

Análisis de la mecanización agrícola de la región Atlacomulco, Estado de México

Bertha Sofía Larqué Saavedra^{1§}, Lorena Cortés Espinoza¹, Miguel Ángel Sánchez Hernández², Alma Velia Ayala Garay² y Dora Ma. Sangerman-Jarquín¹

¹Campo Experimental Valle de México. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Carretera Los Reyes-Texcoco, km 13.5. Coatlinchán, Texcoco, Estado de México, C. P. 56250. cortes.lorena@inifap.gob.mx, dsangerman@yahoo.com.mx. ²Centro Nacional de Estandarización de Maquinaria Agrícola (CENEMA). INIFAP. Carretera Los Reyes- Lechería, km 18.5. Texcoco, Estado de México. C. P. 56230. abcd2000@yahoo.com.mx; avag72@yahoo.com.mx. [§]Autora para correspondencia: larque.bertha@inifap.gob.mx.

Resumen

La presente investigación se realizó con base en la información de campo obtenida en el trabajo: parque de maquinaria agrícola del Estado de México, que el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, realizó en 2010 a solicitud de la SAGARPA. Se retomó la muestra de la región de Atlacomulco conformada por 69 productores agrícolas. La información recabada en los cuestionarios, se analizó con la ayuda de estadísticas descriptivas y se soportó con investigación documental. Los objetivos fueron: 1) realizar una caracterización de los productores agrícolas de la región de Atlacomulco, con base en el tamaño promedio de superficie, cultivos y nivel de mecanización; y 2) clasificar a los productores agrícolas con base en el índice de mecanización. Los resultados indican que durante el periodo 2000 a 2010, los productores de la región de estudio lograron equiparse, fundamentalmente, con la compra de tractores. Para 2010, se registró un total de 76 tractores en la región para atender una superficie agrícola de 833.75 ha. Se registró que el número máximo de tractores por productor es de dos, siendo estos casos los menos. El 94% cuenta con un tractor. La potencia media de la región se ubicó en 81.52 hp. De acuerdo con el índice de mecanización sugerido por la FAO (50 ha tractor⁻¹), la región de estudio presenta un índice promedio por debajo de lo recomendado (10.96 ha tractor⁻¹) lo que indica, una subutilización de la maquinaria. Se concluye una probable desventaja financiera de los productores.

Introducción

La mecanización radica en la incorporación de diferentes máquinas, equipos y sistemas en el proceso productivo de las explotaciones agrícolas y pecuarias con el propósito principal de lograr una mayor eficiencia técnica, social y económica que permitan elevar el incremento en la producción, sin degradar los recursos naturales (Aristizábal y Cortés, 2012). La mecanización agrícola se entiende al componente de la ingeniería aplicada en todos sus aspectos al desarrollo agrícola y rural (Smith *et al.*, 1994). De acuerdo con Ullo (1989), la mecanización agrícola implica cualquier herramienta -manual, de tracción animal o motorizada- utilizada para producir o procesar un cultivo que permite mejorar la eficiencia del trabajo para producir más y mejores productos. Las máquinas agrícolas motorizadas "...constituyen unos de los principales medios de trabajo y bienes de capital de la producción agrícola moderna..." (Duran *et al.*, 2002).

De acuerdo con Morales (1995) refiere que la mecanización del campo es un proceso complejo influenciado por múltiples factores; la adecuada administración y operación eficiente de las máquinas, aunado a buena elección de cultivos con alta rentabilidad, suelen ser aspectos fundamentales para la adquisición de la maquinaria agrícola.

En México la agricultura ha pasado por diferentes momentos. El actual, en el que la economía se ha globalizado, demanda la modernización sus procesos. En este marco, la mecanización

de las labores de producción y cosecha, son necesarios. La región de Atlacomulco en el Estado de México, inició un proceso de mecanización importante en la presente década, principalmente con el equipamiento de tractores, lo que sin duda ha simplificado las labores de preparación del terreno. No obstante, estas ventajas aún falta mejorar aspectos como la subutilización de los mismos. Se registró un índice de mecanización promedio de la región de 10.96 ha tractor⁻¹ y de 12.07/81.52, cuando la propuesta de la FAO es de 50 ha tractor⁻¹.

Debido a la importancia agrícola que tiene la región de Atlacomulco en el Estado de México, se retomó la información obtenida para esta región, y se analizó bajo otro planteamiento. Los objetivos de este estudio fueron: a) realizar una caracterización de los productores agrícolas de la región de Atlacomulco, con base en el tamaño promedio de superficie, cultivos y nivel de mecanización; y b) clasificar a los productores agrícolas con base en el índice de mecanización.

I. Caracterización de la región de estudio

La extensión territorial del Estado de México es de 2 235 680 ha; en 46.30% de las cuales se desarrolla la agricultura (INEGI, 2011). En 2009, la agricultura de riego ocupó 159 712 ha. Esta superficie se caracteriza por ser terrenos aptos para la mecanización, con aplicación de paquetes tecnológicos que incluyen además fertilización y control fitosanitario, entre otras prácticas; las principales limitantes que enfrenta, dada su ubicación en los valles más altos del altiplano, están relacionadas con los factores climáticos. En el resto de la entidad predomina la agricultura de temporal, caracterizada por bajos niveles tecnológicos, en la que prevalece el minifundio con un marcado monocultivo; ocupa una superficie de 748 445 ha (Gaucín, 2007; INEGI, 2011).

La superficie agrícola de riego se distribuye en los Distritos de Desarrollo Rural (DDR) de la siguiente manera: 20.9% Atlacomulco, 16.9% Toluca, 16.6% Zumpango, 14.2% Tejupilco, 8.4% Coatepec Harinas, 7.9% Texcoco, 7.9% Valle de Bravo y 7.1% Jilotepec. Las mayores superficies de riego (punta de riego) se encuentran en Atlacomulco (27.3%), Zumpango (21.2%), Jilotepec (17.9%), y Toluca (13.2%); mientras que las tierras de temporal se distribuyen de manera uniforme entre los ocho distritos, acorde a la superficie agrícola total que se presenta en cada uno de éstos (Rodríguez, 2007).

La producción de granos básicos (maíz, frijol y trigo) para 2007, ocupaba la mayor parte de la superficie sembrada del estado; 67.6% (613 855 ha), siendo el maíz, el cultivo que ocupa maíz superficie sembrada (586 845 ha) (Gaucín, 2007; INEGI, 2011).

