del sector, entre otros, acelerar su adopción.

**CUADRO 6. RENTABILIDAD EN LABRANZA REDUCIDA Y TRADICIONAL
(\$/HA)**

LABORES E INSUMOS/HA	TRIGO TRAD.	TRIGO RED.	SOYA TRAD.	SOYA RED.	SORGO TRAD.	SORGO RED.	MAÍZ TRAD.	MAÍZ RED.
Rastreos ó desmenuzadora	900	150	900	150	900	150	900	150
Surcado ó revestimiento	200	200	200	200	200	200	200	200
Fertilizantes	5,625	5,225	2,800	2,600	4,750	4,350	4,750	4,350
Siembra-semilla	900	900	1,510	1,510	850	850	1,450	1,450
Agua y riegos	1,769	1,769	1,313	1,313	1,313	1,313	1,313	1,313
Agroquímicos	325	775	800	1,250	670	1,120	670	1,120
Cosecha y transporte	1,477	1,499	902	895	1,151	1,148	1,204	1,191
Renta de la tierra	4,500	4,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500
Costo de producción	15,696	15,018	9,925	9,418	11,334	10,630	11,987	11,274
Rendimiento t/ha	8.270	8.494	2.520	2.450	5.010	4.975	5.540	5.410
Precio	2,800	2,800	4,500	4,500	2,500	2,500	2,500	2,500
Ganancias	7,460	8,765	1,416	1,608	1,192	1,808	1,864	2,252
Rentabilidad	0.48	0.58	0.14	0.17	0.11	0.17	0.16	0.20

Las investigaciones impulsadas por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) y el Patronato para la Investigación y Experimentación Agrícola del Estado de Sonora (PIEAES), junto con agricultores cooperantes han dado buenos resultados y se cuenta con tecnología y experiencias exitosas para hacer de la agricultura de conservación en la modalidad de riego una realidad en el Valle del Yaqui.

CAPÍTULO III. MARCO TEÓRICO: COMPETITIVIDAD Y DESARROLLO SUSTENTABLE

En la economía global donde se ha insertado nuestro país, es guiada por las empresas que diseñan sus estrategias con base en la tecnología, innovación, productividad, talento humano, calidad de productos y servicios, entre otros factores productivos apoyados por una vocación de los gobiernos por generar un ambiente externo que propicie la competencia y la generación de mercados. Sin embargo, son estos últimos los que también impulsan la búsqueda de un mejor futuro basado en un desarrollo sustentable en armonía con el ambiente. La agricultura del Valle del Yaqui tiene fortalezas basadas en su ambiente natural y en el mercado, en donde la competitividad y la sustentabilidad son condicionantes para mejorar su posición competitiva.

III.1. La ventaja competitiva

Adam Smith (1776), considerado el padre de la economía y convencido de los beneficios del liberalismo económico, en su modelo de ventajas absolutas explicaba que los países para competir en el mercado internacional deberían especializarse en aquellos productos donde más producían utilizando la menor cantidad de trabajo.

La teoría de ventajas absolutas fue enriquecida por David Ricardo quien nombró al nuevo modelo de desarrollo: ventajas comparativas (1817). Éste establecía que bajo un régimen de economía abierta, los países participantes se especializan en la producción de productos que sean relativamente más intensivos en el uso de los factores productivos, relativamente más abundantes para producir a un menor costo.

A principios de siglo XX el crecimiento económico de un país, explicaba Schumpeter (1935), se debía a los constantes esfuerzos de la población por mejorar sus métodos productivos y comerciales, es decir, por cambios en la técnica de la producción, la conquista de nuevos mercados, y la introducción de nuevas mercancías, entre otros. Estos cambios históricos e

irrevocables a los procedimientos seguidos es lo que llamó “innovación”. En los mercados globalizados actuales, sin duda la capacidad de mejorar e innovar es un factor indispensable para la competitividad.

La competitividad ha sido definida de varias formas. La más sencilla se refiere que competitividad es la habilidad para competir. Esta implica la existencia de un ambiente de rivalidad con ganadores y perdedores. Fafchamps *et al.* (1995) describe la competitividad cómo la habilidad de una empresa o un país para producir un commodity (materia prima abundante, producida a bajo costo, y mantiene su posición de demanda en el mercado) a un costo variable promedio inferior a su precio. Kennedy *et al.* (1997) lo define cómo la habilidad de crear y entregar valor de forma rentable a través de liderazgo en bajos costos y/o diferenciación de productos.

Una de las definiciones más aceptadas para la competitividad en el ámbito empresarial es la que considera la habilidad para capturar y mantener, durante un periodo de tiempo, una cuota de mercado (Martin *et al.* 1991, Tweeten, 1992; Salvacruz, 1996). Mientras que la pérdida de cuota de mercado por parte de una empresa indicaría una pérdida de competitividad por parte de la misma. Esta definición es una de las más prácticas, ya que es claramente medible por los resultados económicos obtenidos en los mercados regionales, nacionales o internacionales.

Por otro lado, autores cómo Porter (1990) y Krugman (1994) señalan que son las empresas, y no los países, las que compiten en el mercado. Sin embargo, el ambiente de competencia puede ser condicionado según qué país o países estén involucrados. En ese sentido, Porter (1990) y Kennedy (2000) subrayan la importancia que pueden llegar a tener las políticas gubernamentales en la competitividad de las empresas. Porter (1990) refiere incluso, que ocasionalmente también la suerte afecta la competitividad. Estudios más recientes refieren la creciente importancia de las cadenas de valor para la competitividad y consecuente la captura de cuota de mercado tanto local como internacional. Así, la creación de clusters de empresas que aporten mayor valor agregado a los productos, para que no se vendan sólo en la forma de

DOCTORADO EN PLANEACIÓN ESTRATÉGICA Y DIRECCIÓN DE TECNOLOGÍA

commodities, está considerado como un factor clave de competitividad para las empresas y regiones involucradas (Boehlje, 1999, Porter, 1998).

Porter (1990) explica cuatro tipos de condicionantes para la competitividad de un grupo de empresas dentro de un determinado país:

Factores condicionantes. La cantidad y calidad de los recursos humanos, físicos, y financieros. Así como el conocimiento y la infraestructura necesarios para competir en un mercado particular.

Condicionantes de la demanda. La composición, tamaño y patrón de la demanda regional o nacional y sus intercambios con el mercado externo, una vez que estas influyen en la habilidad de una industria para anticipar y reaccionar a cambios en la demanda, incluida la generación de innovación.

Condicionantes de la estructura, estrategia y rivalidad. Se refieren a la formación, organización y gestión; y también a la naturaleza de la rivalidad entre industrias/sectores.

Existencia de industrias relacionadas o de soporte, una vez que la presencia de proveedores internacionales competitivos es una condicionante que proporciona ventaja. La competitividad afecta a toda la cadena productiva, desde las que impactan en la fase de producción hasta las condicionantes que conciernen al mercado demandante.

Estas condicionantes externas a la empresa u organización propician el desarrollo de la ventaja competitiva que define Porter (2008) como la capacidad de una empresa, región ó país para buscar constantemente la diferenciación en su organización, productos y servicios respecto a sus competidores. Establece dos estrategias genéricas para lograr y mantener la ventaja competitiva en el mercado: Ventaja competitiva en diferenciación y ventaja competitiva en costos.

III.1.1. Estrategia de diferenciación

La estrategia de diferenciación trata de ofrecer al cliente un servicio único, totalmente diferente a lo que existe, quien tiene la capacidad de anticiparse a la evolución, al desarrollar nuevos productos logra vanguardia y diferenciación en el mercado (Prahalad et al. 2009);

III.1.2. Estrategia de costos absolutos

La estrategia de costos consiste en organizar los procesos para lograr los costos más bajos en la industria y así ofrecer un precio competitivo al cliente. Esta estrategia es indispensable para los encadenamientos productivos, porque es en la medida que sus integrantes se interrelacionan y logran desarrollar ventajas en costos, y así sus productos son más competitivos en los mercados.

III.1.3. Estrategia

La implementación de una nueva estrategia se debe a la necesidad de hacer diferente las cosas, a tomar la decisión de cambiar. El cambio es una constante que está presente en el mundo de los negocios y debemos adaptarnos a ello o enfrentar la obsolescencia (Harvard Business Review 2011).

La estrategia es lograr un posicionamiento diferenciado en el mercado. Es captar clientes por el hecho de definir claramente un producto o servicio distinto a los que ofrecen los competidores. No es estrategia la eficiencia operacional, que implica aumentar la productividad, la calidad y la rapidez mediante la implementación de programas de calidad total, benchmarking, justo a tiempo, subcontratación, reingeniería, gestión del cambio, entre otros. Sin embargo, tanto la eficiencia operacional como la estrategia son primordiales para mejorar la competitividad de nuestra organización (Porter 1996).

De acuerdo con Porter (1996) la estrategia es:

- Estrategia es crear una posición única y de valor incluyendo un conjunto de actividades diferentes y diferenciadas.

DOCTORADO EN PLANEACIÓN ESTRATÉGICA Y DIRECCIÓN DE TECNOLOGÍA

- Estrategia es hacer una elección entre lo que hay y no hay que hacer. Esto implica crear prioridades, buscar su esencia, de acuerdo a lo que la compañía puede ofrecer mejor a sus clientes.
- Estrategia involucra crear consistencia y alinear las actividades de la organización, y al alinear y reforzar actividades se crea una cadena de valor o un sistema de actividades difícil de replicar.

Enfatiza el autor que los miembros de una organización requieren de liderazgo para profundizar la posición estratégica, para no comprometerla o debilitarla, para resaltar lo distintivo y fortalecer el acoplamiento y ajuste de sus actividades.

Si bien, en la agricultura algunas de estas estrategias no pueden implementarse por ser commodities, muchos de sus fundamentos son útiles para el análisis del sector, para identificar formas de innovar en una industria global donde se ha podido competir por una cuota de mercado. La agricultura de conservación es una tecnología más competitiva porque reduce los costos de producción y mejora la calidad de vida de quienes la ponen en práctica. El mediano plazo se avizora más competido, por eso los agricultores deben optar por tecnologías competitivas y sustentables, porque en este sector el medio ambiente juega un papel fundamental.

III.2. Desarrollo sustentable

Los agricultores del Valle del Yaqui enfrentan el cambio climático: la variabilidad en las temperaturas y la sequía son recurrentes en los últimos quince años. Para adaptarse a los grandes desafíos deben optar hacia formas de producir la tierra, más sustentables.

Hasta antes de los años sesenta, el desarrollo seguido por la humanidad no contemplaba a los recursos naturales, no se les daba importancia y se tomaba como una variable dada e inagotable para el crecimiento económico. Es en esa década cuando surgen las primeras ideas del desarrollo sustentable, se da un inicio por la influencia reiterada de grupos ecologistas,

DOCTORADO EN PLANEACIÓN ESTRATÉGICA Y DIRECCIÓN DE TECNOLOGÍA

ambientalistas, pacifistas, y diversas organizaciones no gubernamentales, que reclaman a los gobiernos u organismos internacionales la necesidad de mejorar y crear consciencia del entorno en que vivimos, particularmente las consecuencias que provoca en éste las actividades humanas.

Es con la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente celebrada en Estocolmo en 1972, fue cuando inician las actividades encaminadas a integrar la problemática relacionada con el ambiente, a los planes de desarrollo de los países. Sin embargo, estas iniciativas tuvieron poco efecto al no lograr frenar el deterioro del ambiente, sólo se avanzó en aspectos relacionados con cuestiones científicas y técnicas soslayando la cuestión del medio ambiente en el plano político. Este escaso avance propició que los problemas ambientales se fueran agravando como el agotamiento del ozono, el calentamiento global, contaminación del aire, agua y suelo, la degradación de los bosques y la desertificación.

En ese mismo año (1972) el Club de Roma publicó Los límites al crecimiento (The Limits to Growth) informe que cuestionaba el crecimiento sostenido de la producción industrial a escala mundial. Los autores suponían que ello conllevaría un inaceptable nivel de contaminación que traería consigo catastróficas consecuencias para la humanidad a la vuelta del milenio.

En 1983, La ONU estableció la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo. Para 1987 la comisión presidida por la señora Gro Harlem Brundtland llegó a la conclusión de que para satisfacer las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones, habría de abordarse como una sola cuestión la protección del ambiente y el crecimiento económico.

En 1992 la Asamblea General de las Naciones Unidas convocó la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (CNUMAD). La Conferencia, conocida como Cumbre de la Tierra, celebrada en Río de Janeiro, constituyó un momento

DOCTORADO EN PLANEACIÓN ESTRATÉGICA Y DIRECCIÓN DE TECNOLOGÍA

decisivo en las negociaciones internacionales sobre las cuestiones del medio ambiente y el desarrollo. Los objetivos fundamentales de la cumbre eran lograr un equilibrio justo entre las relaciones económicas, sociales y ambientales de las generaciones presentes y de las generaciones futuras y sentar las bases para una asociación mundial entre los países desarrollados y los países en desarrollo, así como entre los gobiernos y los sectores de la sociedad civil, sobre la base de la comprensión de las necesidades y los intereses comunes.

De la cumbre de Río resultan tres grandes acuerdos: El programa 21, un plan de acción mundial para promover el desarrollo sustentable y la Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y Desarrollo, un conjunto de principios en los que se definen los derechos civiles y obligaciones de los gobiernos nacionales y una Declaración de principios relativos a los bosques.

El programa 21, tiene por objetivo preparar al mundo para los retos del próximo siglo, como son la lucha contra la pobreza, la evolución de las modalidades de producción y de consumo, la dinámica demográfica, la conservación de los recursos naturales, la protección de la atmósfera los océanos y la diversidad biológica, la prevención de la deforestación y el fomento de la agricultura sustentable.

La declaración de Río, define los derechos y las obligaciones de los Estados respecto a impulsar políticas de desarrollo que no afecten al ambiente, los gobiernos deben aplicar medidas tendientes a la eliminación de la pobreza, y la reducción de las disparidades en los niveles de vida que es indispensable para el desarrollo sustentable. De igual manera se definen principios relativos a los Bosques, donde todos los países, en especial los países desarrollados, deberían esforzarse por reverdecer la tierra mediante la reforestación y la conservación forestal, que los Estados tienen el derecho a desarrollar sus bosques conforme a sus necesidades socioeconómicas y que deben aportarse a los países en desarrollo recursos financieros destinados a establecer programas de conservación forestal con miras a promover una política económica y social de sustitución de recursos naturales.

DOCTORADO EN PLANEACIÓN ESTRATÉGICA Y DIRECCIÓN DE TECNOLOGÍA

Es con la Declaración de Río y sus programas donde empieza a delinearse un concepto de desarrollo sustentable más amplio, que contempla el pilar del medio ambiente, el bienestar de la sociedad, y la economía en su conjunto.

Sobre el concepto de desarrollo sustentable, los autores que han desarrollado este enfoque, primero hacen un análisis de la diferencia entre crecimiento y desarrollo, para posteriormente explicar el de sustentabilidad. El crecimiento económico para Gudynas y Villalba (2006) no es desarrollo, en América Latina por más de cincuenta años, nuestros gobiernos explican que si hay inversión extranjera aunado a exportaciones y el impulso al comercio habrá crecimiento económico en el producto interno bruto (PIB), que a su vez asegurará el desarrollo y aliviará la pobreza, pero esta política económica ha fracasado. Las instituciones internacionales como el Banco Mundial (MB), el Fondo Monetario Internacional (FMI) en forma simplista dicen que si hay inversión en los países disminuirá la pobreza. Sin duda que es una parte importante para mejorar la calidad de vida, pero no es suficiente si se analizan los beneficios y costos y las externalidades de dichas inversiones.

Lewis (1955) en su libro titulado en inglés “la teoría del crecimiento” y que fue mal traducido al español al publicarse “la teoría del desarrollo”, en el documento se explica cómo lograr el crecimiento económico con base en aumentar la producción más no como mejorar la distribución del ingreso y consecuentemente el consumo. El desarrollo es un concepto más amplio y continuo que considera el medio ambiente, los recursos naturales (finitos) (Carballo, 2005), la calidad de vida, en el largo plazo.

Amartia Sen (1999) plantea que el desarrollo puede ser considerado como un proceso de expansión de las libertades reales que disfruta la gente. El crecimiento del Producto Interno Bruto o de los ingresos individuales puede, desde luego, representar un medio muy importante para ampliar las libertades que disfrutaban los miembros de la sociedad; sin embargo, esas libertades dependen también de otros factores, como los planes sociales y económicos (programas para la educación y el cuidado de la salud) y los derechos civiles y políticos

DOCTORADO EN PLANEACIÓN ESTRATÉGICA Y DIRECCIÓN DE TECNOLOGÍA

(libertad de participar en el debate y los escrutinios públicos). De la misma forma, la industrialización, el progreso tecnológico o la modernización social pueden contribuir sustancialmente a la expansión de la libertad humana, pero la libertad depende también de otros factores como: eliminar pobreza y tiranía, oportunidades económicas escasas y privaciones sociales sistemáticas, falta de servicios públicos, intolerancia y sobre actuación de estados represivos. A pesar del incremento sin precedente de la opulencia global, el mundo contemporáneo niega libertades elementales a enormes cantidades de personas, si no es que a la mayoría.

Con base en la teoría de Sen (1998), la Organización de las Naciones Unidas generó una nueva forma de medir el desarrollo. El Índice de Desarrollo Humano (IDH) permite evaluar el nivel alcanzado por cada país en: longevidad y salud (esperanza de vida), Instrucción y acceso al saber (alfabetización y nivel de escolaridad), y nivel de vida digno (PIB por habitante). El indicador no se centra en el crecimiento económico, sino en la capacidad que tiene una sociedad para brindar a su población, el conjunto de capacidades que le permiten acceder a mejores oportunidades de bienestar social (Gutiérrez, 2007).

El concepto de crecimiento se relaciona a cantidad, mientras que el desarrollo es cualitativo, integral y complejo; busca que las personas vivan mejor en todos los aspectos: económico, social, cultural, político y ambiental entre muchos otros campos. Es un proceso de largo plazo, gradual, dinámico y comparable, donde la sociedad busca siempre mejores niveles de bienestar y conforme se alcanzan etapas de desarrollo, surgen nuevas necesidades por mejorar en el espacio, tiempo y lugar.

El desarrollo sustentable considera avanzar en mejores niveles de desarrollo humano tomando en cuenta que los recursos naturales son finitos, se debe procurar el menor daño al ambiente para mantener en el largo plazo los recursos naturales. Sus fundamentos descansan sobre tres pilares: economía saludable, equidad social, y calidad ambiental. Otro enfoque que debe considerarse es la Ética, porque en la medida que las personas internalizan los problemas

actuales y futuros, se podrán dar los cambios en ellos, para hacer mejor las cosas en lo económico, social y ambiental.

III.2.1. Agricultura y desarrollo sustentable

Con base en las diferentes conceptualizaciones de la agricultura sustentable, Hansen (1996) delinea la relación existente entre agricultura y sustentabilidad. Explica que para algunos autores la sustentabilidad es una ideología donde la preservación de la naturaleza es fundamental; para otros autores se plantea como un conjunto de estrategias para alcanzar resultados cuantificables; otros explican la relación de la sustentabilidad con la agricultura como la habilidad para alcanzar un conjunto de metas en el mediano y largo plazos; finalmente, quienes se enfocan a la preservación de los recursos naturales para futuras generaciones.

La presente investigación con base en los significados de la agricultura sustentable, se puede decir que se encuentra dentro de la visión estratégica que busca definir indicadores cuantificables que permitan medir el avance en el mediano y largo plazo de la agricultura de conservación.

Por otra parte Tommasino et al (2005) en el contexto rural identifica cuatro grandes corrientes de pensamiento de la agricultura sustentable:

- *Sustentabilidad ecológica o conservacionista*. La sustentabilidad es un problema estrictamente ecológico o ambiental.
- *Sustentabilidad ecológica-social limitada (crecimiento económico + conservación ambiental)*, o “puente”. Aquellos que consideran que más allá de la problemática ambiental o ecológica, el concepto debe estar vinculado a la problemática socioeconómica (o social en un sentido amplio). Este grupo básicamente está representado por las visiones de organismos internacionales como FAO, ONU, Banco Mundial, BID, IICA quienes entienden que la pobreza genera y es simultáneamente resultado del deterioro ambiental.

DOCTORADO EN PLANEACIÓN ESTRATÉGICA Y DIRECCIÓN DE TECNOLOGÍA

- *Críticos del crecimiento + conservación.* Para esta corriente la sustentabilidad socioambiental no será alcanzada solamente a través del crecimiento económico. Podrá alcanzarse si se establecen criterios de distribución diferentes y políticas diferenciales entre sectores sociales y países pobres y ricos. En general son críticos de los actuales patrones de consumo y las causas del deterioro ambiental están muchas veces localizadas en el consumo y no en la producción.
- *Críticos de la sustentabilidad (insustentabilidad).* Podemos identificar una cuarta corriente de pensamiento, que integrando criterios sociales y ecológicos en su análisis, entiende que no existe sustentabilidad en las economías de mercado. Sostiene esta visión que tal vez pueda alcanzarse la sustentabilidad ambiental, a la que algunos autores designan como “capitalismo verde”, pero que no existen condiciones dentro del sistema capitalista para alcanzar la sustentabilidad socioambiental plena.

La competitividad y el desarrollo sustentable son enfoques complementarios, en la era de la globalización se impulsa la libertad económica y la competencia, así como las libertades sociales, religiosas, y políticas.

En la economía de mercado actual las empresas que dentro de sus filosofías son incluyentes, socialmente responsables y cuidan el ambiente al reciclar materiales, disminuir la emisión de gases a la atmósfera, tratar el agua y en general buscan cuidar el ambiente y mantener los recursos naturales, logran mejores indicadores de competitividad al reducir sus costos, además al usar tecnologías más limpias les permite diferenciarse en sus procesos y sus productos pueden alcanzar más mercados.

