



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

SITUACIÓN ACTUAL DEL ARROZ EN TEMIXCO,
MORELOS

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

MAESTRO EN CIENCIAS CON RAMA TERMINAL EN
DESARROLLO RURAL

P R E S E N T A:

ING. DAVID CASTILLO MARINO

CODIRECTORES DE TESIS:

DRA. ELSA GUZMÁN GÓMEZ

M.C. LEONARDO HERNÁNDEZ ARAGÓN



FACULTAD DE CIENCIAS
AGROPECUARIAS

Cuernavaca, Morelos, 07 de mayo de 2019

AGRADECIMIENTOS:

A la UAEM y al personal académico y por mi formación académica

A la Dra. Elsa Guzmán Gómez

Al Dr. Leonardo Hernández Aragón

A la Biól. Leticia Tavitas Fuentes

A la Sra. Alicia O. Morales Herrera por su valiosa ayuda para la elaboración de esta tesis

Al Consejo Nacional de Productores de Arroz en México, A.C.

DEDICATORIA:

A mis padres porque con todo y sus limitaciones y muchas privaciones sobre todo de tipo económico pudieron darme educación y me inculcaron valores y principios morales.

A mi esposa por todo el apoyo recibido durante 42 años de estar juntos en los buenos y malos momentos.

A mis hijos Selene, Daniela, Grissel y especialmente a David Armando por la ayuda que me prestó en la tesis.

A los productores de arroz que fueron los que me motivaron para realizar este trabajo.

ÍNDICE

Introducción	1
Capitulo I. Origen del arroz	3
Capitulo II. El arroz a México	9
2.1 Sistemas de producción del arroz en México	10
2.1.1 Arroz de temporal	10
2.1.2 Siembra directa en condiciones de temporal con riegos de auxilio	11
2.1.3 Arroz de temporal con riegos “precarios”	11
2.2 Tipos de arroces que se producen y consumen en México	12
2.3 Descripción de los sistemas de producción	13
2.3.1 Trasplante bajo riego	13
2.3.2 Siembra directa bajo riego	13
2.4 Problemática e industrialización nacional del arroz	17
2.4.1 Caída de la producción, importación y dependencia	17
2.4.2 Industrialización	20
2.5 Impactos de las determinantes nacionales y globales del arroz	23
2.6 Coproductos y subproductos de la agroindustria	24
Capitulo III. El arroz en Morelos	30
3.1 Sistema de trasplante	32
3.1.1 Manejo del almácigo:	32
3.1.2 Terreno definitivo	34
3.2 Siembra directa	39
3.2.1 Control de malezas	42

3.3	Papel del INIFAP en la producción de arroz en Morelos	47
3.4.	Denominación de origen	49
Capítulo IV.	El arroz en Temixco	54
4.1	Municipio de Temixco	54
4.2	Ejido de Temixco	57
4.3	Situación actual del arroz en el municipio de Temixco	58
4.4	Recursos naturales para la producción	59
4.5	Financiamiento	60
4.6	Organización	61
4.7	Producción y procesamiento del arroz	63
4.7.1	Producción	63
4.7.2	Manejo del cultivo	66
4.7.3	Cosecha	67
4.7.4	Post-cosecha	67
4.7.5	Secado	68
4.7.5.1	Secado natural	68
4.7.5.2	Secado artificial	69
4.8	Almacenamiento	70
4.9	Industrialización	71
4.9.1	Descascaramiento	71
4.9.2	Separador paddy (“mesa paddy”)	71
4.9.3	Pulido del arroz	72
4.9.4	Clasificación del grano	73
4.10	Comercialización	73
4.10.1	Trato con los molinos	73
4.10.2	Costos	76
Recomendaciones		78
Bibliografía		81