II. Región 2. Atlacomulco

2.1 Características regionales

Ubicación. La región V Atlacomulco (Figura 1) se ubica al noroeste de Estado de México; al norte colinda con Hidalgo y Querétaro; al sur con las regiones I, IV y VII del Estado de México; al este con Hidalgo y las regiones II y VII al oeste con Michoacán. Comprende los municipios de: Acambay, Aculco, Amanalco, Atlacomulco, Chapa de Mota, Ixtlahuaca, Jiquipilco, Jocotitlán, Morelos, El Oro, Oztolotepec, San Felipe del Progreso, Soyaniquilpan de Juárez, Temascalcingo, Temoaya, Timilpan, Villa de Allende y Villa Victoria (<http://www.inafed.gob.mx/work/templates/enciclo/mexico/mpios/15001a.htm>).



Figura 1. Región 2. Atlacomulco, Estado de México, área de estudio.

Orografía. La región V forma parte de la Sierra Madre Occidental y Eje Volcánico transversal; pertenece a la subprovincia de Lagos y Volcanes de Anáhuac, por lo que se puede apreciar áreas bastante irregulares, contando con cerros, formaciones montañosas muy erectas, barrancas profundas y extensos valles. (<http://www.ordenjuridico.gob.mx/Estatal/estado%20de%20mexico/Municipios/>).

Hidrografía. La región V Atlacomulco forma parte de las cuencas del Río Moctezuma, Río Lerma que cruza el Valle de Ixtlahuaca. También dentro de la región nace parte del Río Pánuco. Cuenta con presas como la presa de Huapango que cuenta con capacidad para almacenar más de 12 millones de metros cúbicos de agua. Sus aguas son usadas en el riego de extensas zonas agrícolas de municipios como Acambay, Aculco, Jilotepec, Soyaniquilpan, Polotitlán y Timilpan, al igual que de pequeñas zonas de los estados de Hidalgo y Querétaro.

La presa Villa Victoria, construida en la década de 1934 a 1944, que alimenta al sistema hidráulico Miguel Alemán e Ixtapantongo, así como el sistema Cutzamala. La presa de Tepetitlán cuarta en el Estado de México, que logra almacenar 70 millones de metros cúbicos de agua. Además cuenta con cuerpos de agua tales como la Laguna Seca y la Laguna Verde. En esta región se encuentra la planta potabilizadora Cutzamala que surte de agua a la zona metropolitana de la ciudad de México, y en menor porción a la ciudad de Toluca. Se cuenta, además, con ríos temporales y perennes, manantiales, bordos, pozos profundos. (<http://www.ordenjuridico.gob.mx/Estatal/estado%20de%20mexico/Municipios/>).

Clima. En la mayor parte de la región se registran climas templado sub húmedo con lluvias en verano (CW), frío sub húmedo con lluvias en verano c(e)(w). La temperatura media anual en promedio oscila entre 13.4 °C y 14.8°; la máxima se registra alrededor de 35 °C y la mínima alrededor de los 8 °C, aunque en algunas partes se llegan a registrar temperaturas por debajo de los 0 °C. La precipitación media anual que se presenta en esta región es de alrededor de 800 mm. El inicio de las lluvias se registra en el mes de junio y su término en el mes Octubre, teniendo la parte más abundante en los meses de julio y agosto. La temporada de heladas se registra entre los meses noviembre a febrero, con un promedio de 80 días de heladas al año. En invierno se registran heladas muy intensas y en algunas zonas se tienen nevadas. (<http://www.ordenjuridico.gob.mx/Estatal/estado%20de%20mexico/Municipios/>).

Ecossistemas. Flores: azucena, gladiola, dalia, alcatraz, tuberosa, agapando, hortensia, begonia, ala de ángel, chimos, huele de noche, geranio, camelia, margarita, clavel, heliotropo, capa de oro, madre selva, hiedra y hoja elegante. Frutales: manzanos, perales capulín, higo, tuna, ciruelo y tejocote, aguacate criollo, limón, naranja agria y dulce,

chirimoya, mora, manzano, peral, chabacano, ciruelo, durazno, chayote, zapote, nuez de Castilla, membrillo, capulín.

Bosques: encino, ocote, madroño, pino, sauce, capulín, álamo, fresno, eucalipto y casuarina, cedro, ocote, abetos, oyamel, madroño, álamo, roble, laurelillo, capulincillo, alcanfor, tepozán, trueno, sauce llorón, mimbre y cedro blanco, encino, bellota, palo santo, mimbre y jacaranda y casuarinas. La superficie boscosa de la serranía del municipio de Jiquipilco desde 1980 quedó integrada como zona de reserva del parque ecológico y recreativo Zempoala- la Bufa, que se denominó parque otomí- mexicana del Estado de México.

Arbustos: ahuejote, jarilla, jacaranda, escobilla, grana, mezquite, pericón, saúco, enebro y trueno.

Cactáceas: nopales y órganos.

Cultivos agrícolas: maíz, haba, papa, hortalizas, gramíneas, avena, cebada, trébol y forrajes. También hay hortalizas entre las que sobresalen: zanahoria, lechuga, col, cilantro, epazote y chícharo.

Floricultura: rosa, clavel, dalia, cempasúchil, girasol y mirasol, acahual, dalia, pensamiento, violeta, alcatraz blanco y amarillo, jazmín, flor de nochebuena o de navidad, balsámica, espárrago, heliotropo, azucena, geranio, flor de mayo, vara de San José, lirio, pensamiento, tuberosa, bugambilia, dalia, girasol, mirasol, pitahaya, heno, musgo, entre otras.

Plantas ornamentales: el alcatraz, bugambilia, clavel, geranio, jacaranda, malvón, y otros. (<http://www.ordenjuridico.gob.mx/Estatal/estado%20de%20mexico/Municipios/>).

III. Actividades agropecuarias

En la región se desarrollan actividades agrícolas, pecuarias y forestales. La agricultura ocupa más del 40% de la superficie a nivel regional y por municipio.

3.1 Cultivos agrícolas

Se siembran cultivos de los ciclos primavera- verano y otoño- invierno en superficies de riego y temporal. También se siembran cultivos perennes. Del ciclo primavera- verano,

los más importantes son el maíz grano y trigo grano por ser los que ocupan mayor superficie. La papa es importante por el valor de su producción (Cuadro 1 y Figura 2).