DOCTORADO EN PLANEACIÓN ESTRATÉGICA Y DIRECCIÓN DE
TECNOLOGÍA

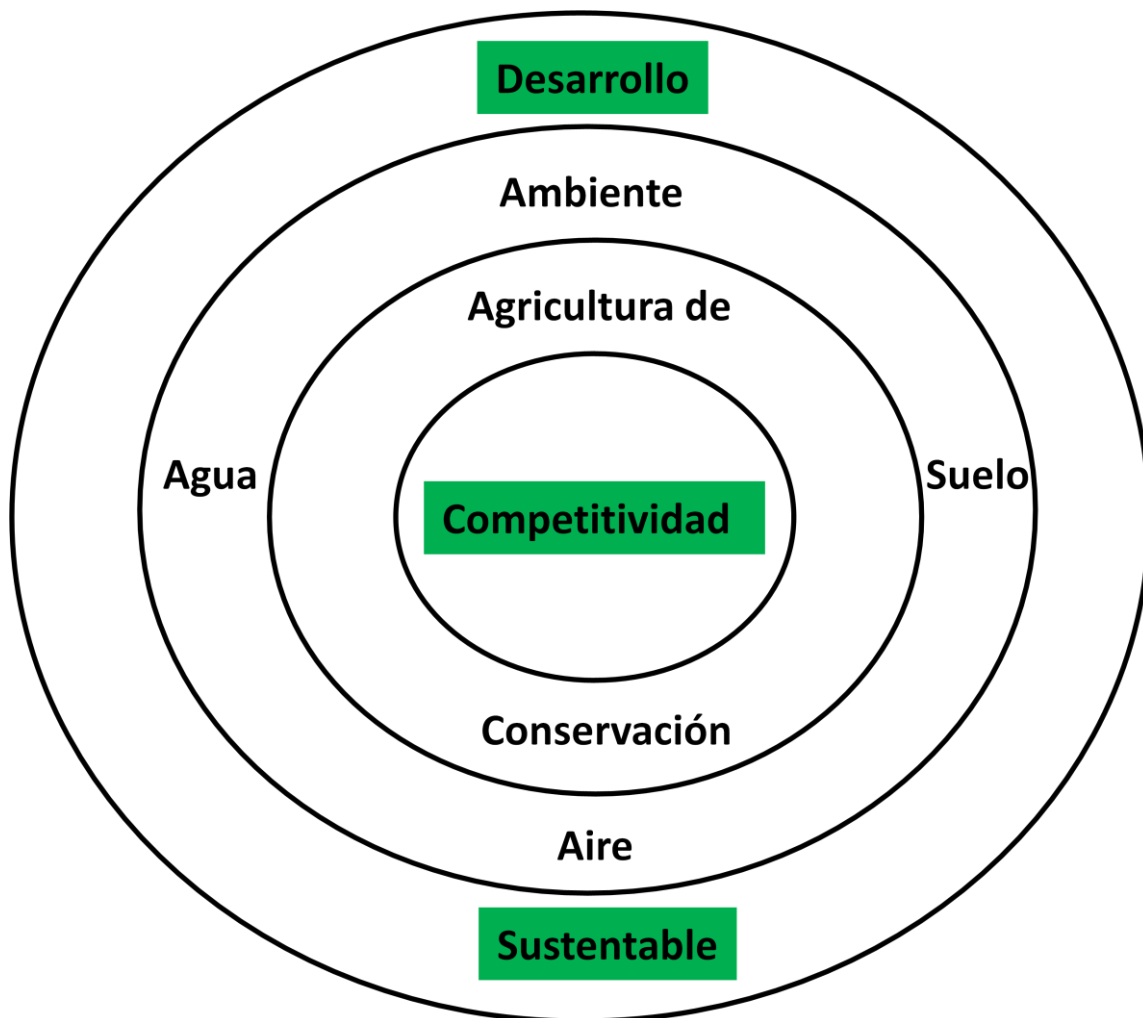
**CUADRO 7. SIGNIFICADOS DEL CONCEPTO DE SUSTENTABILIDAD DE LA
AGRICULTURA**

SIGNIFICADOS	ELEMENTOS CENTRALES	PRINCIPALES AUTORES
Sustentabilidad como una ideología	<ul style="list-style-type: none"> –Conjunto de valores y conciencia de problemas ambientales y sociales. –Manejo adecuado del recurso tierra para futuras generaciones. –Conservación de los recursos-equidad social. –Producción basada en ética de la naturaleza (ecocentrismo). 	<ul style="list-style-type: none"> –MacRae <i>et al.</i>, 1990. –Neher, 1992. –Youngberg, 1990. –Bidwell, 1986.
Sustentabilidad como un conjunto de estrategias	<ul style="list-style-type: none"> –Autosuficiencia, uso de recursos internos al predio (<i>a, b, g, d</i>). –Uso reducido o eliminación de fertilizantes solubles o sintéticos (<i>a, e, f, h, d, k</i>). –Uso reducido o eliminación de pesticidas químicos. Sustitución por prácticas de manejo integrado de plagas (<i>a, c, d, e, f, h, i, j, k</i>). –Incremento o mejora del uso de rotación de cultivos para la diversificación, fertilidad del suelo y control de pestes (<i>a, c, d, f, h, j</i>). –Aumento o mejora en el uso de abonos u otros materiales orgánicos como correctores de suelo (<i>a, c, f, h, j, k</i>). –Aumento de la diversidad de las especies de cultivos (y animales) (<i>a, d, g, i</i>). –Mantenimiento del cultivo o cobertura de residuos sobre el suelo (<i>a, d, e</i>). –Reducción de las tasas de existencias animales (<i>a, c, d</i>). 	<ul style="list-style-type: none"> <i>a</i>) Lockeretz 1988. <i>b</i>) Harwood, 1990. <i>c</i>) MacRae <i>et al.</i> 1990. <i>d</i>) Neher, 1992. <i>e</i>) Dobbs <i>et al.</i>, 1991. <i>f</i>) MacRae <i>et al.</i>, 1989. <i>g</i>) Gliessman, 1990. <i>h</i>) Edwards, 1990. <i>i</i>) Hauptli <i>et al.</i> 1990. <i>j</i>) O'Connell, 1992. <i>k</i>) Hill y Mac Rae 1988.
Sustentabilidad como habilidad de cumplir un conjunto de metas	<ul style="list-style-type: none"> –A largo plazo mejora calidad ambiental, aumenta calidad de vida de agricultores y sociedad. –Sistemas ambientalmente sanos, productivos, lucrativos y que mantienen estructura de comunidades. –Sistemas alimentarios que a largo plazo aumentan calidad ambiental, son económicamente viables y producen suficientemente. –Agricultura de evolución indefinida con balance ambiental adecuado. 	<ul style="list-style-type: none"> American Society of Agronomy, 1989. Keeney, 1989. Brklachc, 1991. Hartwood, 1990.
Sustentabilidad como habilidad de continuar en el tiempo	<ul style="list-style-type: none"> –Producción constante sin aumento de insumos. –Productividad constante frente a <i>stress</i> (resiliencia). –Beneficios netos para presentes y futuras generaciones. –Producción constante con integridad de los recursos y reproducción económica. 	<ul style="list-style-type: none"> Manteith, 1990. Conway, 1985. Gray, 1991. Humblin, 1992.

Hansen (1996), citado por Tommasino et al (2005)

El análisis con fundamento en la ventaja competitiva y desarrollo sustentable (Figura 10) para el Valle del Yaqui tiene como fin tocar la conciencia de los agricultores, quienes por más de setenta años han guiado el desarrollo de la región; sin embargo, en lo social el avance no ha sido suficiente, persiste en el área rural la pobreza y la marginación; en lo ambiental, existe una pérdida constante de recursos por la contaminación de agua y suelo; y en lo económico, la baja rentabilidad indica una baja competitividad.

FIGURA 10. COMPETITIVIDAD Y SUSTENTABILIDAD: MODELO PARA EL ESTUDIO DE SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA



Fuente: Elaboración propia, encuesta de 350 agricultores del Valle del Yaqui (2011-2012).

III.3. Procedimiento metodológico

El presente trabajo de investigación se realizó en cuatro fases:

Fase 1. Diagnóstico. En esta etapa se buscó información de fuentes bibliográficas referentes a la competitividad y sustentabilidad de la agricultura tradicional en el Valle del Yaqui. Se realizaron entrevistas a profundidad a agricultores y organizaciones del sector, y se asistió a foros, días demostrativos de la tecnología de producción de agricultura de conservación. También, se trabajó con agricultores cooperantes e investigadores del campo experimental Normen E. Boralug (CENEB), para el seguimiento de siembras con tecnología tradicional y agricultura de conservación para evaluar: rotaciones exitosas, ahorro de agua, calidad del suelo, rendimientos, costo de producción y rentabilidad. En esta etapa de diagnóstico se buscó una interpretación teórica sobre competitividad y sustentabilidad para tener bases analíticas y conceptuales que sustenten la segunda fase y de igual manera contar con un análisis de la situación actual de la región (línea base de los indicadores) para definir los parámetros a evaluar en el mediano plazo.

Fase 2. Trabajo de campo. Esta fase consistió básicamente en la recopilación de datos directos que permitiera conjuntar evidencias para corroborar la hipótesis de investigación y los objetivos planteados. En conjunto con el comité de tesis se estructuró un cuestionario donde los cuestionamientos girarán en torno a los siguientes apartados: (Anexo 1)

1. Información socioeconómica del agricultor
2. Tipo de suelo
3. Renta de la tierra
4. Cultivos de primavera verano
5. Cultivo del trigo
6. Labores de campo e insumos
7. Preparación del terreno
8. Fertilización
9. El riego
10. Nivelación
11. Adopción de la agricultura de conservación

Con base en una población finita de 22,659 Usuarios del Distrito de Riego Río Yaqui (DDR Río Yaqui. 2011), se encuestaron 350 agricultores bajo la técnica de muestreo aleatorio

DOCTORADO EN PLANEACIÓN ESTRATÉGICA Y DIRECCIÓN DE TECNOLOGÍA

simple. Se utilizó la siguiente fórmula para la determinación del tamaño de muestra para poblaciones finitas:

$$n = \frac{K^2 \times PQN}{e^2 (N-1) + K^2 \times PQ} = 350$$

Donde:

N= Población

P=Probabilidad éxito 0.5

Q=Probabilidad fracaso 0.5

e= Error muestral del 5.3%

K=Constante de nivel de confianza igual a 2 para un 95.5%

Fase tres. Entrevistas a agricultores que siembran agricultura de conservación. En el Valle del Yaqui y Sur de Sonora existen agricultores innovadores que con éxito han implementado la agricultura de conservación en sus diferentes modalidades: labranza mínima, labranza de conservación, y en su etapa más avanzada siembra directa. Se dio seguimiento a las prácticas realizadas en el cultivo de trigo para identificar las diferencias con referencia a la agricultura de conservación en las variables: rendimiento, consumos de agua y rentabilidad.

Fase cuatro. Análisis de resultados y estrategias. Finalmente se cuantificaron los datos recolectados en el trabajo de campo y se definieron las acciones para la transferencia de la tecnología. Para el seguimiento de la implementación del proyecto se plantea fijar un periodo de evaluación de seis años, y como línea base sería el ciclo OI 2010-2011, y en el año 2018 medir los avances y resultados de esta propuesta. Las variables a dar seguimiento serian: rendimiento por hectárea; superficie sembrada; costos de producción y rentabilidad; ahorro de agua y uso de combustibles.

CAPITULO IV. RESULTADOS Y DISCUSION

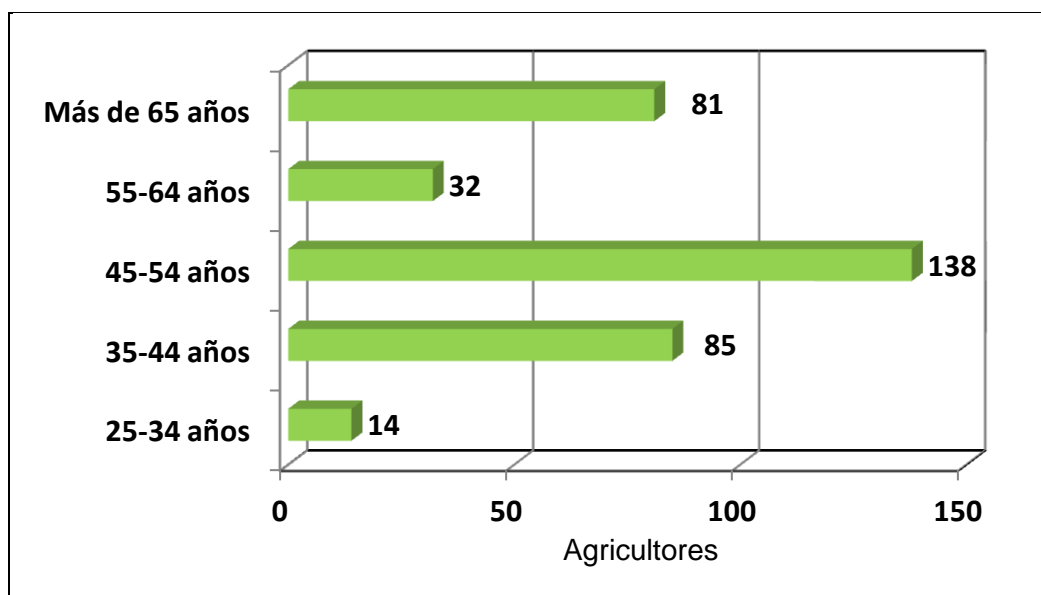
La información que aquí se presenta constituye, la línea base del nivel de adopción de la agricultura de conservación en el Valle del Yaqui en el ciclo primavera verano 2010 y otoño-invierno 2010-2011.

IV.1. Información socioeconómica del agricultor

La agricultura del Valle del Yaqui es realizada principalmente por hombres, de los 350 agricultores entrevistados sólo tres fueron mujeres. El tamaño de la familia de un agricultor resultó de 4.37 miembros; en promedio es el papá, la mama y dos hijos. Referente a la edad 81 agricultores, el 23.1% mencionaron tener más de 65 años, 32 agricultores (9.1%) se encontraban en un rango de entre 55 y 64 años, 138 agricultores (39.4%) tenían entre 45 a 54 años, 85 agricultores (24.3%) contaban con 35 a 44 años, y 14 agricultores (4%) mencionaron tener entre 25 y 34 años (Figura 11).

Los agricultores del Valle del Yaqui se encuentran en un cambio generacional, los jóvenes menores a 44 años representan el 28.3%, mientras que los más veteranos entre 55 y más de 65 años representan el 32.3%, y en medio se encuentran los que cuentan con 45 y 54 años, y representan el 39.4% del total de agricultores. Esto da pauta para que las nuevas generaciones marquen diferencias hacia el uso de tecnologías más rentables y sustentables.

FIGURA 11. EDAD DE LOS AGRICULTORES DEL VALLE DEL YAQUI



Fuente: Elaboración propia, encuesta de 350 agricultores del Valle del Yaqui (2011-2012).

Se les preguntó a los agricultores si realizaban otra actividad económica, el 22.6% respondió que sí, y el 77.4% mencionó que vive exclusivamente de la agricultura. El Cuadro 8, muestra el porqué algunos agricultores tienen que realizar otras actividades para llevar sustento a sus hogares. Producir una hectárea de trigo, representa un costo de \$19,161 pesos (incluye renta de la tierra, labranza tradicional, fertilizantes, semilla, cuatro riegos, aplicaciones de agroquímicos, labores culturales, cosecha y transporte).

**CUADRO 8. COSTO DE PRODUCCIÓN DE TRIGO EN SONORA.
CICLO OI 2010-2011**

CONCEPTO	\$/HA	%
Fertilizantes	3,703	19.3
Agroquímicos y semilla	1,246	6.5
Labores mecanizadas	3,440	18.0
Riego y agua	1,700	8.9
Cosecha y Transporte	1,430	7.5
Administración y cuotas	1,445	7.5
Renta	6,196	32.3
Costo total	19,161	100.0

Fuente: Elaboración propia, encuesta de 350 agricultores del Valle del Yaqui (2011-2012).

DOCTORADO EN PLANEACIÓN ESTRATÉGICA Y DIRECCIÓN DE TECNOLOGÍA

Los agricultores encuestados que sembraron trigo cosecharon en promedio 7.3 t ha⁻¹ y fueron comercializadas a un precio de \$3,400. La ganancia se sembrar una hectárea en el Valle del Yaqui fue de \$5,659 ha, que implica una rentabilidad del 29.53 %.

En la producción de granos la economía de escala es fundamental para lograr una mejor posición competitiva. Aun cuando el Valle del Yaqui se percibe a nivel nacional como un agricultura agro empresarial, el 10.7% de los agricultores solo sembraron cinco hectáreas de trigo y obtuvieron una ganancia en el año de \$28,295; él 25.5% sembró 20 hectáreas de trigo y llevaron a su hogares ganancias por \$113,180 que equivale a un ingreso mensual de solo \$9,432; él 19.6% sembró 40 hectáreas, con esta superficie los agricultores perciben al año una ganancia de \$226,360; él 12.2% sembró 60 hectáreas, ellos obtuvieron ganancias por \$339,540 pesos, él 8.9% sembró 80 hectáreas quienes lograron ganancias de 452,720; y así quien más sembró lo hizo con una superficie de 650 hectáreas con una ganancia de 3.6 millones de pesos en el ciclo agrícola otoño invierno 2010-2011.

Tomando en consideración que hubo 121 agricultores que cosecharon abajo del rendimiento promedio, esto indica que una tercera parte de los encuestados pudieron obtener pérdidas en la producción de trigo, ya que para soportar los costos al menos deben alcanzar 5.6 toneladas para poder cubrir la labranza tradicional, mano de obra, insumos, servicios y renta de la tierra. Los 177 agricultores que rentaron tierra para sembrar perdieron dinero al no ser económicamente viable invertir \$6,196 por hectárea y obtener una ganancia de sólo \$5,659 en la producción de trigo (Cuadro 9).

La agricultura del Valle del Yaqui presenta problemas estructurales similares a muchos sectores de nuestra economía: el encarecimiento continuo de energéticos (electricidad, diesel, lubricantes, gasolina), maquinaria e implementos, fertilizantes, agroquímicos, tasas de interés, aseguradoras, renta de la tierra, entre otros, mientras el precio de los granos se mantienen estables en el mercado internacionales.

DOCTORADO EN PLANEACIÓN ESTRATÉGICA Y DIRECCIÓN DE
TECNOLOGÍA

**CUADRO 9. GANANCIAS DE LOS AGRICULTORES DEL VALLE DEL YAQUI.
CICLO OI. 2010-2011.**

HECTÁREAS	AGRICULTORES	%	HECTAREAS		COSTO DE		
			DE TRIGO	T/HA	PRODUCCION	INGRESO	GANANCIA
1- 10 HA	36	10.7	5	7.3	95,805	124,100	28,295
11-30 HA	86	25.5	20	7.3	383,220	496,400	113,180
31-50 HA	66	19.6	40	7.3	766,440	992,800	226,360
51-70 HA	41	12.2	60	7.3	1,149,660	1,489,200	339,540
71-90 HA	30	8.9	80	7.3	1,532,880	1,985,600	452,720
91-150 HA	37	11.0	110	7.3	2,107,710	2,730,200	622,490
151-250 HA	20	5.9	200	7.3	3,832,200	4,964,000	1,131,800
251-350 HA	11	3.3	300	7.3	5,748,300	7,446,000	1,697,700
351-450 HA	8	2.4	400	7.3	7,664,400	9,928,000	2,263,600
451-500 HA	1	0.3	500	7.3	9,580,500	12,410,000	2,829,500
600-700 HA	1	0.3	650	7.3	12,454,650	16,133,000	3,678,350
TOTAL	337	100	26,710	7.3	19,161 ha	24,820	5,659

Fuente: Elaboración propia, encuesta de 350 agricultores del Valle del Yaqui (2011-2012).

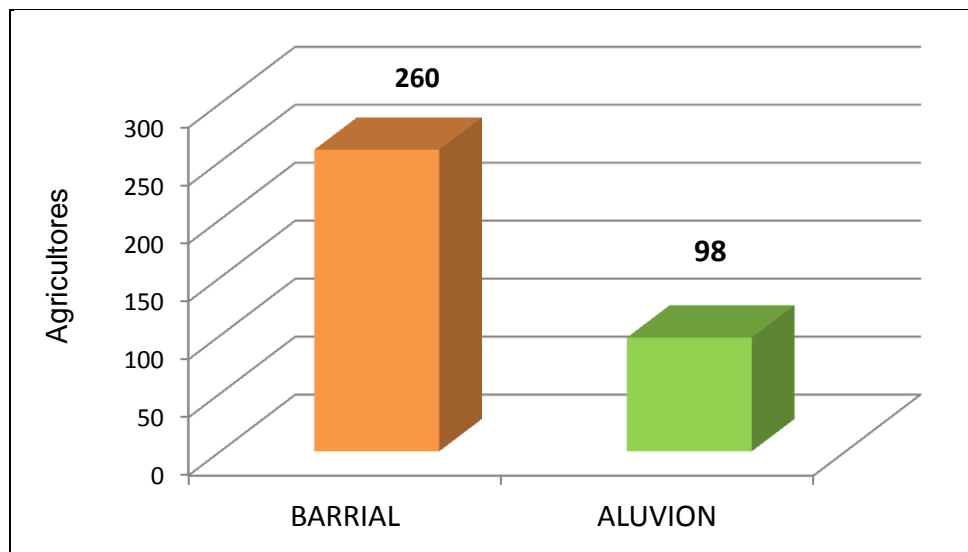
Como se señaló anteriormente, los agricultores se han visto forzados a realizar otras actividades para subsistir, sobre todo los pequeños y medianos que cuentan con una superficie de cinco a 40 hectáreas y representan el 55.8% del total que sembró trigo. Los altos costos de producción han minado los esfuerzos por hacer de la agricultura su única actividad económica, como lo fue para sus abuelos y padres. Esto refleja que el Valle del Yaqui presenta problemas de competitividad por su baja rentabilidad. Aún bajo este escenario los agricultores pueden optar por la agricultura de conservación una tecnología más competitiva, de menor costo y sustentable en el largo plazo.

IV.2. Tipo de suelo

El tipo de suelo es determinante para lograr una buena cosecha en cultivos como frijol, garbanzo, cacahuate, los cuales logran mejores rendimiento en suelos arenosos o aluviones. Los agricultores encuestados identificaron dos tipos de suelo en sus campos, 260 mencionaron que sus terrenos son de barrial y 98 mencionaron que eran aluviones (Figura 12). El 72.6% de los agricultores cuentan con suelos de barrial, son más arcillosos tendientes a compactarse y

poseen menor materia orgánica. Los suelos de aluvión en el pasado eran avenidas de arroyos o escurrimientos de lagunas y ríos, son altos en materia orgánica, por su estructura menos arcillosa permiten una mayor filtración del agua. Los suelos de aluvión son aptos para adaptar con más facilidad la agricultura de conservación.

FIGURA 12. TIPOS DE SUELO EN EL VALLE DEL YAQUI



Fuente: Elaboración propia, encuesta de 350 agricultores del Valle del Yaqui (2011-2012).

Los suelos del Valle del Yaqui se han venido deteriorando desde que se abrieron a la agricultura de riego en los años cuarenta con la construcción de la presa Lázaro Cárdenas. Las primeras mediciones realizadas en 1945 mostraban un promedio de 2.2% de materia orgánica. Conforme pasaron los años los agricultores han venido perdiendo calidad de los suelos, a tal grado que en la última medición realizada en el año 2005 muestra solo 0.7% de materia orgánica (Cuadro 10).