Índice de cuadros

Cuadro 1. Producción nacional anual de arroz palay (2007- 2017)	15
Cuadro 2. Producción de arroz palay en las 10 principales entidades de la República Mexicana	15
Cuadro 3. Superficie sembrada y cosechada de arroz palay en la República Mexicana (ciclo primavera-verano, 2015)	16
Cuadro 4. Superficie, producción, demanda, volúmenes de importación y porcentajes de la demanda nacional de arroz palay en México 2000-2015^(*)	18
Cuadro 5. Producción de arroz palay bajo riego en el estado de Morelos durante el período 2008-2017^(*)	30
Cuadro 6. Superficie, producción y rendimientos de arroz en 17 de los 33 municipios del estado de Morelos en 2018.	31
Cuadro7. Agroquímicos que se recomiendan para desinfección de semilla de arroz	33
Cuadro 8. Costo de cultivo del arroz por hectárea (2016) por el sistema de trasplante bajo riego en las zonas Alta y Baja del estado de Morelos (Barrios, 2015).	37
Cuadro 9. Costo de cultivo del arroz por hectárea por el sistema de siembra directa bajo riego en las zonas Alta y Baja del estado de Morelos (Barrios, 2015).	45
Cuadro 10. Superficie, producción y rendimientos de arroz en 17 de los 33 municipios del estado de Morelos en 2018.	48

Índice de figuras

Figura 1. El supercontinente Gondwana antes de su ruptura y desplazamiento territorial	3
Figura 2. Evolución de las dos especies cultivadas de arroz: <i>Oryza sativa</i> L. (arroz asiático) y <i>Oryza. glaberrima</i> Steud. (arroz africano) (Chang, 1976 a)	5
Figura 3. Granos pulidos de arroz Japónica	9
Figura 4. Granos cocidos de arroz Japónica	9
Figura 5. Granos pulidos de arroz Índica	9
Figura 6. Granos cocidos de arroz Índica	9
Figura 7. Ubicación de los tres principales sistemas de producción arroceras en México (Hernández <i>et al.</i>, 2016; p:185)	12
Figura 8. Tipos de arroces que se comercializan y consumen en México (Hernández, 2016^a; 3 p.)	14
Figura 9. Municipios arroceros de las regiones Alta y Baja de Morelos	32
Figura 10. Municipios que conforman el estado de Morelos; en la parte noroeste se ubica el municipio de Temixco	54

Introducción

Debido a que las actividades del autor de este trabajo están íntimamente ligadas al cultivo de arroz, principalmente en el municipio de Temixco, Mor., y como ciudadano del mismo con residencia en la población de Acatlipa, y viviendo anualmente las vicisitudes de este cultivo en interacción con los problemas sociales por los que actualmente atraviesa el estado de Morelos, en este contexto surgió la idea de realizar esta investigación con el objetivo de analizar los orígenes de dicha problemática y al mismo tiempo hacer algunas propuestas para su solución a corto y mediano plazo. Para ello se hizo una exhaustiva revisión de la situación del arroz, que comprende desde su origen y su domesticación hasta su llegada y establecimiento como un cultivo en nuestro país cuyo grano forma parte importante de la canasta básica en México. No obstante que el arroz que se produce en el estado de Morelos está considerado como el de mejor calidad a nivel mundial lo que le ha valido haber obtenido la “Denominación de origen”, cuya distinción lo constituye diferente a otros arroces que se cultivan en México; sin embargo este cultivo no ha experimentado ninguna ampliación de la superficie o aumento significativo de la producción, en base a lo anterior se realizó esta investigación con el objetivo de revisar las causas por las que este cultivo no ha repuntado y por ello los productores no han obtenido los beneficios que han esperado como retribución por su trabajo.

Hipótesis

Si se conocen las causas por las que atraviesa el cultivo de arroz en Morelos, se podrán tener las recomendaciones para que se reactive y sea rentable para los productores, ya que la realidad actual consiste en que la superficie y la producción de este cereal se han seguido disminuyendo significativamente.