En el ciclo otoño invierno, los cultivos que sobresalieron por la superficie sembrada y el valor de su producción fueron: haba verde y avena forrajera. Por superficie sembrada

y volumen de producción, la avena forrajera es la más importante, sin embargo por valor de la producción, el haba verde ocupa el primer lugar (Cuadro 2).

Los cultivos perennes más importantes por la superficie sembrada son los que se muestran en el Cuadro 3.

Cuadro 1. Principales cultivos agrícolas 2003-2008 de la región Atlacomulco. Ciclo primavera- verano*

Cultivo	Superficie sembrada r+t (ha)	Superficie cosechada R+t (ha)	Volumen (t)	Valor** (miles de pesos)
Avena forrajera	16 121	16 121	329 806 667	54 774.36
Maíz grano	160 172	154 227	485 872.5	549 340
Trigo grano	152 583	152 583	3 138.83	42 194
Papa	92 317	92 317	23 642.5	502 348

*= todos son valores promedio; **= valor constante base 2000. Fuente: Elaboración con base en datos de SIAP 2009.

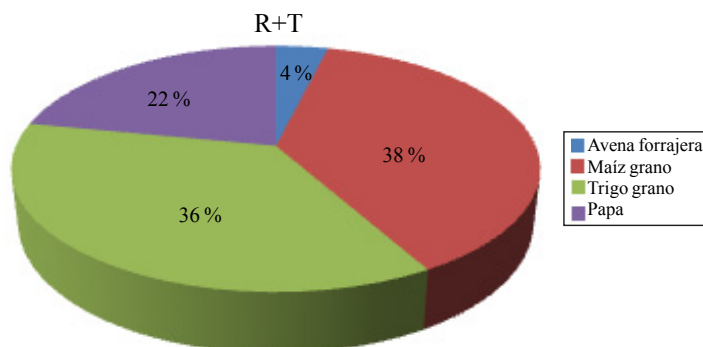


Figura 2. Participación porcentual de la superficie sembrada de los cultivos del ciclo primavera-verano.

Cuadro 2. Principales cultivos agrícolas 2003-2008. Ciclo otoño- invierno*.

Cultivo	Superficie sembrada (ha)	Superficie cosechada (ha)	Volumen (t)	Valor (miles de pesos)**
Avena forrajera	124.5	123.33	1 966 667	408.53
Haba verde	105.83	105.83	975.17	1 962.2
Trigo grano	48.33	48.33	124.17	208.8
Ebo	61.67	61.67	633.33	267

*= todos son valores promedio; **= valor constante base 2000. Fuente: elaboración con base en datos de SIAP 2009.

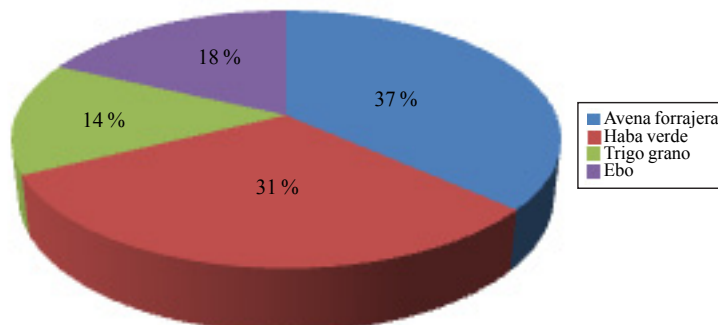
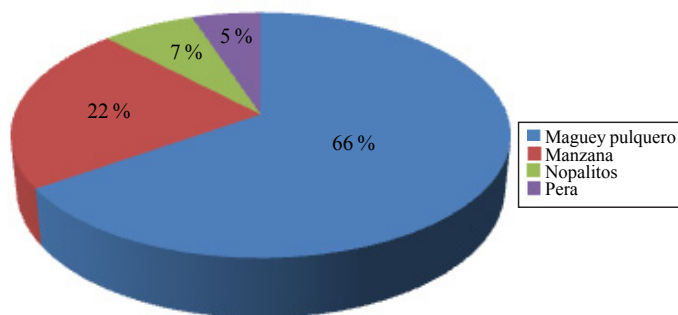


Figura 3. Participación porcentual de la superficie sembrada de los cultivos del ciclo otoño- invierno, 2003-2008 (R+T).

Cuadro 3. Principales cultivos perennes 2003-2008 (R+T*).

Cultivo	Superficie sembrada (ha)	Superficie cosechada (ha)	Volumen (t)	Valor (miles de pesos)**
Maguey pulquero	340	340	4826.7	76 987.1
Manzana	115.5	115.5	875.3	1 846.5
Nopalitos	36.8	36.8	526.2	1 757.6
Pera	27.3	27.3	206.3	429.8

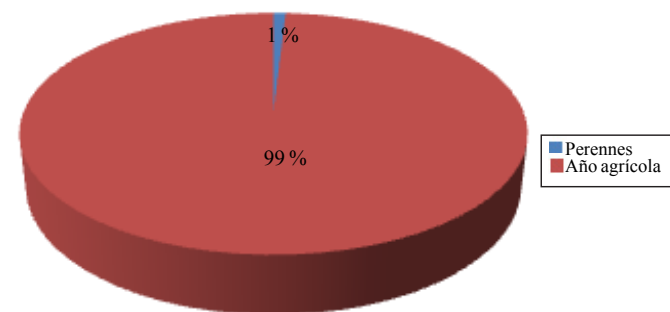
*= todos son valores promedio; **= valor constante base 2000. Fuente: elaboración con base en datos de SIAP 2009.

**Figura 4. Participación porcentual de los cultivos principales perennes.**

3.2 Superficie de riego y temporal

En 2008 la región contaba aproximadamente con 184 646.8 ha de superficie agrícola, 42 730.8 ha de riego (23.14%) y 141 916 ha de temporal (76.8%). (<http://www.siap.gob.mx/ventana.php?idLiga=1043&tipo=1>).

En 2008 la superficie agrícola de riego y temporal (Figura 5) ocupada por cultivos perennes fue de 1 741 ha, mientras que los cultivos del año agrícola (R+T) ocuparon 184 646.8 ha. (<http://www.siap.gob.mx/ventana.php?idLiga=1043&tipo=1>).