La falta de materia orgánica ha venido empeorando otros indicadores, como el de conductividad eléctrica mismo que pasó en el periodo antes señalado de 4.2 dsm⁻¹/ha a cero, lo cual indica que hay mas compactación del suelo, por lo cual acuden al arado y el cincel para mejorar la filtración y retención del agua. Otra variable importante, es la fertilidad del suelo,

DOCTORADO EN PLANEACIÓN ESTRATÉGICA Y DIRECCIÓN DE
TECNOLOGÍA

para hacerlo producir los agricultores han ido aumentando la dosis de fertilizantes nitrogenados y fosforo al pasar de 40-00 kg/h en 1945 a 287-70 kg/ha en el año 2005.

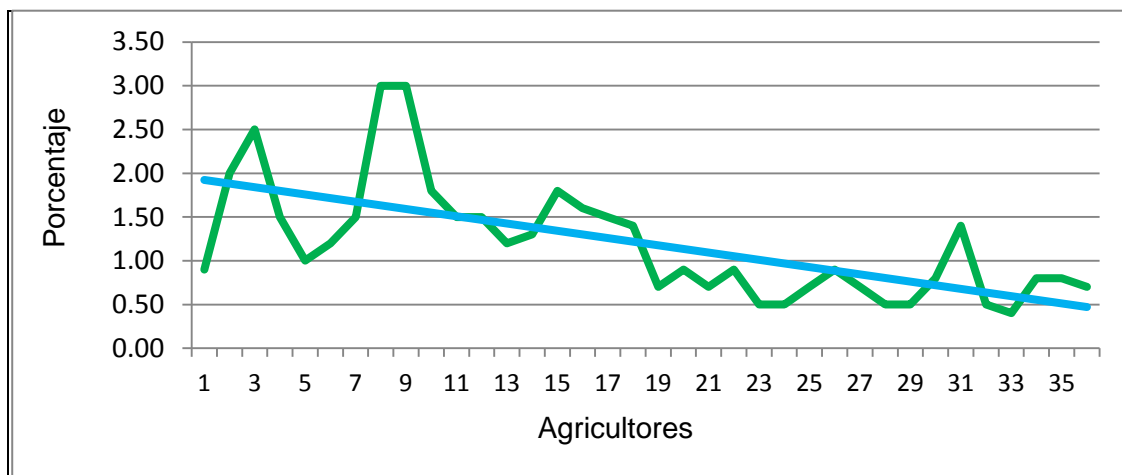
CUADRO 10. MATERIA ORGÁNICA EN EL VALLE DEL YAQUI

AÑO	M.O. (%)	C.E. ds/m ⁻¹	N (kg/ha)	P ₂ P ₅ (kg/ha)
1945	2.2	4.2	40	0
1955	1.9	3.5	80	0
1965	1.6	2.6	100	46
1975	1.4	1.4	120	46
1985	1.3	0.4	180	46
1995	1.2	0.0	240	52
2005	0.7	0.0	287	70

M.O. Materia orgánica; C.E. Conductividad eléctrica ds m⁻¹ decisiemens por metro;
N. Nitrógeno; P₂P₅. Fosforo.
Fuente: Cortez et al 2010.

De los 350 agricultores encuestados, solo 36 dieron respuesta a la pregunta de cuál era la materia orgánica en su campo. La figura 13 muestra el indicador, el cual va desde 3% el más alto hasta 0.5% el más bajo, en promedio fue de 1.275 %.

FIGURA 13. MATERIA ORGÁNICA DEL SUELO EN EL VALLE DEL YAQUI



Fuente: Elaboración propia, encuesta de 350 agricultores del Valle del Yaqui (2011-2012).

El sistema intensivo de labranza, aunado a la quema de esquilmos agrícolas que por casi siete décadas se han venido realizando año con año en el Valle del Yaqui, ha pagado su factura en

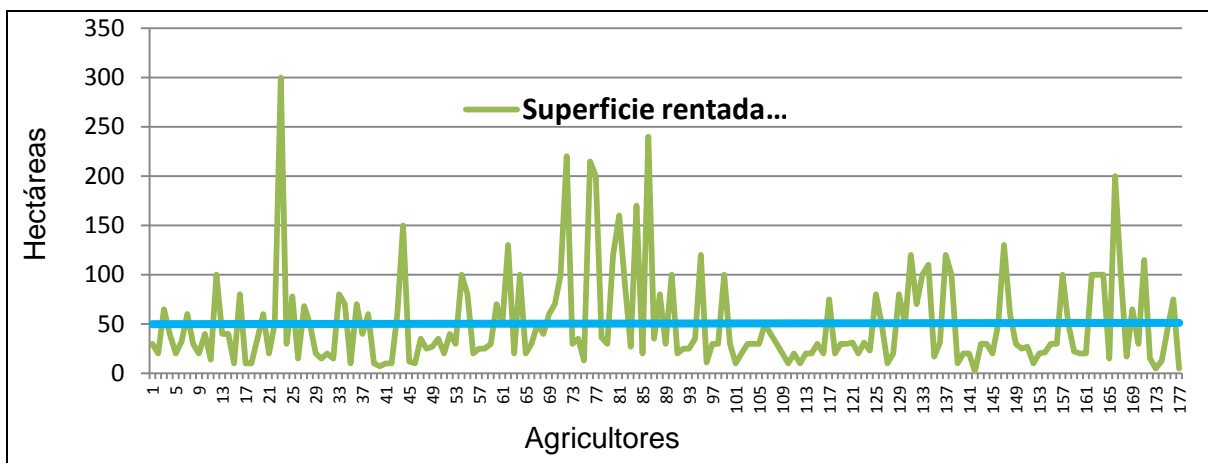
suelos cada vez más infértiles. Es importante que los agricultores reflexionen sobre los recursos que heredarán a sus hijos, y las nuevas generaciones. Aun se está a tiempo para eliminar poco a poco algunas prácticas ineficientes, que al realizarlas no repercute en mayor rendimiento pero sí en más costos de producción y deterioro al ambiente.

IV.3 Renta de la tierra en OI

La Figura 14, muestra que de los 350 agricultores encuestados 177 (50.6%) rentaron tierra. La superficie arrendada representó en su unidad de producción el 60%. Hubo quienes solo rentaron cuatro hectáreas, hasta quien rentó 300 hectáreas, en total sumaron 8,930 (33.43%) hectáreas la superficie arrendada por los encuestados en el ciclo OI 2010-2011.

La información indica que el 49.4% de los agricultores en el Valle del Yaqui siembran trigo en sus propias tierras, y la superficie rentada en el ciclo OI 2010-2011 representó 33.43%, alrededor de 57,900 hectáreas (total sembrado de trigo 173,218 hectáreas) con una derrama para los tenedores de la tierra de 359 millones de pesos.

FIGURA 14. SUPERFICIE RENTADA POR AGRICULTOR. CICLO OI 2010-11

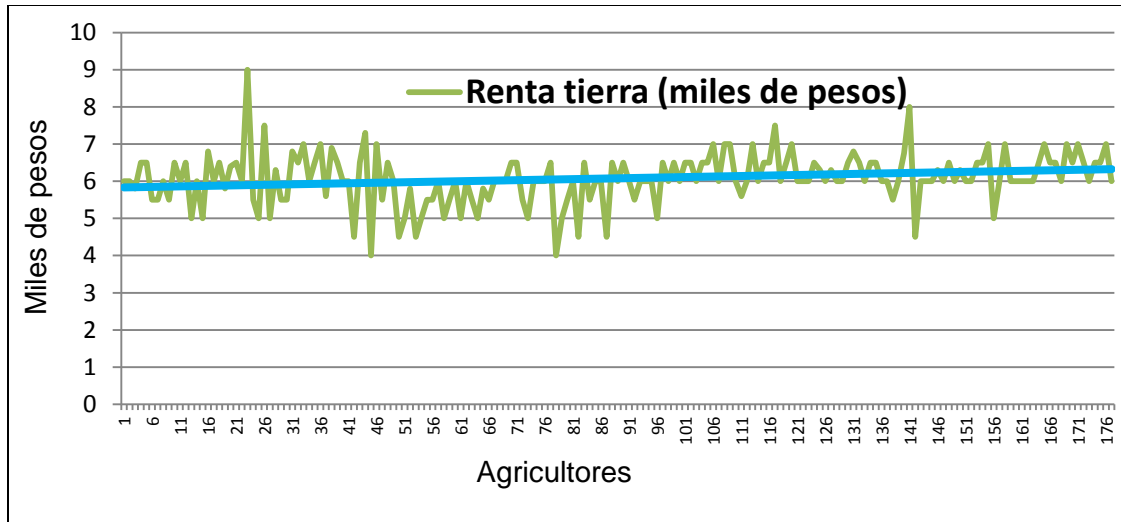


Fuente: Elaboración propia, encuesta de 350 agricultores del Valle del Yaqui (2011-2012).

En el ciclo otoño-inverno 2010-2011 el valor promedio de la renta de la tierra fue de \$6,196 pesos por hectárea. La Figura 15, muestra que el rango en el valor de la renta, fue de \$4,000/ha

hasta \$9,000. En total los 177 agricultores que rentaron por concepto de la renta, erogaron 55.3 millones de pesos en las 8,930 hectáreas arrendadas en el ciclo OI 2010-2011.

FIGURA 15. VALOR DE LA RENTA. CICLO OI 2010-2011



Fuente: Elaboración propia, encuesta de 350 agricultores del Valle del Yaqui (2011-2012).

IV.4. Cultivos de primavera verano 2010

El ciclo de verano hasta finales de los años noventa fue muy importante para la economía de la región, al haber agua suficiente, los agricultores después de sembrar alrededor de 180 mil hectáreas trigo, podían sembrar más de cien mil hectáreas en verano. Desde 1999 a 2012, el Valle del Yaqui ha presentado una sequía recurrente que no ha permitido superficies superiores a las 20 mil hectáreas. Para hacer claro el análisis de los sistemas de producción en el Valle del Yaqui, se inicia con el ciclo de verano 2010 para continuar de manera cronológica con el ciclo de otoño invierno 2010-2011.

La Figura 16 muestra la tecnología de Agricultura de Conservación para Maíz de Verano en rotación con Trigo, desarrollada por el Dr. Alejandro Ortega y Corona, el Ing. Jorge Castro Campoy, Oscar Cota Agramont y Manuel de Jesús Guerrero. Lo trascendente de esta innovación es que no se requiere maquinaria especializada, con la sembradora tradicional se realizan la siembra.

**FIGURA 16. TECNOLOGÍA DE AGRICULTURA DE CONSEREVACIÓN PARA
MAIZ DE VERANO**



Fuente: Ortega *et. al.* (2007)

Para siembras de verano los agricultores deben contar con un pozo ya sea propio o se encuentre cerca uno del Distrito de Riego para tener con oportunidad agua. En esos meses por lo regular no hay agua del sistema de presas.

Para conocer la calidad del agua se preguntó a los 350 agricultores encuestados si tenían pozo en su campo, cuarenta mencionaron que si tenían, pero de ellos solo tres dieron respuesta al indicador: 700, 650 y 800 partes de sales minerales por millón. La no respuesta se debe en parte, a que en el Valle son pocos los campos agrícolas que poseen pozo. El Distrito de Riego

DOCTORADO EN PLANEACIÓN ESTRATÉGICA Y DIRECCIÓN DE TECNOLOGÍA

041 administra 320 pozos profundos de donde se extraen 450 millones de m³ de agua para mezclarse con la proveniente del sistema de presas del Río Yaqui ó son utilizados para el riego del ciclo de primavera-verano (DDR Río Yaqui 2012).

González *et al* (2003) menciona que la calidad de agua en los pozos es variable y tiene un intervalo de sólidos disueltos de 1000 a 5000 partes por millón. Los cuales dentro de este intervalo son considerados salinos, no aptos para algunos cultivos como maíz, frijol, garbanzo, cítricos, entre otros.

De los 350 agricultores encuestados 63 sembraron en el ciclo primavera-verano 2010 y en conjunto sembraron 2,163 hectáreas, siendo el cultivo de mayor importancia el maíz de verano con 1,172 hectáreas (Cuadro 11).

CUADRO11. CULTIVOS DE PRIMAVERA VERANO 2010.

CULTIVO	AGRICULTORES	PORCENTAJE	HECTÁREAS
MAÍZ	39	61.9	1,172
SOYA	5	7.9	92
ALGODÓN	12	19.0	743
SORGO	6	9.5	116
FRIJOL	1	1.6	40
TOTAL	63	100	2,163

Fuente: Elaboración propia, encuesta de 350 agricultores del Valle del Yaqui (2011-2012).

El Cuadro 12, muestra las labores de preparación realizadas para la siembra de los cultivos de verano donde 25 agricultores barbecharon y 28 cincelearon, 27 mencionaron que nivelaron el terreno, y 46 realizaron de uno a dos pasos de rastra. Lo anterior nos indica que 17 agricultores, el 26.9% aprovecharon la cama de siembra para sembrar y no realizaron labores de preparación, presentando ahorros importantes de dinero, mano de obra, diesel, entre otros.

DOCTORADO EN PLANEACIÓN ESTRATÉGICA Y DIRECCIÓN DE
TECNOLOGÍA

CUADRO 12. LABORES DE PREPARACIÓN. PV 2010

LABORES DE PREPARACIÓN	AGRICULTORES	PORCENTAJE
Barbecho	25	39.7
Cinzel	28	44.4
Nivelación – Tabloneo	27	42.9
Rastreos	46	73.0
TOTAL	63	100

Fuente: Elaboración propia, encuesta de 350 agricultores del Valle del Yaqui (2011-2012).

El ciclo de verano coincide con la época de lluvias y se pueden tener ahorros de agua si estas son suficientes. Pero la agricultura agro empresarial es necesario asegurar el riego para lograr una buena cosecha. De los 63 agricultores, tres solicitaron al menos 4,500 m³ de agua, 17 solicitaron entre 5,000 y 7000 m³ de agua, 33 agricultores, el 52.4% de los agricultores regaron 7,500 m³ de agua, el resto utilizó entre 8000 y 9,000 m³ de agua (Cuadro 13). El número de riegos fue entre dos y seis riegos, esta disparidad en el agua utilizada, se debe en parte a las lluvias que no son generales en la región (Cuadro 14) y a los cultivos, como la soya que con uno o dos riegos puede alcanzar buenos rendimientos.

En el ciclo primavera-verano 2010, 669 hectáreas (30.9%) fueron sembradas con agricultura de conservación, 17 agricultores sembraron aprovechando el surco del cultivo anterior sin realizar labranza primaria (Figura 17).

En el ciclo de verano 2010 al menos tres de cada diez agricultores eliminaron la labranza primaria. Esto indica que existe conocimiento por parte de los agricultores para disminuir la labranza. En el siguiente apartado se cuantifica la superficie de agricultura de conservación para el ciclo de otoño invierno.

CUADRO 13. CONSUMO DE AGUA EN EL CICLO PRIMAVERA 2010.

CONSUMO DE AGUA	AGRICULTORES	PORCENTAJE
Solicito 3 (millar de agua)	1	1.6
Solicito 4 (millar de agua)	1	1.6
Solicito 4.5 (millar de agua)	1	1.6
Solicito 5 (millar de agua)	6	9.5
Solicito 5.5 (millar de agua)	1	1.6
Solicito 6 (millar de agua)	2	3.2
Solicito 6.5 (millar de agua)	2	3.2
Solicito 7 (millar de agua)	6	9.5
Solicito 7.5 (millar de agua)	33	52.4
Solicito 8 (millar de agua)	5	7.9
Solicito 8.5 (millar de agua)	1	1.6
Solicito 9 (millar de agua)	4	6.3
TOTAL	63	100.0

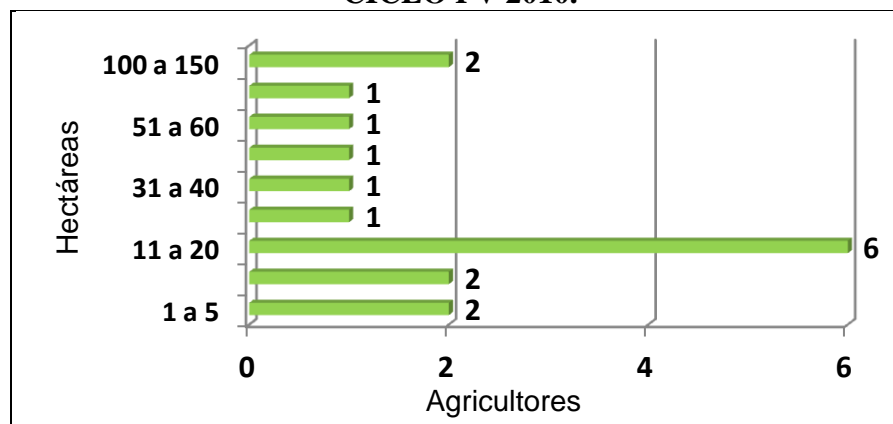
Fuente: Elaboración propia, encuesta de 350 agricultores del Valle del Yaqui (2011-2012).

CUADRO 14. RIEGOS SUMINISTRADOS EN EL CICLO PV 2010.

RIEGOS	AGRICULTORES	PORCENTAJE
2 RIEGOS	5	7.9
3 RIEGOS	2	3.2
4 RIEGOS	39	61.9
5 RIEGOS	13	20.6
6 RIEGOS	4	6.3
TOTAL	63	100.0

Fuente: Elaboración propia, encuesta de 350 agricultores del Valle del Yaqui (2011-2012).

FIGURA 17. SUPERFICIE CON AGRICULTURA DE CONSERVACIÓN EN EL CICLO PV 2010.



Fuente: Elaboración propia, encuesta de 350 agricultores del Valle del Yaqui (2011-2012).

IV.5. El cultivo del trigo ciclo 2010-2011

El cultivo del trigo es el pilar sobre el cual se sustenta el desarrollo agropecuario del Valle del Yaqui. De los 350 agricultores encuestados, solo trece mencionaron no haber sembrado el cereal (3.7%), el resto (96.3%) sembró un total de 26,710 hectáreas, En promedio cada uno sembró 80 hectáreas. El Cuadro 15, muestra el rango de superficie que sembró cada agricultor mismo que va desde una a cinco hectáreas, hasta quien siembra más de 450 hectáreas de trigo. El 81.6% de los agricultores encuestados sembraron menos de 100 hectáreas; el 55.79% sembró menos de 50 hectáreas; y el 36.8% sembró menos de 30 hectáreas, en este rango 122 agricultores sembraron esta superficie.

CUADRO 15. HECTÁREAS Y AGRICULTORES QUE SEMBRARON TRIGO EN VALLE DEL YAQUI. CICLO OI. 2010-2011.

HECTÁREAS	Agricultores	PORCENTAJE
No sembró trigo	13	3.7
De 1 a 5	9	2.6
De 6 a 10	27	7.7
De 11 a 20	43	12.3
de 21 a 30	43	12.3
De 31 a 40	26	7.4
De 41 a 50	40	11.4
De 51 a 60	26	7.4
De 61 a 70	15	4.3
De 71 a 80	22	6.3
De 81 a 90	8	2.3
De 91 a 100	16	4.6
De 100 a 150	21	6.0
De 151 a 200	14	4.0
De 201 a 250	6	1.7
de 251 a 300	6	1.7
De 301 a 350	5	1.4
De 351 a 400	7	2.0
De 401 a 450	1	0.3
Más de 450	2	0.6
Total	350	100.0

Fuente: Elaboración propia, encuesta de 350 agricultores del Valle del Yaqui (2011-2012).

DOCTORADO EN PLANEACIÓN ESTRATÉGICA Y DIRECCIÓN DE
TECNOLOGÍA

Con respecto al rendimiento promedio de trigo 331 los agricultores manifestaron haber obtenido 7,277 kg. Sin embargo hubo 17 agricultores que no alcanzaron las seis toneladas (Cuadro 16).

**CUADRO 16. RENDIMIENTO POR HECTÁREA COSECHADA DE TRIGO.
CICLO OI 2010-2011.**

TONELADAS POR HECTÁREA	AGRICULTORES	PORCENTAJE
No respondieron	6	1.8
4.000-4.900	4	1.2
5.000-5.900	13	3.8
6.000-6.900	104	30.8
7.000-7.900	116	34.4
8.000-8.900	82	24.3
Más de 9.000	12	3.5
TOTAL	337	100.0

Fuente: Elaboración propia, encuesta de 350 agricultores del Valle del Yaqui (2011-2012).

Con respecto a las variedades de trigo sembradas los agricultores encuetados manifestaron privilegiar la variedad CIRNO con una superficie del 42.8%. Es importante señalar que el mejoramiento genético impulsado por la alianza de investigación INIFAP-PIEAES-CIMMYT, así como variedades de empresas privadas ha sido fundamental para consolidar el sistema producto trigo en el Valle del Yaqui (Cuadro 17).

De los 350 agricultores encuestados, cien de ellos sembraron otros cultivos como Maíz, Cártamo, Alfalfa, Garbanzo, Frijol, Papa, Chile, Algodón y Sorgo (Cuadro 18). La diversidad de cultivos en el Valle del Yaqui se debe a que los agricultores buscan alternativas más rentables para el sostenimiento de su planta productiva: maquinaria y trabajadores directos e indirectos principalmente. Pero se incrementan los riesgos por: clima, plagas, enfermedades y de mercado. También, la competencia entre cultivos y agricultores genera mayor demanda de tierra y esta se encarece ciclo tras ciclo.

DOCTORADO EN PLANEACIÓN ESTRATÉGICA Y DIRECCIÓN DE
TECNOLOGÍA

**CUADRO 17. HECTÁREAS SEMBRADAS POR VARIEDAD DE TRIGO.
CILO OI 2010-2011.**

VARIEDAD	AGRICULTORES	PORCENTAJE	PROMEDIO HECTÁREAS	HECTÁREAS	PORCENTAJE
CIRNO	192	58.01	60	11,433	42.80
ATIL	38	11.48	51	1,927	7.21
KRONSTAD	41	12.39	39	1,597	5.98
TACUPETO	37	11.18	38	1,407	5.27
CHAPULTEPEC	20	6.04	70	1,396	5.23
PATRONATO	24	7.25	48	1,147	4.29
ALTAR	26	7.85	42	1,100	4.12
SAWALI	17	5.14	59	1,011	3.79
JUPARE	22	6.65	46	1,004	3.76
BANAMICHI	15	4.53	42	625	2.34
SAMAYOA	9	2.72	68	615	2.30
RAFI	11	3.32	53	581	2.18
NORMAN	9	2.72	59	535	2.00
NAVOJOA	24	7.25	21	504	1.89
PALMERIN	7	2.11	67	470	1.76
PLATINUM	5	1.51	85	425	1.59
CEVY ORO	10	3.02	26	262	0.98
ROELFS	6	1.81	43	255	0.95
AVELINO	4	1.21	58	230	0.86
IMPERIAL	2	0.60	88	176	0.66
OCORONI	1	0.30	12	12	0.04
TOTAL	331	100.0		26,710	100.0

Fuente: Elaboración propia, encuesta de 350 agricultores del Valle del Yaquí (2011-2012).