Capítulo I. Origen del arroz

El arroz se originó en el súper continente denominado Gondwana y cuando este se rompió y se separó para convertirse en territorios que ahora conforman, Sudamérica, África, Antártica, Australia, Malasia, India, Indonesia (Sumatra, Borneo y Java), y otros países del sur y sureste de Asia (Chang, 1976^a) (Figura 1); los diferentes zacates de la tribu de las Oríceas se dispersaron hacia varias regiones, lo que dio lugar a 15 géneros de arroz. De éstos, el llamado *Oryza* es el único importante al que pertenecen 21 especies hasta ahora identificadas (Khush, 2000), de las cuales 19 son silvestres y sólo dos son cultivadas: el arroz asiático (*Oryza sativa* L.) que actualmente se siembra en más de 100 países del mundo, y el arroz africano (*O. glaberrima* Steud) el cual se siembra en algunas zonas de África Occidental. Ambas especies proceden de un mismo ancestro común.



Figura 1. El supercontinente Gondwana antes de su ruptura y desplazamiento territorial. (Chang, 1976^a)

O. sativa L. es descendiente directa de las especies silvestres *O. rufipogon* Griff y *O. nivara* Sharma et Shastry que son perenne y anual, respectivamente; antes de su domesticación, hace unos siete mil años, ocurrió una hibridación introgresiva con otro zacate anual de la especie *O. spontanea* (Chang, 1976^a).

O. glaberrima Steud., es una especie descendiente indirecta de *O. longistaminata* Chev. y Roer que es una especie perenne y directa de *O. barthii*. Ambas especies son silvestres, aunque la primera es perenne y la segunda anual, y antes de su domesticación también se efectuó una hibridación introgresiva con otro zacate anual de la especie *O. stapffi* Roschev (Figura 2).

De acuerdo con las regiones y climas donde fue domesticado el arroz asiático (*O. sativa* L.), éste se diferenció a su vez en tres subespecies o razas geográficas: Indica que es el arroz tropical, cuyas plantas fueron originalmente altas mientras que su grano es largo cristalino; Japónica, que es el arroz de las áreas templadas con plantas de altura intermedia, granos cortos, redondos y glutinosos, y Javánica, a la cual pertenecen los arroces de tipo intermedio (Indica-Japónica), tanto de tipo de planta como de forma, tamaño y textura del grano (Hernández, 1992). La raza Javánica también es considerada por muchos autores como una transición entre Índica y Japónica; mediante el análisis de la constitución alélica del *locus* de la izoenzima 15, se encontró que las variedades Javánicas y Japónicas pertenecen al mismo grupo varietal (Glaszmann, 1986), razón por la cual actualmente a las variedades Javánica se les reconoce como Japónicas tropicales (Oka, 1988).

Oryza sativa L. está representada a través de un sinnúmero de variedades por lo que se halla distribuida en casi todo el mundo. Los taxónomos chinos habían reconocido dos grupos varietales desde la dinastía Han correspondientes a las subespecies Indica y Japónica; en base a una clasificación realizada por Kato *et al.*, (1928), los cultivares de las subespecies Indica y Japónica difieren en muchas de sus características al ser comparadas con las variedades típicas de ambas especies, por lo que se ha podido observar que existe una amplia variación. Morinaga,(1954), propuso un tercer grupo que incluye variedades Bulú y Guntil de Indonesia bajo la nominación como subespecie Javánica, pero como éstas carecen de una descripción especial no se tomaron en cuenta, de acuerdo a lo que se muestra en la Figura 2. El arroz asiático (*O. sativa* L.) y el arroz africano (*Oryza glaberrima* Steud.), son un ejemplo de la evolución paralela de las plantas

cultivadas. Los progenitores silvestres de *O. sativa* L. son las especies silvestres comunes asiáticas *Oryza rufipogon* Griff y *Oryza nivara* Sharma et Shastry, la primera muestra un rango de variación entre los tipos anual y perenne, y la segunda es anual, de la que se originó y domesticó *O. sativa* L. En una forma de evolución paralela, *O. glaberrima* Steud. se originó de *Oryza breviligulata* Chev. y Roerich que es una especie anual, y ésta a la vez se desarrolló de *Oryza longistaminata* Chev. y Roerich que es perenne (Khush, 2000).