**Figura 5. Participación porcentual de los cultivos en la superficie agrícola total.**

Metodología

La metodología empleada en el trabajo Parque de Maquinaria Agrícola del Estado de México, se basó principalmente en trabajo de campo. La herramienta de trabajo fue cuestionario. Los sujetos de estudio fueron productores agrícolas del Estado de México beneficiarios de 1996 a 2007 por programas de gobierno, como: Alianza Para el Campo, Diesel Agropecuario, FIDAGRO, proveedores de maquinaria agrícola, FIRA, FIRCO, Financiera Rural, SAGARPA y ayuntamientos.

Para la aplicación de los cuestionarios, se realizó un muestreo probabilístico estratificado, el cual se garantizó una precisión de 10% y una confiabilidad de 85 a 95%, al tamaño de la muestra se le agregó 30% más en donde se consideraron los reemplazos necesarios; además cada área geográfica que ocupan los DDR de la Delegación Federal de la SAGARPA, conformó un estrato. Las unidades muestrales que conformaron cada estrato fueron seleccionadas empleando un método aleatorio simple.

Para la región 2 Atlacomulco, el tamaño del estrato fue de 69 productores distribuido de la siguiente manera (Cuadro 4).

Cuadro 4. Distribución de la muestra de la región 2 de Atlacomulco.

Municipio	Núm. de productores
Acambay	7
Atlacomulco	5
El oro	2
Jocotitlán	20
Ixtlahuaca	18
Morelos	1
San Felipe del Rincón	3
San José del Rincón	8
Temascalcingo	5
Total	69

Para dar cumplimiento a los objetivos de este estudio, la metodología que se siguió fue la siguiente. Para caracterizar a los productores, la información que se obtuvo de los cuestionarios, fue analizada con la ayuda de estadísticas descriptivas y se soportó con una investigación documental. Los niveles de mecanización se definieron en este trabajo, por el número de tractores que cada productor tiene, lo que refiere una característica cuantitativa. Se consideraron también, la potencia del tractor y el año de adquisición, con la intención de referir características cualitativas. No se consideraron implementos para el desarrollo de la producción del cultivo.

De esta manera se generaron los niveles: I que incluye a productores con un o dos tractores y años de adquisición de 2005 a 2010 y potencias de 100 y más hp; nivel II alto con uno o dos tractores adquirido de 2005 a 2010 y potencias de menores a 100. Nivel III con dos o un tractor y años de adquisición de 2004 a 2000 y potencias mayores a 100, nivel IV con uno o dos tractores, adquirido entre 2004 y 2000 con potencias menores a 100. Nivel V, con uno o dos tractores y años de adquisición anteriores a 2000 y diferentes potencias. Para calcular el índice de mecanización, se retomó el propuesto por la SAGARPA que se obtiene de dividir el número de hectáreas entre tractor (ha tractor^{-1}) y el número de hectáreas entre potencia del tractor (ha hp^{-1}) -caballos de fuerza-hp siglas por su nombre en inglés horse power.

Las distinciones entre cada uno de ellos, fue considerando el año de compra del equipo la potencia. Asimismo, el número de implementos que le permiten al productor desarrollar sus actividades.

Resultados

I. Características personales de los productores

Los productores encuestados registraron edades que van de 30 a 91 años. Cinco declararon edades de 30 a 39 años, y 15, de 61 a 91. Estos productores conforman 30% de la muestra. El 70% dijeron tener edades entre 40 y 60 años de edad, siendo el promedio 50 años. Del total, 13% fueron mujeres. En cuanto a su nivel de estudios se registraron niveles de primaria incompleta hasta maestrías. La frecuencia mayor fue para primaria completa con 26 casos.

II. Caracterización de los productores según cultivo, régimen de humedad

De acuerdo con la información reportada por el SIAP, de 2003 a 2008 se registraron como los cultivos anuales de mayor importancia por superficie sembrada, los siguientes: avena forrajera y maíz. Nuevamente para 2010, año en que se realizaron las encuestas de este estudio, avena y maíz registraron el mayor número de productores y mayor superficie sembrada entre los productores que conformaron la muestra. De estos, el maíz fue el cultivo predominante, ya que 100% de los productores lo sembraron. El 75% sembraron únicamente maíz y 25% sembraron varios cultivos en el ciclo, maíz más avena, cebada, haba, trigo y triticale. Los productores que sembraron trigo representaron 6%. Hubo muy pocos casos en haba, triticale, y jícama.

El 48% del total de los productores encuestados, sembraron en superficie de riego y temporal y sembraron más de un cultivo. El 12%, sembraron únicamente en riego y destinaron toda su superficie a la siembra de maíz. El 40% sembraron sólo en temporal, dentro de éstos, 81% sembró sólo maíz.

El tamaño de las superficies fue muy variado, por ello se formaron tres rangos: >0 a 10 ha, >10 hasta 30 ha y >30 ha. El 98% de los productores siembran en superficies de >0 a 10 hectáreas, siendo el tamaño promedio 5.21 ha. El 27% siembran en superficies >10 y hasta 30 ha. El tamaño promedio de la superficie dentro de ese rango fue de 18 hectáreas. El 9% trabajó en superficies mayores a 30 ha con una superficie promedio de 34.666 ha. La suma de los porcentajes no es de 100%, ya que hubo casos de productores que siembran en riego con un tamaño de superficie de >0 hasta 10 ha y que siembran en temporal en superficies mayores a 10 ha, y viceversa. El número de productores según cultivo y superficies de temporal y riego se muestra en el (Cuadro 5 y 6).

III. Nivel de mecanización

De acuerdo con Perea (2011), la modernización del campo mexicano va a marcha lenta y en reversa. De los 238.83 tractores que hay en México, 54% rebasó su vida útil, dado que el mantenimiento y operación resulta costoso ante el alza de combustibles. Además, para adquirir una unidad, un agricultor necesita en promedio entre

375 000 y 800 000 pesos. Este rezago tecnológico generó que hoy en día en el campo mexicano haya 78.483 tractores menos que hace 20 años. Del parque de maquinaria agrícola con que cuentan los productores de la muestra encuestada, 85.42% de los tractores fueron adquiridos entre 2001 y 2010, concentrándose la mayor frecuencia en 2007 (Figura 6); teniendo menos de 5 años de antigüedad.