CUADRO 18. OTROS CULTIVOS EN EL CICLO OI 2010-2011.

CULTIVO OI	AGRICULTORES
Maíz	27
Cártamo	40
Alfalfa	12
Garbanzo	10
Frijol	3
Papa	3
Chile	2
Algodón	2
Sorgo	1
Total	100

Fuente: Elaboración propia, encuesta de 350 agricultores del Valle del Yaquí (2011-2012).

IV.5.1. Labores de campo e insumos

Es en las labores de preparación donde se diferencia la agricultura tradicional de la agricultura de conservación. El presente apartado muestra la magnitud de ambas formas de producir trigo en el Valle del Yaqui.

IV.5.1.1. Preparación del terreno

El hacer labranza primaria: barbecho, cincel y rastreos, de acuerdo con los entrevistados les da una mayor certeza y seguridad para lograr buenos rendimientos por hectárea. De los 337 agricultores entrevistados que mencionaron haber sembrado trigo, el 47.8% realizó un barbecho, el 65.6% paso el cincel, el 93.5% realizó dos a tres rastreos (Cuadro 19).

**CUADRO 19. LABORES DE PREPARACIÓN EN EL CULTIVO DE TRIGO
OI 2010-2011**

LABORES DE PREPARACIÓN	AGRICULTORES	PORCENTAJE	HECTÁREAS	PORCENTAJE
Barbecho	161	47.8	14,417	54.0
Cincel	221	65.6	18,053	67.6
Rastreos	315	93.5	23,966	89.7
TOTAL	337		26,711	100

Fuente: Elaboración propia, encuesta de 350 agricultores del Valle del Yaqui (2011-2012).

En el ciclo 2010-2011 el 37:4% de los agricultores encuestados realizaron todas las labores de preparación: un barbecho, un cincel, y dos a tres rastreos para lograr un rendimiento de 7.66 t/ha; el 26.4% realizaron un cincel y pasaron dos a tres veces la rastra, alcanzaron un rendimiento de 7.14 t/ha; el 27.9% de los agricultores solo prepararon con dos o tres rastreos, su rendimiento fue de 7.21 t/ha; el 8.3% realizó un barbecho y dos a tres rastreos y su rendimiento fue de 6.90 t/ha. (Cuadro 20).

DOCTORADO EN PLANEACIÓN ESTRATÉGICA Y DIRECCIÓN DE
TECNOLOGÍA

CUADRO 20. RENDIMIENTO POR HECTÁREA POR LABOR DE PREPARACIÓN

LABORES DE PREPARACIÓN	AGRICULTORES	%	HECTÁREAS	Kg/HA
Barbecho y cincel	126	37.4	12,246	7,661
Barbecho	28	8.3	2,046	6,904
Cincel	89	26.4	5,792	7,144
Rastreos	94	27.9	6,626	7,215
PROMEDIO	337	100	26,710	7,231

Fuente: Elaboración propia, encuesta de 350 agricultores del Valle del Yaqui (2011-2012).

En el ciclo 2010-2011, el precio promedio rural del trigo fue de \$3,400 la tonelada, con base a los rendimientos promedio y los costos de maquila de barbecho, cincel y rastreo. Los agricultores que realizaron barbecho y cincel y dos rastreos obtienen una ganancia de \$6,886; quienes hicieron un barbecho y dos rastreos lograron \$5,013; los que hicieron un cincel y dos rastreos obtuvieron \$5,829; quienes optaron por una menor labranza y solo realizaron dos rastreos lograron un ingreso bruto de \$6,770 (Cuadro 21). El agricultor con la agricultura tradicional obtiene una rentabilidad menor con referencia a quien decide disminuir la labranza. Sin embargo, si se toma el rendimiento promedio del valle del Yaqui de 6.200 t/ha en el ciclo OI 2010-2011, en este escenario la rentabilidad con menor labranza es mayor en un 8.6% referente a la agricultura tradicional (Cuadro 22).

**CUADRO 21. RENTABILIDAD DEL TRIGO POR TIPO DE LABRANZA.
CICLO OI 2010-2011**

LABORES DE PREPARACIÓN	t / ha ⁻¹	PRECIO	AHORRO MAQUILA	COSTO DE PRODUCCIÓN	GANANCIA	RENTABILIDAD
Barbecho- cincel y 2 rastreos	7.661	3,400	0	19,161	6,886	35.94
Barbecho y 2 rastreos	6.904	3,400	700	18,461	5,013	27.15
Cincel y 2 rastreos	7.144	3,400	700	18,461	5,829	31.57
2 Rastreos	7.215	3,400	1,400	17,761	6,770	38.12
PROMEDIO	7.231	3,400	700	18,461	6,124	33.17

Fuente DDR 148. SAGARPA. Ciclo 2010-2011. Barbecho \$700, Cincel 700, Rastreo \$350

CUADRO 22. RENTABILIDAD DEL TRIGO POR TIPO DE LABRANZA Y RENDIMIENTO PROMEDIO EN EL VALLE DEL YAQUI. CICLO OI 2010-2011

LABORES DE PREPARACIÓN	t / ha ⁻¹	PRECIO	AHORRO MAQUILA	COSTO DE PRODUCCIÓN	GANANCIA	RENTABILIDAD
Barbecho- cincel y 2 rastreos	6.200	3,400	0	19,161	1,919	10.02
Barbecho y 2 rastreos	6.200	3,400	700	18,461	2,619	14.19
Cincel y 2 rastreos	6.200	3,400	700	18,461	2,619	14.19
2 Rastreos	6.200	3,400	1,400	17,761	3,319	18.69
PROMEDIO	6.200	3,400	700	18,461	2,619	14.19

Los agricultores entrevistados sembraron 26,710 hectáreas de trigo, quienes realizaron barbecho, cincel y dos rastreos sembraron 12,246 hectáreas; los que solo barbecharon y rastrearon sembraron 2,046 hectáreas; quienes cincelearon y rastrearon sembraron 5,792 hectáreas; los que solo rastrearon sembraron 6,012 hectáreas. Estos últimos tuvieron un menor gasto de diesel que representó un ahorro por hectárea de alrededor de 30-40 litros. De acuerdo a los costos de maquila un barbecho o cincel tiene un valor por hectárea de \$700/ha, los agricultores que solo rastrearon disminuyeron sus costos de producción en 4.6 millones de pesos.

Los 126 agricultores que mencionaron haber barbechado y que también cincelaron la tierra tuvieron costos adicionales en las 12,246 hectáreas (45.8%) por 17.1 millones de pesos. Pero si esta proporción se aplica a las 190 mil hectáreas la cantidad de recursos derrochados alcanza la cantidad de 121.8 millones de pesos.

Si los agricultores continúan haciendo los trabajos de forma religiosa, basados en la fe, de que si trabajan más la tierra, ésta más produce. Los resultados indican que no existe correlación entre rendimiento y mayor trabajo del suelo. Donde sí hay diferencia es en los ingresos económicos, quien más trabajos realiza antes de la siembra está perdiendo dinero, depreciando su maquinaria y haciendo un uso ineficiente de sus recursos.

IV.1.2. Fertilización

El mayor rendimiento se asocia más al buen ó mal clima, oportunidad del riego, manejo de plagas y enfermedades, pero principalmente a la fertilización. El cuadro 23 muestra los fertilizantes utilizados donde el más utilizado fue UREA con el 61.4% de los agricultores, seguido por el AMONIACO ANHIDRO y ACIDO FOSFÓRICO con el 36.0% Y 33.7%. Los agricultores ante los altos precios de la UREA y el AMONIACO están buscando alternativas a los fertilizantes nitrogenados como es la GALLINAZA, BIOFERTILZIANTES y CERDAZA.

CUADRO 23. FERTILIZACIÓN DEL TRIGO

FERTCILIZANTES	AGRICULTORES	PORCENTAJE
UREA	215	61.4
GAS AMONICO	126	36.0
ACIDO FOSFORICO	118	33.7
AGUAMONIA	49	14.0
SULFATO DE AMONIO	49	14.0
GALLINAZA	24	6.9
BIOFERTILIZANTES	17	4.9
CERDAZA	7	2.0
SULFATO DE POTASIO 50%	6	1.7
LOMBRICOMPOSTA	3	0.9
ESTIERCOL	0	0.0

IV.5.1.3. El riego

La oportunidad del riego es otra variable que incide en la producción. Los agricultores al momento de solicitar su permiso de siembra compran la cantidad de agua que utilizarán durante el ciclo, Para el cultivo de trigo la dotación de agua promedio es de 7,500 m³. El Cuadro 24, muestra las cantidades de agua solicitadas al distrito para el ciclo 2010-2011 por parte de los agricultores encuestados para el cultivo del trigo. El 51.1% de los agricultores utilizó los 7,500 m³ de agua para dar un riego de pre siembra y tres de auxilio; hubo ochenta agricultores, el 22.9% que solicitaron entre 4,000 y 7000 m³ de agua; otros 74 agricultores, el 21.2% solicitaron entre 8,000 y 10,000 m³ de agua para dar un riego de nacencia y 4 riegos en planta. En los tiempos actuales, de prolongada sequía (1999-2012) se requiere eliminar las disparidades en el manejo del agua, evitar que algunos agricultores obtengan más de la necesaria y otros no tengan la suficiente para sus cultivos (Cuadro 25).

DOCTORADO EN PLANEACIÓN ESTRATÉGICA Y DIRECCIÓN DE
TECNOLOGÍA

CUADRO 24. CONSUMO DE AGUA EN EL CULTIVO DE TRIGO

CONSUMO DE AGUA	AGRICULTORES	PORCENTAJE
0	17	4.9
Solicito 4 (millar de agua)	1	0.3
Solicito 4.5 (millar de agua)	1	0.3
Solicito 5 (millar de agua)	7	2.0
Solicito 5.5 (millar de agua)	6	1.7
Solicito 6 (millar de agua)	6	1.7
Solicito 6.5 (millar de agua)	15	4.3
Solicito 7 (millar de agua)	44	12.6
Solicito 7.5 (millar de agua)	179	51.1
Solicito 8 (millar de agua)	21	6.0
Solicito 8.5 (millar de agua)	16	4.6
Solicito 9 (millar de agua)	19	5.4
Solicito 9.5 (millar de agua)	8	2.3
Solicito 10 (millar de agua)	10	2.9
TOTAL	350	100

Fuente: Elaboración propia, encuesta de 350 agricultores del Valle del Yaqui (2011-2012).

CUADRO 25. RIEGOS SUMINISTRADOS AL TRIGO CICLO 2010-2011.

RIEGOS	AGRICULTORES	PORCENTAJE
2 RIEGOS	3	0.9
3 RIEGOS	25	7.4
4 RIEGOS	185	55.0
5 RIEGOS	124	36.7
TOTAL	337	100.0

Fuente: Elaboración propia, encuesta de 350 agricultores del Valle del Yaqui (2011-2012).

IV.5.1.4. Nivelación del suelo

Para el buen trazo del riego los agricultores deben con cierta regularidad nivelar el terreno. Se realizó esta pregunta a 341 agricultores para conocer la frecuencia de ésta práctica. El 1.8 % de los agricultores mencionó que cada seis meses nivela su suelo; el 48.7 realiza la labor cada año; el 16.8 % nivela en un periodo de tres años a cinco años; y el 24.9% para la niveladora en un periodo mayor a cinco años (Cuadro 26).

En la agricultura del Valle del Yaqui, el riego por gravedad prevalece en alrededor del 98% de la superficie. Para el impulso de La agricultura de conservación y su adecuación a nuestra

DOCTORADO EN PLANEACIÓN ESTRATÉGICA Y DIRECCIÓN DE TECNOLOGÍA

región, para la buena conducción del agua, los agricultores tendrán que nivelar con cierta periodicidad. Sin embargo, hay alternativas como el levantamiento de bordos, curvas a nivel y los sistemas de riego por aspersión.

CUADRO 26. NIVELACIÓN DEL TERRENO EN EL VALLE DEL YAQUI.

NIVELACIÓN	AGRICULTORES	PORCENTAJE
CADA 6 MESES	6	1.8
CADA AÑO	166	48.7
CADA 2 AÑOS	27	7.9
CADA TRES AÑOS	19	5.6
CADA 4 AÑOS	19	5.6
CADA 5 AÑOS	19	5.6
MÁS DE 5 AÑOS	85	24.9
TOTAL	341	100.0

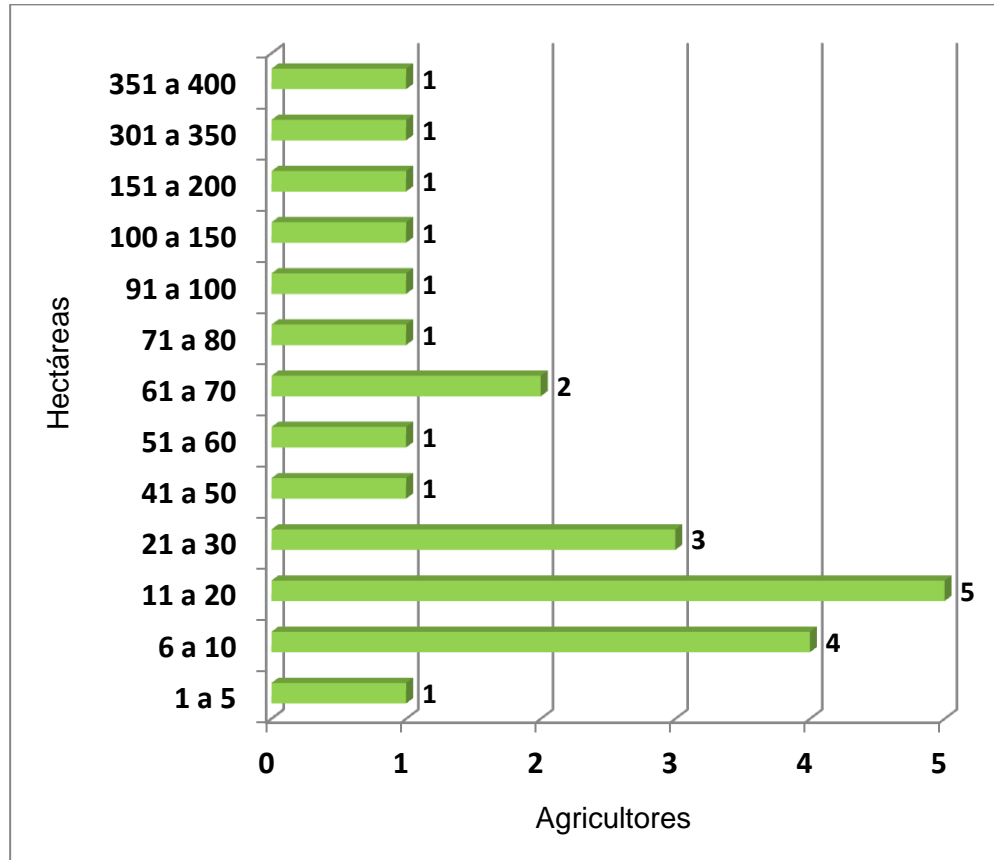
Fuente: Elaboración propia, encuesta de 350 agricultores del Valle del Yaqui (2011-2012).

IV.6. ADOPCIÓN DE LA AGRICULTURA DE CONSERVACIÓN EN EL VALLE DEL YAQUI.

En este apartado se muestran algunas estrategias y líneas de acción que coadyuvarían al impulso de la agricultura de conservación y se tomó como fundamento la evidencia empírica recopilada por los instrumentos del trabajo de campo.

Para el ciclo Otoño-Invierno 2010-2011 de los 337 agricultores que sembraron una superficie de trigo de 26,710 hectáreas, 23 agricultores sembraron 1,558 hectáreas (5.8%) con agricultura de conservación, ellos eliminaron la labranza primaria, solo revistieron el surco, sembraron y obtuvieron un rendimiento de 7.55 t ha¹ (Figura 18).

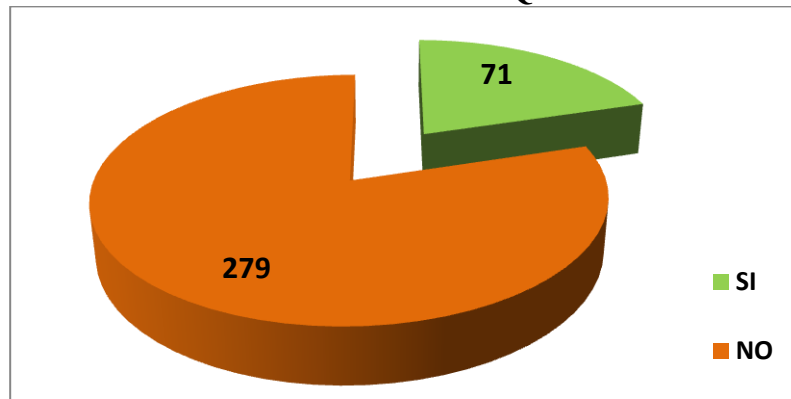
**FIGURA 18. SUPERFICIE CON AGRICULTURA DE CONSERVACIÓN EN EL
CICLO OI 2010-2011.**



Fuente: Elaboración propia, encuesta de 350 agricultores del Valle del Yaqui (2011-2012).

La Figura 19 muestra que 71 agricultores han implementado agricultura de conservación en su campo. El 80% nunca ha utilizado la tecnología, ni optado por disminuir la labranza en sus siembras.

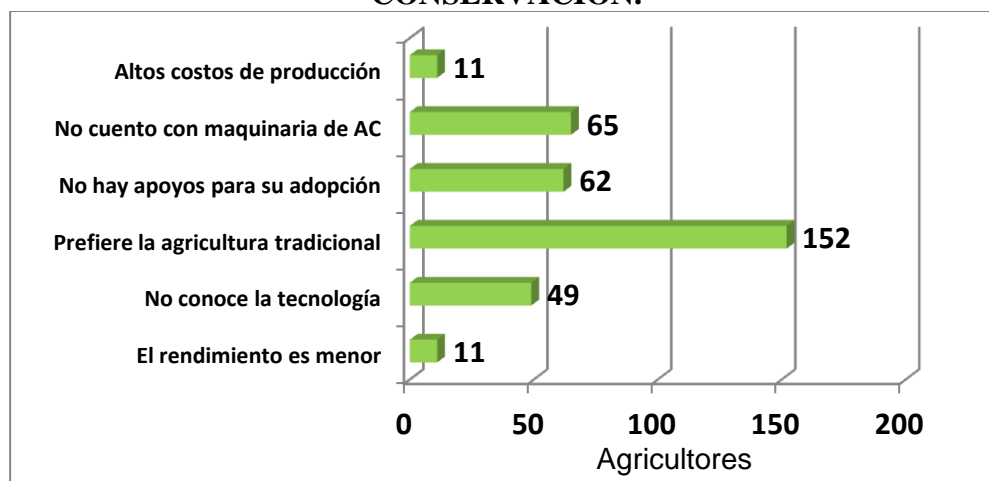
**FIGURA 19. IMPLEMENTACIÓN DE LA AGRICULTURA DE CONSERVACIÓN
EN EL VALLE DEL YAQUI. 2012**



Fuente: Elaboración propia, encuesta de 350 agricultores del Valle del Yaqui (2011-2012).

Al preguntarles el porqué no implementa la agricultura de conservación en su campo: 152 agricultores dijeron que prefieren la agricultura tradicional; 65 mencionaron que no tenían maquinaria; 62 explicaron que requerían de apoyos para su adopción; 49 respondieron que desconocían en qué consistía la tecnología; 11 establecieron que representaba altos costos de producción y 11 expusieron que el rendimiento por hectárea era menor (Figura 20).

**FIGURA 20. PORQUÉ NO HA IMPLEMENTADO LA AGRICULTURA DE
CONSERVACIÓN.**



Fuente: Elaboración propia, encuesta de 350 agricultores del Valle del Yaqui (2011-2012).

DOCTORADO EN PLANEACIÓN ESTRATÉGICA Y DIRECCIÓN DE TECNOLOGÍA

Los agricultores para adoptar la agricultura de conservación establecieron que se deben de impulsar tres grandes estrategias. La figura 21, muestra que efectivamente los agricultores demandan como primera acción un programa que venga a apoyar aquellos agricultores que siembren agricultura de conservación en sus campos; en segundo lugar, mencionaron que una forma rápida para disminuir la labranza es adecuar las sembradoras tradicionales con implementos que aminoren el paso de los tractores. En la misma vertiente mencionaron que también ocupan adquirir sembradoras e implementos especializados; La tercera estrategia establece que ocupan capacitación para la innovación de la tecnología mediante la asistencia de técnicos, de agricultores con experiencia y la participación de los centros de investigación.

Algunos agricultores expresaron las siguientes observaciones que concentran el sentir de los agricultores hacia la agricultura de conservación:

Rechazo de la Agricultura de conservación:

- Falta de apoyo. La agricultura de conservación reduce el trabajo y si hay mejor trabajo más producción.
- Hay que esperar cinco años para igualar el rendimiento de la tradicional
- Prefiere hacer un gasto extra y tener su cosecha asegurada
- Desconfianza y problemas de malezas.
- Que no hay resultados y no arriesgar su inversión
- Costos iguales a la tradicional
- Mayor rendimiento en la tradicional
- No le gusta porque ocupa mucho herbicida, si no cinceleo hay mas compactación
- No puedo implementarla porque rento tierra y maquilo la maquinaria

A favor de la agricultura de conservación:

- Es menos el trabajo y casi da el mismo rendimiento que la tradicional es menos gastos pero si es buena
- Practico la mínima labranza porque es un ahorro de dinero y trabajo. Ocupo tener una sembradora más adecuada.
- Tengo 15 años sin barbechar y cinceleo. muchas veces no se puede por la malezas se rastrea y aplica herbicidas. Los vecinos no hay años que no cinceleen y barbechen y no producen más.

Ocupan apoyos y maquinaria para su adopción:

- Ocupo tener una maquina disponible y adecuada para el trabajo
- No cuento con la maquinaria adecuada, ocuparía menos riegos
- Sí la ha utilizado pero no tengo los implementos necesarios y se ocupan apoyos buenos
- Que existan mejores asociaciones y mejores apoyos para realizarlas
- Por falta de maquinaria adecuada
- Que los socios de la sociedad la adopten y cada socio cuente con la maquinaria

Figura 21. QUÉ REQUIERE PARA IMPLEMENTAR LA AGRICULTURA DE CONSERVACIÓN



Fuente: Elaboración propia, encuesta de 350 agricultores del Valle del Yaqui (2011-2012).