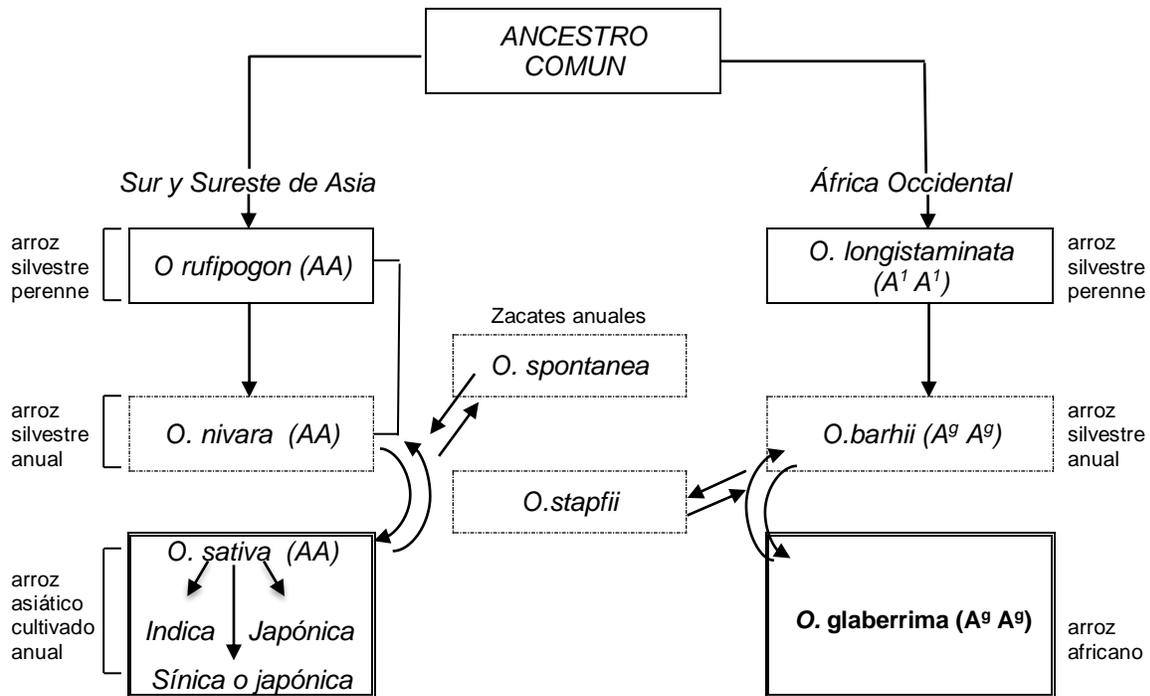


Figura 2. Evolución de las dos especies cultivadas de arroz: *Oryza sativa* L. (arroz asiático) y *Oryza glaberrima* Steud. (arroz africano) (Chang, 1976^a)

Al arroz asiático (*Oryza sativa* L.) corresponden tres razas ecogeográficas que son Índica, Japónica y Javánica, cuyas características principales son:

Indica: Arroz de clima tropical; sus caracteres mayores incluyen:

- 1) Perfil superior o igual a 3
- 2) Granos largos, con alto porcentaje de amilosa y poca amilopectina
- 3) Glumas y hojas levemente pubescentes
- 4) Limbo verde pálido e inclinado

Japónica: Se cultiva en zonas de clima templado; sus principales caracteres son:

- 1) Perfil facial entre 1.4 y 2.9
- 2) Pubescencia larga y dura sobre las glumillas
- 3) Limbos de las hojas rectos y de color verde oscuro
- 4) Granos cortos y con alto contenido de amilopectina y poca amilosa

Javánica: Así se identifica a un grupo de arroz de Indonesia el cual se cultiva principalmente en Bali, Lombok, Java, Sumatra y Célebes; sus características principales son: poco amacollamiento, tallos fuertes, resistencia al desgrane, hojas anchas, poca sensibilidad a la duración diaria de la luz, frecuente presencia de arista en el grano, el cual es pequeño y delgado (Chang, 1990).