Cuadro 5. Número de productores según superficie de temporal o riego y cultivo.

Producto	Superficie de temporal	Superficie de riego	Total ¹
Avena	14	10	24
Cebada	1	2	2
Haba	2	1	3
Jícama	1	0	1
Maíz	57	35	93
Trigo	3	4	7
Triticale	1	0	1
Total	80	51	131

¹= número total de productores rebasa los 69 de la muestra, ya que hay productores que siembran en ambos tipos de régimen de humedad. Fuente: elaboración con base a las encuestas aplicadas.

Cuadro 6. Número de productores según cultivo, clasificación y tamaño de superficie.

Cultivo	Temporal		Riego	
	Núm. de Productores	Tamaño de superficie (ha)	Núm. de Productores	Tamaño de superficie (ha)
Avena	6	Hasta 10	7	Hasta 10
	5	Hasta 20	3	Hasta 20
	3	Hasta 30		
Cebada	1	>30 a 50	2	>10 a 30
Haba	2	Hasta 10	1	Hasta 10
Jícama	1	Hasta 10		
			27	Hasta 10
Maíz	41	Hasta 10	6	>10 a 30
	12	> 10 a 30	1	>30 a 50
	4	> 30 a 50	1	>50
	2	Hasta 10	1	Hasta 10
Trigo	1	>10 a 30	3	> de 10 a 30
	1	>30 a 50		

Fuente: elaboración con base en las encuestas aplicadas.

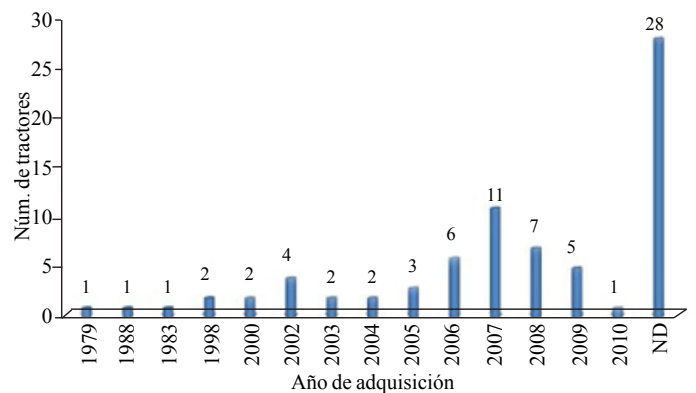


Figura 6. Antigüedad de los tractores por año de adquisición.

De acuerdo con Torres y Sánchez (2010), la demanda del trabajo mecanizado o la utilización del tractor, es muy sensible a la variación de su precio. Según Ramírez (2007), debido a la estructura agraria del país es inviable la modernización del minifundio con paquetes tecnológicos intensivos en capital, por dos razones fundamentales: primero, la maquinaria agrícola está diseñada para cultivar grandes extensiones de tierra y permanecería ociosa la mayor parte del ciclo agrícola. Sin embargo, Reina (2004) identificó 324.890 tractores para México, con un promedio de potencia de 87 hp, para una superficie de 27 300 000 ha.

Por otro lado, en el VIII Censo Agrícola y Ganadero de 2007 (INEGI, 2009) se reporta que se dispone de 238.248 tractores en el país, de los cuales 95.5% se encontraban funcionando y que son usados en una superficie agrícola de 29.9 millones de ha. Con respecto al número de tractores que concentran los productores encuestados es de un total de 76, los cuales cubren una superficie total de 833.75 ha. Los agricultores del grupo 1 son propietarios de 64.47% del parque de maquinaria agrícola identificada en la muestra encuestada, por otro lado los grupos 3 y 5 sólo cuentan con tres cada uno de ellos (Cuadro 7).

Sin ser la intención de este estudio, analizar la conveniencia de la mecanización de la agricultura, o más específicamente, el tipo e intensidad de las labores convenientes para los suelos agrícolas, en este apartado, se clasifican los productores de la muestra según su nivel de mecanización. Dentro del nivel I definido por aquellos productores con uno o dos tractores y años de adquisición de 2005 a 2010 y potencias de 100 y más hp se registraron seis casos (Cuadro 8).

En el Cuadro 9, se muestran los productores con tractores que fueron adquiridos en el periodo del nivel I, pero sin dato de potencia.

Cuadro 7. Número de productores por número de tractores.

Grupo	Rango por superficie (ha)	Núm. de productores con				Total
		Un tractor	Dos tractores	Tres tractores	Cuatro tractores	
1	>0 a 10	41	2	0	1	49
2	11 a 20	16	0	0	0	16
3	21 a 30	3	0	0	0	3
4	31 a 40	3	1	0	0	5
5	61 a 70	1	1	0	0	3
	General	64	4	0	1	76

Fuente: elaboración con base en las encuestas aplicadas.

Cuadro 8. Productores con uno o más tractores con potencia ≥ 100 HP, según cultivo y hectáreas de temporal y riego.

Cultivos	Tamaño de superficie según régimen de humedad (ha)		Número y características de los tractores
	Temporal	Riego	
Maíz	>30 a 50		Un tractor Massey Ferguson, modelo 5310, potencia 105, no dio año de compra. Un tractor John Deere, modelo 2400T, potencia 100, no dio año de compra
Maíz	>0 a 10	>0 a 10	Un John Deere, modelo no dio, potencia 74, año de compra 2006. Un Massey Ferguson, no dio modelo, potencia 108, año de compra 2007. Un New Holland, modelo no dio, potencia 76, año de adquisición 2007 ¹
Maíz y avena	>0 a 10	>0 a 10	Un New Holland, no dio modelo, potencia 105, no dio fecha de compra
Maíz y avena		>10 a 30	1 Massey Ferguson, modelo 529T, potencia 112, no dio año de compra
Maíz	> 0 a 10	>0 a 10	1 Massey ferguson, modelo 5300, potencia 105, no dio año de adquisición
Maíz	>0 a 10	>0 a 10	1 Massey ferguson, modelo no dio, potencia 105, no dio fecha de compra

¹= este productor puede clasificarse en los rangos alto y medio alto. Fuente: elaboración con base en información obtenida de los cuestionarios.**Cuadro 9. Productores con uno o más tractores según cultivo y hectáreas de temporal y riego. Periodo de adquisición de 2005 a 2010.**