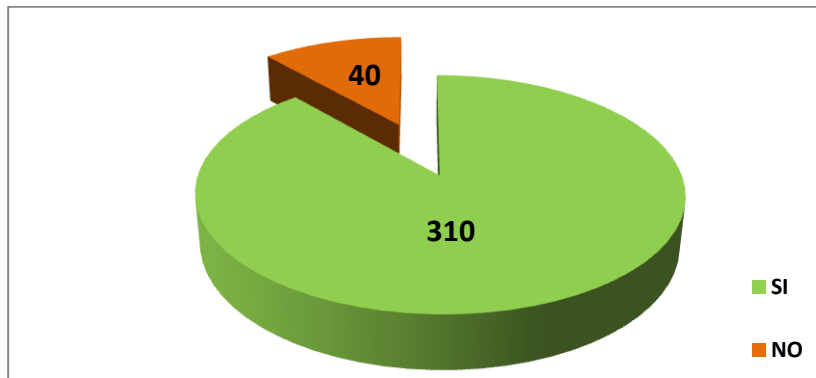
IV.6.1. Transferencia de tecnología para la adopción de la Agricultura de Conservación

Se ha mencionado, en líneas anteriores que en la agricultura de conservación se ha venido realizando investigación, validación y transferencia de la tecnología, desde 1992 a la fecha, en nuestra región. Se han utilizado varios términos para disminuir la labranza primaria: camas permanentes, labranza mínima, labranza reducida, siembra directa y labranza de conservación.

Por otra parte, ha habido programas impulsados por el Fideicomiso Instituido en Relación a la agricultura (FIRA) de donde se adquirieron más de 20 sembradoras especializadas para agricultura de conservación. Los agricultores que fueron apoyados para la adquisición de sembradoras, en su mayoría las adaptaron para utilizarlas en la agricultura tradicional.

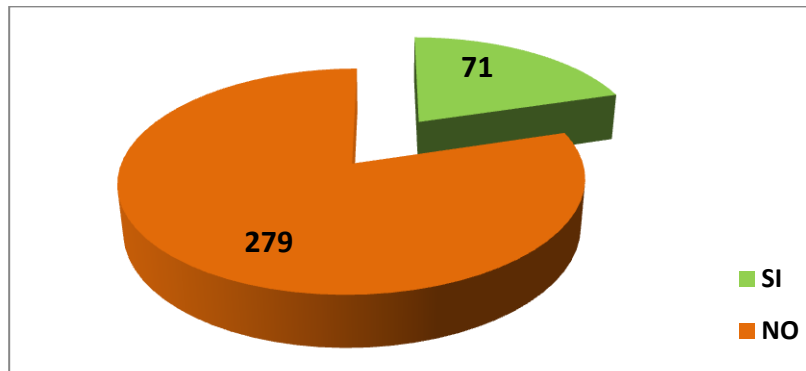
Ante estos esfuerzos institucionales, se les preguntó a los agricultores si conocían la agricultura de conservación, el 88.6% respondió que sí (310 agricultores), y un 11.4% (40 agricultores) mencionó desconocer sus principios (Figura 22). Aun cuando, la mayoría tiene conocimiento de la tecnología, solo el 20.2% mencionó que en ciclos anteriores la ha utilizado, el 79.8% nunca la ha implementado (Figura 23).

FIGURA 22. CONOCIMIENTO DE LA AGRICULTURA DE CONSERVACIÓN



Fuente: Elaboración propia, encuesta de 350 agricultores del Valle del Yaqui (2011-2012).

FIGURA 23. AGRICULTORES QUE HAN IMPLEMENTADO LA AGRICULTURA DE CONSERVACIÓN



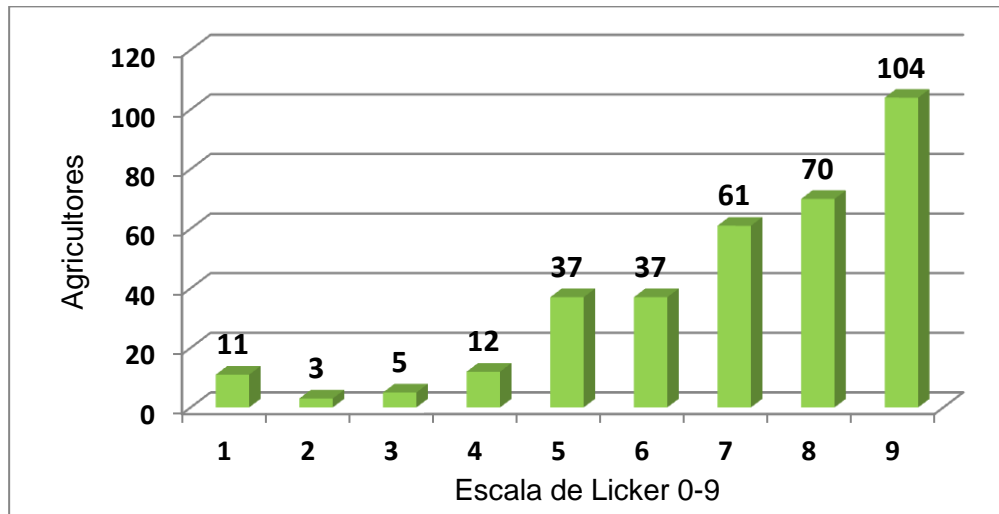
Fuente: Elaboración propia, encuesta de 350 agricultores del Valle del Yaqui (2011-2012).

Para saber el grado de aceptación de la agricultura de conservación en una escala de 1 a 9, donde uno es totalmente en desacuerdo y 9 totalmente de acuerdo, en promedio fue calificada con 7.0. La Figura 24 muestra que 235 agricultores dieron una calificación mayor a siete, y 105 le dieron una calificación entre 1 a 6.

Aun cuando el 80% de los agricultores no ha implementado la agricultura de conservación, la tecnología es aceptada y saben de sus beneficios, sin embargo hay resistencia para ponerla en práctica en sus campos ante el temor de perder dinero por una disminución en el rendimiento del trigo u otros cultivos. Los agricultores muestran poca disponibilidad al cambio aun cuando ciclo tras ciclo están perdiendo recursos al llevar menos ingresos a sus hogares, y con el excesivo uso de maquinaria y agroquímicos afectan al medio ambiente: aire, agua y suelo.

Para impulsar una mayor adopción de la tecnología, se requiere una capacitación enfocada hacia la innovación de agricultores cooperantes y no cooperantes. Para junto con ellos demostrar los beneficios económicos, sociales y ambientales, e iniciar en el corto plazo el ascenso en la superficie con agricultura de conservación.

FIGURA 24. ESCALA DE LICKER (1-9) SOBRE EL GRADO DE ACEPTACIÓN DE LA AGRICULTURA DE CONSERVACIÓN



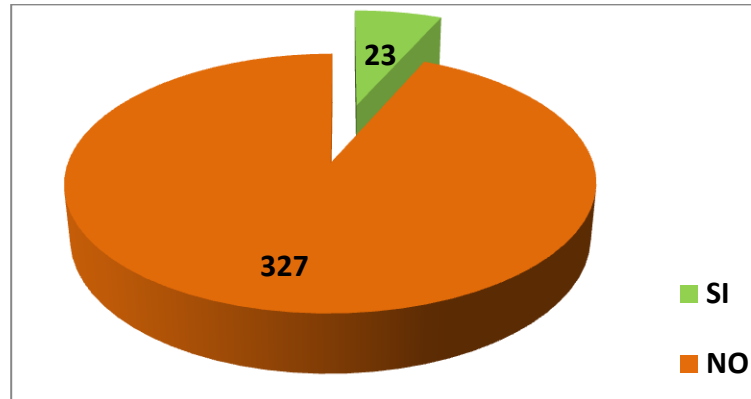
Fuente: Elaboración propia, encuesta de 350 agricultores del Valle del Yaqui (2011-2012).

IV.6.2 Maquinaria especializada en Agricultura de Conservación

La falta de maquinaria especializada es un aspecto que frena la adopción de la tecnología mencionaron los agricultores. Sin embargo, la Figura 25, muestra que 23 de los agricultores encuestados tienen a su disposición sembradoras de agricultura de conservación, las cuales tienen capacidad de por lo menos sembrar ciclo tras ciclo alrededor de 11,500 hectáreas de trigo (500 hectáreas por sembradora). Un pequeño grupo de agricultores cuentan con sembradoras especializadas, pero siembran áreas pequeñas de sus campos con la tecnología. Es de entender que se ocupa un apoyo decidido por parte de las autoridades federales y estatales para detonar la adopción de la agricultura de conservación y en el Valle del Yaqui.

Las nuevas sembradoras, provenientes de Brasil y Argentina (Figura 9) son equipos que hacen eficiente el uso de insumos y maquinaria. En la medida que los agricultores adquieran estos equipos y mejoren su competitividad, la misma competencia entre agricultores puede hacer que cada vez más se decidan a sembrar siguiendo la agricultura de conservación.

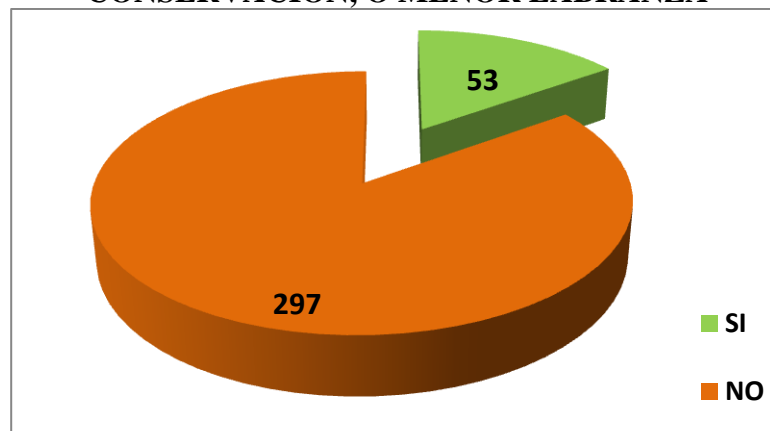
FIGURA 25. CUENTA CON SEMBRADORA ESPECIALIZADA PARA AGRICULTURA DE CONSERVACIÓN



Fuente: Elaboración propia, encuesta de 350 agricultores del Valle del Yaqui (2011-2012).

Otra alternativa para disminuir la labranza mencionaron los agricultores fue la adaptación de los equipos tradicionales. 53 de los agricultores encuestados (15.3%) menciono que ha realizado adecuaciones a su maquinaria y así eliminar pasos de tractor (Figura 26). La adaptación de los equipos en los tiempos actuales de buenos precios de los cultivos pero también mayores costos de producción, es una estrategia de bajo costo. Los agricultores que han optado por adecuar su maquinaria para reducir las labores, les da mayor seguridad financiera al no contratar créditos para la adquisición de sembradoras especializadas.

FIGURA 26 ADAPTACIONES A MAQUINARIA PARA AGRICULTURA DE CONSERVACIÓN, O MENOR LABRANZA



Fuente: Elaboración propia, encuesta de 350 agricultores del Valle del Yaqui (2011-2012).

DOCTORADO EN PLANEACIÓN ESTRATÉGICA Y DIRECCIÓN DE TECNOLOGÍA

Para acelerar la adopción y aumentar la superficie sembrada con agricultura de conservación se requiere una política institucional congruente y enfocada hacia esta tecnología donde los créditos de avío, aseguradoras, distritos de riego, SAGARPA, ASERCA, FIRA, entre otros, establezcan programas acorde a las nuevas necesidades de los agricultores, para que les permita reducir los riesgos que implica la nueva tecnología en sus primeras etapas de implementación.

CAPÍTULO V. ESTRATEGIAS: HACIA UNA AGRICULTURA SUSTENTABLE EN EL VALLE DEL YAQUI

El objetivo de este capítulo es mostrar los componentes básicos que constituirían la estrategia para lograr una agricultura sustentable y con ello aportar indicadores de verificación de nuestra hipótesis: “donde la agricultura de conservación proporciona elementos estructurales para el diseño de una estrategia de desarrollo sustentable para el Valle del Yaqui”. Existen elementos para considerar a la nueva tecnología como una estrategia que puede llevar a los agricultores a mejores estratos de desarrollo en el corto y mediano plazos mediante el incremento en el ingreso familiar. El presente apartado pretende delinear líneas de acción para la implementación, seguimiento y medición de la estrategia.

V.1. Estrategia de costos absolutos

Un componente básico para el diseño de la estrategia de desarrollo, tiene que ver con la estructura de costos absolutos que fundamentan la agricultura de conservación. Los agricultores deben diseñar en sus campos un plan para reducir los costos de producción mediante esta tecnología la cual puede contribuir en el aumento del ingreso familiar en alrededor del 20%.

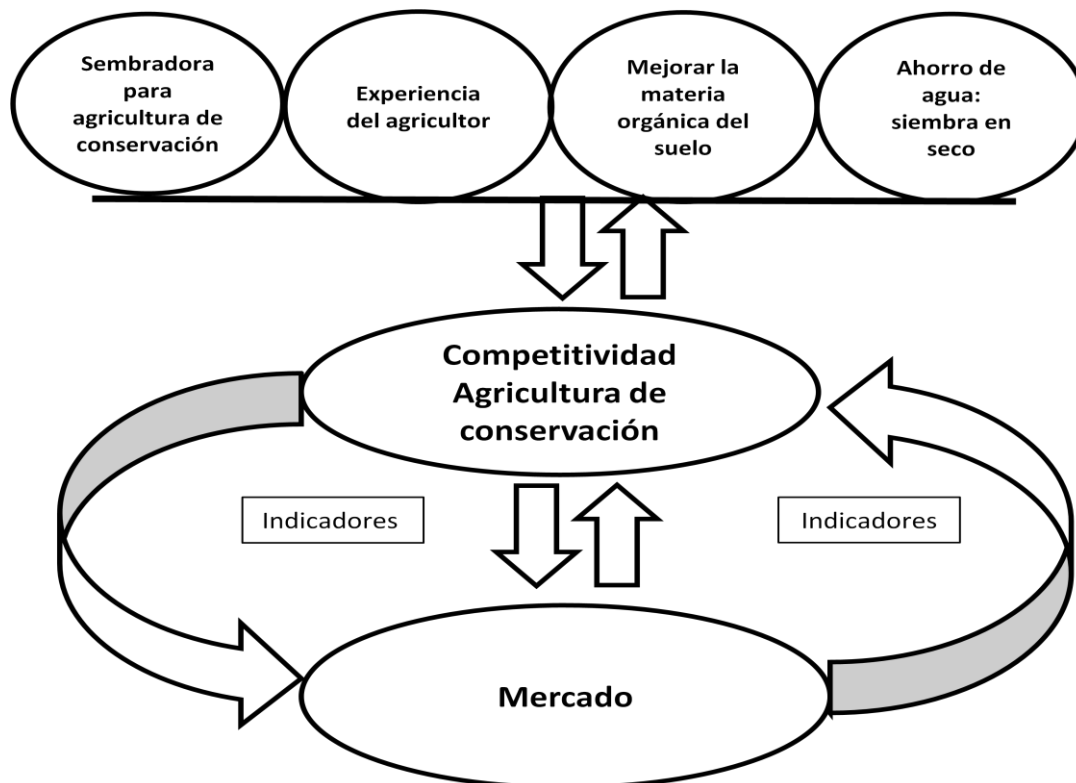
El paquete tecnológico de agricultura de conservación desarrollado por el INIFAP (Valenzuela et al. 2012) contempla un paso de desmenuzadora, revestir el surco y al mismo tiempo fertilizar, sembrar y realizar dos aplicaciones de herbicidas. El resto de las actividades son idénticas a la agricultura tradicional que contempla fertilizar en los riegos de auxilio, aplicar insecticidas y fungicidas sin son necesarios.

Por otra parte, si el agricultor dispone de una sembradora especializada de siembra directa, con un paso de maquinaria podría realizar la fertilización, surquear y sembrar, y mediante control químico controlar malas hierbas e insectos. De esta manera se suprimirían algunas maniobras con maquinaria.

La agricultura tradicional que contempla un barbecho o cinceleo (\$700 ha⁻¹), tres rastreos (\$1,050 ha⁻¹) y si es necesario el uso de niveladora o tablón (200 ha⁻¹), y un paso del cultipacker para desmoronar (\$200 ha⁻¹). En total estas labores representan un costo de preparación de \$2,150 ha⁻¹, cantidad que puede ahorrarse el agricultor si decide cambiar a sistemas de producción más sustentables.

El tener ventajas absolutas en costos hace que los agricultores sean más competitivos. De esta manera, el contar con costos bajos constituye uno de los puntos clave para lograr una mejor rentabilidad y competitividad en la producción de granos. Aunado a la reducción de costos, la agricultura de conservación ha demostrado ser tan rendidora como la tradicional y con ello mejorar el ingreso familiar de los agricultores (Figura 27).

FIGURA 27. LA TECNOLOGÍA: ESTRATEGIA DE COSTOS ABSOLUTOS



Fuente: Elaboración propia, encuesta de 350 agricultores del Valle del Yaqui (2011-2012).

V.2. Estrategia institucional

Una estrategia de desarrollo fincada en la agricultura de conservación necesita del apoyo institucional para promoverla e impulsarla. Las instituciones que acobijan la actividad agrícola representada en primer lugar por la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), y todas las que apoyan directamente a los agricultores como: ASERCA, Financiera Rural, FIRA, Distritos de Riego, Sanidad Vegetal, Uniones de Crédito, Aseguradoras, Instituciones de investigación y desarrollo, empresas de suministro y de servicios, entre otras, deben crear programas acorde a las nuevas necesidades del agricultor que siembra con agricultura de conservación.

Este marco institucional es el que da viabilidad a los programas de incentivos, mismos que deben ir de la mano con cada agricultor para que vaya sumando hectáreas en su campo ($0 \leq 100\%$ AC), y con el tiempo pueda decir que su predio es 100% agricultura de conservación.

Este proceso de sumar hectáreas debe ir también acompañado de las instituciones de ciencia y tecnología, quienes deben predicar con el ejemplo al sembrar con agricultura de conservación sus cultivos de cereales y oleaginosas.

El Patronato para la Investigación y Experimentación del Estado de Sonora (PIAES), ya inició un proceso de cambio al sembrar en el ciclo 2008-2009 con agricultura de conservación el 20% de su área destinada a la reproducción de semilla de trigo. De esta misma forma habría que impulsar una estrategia de enfoque hacia esta tecnología para alcanzar un mayor porcentaje de la superficie sembrada en los campos experimentales del INIFAP, que cuenta con 38 en el país. El no predicar con el ejemplo ha sido fuente de confusión y aversión al riesgo por parte de los agricultores quienes al ver los grandes tractores e implementos en operación, preparando los terrenos experimentales contribuyen hacia la no adopción y que los agricultores prefieran la agricultura tradicional.

DOCTORADO EN PLANEACIÓN ESTRATÉGICA Y DIRECCIÓN DE TECNOLOGÍA

La Figura 28 muestra la estrategia institucional hacia la agricultura de conservación, donde las instituciones financieras públicas y privadas, así como las de ciencia y tecnología guían a los agricultores innovadores que han decidido cambiar hacia una menor labranza en sus campos.

En la actualidad el programa MasAgro (Modernización Sustentable de la Agricultura Tradicional) a través del subprograma desarrollo sustentable con el productor, constituye un esfuerzo por impulsar la agricultura de conservación a través de la capacitación. Sin embargo, su limitado presupuesto, estimado en alrededor de 180.6 millones de pesos (MasAgro. 2012) no contempla las necesidades de los agricultores que requieren maquinaria, sembradoras, asistencia técnica e incentivos económicos y fiscales que detonen su adopción en el corto plazo.

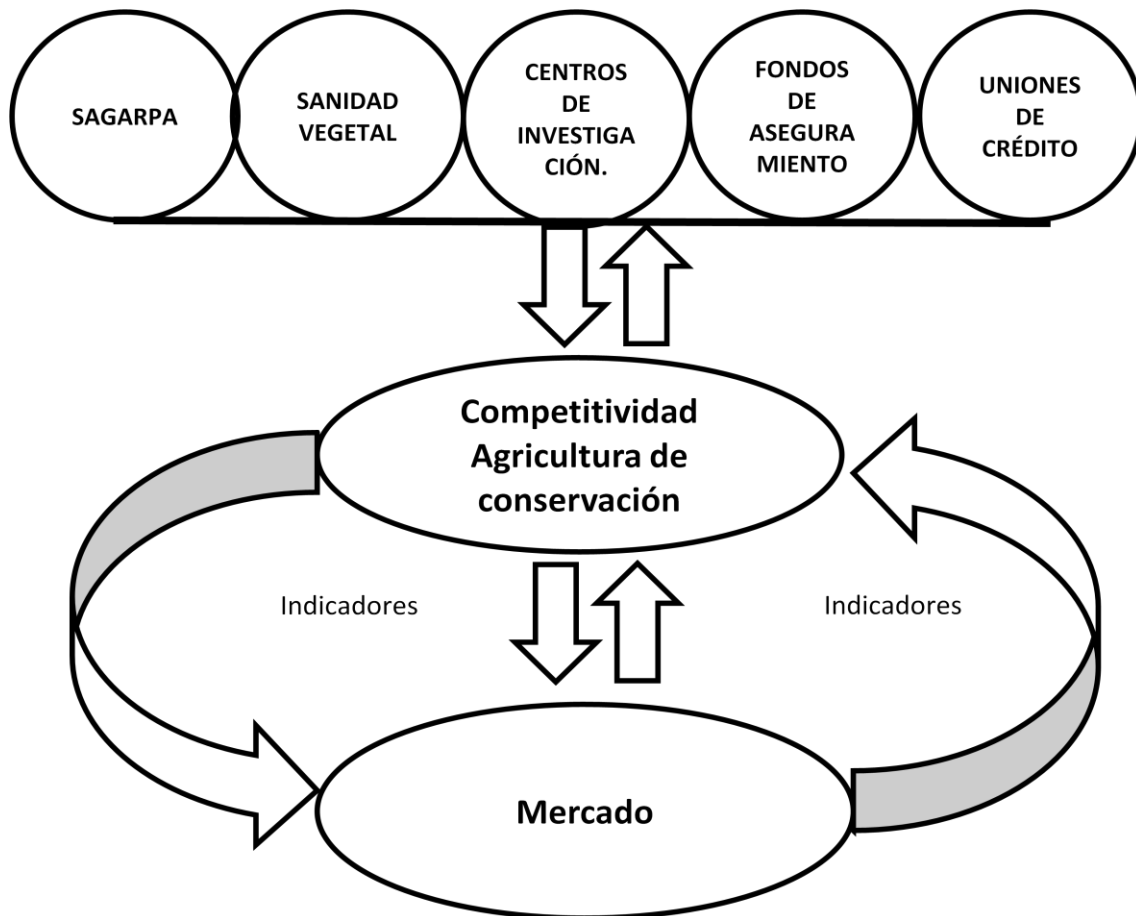
Los agricultores para implementar en el corto plazo la agricultura de conservación requieren de un programa de incentivos directos al ingreso familiar, que en primera instancia puede ir dirigido al sector social, donde persiste la pobreza y puede contribuir hacia una mejor calidad de vida de este sector e impulsar una agricultura mas sustentable.