La domesticación de las especies silvestres se inició probablemente hace 9,000 años; las de ciclo anual se desarrollaron en diferentes elevaciones sobre el nivel del mar en el oriente de la India, noreste y sudoeste de Asia y sureste de China, donde en el lapso de hace unos 10,000 a 15,000 años, se fueron ambientando a los efectos de períodos de sequía y a la variación de la temperatura (White, 1972). La domesticación de *Oryza sativa* L. en Asia pudo haber ocurrido independiente y concretamente en muchos sitios dentro de un amplio orden de ambientes, desde las extensas planicies bajas orientales hasta las que se ubican al pie de las montañas del Himalaya en India, así como en las zonas correspondientes al norte de Tailandia, Laos y Vietnam, y sur y sureste de China (Chang, 1976b).

En la parte oriental de Asia, el arroz se desarrolló en los espacios que existen entre los bosques en una amplia gama de sistemas cambiantes de cultivo. La siembra del arroz probablemente se inició en forma directa con entables estáticos

de agua. Es probable que posteriormente en China se hicieron labores rudimentarias de preparación del suelo y trasplante de plántulas; estas labores posteriormente se fueron refinando a través de prácticas más avanzadas, y de esta forma ocurrió la verdadera domesticación del arroz. En contraste, en el suroeste de Asia, el arroz originalmente se producía en suelos secos en condiciones de temporal; no obstante, fue en tiempos más recientes cuando se logró su gran desarrollo en los deltas de los ríos. Solheim, (1972), por medio del estudio de fragmentos de cerámica descubiertos en la zona de Non Nok Tha de la región del Korat en Tailandia, en los que se hallaban incrustados e impresos granos y cáscaras de arroz, a través de estas evidencias arqueológicas, concluyó que la domesticación de *O. sativa* L. ocurrió en esa área del sudoeste de Asia; y de acuerdo con las pruebas del C₁₄ los fragmentos datan del año 4,000 a.C. En India se han encontrado granos carbonizados de arroz que datan de alrededor del año 6,750 a.C. (Sharma, 1980); por otro lado en excavaciones realizadas en la localidad de Mohanjodaro (ahora Pakistán), se han encontrado muestras de granos de arroz con una antigüedad de 2,500 años a.C., de ahí que India indudablemente constituye uno de los países de Asia donde *O. sativa* L. se ha cultivado desde hace mucho tiempo (Andrus y Mohamed, 1958).

La antigüedad del arroz en China ha sido un tema sujeto a diversos debates, estimándose que este cultivo data aproximadamente del año 5,000 a.C. (Chang, 1976b), ya que de acuerdo con los análisis de granos carbonizados encontrados en la localidad de Tongxieng provincia de Zhejiang, indicaron que éstos datan aproximadamente entre 6,960 y 7,040 años.

El arroz cultivado africano *Oryza glaberrima* Steud., tiene su centro primario de diversidad en la zona pantanosa de la cuenca del río Níger en África Occidental; y además cuenta con dos centros secundarios en el suroeste de ese continente ubicados cerca de la costa de Nueva Guinea. El centro primario se formó alrededor del año 1,500 a.C., mientras que en los centros secundarios ocurrió aproximadamente 500 años más tarde (Porteres, 1956). *Oryza sativa* L. involucra

una gran diversidad ecológica debido a los diferentes ciclos de hibridación-diferenciación-selección a los que ha sido sometida, en que algunas formas ancestrales de esta especie cultivada han sido llevadas desde tiempos remotos, tanto por productores como por comerciantes a diversas altitudes y latitudes que incluyeron áreas temporaleras y áreas inundables durante la temporada de lluvias, así como zonas inundables por mareas.