Cultivo	Tamaño de superficie según régimen de humedad (ha)		Número y características de los tractores
	Temporal	Riego	
Maíz	>0 a 10	>0 a 10	1 Challenger, modelo 380, potencia no dio, año de compra 2009
Maíz	>0 a 10		1 Ford 6600, modelo 77, potencia no dio, año de compra 2009
Maíz	>0 a 10		1 New Holland, modelo 6610, potencia no dio, año de adquisición 2008
Maíz	>0 a 10		1 New Holland, modelo TS620, potencia no dio, año de adquisición 2005
Maíz	>0 a 10		1 New Holland, modelo 5610, no dio potencia, año de adquisición 2005

Fuente: elaboración con base en información obtenida de los cuestionarios

El Cuadro 10, muestra los productores que se ubican en el nivel II. Adquirieron sus tractores en el periodo de 2005 a 2010 y la potencia es menor a 100 HP. Como se puede observar, este es el nivel que agrupa a más productores.

Los productores que pertenecen al nivel IV que se caracteriza por tener tractores adquiridos en el periodo 2004 a 2000 y con potencias menores a 100 (Cuadro 11).

Dentro de los productores que se ubicaron en el nivel V con tractores adquiridos antes del año 2000 y con potencias menores a 100 hp, se registraron pocos, solamente tres casos (Cuadro 12).

Finalmente se ubicaron productores que no proporcionaron el dato del año de adquisición pero sí la potencia que se ubica por debajo de 100 hp, por lo que probablemente se encuentren en este rango (Cuadro 13).

Cuadro 10. Productores con uno o más tractores con potencia menor a 100 HP, según cultivo y hectáreas de temporal y riego.

Cultivo	Tamaño de superficie según régimen de humedad (ha)		Número y características de los tractores
	Temporal	Riego	
Maíz	>0 a 10	> 0 a 10	1 Massey Ferguson, modelo 265, potencia 70, año de adquisición 2010
Maíz	> 10 a 30		Un tractor John Deere, no dio modelo, potencia 81, año de compra 2009
Maíz	> 10 a 30	> 0 a 10	1 John Deere, modelo 5715, potencia 95, año de adquisición 2008
Maíz	> 0 a 10		1 John Deere, modelo 5715, potencia 90, año de compra 2008
Maíz	> 10 a 30	> 0 a 10	1 John Deere, modelo 5715, potencia 95, año de adquisición 2008
Maíz	>0 a 10	>0 a 10	New Holland, modelo TB90, potencia 88, año de compra 2007
Maíz y avena	>0 a 10	>0 a 10	Un John Deere, potencia 95, año de compra 2007
Maíz, avena, haba y trigo	> 0 a 10	> 0 a 10	New Holland, potencia, modelo 6610, potencia 90, año de adquisición 2005
Maíz y avena	>10 a 30		1 New Holland, modelo 5610, potencia 80, año de compra 2007
Maíz	> 0 a 10		1 New Holland, modelo 6610, potencia 90, año de adquisición 2006
Maíz	> 0 a 10	> 0 a 10	Un John Deere, modelo 2651, potencia 75, año de adquisición 2007
Maíz		> 50	Un John Deere, modelo 5715, potencia 95, año de adquisición 2007
Maíz	> 0 a 10		Un John Deere, modelo 2651, potencia 75, año de adquisición 2007
Maíz	> 10 a 30		Un New Holland, modelo 5610, potencia 80, año de adquisición 2007
Maíz	>0 a 10	>0 a 10	Un John Deere, modelo no dio, potencia 74, año de compra 2006. 1 Massey Ferguson, no dio modelo, potencia 108, año de compra 2007. Un New Holland, modelo no dio, potencia 76, año de adquisición 2007
Maíz	> 0 a 10	> 0 a 10	Un New Holland, modelo 6610, potencia 90, año de compra 2006
Maíz	> 10 a 30		Un John Deere, modelo 5725, potencia 90, año de compra 2006

Fuente: elaboración con base en información obtenida de los cuestionarios.

Cuadro 11. Productores según cultivo, tamaño de superficie, régimen de humedad y características de tractores. Periodo de adquisición 2004 a 2000 y potencias menores a 100 HP.

Cultivo	Tamaño de superficie según régimen de humedad (ha)		Número y características de los tractores
	Temporal	Riego	
Maíz	> 0 a 10		Un New Holland, modelo 6610 S, potencia 82.5, año de adquisición 2004
Maíz	> 0 a 10		Un New Holland, modelo 6810, potencia 97, año de adquisición 2004
Maíz	> 0 a 10	> 0 a 10	Un John Deere, modelo 5700, potencia no dio, año de adquisición 2003
Maíz	> 0 a 10		Un FORD, modelo 6600, potencia 77, año de adquisición 2003
Maíz	> 0 a 10		Un New Holland, modelo 6610, potencia 78, año de adquisición 2002
Maíz	> 10 a 30		Un New Holland, modelo 6610, potencia 90, año de adquisición 2002
Maíz		>10 a 30	Un Massey Ferguson, modelo 390T, potencia 102, año de adquisición 2002
Maíz, avena y triticale	>30 a 50		Un New Holland, no dio modelo, potencia 95, año de compra 2000
Maíz y avena	>0 a 30	> 0 a 30	1 Massey Ferguson, modelo 398, potencia 90, año de compra 2000. Un SIDENA, no dio modelo, potencia 30, año de compra 1978 ¹

¹= productor que puede clasificarse en el nivel medio y bajo. Fuente: elaboración con base en la información obtenida de los cuestionarios.

Cuadro 12. Productores según cultivo, tamaño de superficie, régimen de humedad y características de tractores. Periodo de adquisición anterior al año 2000 y potencias menores a 100 HP.

Cultivo	Tamaño de superficie según régimen de humedad (ha)		Número y características de los tractores
	Temporal	Riego	
Maíz	> 0 a 10	>0 a 10	1 Ford, modelo 5000, potencia 77, año de adquisición 1998
Maíz	> 0 a 10		1 Massey ferguson, modelo 285, potencia 78, año de adquisición 1998
Maíz	> 0 a 10		1 Ford, modelo 6600, potencia 77, año de adquisición 1983

Fuente: Elaboración con base en información obtenida de los cuestionarios.