Los agricultores que siembran desde una hasta 30 hectáreas representan el 36.2% del total sembrado (65,160 hectáreas) de trigo en el Valle del Yaqui. Un programa enfocado hacia este sector para la adopción de la agricultura de conservación en la región tendría un costo de alrededor de 65 millones de pesos si se decidiera otorgar un incentivo de \$1,000 pesos por hectárea.

Las instituciones de investigación y transferencia de tecnología con su talento humano pueden dar el seguimiento oportuno a las parcelas y cuantificar los beneficios sociales, ambientales y económicos del programa que en primera instancia se pasaría del 5.8% del área sembrada en el ciclo OI 2010-2011 a un 36.2% al inicio del Programa de Agricultura de Conservación.

El marco institucional, público, privado y de investigación y desarrollo, son fundamentales para impulsar y dar viabilidad a una estrategia de desarrollo basada en la agricultura de conservación.

FIGURA 28. ESTRATEGIA INSTITUCIONAL



Fuente: Elaboración propia, encuesta de 350 agricultores del Valle del Yaqui (2011-2012).

V.3. Indicadores de evaluación de la estrategia

En el valle del Yaqui se cuentan con mecanismos eficientes que podrían evaluar el grado de avance en la implementación de la tecnología de agricultura de conservación. El distrito de Desarrollo Rural, el Distrito de Riego Río Yaqui y la Junta Local de Sanidad Vegetal, cuantifican el número de hectáreas sembradas mediante el mecanismo de permisos de siembra;

DOCTORADO EN PLANEACIÓN ESTRATÉGICA Y DIRECCIÓN DE TECNOLOGÍA

de igual manera se conocen las variedades de trigo sembradas y así como de otros cultivos que tradicionalmente siembran los agricultores. Se considera que a través de este sistema se puede medir el tipo de labranza: tradicional (barbecho y cincel), reducida (rastreos) y de conservación (revestir surco) y con ello, el grado de implementación de dichas tecnologías.

Mediante el trabajo de campo con los agricultores se pudo estimar que en un 5.2% de la superficie encuestada (26,710 hectáreas de trigo) se realizaron actividades vinculadas a la agricultura de conservación, al solo revestir surco y sembrar sobre el cultivo anterior. En el ciclo otoño invierno 2010-2011 se sembraron 182,220 hectáreas de trigo, de las cuales alrededor de 9,475, hectáreas fueron sembradas con agricultura de conservación.

En este sentido para la medición de la estrategia se plantea dar seguimiento a tres indicadores:

- 1. Superficie sembrada con agricultura de conservación (Revestir surco)**
- 2. Superficie sembrada con labranza reducida (Rastreos)**
- 3. Superficie sembrada con agricultura tradicional (Barbecho o Cincel)**

De esta manera, se considera que la estrategia de desarrollo fincada en la agricultura de conservación deberá contar con estos tres criterios básicos: estrategia de costos, estrategia institucional y un acompañamiento para cuantificar su desempeño mediante el monitoreo sistemático de los indicadores. La estrategia estaría dirigida a coadyuvar al sostenimiento de las actividades agrícolas para lograr una comercialización más digna en el mercado y con ello un mayor beneficio para los agricultores siendo consistentes con el principio de heredar una tierra agrícola mejor a la actual y de esta manera ser coherente con el fundamento básico del desarrollo sustentable.

Finalmente, la agricultura del futuro enfrentará grandes retos, y persistirá la: sequía, heladas y bajos precios de los granos. La competitividad y los altos costos sin duda será el reto a vencer. El encarecimiento de los insumos: fertilizantes, agua, mano de obra, renta de la tierra, entre otros, continuara. El hacer las cosas diferente, y al optar por la agricultura de conservación la

DOCTORADO EN PLANEACIÓN ESTRATÉGICA Y DIRECCIÓN DE TECNOLOGÍA

cual se vislumbra como la principal estrategia que hará que la agricultura continúe siendo el pilar de la economía regional donde miles de familias dependen de esta noble labor de producir alimentos para México y el mercado internacional.

CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES

Los enfoques teóricos de competitividad y desarrollo sustentable permitieron identificar los factores críticos de la principal actividad económica de la región, de producir trigo con tecnología tradicional. Se evidenció que la forma de producir actual para algunos agricultores no es rentable ni sustentable por su elevada estructura de costos de producción.

La agricultura de conservación es una tecnología sustentable y competitiva porque al ser adoptada por los agricultores puede contribuir a mejorar la calidad del suelo; reducir la contaminación del aire al no quemar la paja; es ahorradora de agua al mantener por más tiempo la humedad del suelo; pero sobre todo, es una tecnología de bajo costo que aumenta la competitividad de los cultivos de otoño invierno y primavera verano.

Ha sido en el ciclo de Primavera Verano (2010), donde más impacto ha tenido la agricultura de conservación. De las 2,163 hectáreas sembradas por los agricultores encuestados 669 fueron sembradas sin realizar preparación primaria, esto representó el 30.09%.

El indicador para el ciclo otoño invierno (2010-2011) de las 26,710 hectáreas sembradas con trigo por los agricultores encuestados, 1,558 hectáreas (5.2%) fueron sembradas con agricultora de conservación donde solo se revistió el surco y se realizó la siembra.

La mayoría de los agricultores afirmaron que mientras más labores de labranza se realicen en la tierra, mayor será el rendimiento y más ganancias obtendrán de la actividad. Quienes realizaron todas las labores de preparación obtuvieron en promedio un rendimiento de 7,661 kg ha⁻¹ mientras quienes solo revistieron surco y sembraron obtuvieron un rendimiento de 7,550 kg ha⁻¹. En términos financieros éstos últimos ganaron más e hicieron un mejor uso de los recursos: trabajadores, insumos, maquinaria, tiempo, dinero, agua y suelo.

DOCTORADO EN PLANEACIÓN ESTRATÉGICA Y DIRECCIÓN DE TECNOLOGÍA

En el corto y mediano plazos las necesidades de agua de la industria y la población urbana entrarán cada vez más en competencia con el sector primario. Aquellos agricultores que opten por el cambio hacia esta tecnología tendrán más oportunidad de competir por el agua, la tierra, recursos humanos e insumos para permanecer y crecer en la actividad.

La mayoría de los agricultores tienen conocimiento de la agricultura de conservación. Sin embargo, requieren maquinaria especializada, realizar ingeniosas modificaciones en su maquinaria agrícola, mayor investigación, capacitación, apoyos institucionales y de gobierno, dirigidos hacia la adopción y fomento de la tecnología.

Se requiere un cambio cultural por parte de los agricultores y trabajadores de campo, quienes están acostumbrados a sembrar sobre terrenos totalmente limpios, por el uso de arados, cincheo, rastras, niveladoras, tabloneras, cultipacker, entre otros implementos. La nueva tecnología implica dejar en el pasado esa tecnología y usarlos solamente cuando sea necesario. Sin duda que el cambio mental por parte de los agricultores puede darse si los centros de investigación también eliminan las prácticas de la agricultura tradicional y los agricultores innovadores empiezan a tener éxito con la nueva tecnología.

Será imprescindible el continuar y acelerar la investigación en agricultura de conservación para demostrar que puede coadyuvar en el desarrollo de las familias que viven de la agricultura del Valle del Yaqui.

La agricultura de conservación y la tecnología en su modalidad de riego puede replicarse en otros distritos del país y puede convertirse en el mediano plazo en la agricultura del futuro, que venga a mejorar las carencias de millones de agricultores y les permita producir materias primas y alimentos más sustentables.

Finalmente hay que resaltar que es fundamental que los agricultores asuman este tipo de agricultura como una estrategia, o sea que se utilice como medio para acudir al mercado e

DOCTORADO EN PLANEACIÓN ESTRATÉGICA Y DIRECCIÓN DE TECNOLOGÍA

incrementar sus ganancias. Pero este proceso estratégico deberá ser soportado por un decidido apoyo institucional un paquete tecnológico alternativo y una visión clara de heredar a las nuevas generaciones una tierra cualitativamente mejor y poder entonces avanzar en un sistema de producción congruente con el principio del desarrollo sustentable.

DOCTORADO EN PLANEACIÓN ESTRATÉGICA Y DIRECCIÓN DE
TECNOLOGÍA

BIBLIOGRAFÍA

Aquino P., (1998). La adopción del método de siembra de trigo en surcos en el valle del Yaqui, Sonora, México. Informe especial programa de trigo No. 17b. CIMMYT.

AQUASTAT2011. <http://www.fao.org/nr/water/aquastat/data/query/index.html>

Armenta C.A., Ochoa E.X., Rodríguez H.R., Zamarripa C.A., (2010) Sorgo dulce: una opción rentable y competitiva para biocombustible en el Valle del Yaqui. ISBN 978-607-425-498-3 INIFAP, SAGAROA, COFUPRO.

Boehlje M. (1999). “Structural changes in the agricultural industries: how do we measure, analyze and understand them?” American Journal of Agricultural Economics 81 (5): 1028-1041.

Borleto J. M. (2006). De mi cosecha, historia de un agricultor. 1a ed. La Nación. Buenos Aires, Argentina. ISBN 987 21681 6 4.

Calva José Luis (Coord.) (1996) Sustentabilidad y desarrollo ambiental Tomo II. Editorial Juan Pablos S.A.

Carballo P.A. (2005). Una revisión del modelo de crecimiento económico actual: Análisis de su problemática ambiental y desigualdades sociales. Universidad Santiago Compostela. Revista Manizales 27 abril 2005.

CONAPO. (2010). http://www.e-local.gob.mx/work/templates/enciclo/sonora/esta_03.htm

Cortés J. J.M. (2010). Investigación y transferencia de tecnología con labranza primaria en el cultivo de trigo. Folleto técnico No. 76. ISBN: 978-607-425-396-2. INIFAP-CIRNO-CENEB.

Cortés J. J.M., Ortiz A.A.A. (2009). Efectos de labranza convencional en trigo, en el Valle del Yaqui, Sonora. IV Reunión nacional de investigación Agrícola y Forestal. INIFAP. ISBN 978 607 425 190 6. México.

Distrito de Riego Río Yaqui. <http://www.drnyaqui.com.mx/historia.html>

Enlace (2010). Tips para el manejo de cultivos con agricultura de conservación. Revista Enlace. CIMMYT. Volumen II. No. 1. Septiembre de 2010.

DOCTORADO EN PLANEACIÓN ESTRATÉGICA Y DIRECCIÓN DE TECNOLOGÍA

- FAO (2000). Labranza de conservación ¿fin del arado? <http://www.fao.org/noticias/2000/000501-s.htm> [acceso en noviembre de 2008]
- FAO (2002). Agricultura de conservación. Estudios de caso en América Latina y África. ISBN 92-5-304625-2. pp.17.
- FAO. 2004. Conservation of natural resources for sustainable agriculture: training modules. FAO Land and Water Digital Media Series CD-ROM 27. FAO, Rome. Original references are given in the CD-ROM.
- FAO (2008). ¿Qué es la agricultura de conservación?. Departamento de Agricultura y Protección del Consumidor: Agricultura de Conservación. <http://www.fao.org/ag/ca/es/1a.html> [acceso en noviembre de 2008]
- FAO (2011). Estadísticas. <http://www.fao.org/corp/statistics/es/>
- Fafchamps, M., De Janvry A. y Sadoulet E. (1995). "Transition costs, market failures, competitiveness and the state. En Peters G.H. y Hedley D.D. (editores), Agricultural competitiveness: Market forces and policy choice. Proceedings of the 22nd International Conference of Agricultural Economists, Harare, Zimbabwe. Dartmouth Publishing Company, UK: 343-354
- Felix V. P., Leyva C. J.C., Ortiz E. J.E., Quintana Q. J.G., Grageda G. J., Jiménez O. G. (2008). Comportamiento histórico y tendencia del clima en la zona agrícola y pecuaria del Sur de Sonora. "Expectativas ante un cambio climático". Libro técnico 4. ISBN 978-607-425-109-8. INIFAP.
- Figueroa L.P., Fuentes D.G., Cortes J.J.M., Tamayo E.L.M., Félix V.P., Ortiz E.J.E., Armenta C.I., Valenzuela H.V., Chánez V.G., Félix F.J.L. (2011). Guía para producir trigo en el sur de Sonora. INIFAP-CIRNO-CENEB.
- Foladori G., Tommasino H., Taks J., Chang M.Y., Pierri N. (2005). ¿Sustentabilidad? Desacuerdos sobre el desarrollo sustentable, Colección América Latina y el Nuevo Orden Mundial. México: Miguel Ángel Porrúa, UAZ, Cámara de Diputados LIX Legislatura, ISBN 970-701-610-8.
http://www.estudiosdeldesarrollo.net/pagina_tipo_cuatro.php?libro=sustentabilidad
- Flores, Dagoberto, Federico Carrión y Pedro Aquino. 2001. El cultivo del trigo en el Valle del Yaqui. Cambios en los factores tecnológicos y socioeconómicos. Presentación Power Point. CIMMYT. NIFAP. México. <http://economics.cimmyt.org/Yaqui/Memoria/>

DOCTORADO EN PLANEACIÓN ESTRATÉGICA Y DIRECCIÓN DE
TECNOLOGÍA

- García, L. (1996). Uso de herbicidas en la agricultura de conservación: aspectos agronómicos y medioambientales, pp. 63-72. En García, L., Varela, A. y González, P. (eds.): Actas del Congreso Nacional de Agricultura de Conservación: Rentabilidad y Medio Ambiente.
- González, R., A. Canales y L. E. Marin. (2003). Salinización de suelos y acuíferos: el caso del Valle del Yaqui, Sonora, México. Revista Contacto Ecológico. H. Ayuntamiento de Cajeme. 19-23.
- González, E., Veroz, O., Ariza, M., Márquez, F. (2007). "Agricultura de conservación en el siglo XXI". Vida Rural 277, pp. 25-28.
- Gutierrez G.E. (2007) De las teorías del desarrollo al desarrollo sustentable: Historia de la constitución de un enfoque multidisciplinario. Revista Trayectorias No. 25 Sep-Dic. 2007.
- Gudynas E., Villalba M. C., (2006) Crecimiento económico y desarrollo: una persistente confusión. Revista del Sur. 30 mayo 2006.
- Gil. J., Veroz. O., Hernanz J., González E. (2009) Ahorro y eficiencia energética con agricultura de conservación. IDAE. ISBN 978-84-96680-44-9. pp. 9.
- Gómez T. Laura, Gómez C. Manuel, Schwentesius Rita. (1998) Tendencias de Consumo y la producción de hortalizas orgánicas en México. Revista estudios sociales número 15. Editado por CIAD, UNISON, COL-SON.
- Gómez Tovar Laura (1996) La Agricultura Orgánica de México: Una Opción viable para los agricultores de escasos recursos. Universidad Chapingo, Mexico.
- Govaerts B. (2011). El escenario mundial ante el cambio climático. Revista Enlace, año II, No. 3. Febrero. Pag 5. <http://conservacion.cimmyt.org/es/revista-enlace>
- Govaerts B., Verhulst N., Sayre K., Mendoza J., y Santillano J. (2009). Agricultura de conservación: Preparando el terreno para un desarrollo sustentable del campo en México. XII Congreso Internacional de Ciencias Agrícolas. UABC.
- Hansen, J.W., 1996, "Is sustainability a useful concept?", Agricultural System.
- Hebblethwaite, J. (1996). Agricultura de conservación y agricultura de precisión: ventajas económicas y medioambientales, pp. 55-62. En García, L., Varela, A. y González, P. (eds.): Actas del Congreso Nacional de Agricultura de Conservación: Rentabilidad y Medio Ambiente.

DOCTORADO EN PLANEACIÓN ESTRATÉGICA Y DIRECCIÓN DE
TECNOLOGÍA

Hewitt, Cinthya (1976) La modernización de la agricultura mexicana 1940-1970. Ed. siglo XXI, México DF.

IFOAM. <http://www.ifoam.org/>

Kennedy P.L., Harrison R.W, Kalaitzandonakes N.G., Peterson H.C. y Rindfuss R.P. (1997). Perspectives on evaluating competitiveness in agribusiness industries. *Agribusiness: An International Journal* 13 (4): 385-392

Kennedy P.L. (2000). "Agricultural competitiveness issues and concepts". En Colyer D, Kennedy, P.L., Amponsah W.A., Fletcher S.M. y Jolly C.M. *Competition in Agriculture: The United States in the World Market*. New York, Food Products Press.

Krugman P. (1994). "Competitiveness: a dangerous obsession." *Foreign Affairs* 73 (2): 28-44

López y Ávalos (2004). "Efecto de labranza y abono orgánico sobre propiedades del suelo y rendimiento de maíz". *Agrofaz* 4 (2), pp. 537-542.

Marshall A. (1890). *Principles of economics. Book Four: The Agents of Production: Land, Labour, and Capital and Organization. Chapter 12, Industrial Organization Continued. Business Management.* <http://www.marxists.org/reference/subject/economics/marshall/bk4ch12.htm>

Martin L., Westgren R., Van Duren E. (1991). "Agribusiness competitiveness across national borders." *American Journal of Agricultural Economics* 73 (5): 1456-1464.

MasAgro (2012). Memoria documental del Programa Modernización Sustentable de la Agricultura Tradicional 2010-2012). <http://www.sagarpa.gob.mx/Transparencia/PNRCTCC/PNRCTCC%202012/Memoria%20MasAgro%202010-2012%20PDF.pdf>

Moreno R.O.H., Salazar G.J.M., Tamayo E.L.M., Martínez C.J.L., (1993). Tecnología para la producción de trigo en Surcos. Folleto técnico Num. 22. SARH-CIRNO-CEVY-INIFAP.

Municipio de Cajeme (2010). Reglamento del equilibrio ecológico y protección al ambiente para el Municipio de Cajeme. <http://www.cajeme.gob.mx/work/models/Cajeme/Resource/424/Reglamento%20Ecologia%202010.pdf>

Ortega C.A., Castro C. J.H., Guerrero H.M, Cota A.O., Armenta C. A. (2007) Producción de maíz de verano H431 en Labranza de conservación. Desplegable para productores. INIFAP. CEVY.

DOCTORADO EN PLANEACIÓN ESTRATÉGICA Y DIRECCIÓN DE
TECNOLOGÍA

- OEIDRUS, Sonora (2010). http://www.oeidrus-portal.gob.mx/oeidrus_son/
- Prahalad C. K. y Hamel G. (1990) The core competence of the corporation. May-June 1990. Harvard Business Review.
- Porter, M.E. (1990). The competitive advantage of nations. New York, The Free Press.
- Porter, M.E. (1996). What is strategy? Harvard Business Review
- Porter, M.E. (2008). The five competitive forces that shape strategy. Harvard Business Review.
- Porter, M.E. (2008). On Competition. Harvard Business Review Book. Harvard University.
- Salvacruz J.C. (1996) "Competitiveness of the United States and the ASEAN in the International Agricultural Market." Journal of Food and Distributional Research: 81-89
- Shumpeter J. (1935) El cambio económico. Universidad de Malaga. Harvard. The Review of Economics Statistics, vol XVII n° 4, mayo 1935, pp 2-10. <http://www.eumed.net/cursecon/textos/schump/index.htm> articulos
- Sen A. (1999). Desarrollo como libertad (Development as Freedom), Oxford, Oxford University Press, 1999.
- Smith. A. (1776) An inquiry into the nature and causes of the wealth of nations <http://www2.hn.psu.edu/faculty/jmanis/adam-smith/Wealth-Nations.pdf>
- Tamames, R. (2002). Agricultura de Conservación: un enfoque global. Instituto de Cuestiones Agrarias y Medioambientales (ICAM). Ediciones Mundi-Prensa.
- Trápaga Yolanda, Torres Felipe (Coordinadores) (1994), El mercado nternacional de la agricultura orgánica. Juan Pablos editor. UNAM.
- Tweeten L. (1992) Agricultural trade: Principles and policies. Westview Press, Boulder, Colorado.
- Tribuna del Yaqui. (2012). Invierte DDR 170 millones de pesos en revestimiento. http://www.tribuna.info/index.php?option=com_content&view=article&id=93712:n5p1&catid=12:campo&Itemid=120 2/05/2012.
- Valenzuela B. J.R. (2009) Sistema de Labranza de Conservación en Trigo, una alternativa de producción para el sur de Sonora, México. Primer simposium internacional de agricultura ecológica. Memoria científica 1. INIFAP.

CONTRIBUCIONES CIENTÍFICAS

MEMORIA DÍA DEL AGRICULTOR 2013

inifap

HACIA UNA AGRICULTURA SUSTENTABLE EN EL SUR DE SONORA CON
FUNDAMENTO EN LA AGRICULTURA DE CONSERVACIÓN. ARMENTA CEJUDO
ANTONIO, ALEJANDRO ORTEGA CORONA Y JAIME MACÍAS CERVANTES.

INTRODUCCIÓN

Con base en las diferentes conceptualizaciones de la agricultura sustentable, Hansen (1996) delinea la relación existente entre agricultura y sustentabilidad. La sustentabilidad es una ideología donde la preservación de la naturaleza es fundamental, puede entenderse como un conjunto de estrategias para alcanzar resultados cuantificables; es decir, mediante su implementación se pueden alcanzar un conjunto de metas en el mediano y largo plazo.

El desarrollo sustentable en general considera avanzar en mejores niveles de desarrollo humano tomando en cuenta que los recursos naturales son finitos, las actividades humanas deben procurar el menor daño para mantener en el largo plazo el medio ambiente. Sus fundamentos descansan sobre tres pilares: economía saludable, equidad social y calidad ambiental. El análisis para el Valle del Yaqui tiene como fin tocar la conciencia de los agricultores, quienes por más de setenta años han guiado el desarrollo de la región. Sin embargo, en lo social el avance no ha sido suficiente, persiste en el área rural la pobreza y la marginación; en lo ambiental existe una afectación constante; y en lo económico, la baja rentabilidad indica una baja competitividad de los sistemas de producción.