Capítulo II. El arroz en México

Durante la época de la Colonia y procedente de España se llevó a cabo la primera introducción del arroz a nuestro país a través de la subespecie Japónica, la cual se ha cultivado desde hace varios siglos en la cuenca del mar Mediterráneo; el grano de esta sub-especie es corto, oblongo y con alto contenido de amilopectina, por lo que al cocinarse éste se pega y apelmaza. Por estas características de cocimiento, el arroz Japónica no fue del agrado de los primeros mestizos que poblaron la Nueva España (Hernández, 1992) (Figuras 3 y 4).



Figura 3. Granos pulidos de arroz Japónica. (Foto: L. Tavitas F., 2018)



Figura 4. Granos cocidos de arroz Japónica. (Foto: L. Tavitas F., 2018)

Hasta el siglo XVII, mediante las travesías del Galeón Español que navegaba de Manila, Filipinas a Acapulco, Guerrero, fue cuando se introdujo a México el arroz de subespecie Indica, cuyo grano es delgado, cristalino y con alto contenido de amilosa en lugar de amilopectina, por esta característica al cocinarse los granos se esponjan y permanecen separados, lo cual fue del agrado de la población mexicana de esa época (Hernández, 1992). (Figuras 5 y 6).



Figura 5. Granos pulidos de arroz Índica. (Foto: L. Tavitas F., 2018)



Figura 6. Granos cocidos de arroz Índica. (Foto: L. Tavitas F., 2018)

2.1 Sistemas de producción del arroz en México

En México para la producción de arroz se aplican cuatro sistemas de cultivo que son: trasplante bajo riego, siembra directa bajo riego, temporal común o seco, y temporal con riegos de auxilio; este último con la variante “temporal con riegos precarios” (Colima). Estos sistemas de producción están definidos por la fuente de suministro de agua y de la forma en que se establece y maneja el cultivo. En cuanto a los ciclos, el arroz se siembra tanto en primavera-verano (PV), como en otoño-invierno (OI). En el ciclo PV se establecen los cuatro sistemas de producción incluyendo el de “riegos precarios”, mientras que en el ciclo OI sólo se lleva cabo el sistema de siembra directa bajo riego.

2.1.1 Arroz de temporal

Este sistema de producción se lleva a cabo en el trópico húmedo desde la Cuenca del río Papaloapan que comprende parte de los estados de Veracruz y Oaxaca, hasta el estado de Campeche, incluyendo Tabasco y Chiapas; en el trópico seco el arroz de temporal sólo se cultiva en algunas zonas de minifundio de las áreas de Xalisco, Ruíz y Rosa Morada del estado de Nayarit. Por lo general el arroz de temporal reporta mayor productividad en áreas con suelos arcillosos que retienen la humedad y donde ocurren precipitaciones pluviales que oscilan de 1200 a 1400 mm durante el ciclo primavera-verano. En algunas zonas de los estados de Oaxaca, Veracruz y Tabasco en los últimos años del siglo XX se cultivaba arroz de temporal por el sistema rústico de “roza, tumba y quema” o en surcos como en el centro de Chiapas; sin embargo en la actualidad se realiza en forma mecanizada similar al sistema de siembra directa bajo riego, con la excepción de que el agua para la nacencia de la semilla y el desarrollo fenológico de las plantas dependen del agua de las lluvias; por esta razón las plantas desde que nacen no tienen ninguna defensa por lo que están expuestas a ser atacadas por diferentes especies de plagas y enfermedades así como por altas infestaciones de maleza, y además pueden sufrir el efecto de la sequía debido a la irregularidad o escasez de las lluvias (Hernández *et al.*, 2016).