Cuadro 13. Productores según cultivo, tamaño de superficie, régimen de humedad y potencias menores a 100 HP. Sin dato del año de adquisición.

Cultivo	Tamaño de superficie según régimen de humedad (ha)		Número y características de los tractores
	Temporal	Riego	
Maíz		> 0 a 10	Un tractor John Deere, modelo 5415, potencia 86, no dio año de adquisición. Un tractor John Deere, no dio modelo, potencia 96, no dio año de adquisición.
Maíz, avena, cebada y triticali	>30 a 50	>10 a 30	Un tractor John Deere, modelo 5725, potencia 90, no dio año de compra. Un tractor John Deere, modelo 5303, potencia 44, no dio año de adquisición
Maíz	>0 a 10	> 0 a 10	Un New Holland, modelo 6610, potencia 96, no dio año de adquisición

Fuente: Elaboración con base en información obtenida de los cuestionarios.

IV. Índice de mecanización

De acuerdo con Ayala *et al.* (2011) e INEGI (2009), los productores mexicanos utilizan en las actividades agropecuarias y forestales tractores con una potencia entre 60 y 85 hp (caballos de fuerza, hp por sus siglas en inglés horse power). Además, Ochoa (2010) indica que en los últimos años las empresas de tractores han detectado en México una demanda de tractores de 60 hp en adelante, tractores de menor capacidad no son aptos para trabajo a campo abierto, por lo que los agricultores adquieren tractores con una potencia promedio de 70 hp o más, aunque tengan menos superficie que hace 20 años. Con respecto a la zona de estudio, 25% de los tractores utilizados se encuentran dentro de este rango. La potencia media por tractor es de 81.52 hp y 81.58% de este parque de maquinaria agrícola identificada, tiene una potencia menor a o igual a 100 hp (Cuadro 14).

Cuadro 14. Rango de la potencia de los tractores.

Potencia (hp)	Número de tractores	(%)
30 a 45	2	2.63
70 a 80	15	19.74
81 a 90	19	25
91 a 100	14	18.42
101 a 110	12	15.79
111 a 120	2	2.63
ND	12	15.79
Total	76	100

Fuente: elaboración con base en información obtenida de los cuestionarios.

Negrete (2006) indica que a partir de una frontera agrícola con 24 millones de has, con una superficie mecanizable de 18.6 millones de has, se requerirían del orden de 360 000 tractores, con potencias de 50 a 60 hp. Por lo que, significa un índice de mecanización de aproximadamente 51 ha tractor⁻¹. Además, de acuerdo con la FAO se recomienda una superficie de 50 ha tractor⁻¹; por lo tanto, el parque de maquinaria agrícola del área de estudio es mayor al necesario, habiendo una subutilización de éste. Como se puede observar en el Cuadro 15, los agricultores del grupo 1 son los que tienen el menor índice de mecanización; es decir, muy por debajo de lo recomendado por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y otros autores(as).

Cuadro 15. Índice de mecanización por grupo de productores.

Grupo	Rango por superficie (ha)	Ha por tractor	Ha por HP
1	>0 a 10	4.7	5.23/85.14
2	11 a 20	15.34	15.34/97.86
3	21 a 30	30	30/105
4	31 a 40	28.2	35.25/97.5
5	61 a 70	42.33	63.5/76.33
	General	10.96	12.07/81.52

Fuente: elaboración propia con base en información obtenida de los cuestionarios.

Para la región de Atlacomulco el índice promedio es de 10.96 ha tractor⁻¹ y 12.07/81.52; por lo que existen tractores con potencia por encima de la necesaria. El grupo 1 es el que tiene un mayor grado subutilización del parque de maquinaria y con una mayor potencia de la necesaria; aunque se encuentran en el rango de potencia señalado por Ayala *et al.* (2011) e INEGI (2009); sin embargo, es recomendada para 50 ha o más. Sólo en el grupo 5 no existe una subutilización de los tractores, sino que se encuentra ligeramente por arriba de lo recomendado.

Discusión

Debido a los retos actuales que enfrenta la agricultura, la modernización de la misma se vuelve una necesidad. Indiscutiblemente que la mecanización de las labores de producción y cosecha son parte de esta modernización. En México, aún y cuando la mecanización se da desde 1918, tomando un fuerte impulso a partir de 1940 (Hewitt, 1978) y logrando que para 1981, 89% de la superficie de los distritos de riego se trabajaban con tractores (Gómez-Jasso, 1983), no ha significado en todos los casos, una verdadera ventaja económica para el grueso de los productores.

En especial para aquellos que manejan superficies pequeñas; quienes se han caracterizado por trabajar bajo sistemas tradicionales, definidos por el uso de niveles bajos de tecnología, utilizados extensivamente en sus principales cultivos, de donde sobresale el maíz (Ramírez *et al.*, 2007). De acuerdo con los resultados de este estudio, en la región de Atlacomulco se dio un proceso de modernización a través de la compra de tractores que han sido empleados en cultivos como el maíz en primer lugar, la avena en segundo

y el trigo en tercero. Esta mecanización de la Región de estudio, de acuerdo con el índice de mecanización, indica una subutilización de los tractores identificados en campo. Se registró que en promedio, cada productor trabaja 12.68 ha, con un índice de mecanización de 10.96 ha tractor⁻¹.

De acuerdo con Jasso (1986) para hacer rentable un tractor mediano, se requiere por lo menos que trabaje en 25 ha. Nuevamente se aprecia que la región de Atlacomulco, se encuentra en una situación poco favorable. Considerando la opinión de Jasso (1986), los resultados de la región sugieren que la subutilización de los tractores, impacta en un bajo rendimiento de la inversión hecha en los tractores.

Conclusiones

La caracterización de los productores de acuerdo al nivel de mecanización se hizo considerando únicamente, los tractores y sus características. La intención fue identificar si existían datos que sugirieran una relación entre el tamaño de superficie y tipo de tractor. Partiendo de considerar que las labores principales que realizan los productores que conformaron la muestra de este estudio, durante el proceso de producción fueron: barbecho (79%) y rastra (84%) y en menor medida subsuelo (sólo 5%) y nivelación (en este caso un productor del total). Bajo este panorama, el aspecto central fue, identificar el tipo de tractor con el que cuentan los productores.