En el estudio resultó que en 1,558 hectáreas sembradas con agricultura de conservación la rentabilidad fue del 50.46% mientras que en la



agricultura tradicional fue del 35.94%, los primeros obtuvieron un beneficio de \$8,609/ha mientras que los segundos solo ganaron \$6,886/ha. En la medida que los agricultores ganen más en su actividad implicará una mejora social y de su competitividad, además al adoptar nuevas tecnologías se contribuye a cuidar la salud, la fauna, el aire, el suelo y el agua.

MATERIALES Y MÉTODOS

Con base en una población finita de 22,659 Usuarios del Distrito de Riego Río Yaquí (DDR Río Yaquí, 2011), se encuestaron 350 agricultores bajo la técnica de muestreo aleatorio simple.

$$N = \frac{K^2 \times PQN}{e^2 (N-1) + K^2 \times PQ} = 350$$

Donde:

N= Tamaño total de la muestra

P= Probabilidad éxito 0.5

Q= Probabilidad fracaso 0.5

e= Error muestral del 5.3%

K= Constante de nivel de confianza iguala 2 para un 95.5%

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El Cuadro 1 muestra cuánto cuesta producir una hectárea de trigo en el Valle del Yaqui y representa \$19,161 pesos. Los agricultores encuestados cosecharon en promedio 7.3 t/ha

y fueron comercializadas a un precio de \$3,400. La ganancia de sembrar una hectárea en el Valle del Yaqui fue de \$5,659/ha y representa una rentabilidad del 29.53%.

Cuadro 1. Costo de producción de trigo en sonora. Ciclo Otoño-Invierno 2010-2011.

CONCEPTO	\$/ha	%
Fertilizantes	3,703	19.3
Agroquímicos y semilla	1,246	6.5
Labores mecanizadas	3,440	18.0
Riego y agua	1,700	8.9
Cosecha y Transporte	1,430	7.5
Administración y cuotas	1,445	7.5
Renta	6,196	32.3
Costo total	19,161	100.0

Encuesta de 350 agricultores del Valle del Yaqui (2010-2012)

De los 350 agricultores encuestados fueron 337 los que sembraron trigo con una superficie de 26,710 hectáreas, de los cuales solo 23 productores sembraron con agricultura de conservación en 1,558 hectáreas (5.2%), ellos eliminaron la labranza primaria, revistieron el surco para sembrar y obtuvieron un rendimiento de 7.55 t/ha, sus costos de producción fueron de \$17,061/ha con ganancias por hectárea de

\$8,609 (Cuadro 2).

Los resultados indican que no existe correlación entre rendimiento y mayor trabajo del suelo. Donde si hay diferencia es en los ingresos económicos, quien más trabajos realiza antes de la siembra está perdiendo dinero, depreciando su maquinaria y haciendo un uso ineficiente de sus recursos.

Cuadro 2. Rentabilidad del trigo por tipo de labranza y rendimiento promedio en el Valle del Yaqui durante el Ciclo Otoño-Invierno 2010-2011.

Labores de preparación	t/ha	Precio	Ahorro Maquila	Costo de Producción	Ganancia	Rentabilidad
Barbecho- cincel y 2 rastreos	7.661	3,400	0	19,161	6,886	35.94
Barbecho y 2 rastreos	6.904	3,400	700	18,461	5,013	27.15
Cincel y 2 rastreos	7.144	3,400	700	18,461	5,829	31.57
2 Rastreos	7.215	3,400	1,400	17,761	6,770	38.12
Revestir surco	7.550	3,400	2,100	17,061	8,609	50.46

Los agricultores para adoptar la agricultura de conservación establecieron que se deben de impulsar tres grandes estrategias: Como primera acción la implementación de un programa que venga apoyar con recursos económicos aquellos agricultores que siembren agricultura de conservación en sus campos; en segundo lugar, mencionaron que una forma rápida para disminuir la labranza es adecuar las sembradoras tradicionales con implementos que aminoren el paso de los tractores pero también necesitan apoyos para la adquisición sembradoras e implementos especializados. La tercera estrategia establece que ocupan capacitación para la innovación de la tecnología mediante la asistencia de técnicos, de agricultores con experiencia y la participación de los centros de investigación.

Para el seguimiento en el proceso de innovación. En el valle del Yaqui se cuentan con mecanismos eficientes que podrían evaluar el grado de avance en la implementación de la tecnología de agricultura de conservación. El distrito de

Desarrollo Rural, el Distrito de Riego Río Yaqui y la Junta Local de Sanidad Vegetal, cuantifican el número de hectáreas sembradas mediante el mecanismo de permisos de siembra. A través de este sistema se puede medir el tipo de labranza: tradicional (barbecho y cincel), reducida (rastreos) y de conservación (revestir surco) y con ello, el grado de implementación de dichas tecnologías.

Mediante el trabajo de campo se pudo estimar que un 5.2% de la superficie encuestada (26,710 hectáreas de trigo) se realizaron actividades vinculadas a la agricultura de conservación, al solo revestir surco y sembrar sobre el cultivo anterior. En el ciclo otoño invierno 2010-2011 se sembraron 182,320 hectáreas de trigo, de las cuales alrededor de 9,475 hectáreas fueron sembradas con agricultura de conservación donde se ahorraron alrededor de 538 mil litros de diesel con un valor de 6 millones de pesos. Estos veintitrés agricultores contribuyen en la competitividad del Valle del Yaqui pero también en la seguridad energética y alimentaria de México.

**AGRICULTURA DE CONSERVACIÓN UNA ESTRATEGIA DE
DESARROLLO SUSTENTABLE EN EL VALLE DEL YAQUI**

Armenta Cejudo Antonio, Ortega Corona Alejandro, Macías Cervantes Jaime¹, Robles
Parra Jesús², Jiménez Suárez Mario, Montiel Rodríguez Rocio del Carmen³

¹ Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Campo Experimental
Norman E. Borlaug, ² Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo (CIAD), ³ Universidad Popular
Autónoma de Puebla (UPAEP), e-mail: armenta.antonio@inifap.gob.mx

Resumen

Los agricultores del Valle del Yaqui desde la década de los cuarenta siembran el trigo de forma tradicional que contempla: barbecho, cincileo, dos a tres rastreos, nivelación y elaboración de surcos o melgas para el riego. En el largo plazo no es sustentable la producción agrícola bajo este sistema porque el agricultor con un rendimiento de seis toneladas por hectárea solo alcanza a cubrir los costos de producción. La agricultura de conservación contempla la eliminación o reducción de la labranza primaria, que se traduce en un ahorro por el menor uso de maquinaria y energía, mejora la calidad de los suelos y reduce la evaporación del agua, logrando el agricultor mayores ingresos. Aun cuando es aceptada esta tecnología, de 29,710 hectáreas sembradas de trigo en el ciclo de Otoño Invierno 2010-2011 por los agricultores encuestados, solo 1,558 hectáreas (5.8%) fueron sembradas bajo este sistema. El objetivo del presente trabajo fue diseñar, junto con los agricultores una estrategia de desarrollo sustentable con fundamento en la agricultura de conservación, que permita elevar la rentabilidad de los cultivos, mejorar la calidad de vida de las familias y contribuya a un mejor manejo de los recursos naturales.

Palabras clave: trigo, cambio, innovación

Abstract

Since the 40's, Valle del Yaqui farmers have been preparing the land to sow irrigated wheat, following the traditional way which has consisted of: plowing or chiselling, two or three diskings, land leveling, furrowing and irrigating. Under this system the agricultural production, is not sustainable. The farmer, with a yield of six tons per hectare only covers production costs. On the other hand conservation agriculture provides for the elimination or reduction of primary tillage, which translates in machinery and energy, saving, improves soil quality and reduces water evaporation; achieving better farmer income. However this technology has not been adopted. Only 1,558 hectares of the 29,710 wheat planted hectares on the fall winter cycle 2010-2011 (5.8%) were sown following conservation agriculture technology. The focus of this work is to assist in the development of a sustainable strategy, based on conservation agriculture principles, in close collaboration with farmers, to boost crop profitability, improve family life quality and contributed to a better management of natural resources.

Keywords: wheat, change, innovation

Introducción

La agricultura sustentable se gestó paralelamente con la revolución verde (agricultura tradicional), se inició en respuesta a preocupaciones sobre los impactos de la agricultura, tales como la sobreexplotación de los recursos no renovables, la degradación del suelo, la salud y efectos ambientales por el uso de agroquímicos, la inequidad, la disminución de comunidades rurales, la pérdida de valores tradicionales agrarios, la calidad alimentaria, la seguridad de los trabajadores agrícolas, la disminución de autosuficiencia y un menor número de agricultores. Estos problemas se

tomaron asociados con la agricultura convencional que era percibida como insustentable (Hansen, 1996).

El enfoque sustentable engloba diversas modalidades de agricultura que en general ponen en el centro de análisis el ambiente tales como: agricultura orgánica, agricultura biológica, agricultura ecológica, permacultura y agroecología, entre otros. La agricultura sustentable tiene por objetivo mejorar la salud de los productores y los consumidores; mantener la estabilidad del ambiente (métodos biológicos de fertilización y control de plagas); asegurar ganancias a largo plazo de los agricultores; producir considerando las necesidades de las generaciones actuales y futuras (Foladori *et al* 2001). Para lograr estos objetivos la principal estrategia es la eliminación o reducción gradual de uso de labranza convencional, los productos químicos sintéticos, fertilizantes y pesticidas (Hansen 1996).

La agricultura de conservación es un término medio entre la agricultura tradicional y la agricultura sustentable, no pretende eliminar el uso de agroquímicos y pesticidas, el objetivo es avanzar hacia una menor labranza del suelo, es un sistema holístico que busca mejorar el ambiente y contribuir hacia una mayor calidad de vida de las familias rurales.

El Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) junto con el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), así como el Patronato de Investigación y Experimentación Agrícola del Estado de Sonora (PIEAES) desde 1992 han conjuntado sus talentos y grandes recursos para desarrollar tecnología de conservación adecuada a la agricultura de riego del Valle del Yaqui en el estado de Sonora. En aquellos años le nombraron a la tecnología "camas permanentes" que consistía en hacer camas de siembra durante un último ciclo de labranza tradicional, y a partir de ahí, eran reutilizadas para sembrar el cultivo siguiente, con solo re-formarlas superficialmente.

El cambio hacia la agricultura de conservación no se ha podido realizar a gran escala en el Valle del Yaqui, a pesar del esfuerzo de los centros de investigación, organizaciones de productores, instituciones federales y estatales. De tal manera que a la fecha su grado de adopción es escaso. Su implementación podría incentivarle si el agricultor dispone de información que estimule en ellos una mayor conciencia hacia el ambiente y con su implementación logre más beneficios económicos.

En Argentina y Brasil, los agricultores bajo la modalidad de temporal donde siembran un ciclo de cultivo por año, eliminaron de sus campos las rastras y equipos de labranza primaria y optaron por sembrar directamente sobre los residuos del cultivo anterior, fue la mejor opción para lograr ganancias en la agricultura cuando los precios de los granos y los subsidios de sus gobiernos mostraban una tendencia a la baja.

La agricultura de conservación ha demostrado a mediano y largo plazo, ser de menor costo al eliminar actividades innecesarias: barbecho, cincel, rastreo, entre otras (Figura 1), el agricultor puede lograr los mismos rendimientos que la agricultura tradicional y esperar mayores producciones al mejorar la calidad del suelo. El presente trabajo tiene por objetivo mostrar la rentabilidad del tipo de labranza implementada por 350 agricultores en el Valle del Yaqui, y donde la agricultura de conservación resultó competitiva.

XV Congreso Internacional en Ciencias Agrícolas
"Celebrando XV años de trayectoria" 1998-2012



FIGURA 1. SECUENCIA AGRICULTURA TRADICIONAL

Materiales y métodos

Con base en una población de 22,659 Usuarios del Distrito de Riego Río Yaqui (DDR Río Yaqui, 2011), se encuestaron 350 agricultores bajo la técnica de muestreo aleatorio simple. Se utilizó la siguiente fórmula para la determinación del tamaño de muestra para poblaciones finitas:

$$N = \frac{K^2 PQN}{e^2(N-1) + K^2 PQ} = 350$$

Donde:

N= Tamaño total de la muestra

P=Probabilidad éxito 0.5

Q=Probabilidad fracaso 0.5

e= Error muestral del 5.3%

K=Constante de nivel de confianza iguala 2 para un 95.5%

Resultados y discusión

El presente trabajo muestra los resultados obtenidos por los agricultores en las diferentes formas de preparación primaria en el cultivo de trigo. En el ciclo 2010-2011, los agricultores participantes en el estudio que realizaron todas las labores de preparación: un barbecho, un cinceleo, y dos a tres rastreos alcanzaron un rendimiento promedio de 7.66 t·ha⁻¹; quienes realizaron un cinceleo y pasaron dos a tres veces la rastra, su rendimiento fue 7.14 t·ha⁻¹; quienes barbecharon e hicieron dos a tres rastreos tuvieron un rendimiento de 6.90 t/ha; finalmente aquellos agricultores que sólo prepararon el suelo con dos o tres pasos de rastra obtuvieron 7.21 t·ha⁻¹; (Cuadro 1).

En el ciclo 2010-2011, el precio promedio rural del trigo fue de \$3,400 la tonelada, con base a los rendimientos promedio y los costos de maquila de barbecho, cinceleo y rastreo. Los agricultores que realizaron barbecho y cinceleo y dos rastreos obtuvieron una ganancia por hectárea de \$6,886; quienes realizaron un barbecho y dos rastreos lograron \$5,013; los que aplicaron un cinceleo y dos rastreos obtuvieron \$5,829; quienes optaron por una menor labranza y solo realizaron dos rastreos lograron un ingreso de \$6,770 (Cuadro 2).

El productor con la agricultura tradicional obtiene una rentabilidad menor con referencia a quien decide disminuir la labranza. Sin embargo, si se considera el rendimiento promedio del valle del Yaqui de 6.20 t·ha⁻¹ en el ciclo OI 2010-2011, en este escenario la rentabilidad es mayor de quienes hacen una menor labranza, generándose un 8.69% de ganancia más referente a la agricultura tradicional.

DOCTORADO EN PLANEACIÓN ESTRATÉGICA Y DIRECCIÓN DE TECNOLOGÍA

XV Congreso Internacional en Ciencias Agrícolas
"Celebrando XV años de trayectoria" 1988-2012

CUADRO 1. RENDIMIENTO POR HECTÁREA POR LABOR DE PREPARACION

Labores de preparación	Agricultores	Porcentaje	Superficie	kg/ha ²
Barbecho y cincel	126	37.4	12,246	7,661
Barbecho	28	8.3	2,046	6,904
Cincel	89	26.4	5,792	7,144
Rastros	94	27.9	6,626	7,215
PROMEDIO	337	100	26,710	7,231

Fuente: Elaboración propia, encuesta de 350 agricultores del Valle del Yaqui (2011-2012).

**CUADRO 2. RENTABILIDAD DEL TRIGO POR TIPO DE LABRANZA. CICLO OI
2010-2011**

LABORES DE PREPARACIÓN	t/ha ²	PRECIO	AHORRO MAQUILA	COSTO DE PRODUCCIÓN	GANANCIA	RENTABILIDAD
Barbecho, cincel y dos rastros	7.661	3,400	0	19,161	6,886	35.94
Barbecho y dos rastros	6.904	3,400	700	18,461	5,013	27.15
Cincel y dos rastros	7.144	3,400	700	18,461	5,829	31.57
Dos rastros	7.215	3,400	1,400	17,761	6,770	38.12
PROMEDIO	7.231	3,400	700	18,461	6,124	33.17

Fuente: Elaboración propia, encuesta de 350 agricultores del Valle del Yaqui (2011-2012).

Los productores entrevistados sembraron 26,710 hectáreas de trigo, quienes realizaron barbecho, cincel y dos rastros sembraron 12,246 hectáreas; los que solo barbecharon y rastrearon, sembraron 2,046 hectáreas; quienes cincelaron y rastrearon, sembraron 5,792 hectáreas; los que solo rastrearon, sembraron 6,012 hectáreas. Estos últimos tuvieron un menor gasto de diesel que representó un ahorro por hectárea de alrededor de 30-40 litros. De acuerdo a los costos de maquila un barbecho o cincel tiene un valor por hectárea de \$700, los productores que solo rastrearon disminuyeron sus costos de producción en 4.6 millones de pesos.

Los 126 agricultores que mencionaron haber barbechado y que también cincelaron la tierra tuvieron costos adicionales en las 12,246 hectáreas (45.8%) por 17.1 millones de pesos. Pero si esta proporción se aplica a las 190 mil hectáreas la cantidad de recursos es de alrededor de 121.6 millones de pesos. Si los agricultores continúan haciendo los trabajos con base en su experiencia, basados en la fe, de que si trabajan más la tierra, esta más produce. Los resultados indican que no existe correlación entre rendimiento y mayor trabajo del suelo. Donde si hay diferencia es en los ingresos económicos, quien más trabajos realiza antes de la siembra está perdiendo dinero, depreciando su maquinaria y haciendo un uso ineficiente de sus recursos.

La agricultura de conservación es una estrategia que puede contribuir en el desarrollo sustentable del Valle del Yaqui y otras regiones agrícolas de riego en México. Sin embargo, se requiere más investigación, transferencia de la tecnología y programas de gobierno que apoyen a quienes producen sin arar la tierra. Finalmente, es importante que las instituciones de investigación, prediquen con el ejemplo al sembrar sus campos sin labranza primaria.

DOCTORADO EN PLANEACIÓN ESTRATÉGICA Y DIRECCIÓN DE TECNOLOGÍA

XV Congreso Internacional en Ciencias Agrícolas
"Celebrando XV años de trayectoria" 1998-2012

Conclusiones

La agricultura de conservación es una tecnología sustentable que puede contribuir en mantener y mejorar en el mediano y largo plazos los recursos aire, agua y suelo.

Es una tecnología de bajos costos que mejora el ingreso familiar al ser tan productiva como la agricultura tradicional.

Literatura citada

Hansen, J.W., 1996. "Is sustainability a useful concept?". *Agricultural System*. Volume 50, Issue 2, 1996, Pages 117-143. www.elsevier.com/locate/agsy

Foladori G., Tommasino H., Taka J., Chang M.Y., Pierri N. (2005). *¿Sustentabilidad? Desacuerdos sobre el desarrollo sustentable, Colección América Latina y el Nuevo Orden Mundial*. México: Miguel Ángel Porrúa, UAZ, Cámara de Diputados LIX Legislatura, ISBN 970-701-610-8.

http://www.estudiosdeldesarrollo.net/pagina_tipo_cuatro.php?libro=sustentabilidad

AGRICULTURA DE CONSERVACIÓN EN TRIGO, UNA ALTERNATIVA DE PRODUCCIÓN PARA EL SUR DE SONORA. Jesús Rafael Valenzuela Borbón, Antonio Armenta Cejudo, Xochilt M. Ochoa Espinoza, Manuel de Jesús Beltrán Fonseca, Jaime Macías Cervantes.

INTRODUCCIÓN

Una de las principales causas de la degradación del ambiente y la baja rentabilidad de los cultivos en el sur de Sonora, es la aplicación de prácticas inadecuadas en el manejo del suelo como: la quema de paja de trigo, nula incorporación de residuos de cosecha, abonos orgánicos y abonos verdes, así como excesivos pasos de maquinaria que a través del tiempo ha dado como resultado impactos negativos tales como: liberación de altas cantidades de gases de efecto invernadero CO₂ entre otros, que contribuye negativamente al cambio climático, así mismo, bajos contenidos de materia orgánica, mayor compactación, erosión y salinización del suelo. En la actualidad, la producción de cultivos requiere un enfoque sostenible que considere la productividad y rentabilidad de los sistemas de producción, así como la conservación de los recursos naturales. Una alternativa real lo constituye la producción de cultivos bajo el sistema de agricultura de conservación, una tecnología sustentable que incrementa la productividad, se optimizan los recursos e insumos, reduce el costo de producción y trabaja en armonía con el medio ambiente, se caracteriza por tener sustanciales reducciones en operaciones de laboreo del suelo, acompañadas por la retención de diferentes niveles de residuos de cosecha y rotación de cultivos. El objetivo de este trabajo fue validar y demostrar en forma práctica las bondades de esta tecnología y con ello fomentar su adopción entre los productores.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en Otoño-Invierno 2009-2010 y Verano 2010, en el Campo Experimental Norman E. Borlaug, (INIFAP), Ubicado en el block 910 del Valle del Yaqui, Sonora. El suelo presenta las siguientes características: textura arcillosa (>50% arcilla), bajo en sales a ligeramente salino, fertilidad media en nitrógeno, baja en fósforo y alta en potasio, muy bajo en materia orgánica 0.07% y pH ligeramente alcalino (7.4). En este terreno se estableció un módulo para validar el sistema de agricultura de conservación (AC), en la rotación trigo-soya, trigo-sorgo y trigo-maíz, con riego por gravedad, y se comparó con labranza tradicional

La parcela experimental fue de 1.0 y 0.2 ha, por tratamiento de labranza y rotación de cultivos, respectivamente. La preparación del terreno en el sistema tradicional fue de: tres rastros, tablonco y surcado a 80 cm., mientras que en labranza de conservación, esta se inició con la cosecha del cultivo anterior, se uso una trilladora

equipada con chopper y/o dispensador de paja, seguido de la trituración de residuos. El control de maleza durante el periodo de descanso del terreno, se realizó con herbicidas sistémicos y de contacto, no selectivos (glifosato y paraquat).

La cama de siembra se acondicionó reviviendo la surquería con una cultivadora-fertilizadora de doble barra adaptada con discos cortadores en la parte frontal y vertederas chicas (pala de mula), en la parte trasera, la siembra de trigo se realizó en la primer decena de diciembre del 2009, en suelo húmedo, sobre los residuos del cultivo anterior con dos hileras a 30 cm., en surcos a 80 cm. de separación con una sembradora específica para (LC), para cuatro surcos. En todos los casos se utilizó la variedad de trigo cristalino Cevy-Oro C-2009, con una densidad de 100 Kg. de semilla/ha.

La fertilización se fraccionó en dos partes, en presiembra en banda, se aplicó el 40% del nitrógeno (N) y 100 % del fósforo (P), el resto del nitrógeno (60%) se aplicó en el primer riego de auxilio, completando una dosis total de 230-52, Kg. de nitrógeno y fósforo respectivamente, se utilizó como fuente N, Urea y Fosfato monoamónico.