2.1.2 Siembra directa en condiciones de temporal con riegos de auxilio

La diferencia entre el sistema de temporal común y el de temporal con riegos de auxilio, consiste en que este último implica el aprovechamiento de cierta infraestructura como la construcción de bordos o de pozos profundos para el abastecimiento y manejo del agua de lluvia para capturarla y suministrarla al cultivo mediante riegos de auxilio cuando ocurren períodos de sequía durante el desarrollo del cultivo, con la finalidad de mantener los suelos saturados durante la fase vegetativa e inundados de ser posible, durante la etapa reproductiva de las plantas. En la actualidad, este sistema sólo se utiliza en áreas que cuentan con bordos para la “cosecha de agua” a través de micro-cuencas o de pozos profundos y en algunas áreas del sureste del país donde se cuenta con escurrimientos superficiales de más de 54 millones de m³ anuales y precipitaciones mayores que 1400 mm. El cultivo de arroz de temporal con riegos de auxilio se realiza principalmente en la Cuenca Baja del río Usumacinta, que comprende los estados de Tabasco y Campeche, donde la precipitación pluvial es de 1870 mm anuales pero irregular en cuanto a su distribución, no obstante en alguna áreas se cuenta con infraestructura hidráulica construida por los propios agricultores quienes derivan el agua de los afluentes del río Usumacinta para dar riegos de auxilio al cultivo de arroz (Hernández *et al.*, 2016).

2.1.3 Arroz de temporal con riegos “precarios”

Este sistema de cultivo sólo se efectúa en las localidades de Cuauhtémoc, Buenavista y San Joaquín del estado de Colima el cual se ubica en el trópico seco de la vertiente del Pacífico. En esta zona se cuenta con tres represas para la captación del agua de lluvia que se registra en las faldas del volcán de Colima, de donde se deriva el agua para dar riegos de auxilio al cultivo de arroz que en la zona llaman “riegos precarios”. La topografía del área es ondulada y los suelos son de textura de franco - arcillosa a arcillosa, con buena capacidad de retención de humedad a pesar del alto porcentaje de piedras de gran tamaño que promedian de 7.5 a 10 centímetros de diámetro las cuales limitan la profundidad de la capa

agrícola. Para el aprovechamiento del área de esta zona, el cultivo de arroz de temporal se alterna con dos años de pastoreo del ganado y éste se abreva con el agua de las mismas represas. En años secos las represas no llegan a llenarse y entonces el cultivo de arroz suele siniestrarse por sequía (Hernández *et al.*, 2016).

2.2 Tipos de arroces que se producen y consumen en México

Es importante mencionar que existen notables diferencias en los tipos de arroz que se producen, comercializan y consumen en México. El arroz Sinaloa cuyo grano es delgado y transparente, es consumido por el 75% de la población mexicana, el cual desafortunadamente en su mayoría es importado; por otro lado, el 25% de nuestra población ubicada principalmente en la región central incluyendo El Bajío, prefieren arroz Morelos que es de grano grueso con 20% de “panza blanca”, y arroz Milagro cuyo grano es mediano con 10% de “panza blanca”, con el cual se suele imitar al arroz Morelos; ambos tipos de arroz de grano grueso son abastecidos con la producción nacional (Hernández, 2016).