Lo que se pudo observar, es que la mayor parte de los productores se ubican en los niveles II, IV y V. No hubo casos del nivel III. Esto implica que la potencia de la mayoría de los tractores que se registraron en los cuestionarios, está por debajo de los 100 HP y fueron adquiridos en los años 2004 a 2010. La marca más frecuente fue New Holland. A excepción de uno que registró potencia de 105, todos los demás son de potencia entre 95 y 75, los modelos más citados fueron 6610 y 6810. La marca John Deere ocupó el segundo lugar, con las potencias de 75 a 98. Para este caso, hubo varios modelos como, 5715, 5700, 5415, 6403. Las marcas citadas con menor frecuencia fueron FORD, McCormick y Challenger.

De acuerdo con la SAGARPA (2010) para el centro del país, el índice de mecanización es de 45 ha tractor⁻¹ y 80.5 hp. De acuerdo con los datos ofrecidos en las encuestas, se calculó un índice promedio de mecanización para la Región de Atlacomulco, de 10.96 ha tractor⁻¹, y de 12.07/81.52 considerando hectáreas/potencia. Esto permite observar

que existe una subutilización de los tractores, siendo mayor, para el grupo de productores que manejan de >0 hasta 10 ha (30 productores del total). Este grupo en promedio maneja un índice de 4.7 ha tractor⁻¹ y 5.23/85.14 ha/potencia, muy por debajo del promedio de la región.

Literatura citada

- Aristizábal, T. I. D. y Cortés, M. E. A. 2012. Mecanización y producción agropecuaria. http://www.agro.unalmed.edu.co/departamentos/iagricola/docs/mecanizacion_y_produccion_agrop.pdf.
- Ayala, G. A. V; Audelo, B. M. A; Garay, H. M. y Mendoza, C. C. E. 2011. La situación del mercado de tractores en México, perspectivas y retos en la certificación. OCIMA-INIFAP, CENEMA. SAGARPA. Estado de México. Folleto técnico Núm. 47. 47 p.
- Duran, G. H. M; Aguirre, R. J. R. y Charcas, S. H. 2002. Tendencias de la mecanización agrícola en el estado de San Luis Potosí, México. *Rev. Cien. Tecnol. América: INCI.* 27(6):307-311.
- Gaceta del Estado de México. Disponible en: <http://www.edomex.gob.mx/portal/page/portal/legistel/gaceta-de-gobierno/>.
- Gaucín, P. S. 2007. Informe de evaluación estatal del programa de fomento agrícola. Unidad de Investigación, Capacitación y Evaluación para el Desarrollo Rural, S. C. Estado de México. 128 p.
- Gómez-Jasso, R. 1986. Perfil Nacional sobre la mecanización para el pequeño productor agrícola. Memorias de la Conferencia sobre la formación de una red de mecanización para el pequeño agricultor. SARH e INIFAP. Libro. 13-117 pp.
- Hewitt, C. 1978. La modernización de la agricultura mexicana 1940-1970. Siglo XXI. México. 319 p.
- INAFED. 2010. <http://www.inafed.gob.mx/work/templates/enciclo/mexico/mpios/15001a.htm>.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 2011. Informe nacional por entidad federativa y municipios. <http://www.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/default.aspx?ent=15>.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 2009. Censo Agropecuario 2007, VIII Censo Agrícola, Ganadero y Forestal. Aguascalientes, Aguascalientes, México. <http://www.inegi.org.mx>.

- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 2007. Revista del VIII Censo Agrícola y Ganadero, documento on-line disponible en www.inegi.org.mx.
- Morales, C. N.; Martínez, D M. A.; Edilberto Niño, V. E. y Arnaud, V. M. R. Situación y perspectiva de algunos grupos de maquinaria formados en Zacatecas. Serie de Comunicaciones en Socioeconomía, Estadística e Informática. Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas, Montecillos, Estado de México. 3(3):83.
- Negrete, J. C. 2006. Mecanización Agrícola en México, México D. F. Revista Iberoamericana CTS. 15p
- Negrete, J. C. 2011. Políticas de mecanización agrícola en México. Revista Iberoamericana Ciencia, Tecnología y Sociedad. Artículo de Portafolio. 22 p.
- Ochoa, B. J. G. 2010. Estudio del parque de maquinaria agrícola en el Estado de México. SAGARPA, INIFAP, CENEMA, Gobierno Federal. 103 pp.
- Orden Jurídico. 2010. URL: <http://www.ordenjuridico.gob.mx/estatal/estado%20de%20mexico/municipios/>.
- Perea, E. 2011. Rebasan 54% de tractores en México su vida útil. www.imagenagropecuaria.com/articulos.php?id_art=1597&id_sec=25.
- Ramírez, V. B.; Ramírez, V. G.; Juárez, S. J. P. y Cesín, V. A. 2007. Tecnología e implementos agrícolas: estudio longitudinal en una región campesina de Puebla, México. Rev. Geog. Agríc. Universidad Autónoma Chapingo (UACH). Texcoco, Estado de México, México. 038:55-70.
- Reina, J. L. C. 2004. Análisis del parque de tractores agrícolas en el Ecuador. Tesis de Maestría. Universidad de Concepción Chillán, Chile. http://152.74.96.144:8080/sdx/udec/tesis/2004/reina_j/html/indexframes.htm.
- Rodríguez, C. V. M. 2007. Informe de evaluación estatal del subprograma de investigación y transferencia de tecnología. Servicios y Consultoría Agroforestal, S. A. de C. V. Estado de México. 98 p.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2011. http://www.sagarpa.gob.mx/agricultura/info/sust/suelo/ind_mec.swf.
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2010. <http://www.siap.gob.mx/ventana.php?idLiga=1043&tipo=1>.
- Smith, D. W.; Smis, D. G. y O'Neil D. G. 1994. Principios y prácticas de prueba y evaluación de máquinas y equipos agrícolas. Boletín de servicios agrícolas. No.110. FAO. Roma, Italy. 272 p.
- Terrones, C. A. y Sánchez, T. Y. 2010. Demandas de insumos de la producción agrícola en México, 1975-2011. *In*: Universidad y Ciencia: Trópico Húmedo. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Hidalgo, México. 15 p.
- Ullo, T. O. 1989. Apuntes de mecanización agrícola. Universidad Autónoma Chapingo (UACH). Departamento de Maquinaria Agrícola. Chapingo, Estado de México. 280 p.