Al cultivo de la día el manejo agronómico recomendado por el INIFAP para la región. Para estimar el rendimiento de grano y paja de trigo, se tomaron 4 muestras de 2 surcos de 5 m de largo (8.0 m²). Se midió el rendimiento de grano. La información obtenida se analizó estadísticamente y se complementó con un análisis beneficio/costo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos con el cultivo de trigo, indican que el mayor rendimiento de grano se obtuvo con el sistema labranza de conservación el cual produjo 8,494 kg/ha, mientras el método tradicional alcanzó 8,270 kg/ha, no existiendo diferencias significativas. En el ciclo Verano 2010, Los resultados se muestran en el cuadro 1, los mayores rendimientos promedio de los cultivos se obtuvieron con el sistema de labranza tradicional que produjo 4,356 kg/ha, mientras que en labranza de conservación se registro un rendimiento de grano de 4,278 kg/ha, con una diferencia de 78 kg/ha, lo anterior muestra que no hubo diferencias significativas entre sistemas de siembra.

CUADRO 1. RENDIMIENTO DE GRANO KG/HA POR SISTEMA Y ROTACION DE CULTIVOS. CICLO VERANO 2010. CENEB.

CULTIVO	LABRANZA TRADICIONAL	LABRANZA DE CONSERVACIÓN
Soya	2,520	2,450
Sorgo	5,010	4,975
Maíz	5,540	5,410
Media	4,356	4,278

En el cuadro 2, se presentan los rendimientos de grano para las diferentes rotaciones con trigo, en relación a los efectos de los cultivos a través de los diferentes sistemas de siembra, la rotación trigo-

maíz fue la más estable, seguido de trigo-sorgo, mientras que la rotación trigo-soya presentó el mayor rango.

CUADRO 2. RENDIMIENTO DE GRANO KG/HA POR SISTEMA DE SIEMBRA Y ROTACIÓN DE CULTIVOS. CICLO O-I 2009-2010 Y VERANO 2010 CENEB.

ROTACIÓN	L. TRADICIONAL	L. CONSERVACIÓN
Trigo-Soya	10,790	10,944
Trigo-Sorgo	13,280	13,469
Trigo-Maíz	13,810	13,904
Media	12,626	12,772

El análisis beneficio/costo para las diferentes rotaciones se presenta en el cuadro 3, indica que con el sistema de labranza de conservación se obtuvieron las mayores ganancias económicas con un B/C de 3.95, mientras que con el sistema tradicional la relación fue de 3.48. El análisis económico indica que con la aplicación de la

tecnología propuesta se ganan 47 centavos más, por cada peso invertido, que con labranza convencional, pero además es una muestra clara que aplicar mayor energía en el sistema de producción, no produce efecto positivo en el rendimiento.

CUADRO 2. BENEFICIO/COSTO POR SISTEMA DE SIEMBRA Y ROTACIÓN DE CULTIVOS CICLO O-I 2009-2010 Y VERANO 2010 CENEB.

ROTACIÓN	L. TRADICIONAL	L. CONSERVACIÓN	MEDIA
Trigo-Soya	3.45	3.91	3.68
Trigo-Sorgo	3.45	3.93	3.76
Trigo Maíz	3.55	4.00	3.85
Media	3.48	3.95	3.76

**Sistema de Producción Trigo de Invierno-Maíz de Verano con
Labranza de Conservación en el Valle del Yaqui, Sonora**
Winter wheat and summer maize production in conservation tillage in the Yaqui Valley, Sonora

Alejandro Ortega-Corona¹, Jorge Humberto Castro-Campoy², Oscar Cota-Agramont¹, Manuel de Jesús Guerrero-Herrera¹ y Ramón Antonio Armenta-Cejudo¹,
¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias INIFAP, Campo Experimental Valle del Yaqui, km 12 Norman E. Borlaug, Cd. Obregón, Sonora, México CP 85000; ²Productor Agrícola del Valle del Yaqui. Correspondencia: ortega.alejandro@inifap.gob.mx, jhcac@hotmail.com

Palabras clave: Rentabilidad, labranza, transferencia.

INTRODUCCIÓN

Los segundos cultivos que se establecen en el ciclo agrícola de verano en el noroeste de México, son de importancia económica y social, ya que mantienen el empleo y la infraestructura agrícola regional. Desde mediados de los años noventa la soya y el ajonjolí desaparecieron de la rotación con trigo en el Valle del Yaqui, por su baja rentabilidad y susceptibilidad a la mosquita blanca, convirtiéndose el maíz en una de las opciones que pueden ser rentables en el ciclo de verano. Esta rentabilidad se ha logrado aumentar por algunos productores, comercializando parte de la producción como elote y el remanente como grano o forraje, o todo como forraje para ganado lechero (1).

El éxito del maíz de verano se puede atribuir en parte a híbridos como el CIANO H-431 (2), el cual se ha mantenido como el prototipo para este ciclo agrícola, debido a que tolera el calor excesivo y estrés hídrico asociado, no se enrolla ni se foguea, y ha producido hasta 8.0 ton ha⁻¹ de grano al 14% de humedad; y por otra parte a la disponibilidad de tecnología para producirlo (3).

La intensa sequía que inició en 1997, ha obligado al riego con agua extraída del subsuelo; esto, aunado al aumento en el precio de insumos agrícolas, motiva a los productores de maíz de verano a implementar esquemas de costos mínimos económicos, consistentes en eliminar la labranza primaria y optimizar los métodos y fuentes de fertilización para disminuir los costos de producción del cultivo. El objetivo de esta información es poner a disposición de los agricultores, experiencias producto de investigación participativa en el manejo agronómico del maíz de verano, que le permitan reducir el costo de producción, mejorando las condiciones físicas del suelo.

MATERIALES Y MÉTODOS

En el Valle del Yaqui, Sonora, hace 20 años, el Club de Productores de la Unión de Crédito Agrícola del Yaqui (CP-UCAY) y el Programa de Maíz del Campo Experimental Valle del Yaqui-INIFAP, inicialmente con apoyo del FIRA (Fideicomisos Instituidos en relación con la Agricultura), iniciaron esfuerzos para aplicar tecnología de labranza reducida en maíz de verano para bajar costos y mejorar las condiciones del suelo.

Desde entonces, se han probado e innovado varias prácticas y equipos, de tal manera que después de varios intentos, hace diez años el Ing. Jorge Humberto Castro Campoy logró integrar, con modificaciones sencillas y económicas, el equipo que permite sembrar maíz de verano sobre la paja del trigo del ciclo de otoño-invierno próximo anterior, sin efectuar labranza primaria. Esta innovación consiste

DOCTORADO EN PLANEACIÓN ESTRATÉGICA Y DIRECCIÓN DE TECNOLOGÍA

principalmente, en que a la sembradora de precisión se le adaptó un timón (Cawe®). A continuación se presentan aspectos que hay que tener en cuenta para realizar la siembra de maíz de verano en labranza de conservación (4,8).

Preparación del suelo. Quemar los residuos de la cosecha anterior resulta ser lo más económico, pero no es lo más recomendable por la consecuente contaminación ambiental, e inclusive puede ocasionar disminución del rendimiento en trigo (5). Otra opción en este sentido, es preparar el terreno con un paso de desmenuzadora y dos pasos de rastra, surcar, regar y sembrar. Definitivamente lo más recomendable desde el punto de vista económico y ecológico es la agricultura de conservación, método que consiste básicamente en dejar total o parcialmente los residuos del cultivo anterior sobre la superficie del suelo.

En la secuencia de cultivos del sur de Sonora, la de trigo-maíz ha sido la más común en los años recientes; en esta situación, al implementar la agricultura de conservación, existen aspectos muy importantes en la cosecha de trigo que facilitan la siembra del maíz, como que el corte de la paja de trigo debe ser lo más alto posible, que la máquina cosechadora esté equipada con un picador-dispersor de paja que la distribuya lo mejor posible sobre el suelo, aplicar el fertilizante usando discos cortadores adaptados a los cuadros de la cultivadora, aplicar herbicida, considerar longitud de riego no mayor de 250 metros y levantar bordos con la frecuencia necesaria, para facilitar la conducción y distribución del agua y evitar el desplazamiento de los residuos de cosecha al final de los surcos. El acame del trigo dificulta la siembra del maíz, por lo que en este caso se sugiere usar la desmenuzadora de paja después del riego de presiembra, para evitar el taponamiento de los surcos con los residuos picados.

Fertilización. Partiendo de la necesidad de bajar costos de producción, es necesario analizar el suelo para decidir la aplicación de fósforo. Para el caso de nitrógeno se puede fertilizar antes o después del riego de siembra, aplicando la fuente más económica con la que el productor esté más familiarizado; o si cuenta con el equipo para adaptarle los discos o "machetes", podrá fertilizar entre las hileras de paja. La dosis dependerá del análisis del suelo, y puede fluctuar dependiendo del tipo de suelo entre 150 y 250 kg ha⁻¹(6).

Siembra. Las sembradoras de precisión de cualquier marca, se pueden modificar de manera sencilla y económica, una de éstas es la adaptación del timón Cawe®, aproximadamente a 90 cm al frente del machete sembrador para mover los residuos de trigo en el lomo del surco.

Sembrar el maíz en junio permite cosechar grano con 16 a 18% de humedad, a finales de octubre y principios de noviembre lo que permite la rotación con trigo de invierno.



Figura 1. Timón Cawe®, en siembra de maíz de verano sobre paja de trigo en la manzana 609 del Valle del Yaqui, Sonora.

La siembra de maíz se facilita cuando el trigo se sembró en dos hileras. Para las rotaciones con garbanzo, cártamo y algunas hortalizas, la siembra se facilita por ser menor la cantidad de residuos dejados en el suelo.

Es conveniente calibrar la sembradora para que deposite seis semillas por metro lineal, de tal manera que permita llegar a la cosecha con una población de 60,000 a 70,000 plantas por hectárea. Se debe considerar una pérdida del 10 al 15% de plántulas, principalmente por daños de insectos (gusanos cortadores, saltarín, y otros), aves y pasos de maquinaria.

Control de maleza. Para el control de maleza puede utilizarse glifosato (2.0 l ha^{-1}) con sulfato de amonio al 3% en presiembra sobre suelo húmedo; posteriormente se pueden utilizar herbicidas para hoja ancha como 2,4-D amina solo (480 a 720 gramos de ingrediente activo (gia) por hectárea), o mezclado con atrazina ($480 + 500 \text{ gia ha}^{-1}$), o con dicamba ($240 + 96 \text{ gia ha}^{-1}$). En el caso de siembras en seco, aplicar primero el glifosato mas sulfato de amonio, sembrar dos a tres días después y regar de inmediato. En este caso, la maleza suele nacer junto con el maíz, pero se puede controlar con una aplicación temprana de 2,4-D amina mezclado con atrazina, cuando tenga tres hojas o menos, usando 400 litros de agua por hectárea. Tropamezone (Convey) en postemergencia, ha mostrado elevada efectividad.

Riego. El primer riego de auxilio se debe aplicar entre los 25 y 28 días después de la siembra. Es muy importante mantener húmedo el suelo desde antes de la floración hasta un mes después de ésta, para lo cual pueden ser necesarios tres riegos de auxilio si no se presentan lluvias. Posteriormente pueden ser necesarios uno o dos riegos más. En el Valle del Yaqui se ha producido maíz de verano con uno o dos riegos de auxilio, cuando ha llovido suficiente en agosto y septiembre. El agua de riego utilizada no deberá exceder de las 800 ppm de sales.

Control de insectos. El tratamiento de la semilla con insecticidas sistémicos proporciona control efectivo de las plagas insectiles de la plántula, y contribuye al establecimiento de una población óptima de plantas. Si la semilla no es tratada,

DOCTORADO EN PLANEACIÓN ESTRATÉGICA Y DIRECCIÓN DE TECNOLOGÍA

pueden ser necesarias una o dos aplicaciones de insecticida durante el primer mes de desarrollo del cultivo. Si la infestación y el daño persisten, se sugiere aplicar en el cogollo de las plántulas insecticidas granulados, con dispositivos tipo salero o con aplicadora de gránulos tipo "Gandhi". Se especula que la luz reflejada en la paja del trigo y su descomposición, crea un ambiente desfavorable para los insectos-plaga del maíz como gusano cogollero, trips, chicharritas, pulguita y gusanos trozadores. Es indispensable que el maíz de verano se asegure contra meteoros, como ciclones e inundaciones.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1, se presenta el rendimiento obtenido en la rotación trigo-maíz de verano con labranza de conservación, en la manzana 809 del Valle del Yaqui. En el ciclo agrícola de verano 2004 la rotación de maíz fue con cártamo. En promedio de seis años, se han logrado 7.1 ton ha⁻¹ de trigo, 5.2 ton ha⁻¹ de maíz y en total 12.3 ton ha⁻¹ por año. El año 2003 el maíz fue afectado por el ciclón Henriete.

Cuadro 1. Rendimiento (ton ha⁻¹) de trigo y maíz con labranza de conservación en la manzana 809 del Valle del Yaqui.

CICLOS	TRIGO OTOÑO-INVIERNO	CÁRTAMO OTOÑO-INVIERNO	MAÍZ VERANO	TOTAL POR AÑO
2002-2003	6.70		5.50	12.20
2003-2004		3.20	5.30	8.50
2004-2005	6.61		5.13	11.74
2005-2006	7.26		5.30	12.56
2006-2007	7.05		3.70	10.75
2007-2008	7.70		6.30	14.00
2008-2009	7.10			
PROMEDIO	7.07		5.21	11.63
PROMEDIO MAÍZ-TRIGO				12.25

En el Cuadro 2, se presenta un estudio de rentabilidad efectuado en el ciclo agrícola 2005-2006, al sistema trigo-maíz de verano con labranza de conservación, con 15 productores encuestados (8).

Cuadro 2. Rentabilidad del sistema trigo (2005-2006) maíz de verano (2006).

CULTIVO	RENDIMIENTO (ton ha ⁻¹)	PRECIO ton ⁻¹ (\$)	INGRESO ha ⁻¹ (\$)	INGRESO + PROCAMPO (\$)
TRIGO	6.26	2,040	12,770	13,734
MAÍZ	5.34	1,943	10,376	11,340
Total	11.60	3,983	23,146	25,074
CULTIVO	COSTO DE PRODUCCIÓN (\$)*	GANANCIA (\$ ha ⁻¹)	CICLO (días)	PRODUCCIÓN DE GRANO (kg ha ⁻¹ día ⁻¹)
TRIGO	10,861	2,874	180	35
MAÍZ	8,769	2,572	130	41
Total	19,629	5,446	310	37

*Incluye renta de \$2,500.00 (trigo), \$1,500.00 (maíz) y mantenimiento

Los dos cultivos produjeron 11.6 ton ha⁻¹ de grano en 310 días, con una rentabilidad de 28%; esta puede aumentar si se obtienen mayores rendimientos, lo cual es posible como se muestra en el Cuadro 1.

En el Cuadro 3 se muestran los resultados de un estudio de rentabilidad de maíz de verano realizado el año 2005 con nueve productores encuestados. Se registró un

DOCTORADO EN PLANEACIÓN ESTRATÉGICA Y DIRECCIÓN DE TECNOLOGÍA

rango de costo desde \$5,530.00 hasta \$7,970.00 por hectárea. Sólo aquellos que presentaron costos cercanos a los \$6,000.00 obtuvieron ganancias. Los productores que practicaron labranza de conservación presentaron costos de alrededor de \$6,000.00 por hectárea. Estos mencionaron haber sembrado sobre la paja del trigo, evitándose algunas labores como el rastreo, empareje y rodillo compactador, entre otros; además han realizado algunas adaptaciones a sus equipos, que disminuyen las pasadas de tractor y por consiguiente reducen costos de producción (7).

El ciclo 2005 ha sido de los más adversos para el maíz de verano de los últimos años. No se presentaron lluvias, lo que obligó a dar más riegos y consecuentemente se aumentó el costo de producción; el precio del grano fue muy bajo (\$1,350.00 la tonelada); además de la alta incidencia de plagas (cogollero y araña roja), daño severo de aves y roedores que propiciaron pudrición de mazorca y grano, daños que bajaron la calidad y el rendimiento.

Los productores encuestados aplicaron uno de dos tipos de labranza: tradicional y de conservación. La labranza tradicional implica mayor número de labores, por tanto mayores costos. La labranza de conservación es más eficiente, observándose en este año costos 22% menores (promedio de \$5,815.00 por hectárea) que en labranza tradicional (promedio de \$7,115.00 por hectárea).

Cuadro 3. Rentabilidad del maíz de verano ciclo 2005, en el Valle del Yaqui, Sonora.

CONCEPTO	PRODUCTORES								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
SUPERFICIE (ha)	60	25	25	86	10	20	50	80	100
RENDIMIENTO (ton ha ⁻¹)	2.9	4.2	4.5	4.8	2.7	4.3	4.0	4.3	4.5
INGRESO* + PROCAMPO (\$)	4,875	6,630	7,035	7,440	4,605	6,765	6,360	6,765	7,035
COSTO/ha (\$)	6,185	6,897	5,530	6,100	7,970	7,430	7,691	5,755	7,877
GANANCIA (\$)	-1,310	-267	1,505	1,340	-3,365	-665	1,331	1,010	-842
TIPO DE LABRANZA**	T	T	C	C	T	T	T	T	T
REDUCCIÓN DE COSTOS			-22.3%						

*Precio promedio de tonelada de grano \$1,350.00, Procampo \$960.00; **T=Tradicional, C=Conservación

En el año 2006 (Cuadro 4), el ambiente fue más favorable que en el 2005, se presentaron lluvias que permitieron aplicar de dos a cuatro riegos de auxilio, no hubo daño grave de plagas y el rendimiento promedio obtenido por los productores encuestados fue de 5.34 ton ha⁻¹. Además el precio fue 40% mayor que el año anterior (\$1,930.00 por tonelada), pero los costos de producción también se incrementaron en 32% en promedio (1). De los productores encuestados, cuatro utilizaron labranza mínima, uno utilizó labranza de conservación, y cuatro usaron labranza tradicional. Los primeros cinco realizaron 1.8 labores en promedio en la preparación del suelo, mientras el resto realizó 5.8 labores en promedio. La mayor rentabilidad la obtuvieron productores con maquinaria y tierra propias, agua de pozo de buena calidad, que implementaron labranza reducida o de conservación que les permitió la reducción de costos, y que obtuvieron rendimientos de 6.0 ton ha⁻¹ o más. Comentario aparte merecen el productor ocho que vendió la planta como forraje verde, y aún con altos costos de producción incrementó su rentabilidad.

DOCTORADO EN PLANEACIÓN ESTRATÉGICA Y DIRECCIÓN DE TECNOLOGÍA

Cuadro 4. Rentabilidad del maíz de verano ciclo 2006, en el Valle del Yaqui, Sonora.

CONCEPTO	PRODUCTOR								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
SUPERFICIE (ha)	50	50	43	65	50	20	75	29	30
RIEGOS DE AUXILIO	3	3	3	3	3	2	4	4	3
RENDIMIENTO (ton ha ⁻¹)	6.1	5.0	5.4	6.6	4.0	4.7	5.5	**	***
INGRESO* + PROCAMPO (\$)	12550	10460	11220	15480	8560	9985	11410	15760	9160
COSTO/ha (\$)	8870	8334	8753	8846	8211	8467	8557	10869	8402
GANANCIA (\$)	3680	2126	2467	6634	349	1518	2853	4891	758
RENTABILIDAD (%)	41.5	25.5	28.2	75.0	4.3	17.9	33.3	45.0	9.0

*Precio promedio de tonelada de grano \$1,930.00; **37 ton ha⁻¹ de forraje a \$400.00 la tonelada; ***12,000 elotes (\$0.55 la pleza), 16 toneladas de elote para enlatar (\$600.00 la tonelada), 35 toneladas de forraje (\$229.00 la tonelada)

El maíz de verano, puede jugar un papel importante en la rotación de cultivos y en los aspectos económico y social del sur de Sonora, al mantener la empresa agrícola y los trabajadores ocupados, desde junio a finales de octubre. Además, que permite a algunos productores obtener ganancias al ser más eficientes. Actualmente, el maíz de verano no tiene apoyos a la comercialización. Éste es el factor más importante por el cual la participación de los productores es baja, ya que la superficie sembrada en los siete a ocho años recientes rebasa las cuatro mil hectáreas en promedio.

CONCLUSIONES

La rotación trigo-maíz de verano con labranza de conservación es una actividad rentable.

El maíz de verano contribuye a mantener la plantilla de trabajadores todo el año, la maquinaria y equipo trabajando y permite sostener los costos fijos de la finca, sin tener que utilizar las posibles utilidades del ciclo anterior.

Es un reservorio para la proliferación de los insectos benéficos para el ciclo de otoño-invierno.

LITERATURA CITADA

- Armenta C., R. A. y A. Ortega C. 2007. Rentabilidad del maíz de verano en el Valle del Yaqui, ciclo 2006. Memoria del Día del Agricultor 2007. Publicación Especial No. 14. INIFAP-CIRNO-CEVY. Cd. Obregón, Sonora, México. pp 25-27.
- Ortega C., A., O. Cota A., A. A. Soqui G. y J. M. Valenzuela V. 1993. CIANO H-431, nuevo híbrido de maíz para el noroeste de México. Folleto Técnico Num. 19. INIFAP-CIRNO-CEVY. Cd. Obregón, Sonora, México. 32 p.
- Ortega C., A., O. Cota A., J. M. Cortés J. y O. H. Moreno R. 1999. Producción de maíz de verano en el sur de Sonora. Folleto para productores No. 32. INIFAP-CIRNO-CEVY. Cd. Obregón, Sonora, México. 44 p.
- Ortega C., A., O. Cota A., M. J. Guerrero H. 2005. Produzca maíz de verano en el noroeste de México. INIFAP-CIRNO-CEVY. Desplegable para Productores No. 16. Cd. Obregón, Sonora, México. 6 p.
- Cortés J., J. M. 2007. Resultados con métodos de labranza en trigo. INIFAP-CIRNO-CEVY. Folleto para Productores No. 38. Cd. Obregón, Sonora, México. p 12.

DOCTORADO EN PLANEACIÓN ESTRATÉGICA Y DIRECCIÓN DE TECNOLOGÍA

6. Cortés J., J. M. y J. E. Ortiz E. 2002. Efecto residual de la fertilización nitrogenada en el sistema trigo-maíz de verano, en el Valle del Yaqui, Sonora. En: Memoria del XXI Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo. Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo. Torreón, Coahuila, México.
7. Armenta C., R. A., A. Ortega C. y E. Valenzuela C. 2008. Análisis económico del maíz de verano en el Valle del Yaqui, ciclo 2005. Memoria del Día del Agricultor 2008. Publicación Especial No. 13. INIFAP-CIRNO-CEVY. Cd. Obregón, Sonora, México. pp 34-36.
8. Ortega C., A., O. Cota A., M. J. Guerrero H. y R. A. Armenta C. 2007. Producción de maíz de verano H-431 con labranza de conservación. Desplegable para productores No. 20. INIFAP-CIRNO-CEVY. Cd. Obregón, Sonora, México. 6 p.