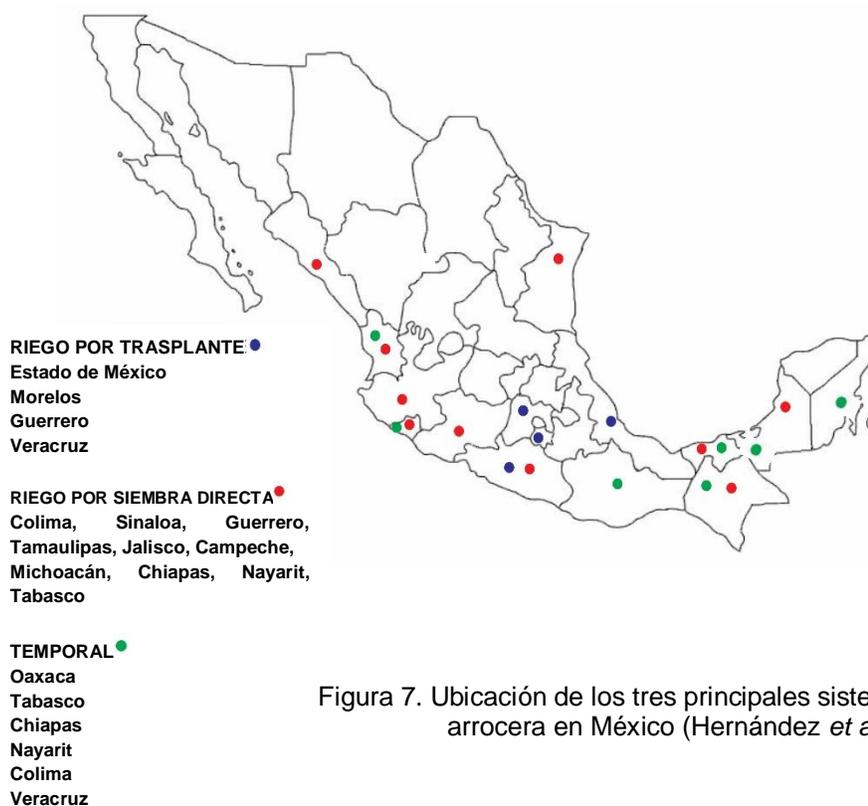


Figura 7. Ubicación de los tres principales sistemas de producción arrocerá en México (Hernández *et al.*, 2016)

2.3 Descripción de los sistemas de producción

2.3.1 Trasplante bajo riego

Este sistema de producción fue el primero que se estableció en México, pero en la actualidad ya sólo se realiza en Morelos, sur del Estado de México, región de La Montaña en el estado de Guerrero, y la zona de Joachín-Piedras Negras del estado de Veracruz. Todas las labores para el establecimiento del cultivo se realizan a mano. La siembra de la semilla se hace en almácigos, mientras las plántulas se desarrollan; aparte se prepara el terreno en donde se llevará a cabo su trasplante cuando éstas tengan una edad de 40 a 45 días (Hernández *et al.*, 2015).

2.3.2 Siembra directa bajo riego

Este es el más rentable de los sistemas de producción de arroz debido a su alta tecnificación, se realiza en los estados de Nayarit, Colima, Jalisco, Michoacán, Tamaulipas, Veracruz, Tabasco y Campeche. En este sistema de cultivo la semilla se deposita en suelo seco y enseguida se da el riego de germinación, y cuando las plántulas alcanzan una altura mínima de 20 cm se establece el riego de inundación donde se dispone de agua suficiente, o a través de riegos periódicos donde se tienen restricciones de este elemento. Las prácticas de cultivo en este sistema se realizan principalmente en forma mecanizada: la preparación del terreno y la siembra se hacen con maquinaria terrestre, mientras que la fertilización, el control de maleza y el combate de plagas y enfermedades se efectúan con avión, y la cosecha se realiza con máquina combinada. Este sistema de cultivo se efectúa tanto en el ciclo de primavera-verano como en el de otoño-invierno. Las ventajas de este sistema de producción consisten en que las actividades de siembra se realizan en grandes áreas y en poco tiempo, pero se tienen las desventajas de que se ocupa el terreno en mayor tiempo y las infestaciones de malezas son altas, ya que al regar para que germine la semilla de

arroz simultáneamente germinan las semillas de las malas hierbas, y desde entonces se inicia la competencia por humedad, espacio, luz y nutrimentos en el cultivo (Hernández *et al.*, 2015).

		
Arroz Morelos:	Arroz Milagro:	Arroz delgado tipo Sinaloa:
Grano extra-largo (7.4 a 8.3 mm de largo y 2.4 a 2.8 mm de ancho), con “panza blanca” en 20% del endospermo.	Grano medio-mediano (5.9 a 6.3 mm de largo y de 2.3 a 2.6 mm de ancho) cristalino.	Grano largo-delgado (6.7 mm de largo y de 2.0 mm de ancho) cristalino.
Tiempo de cocción: 30 minutos	Tiempo de cocción: 40 minutos	Tiempo de cocción: 30 minutos
Cantidad de agua: 0.5 litro	Cantidad de agua: 1.250 litro	Cantidad de agua: 0.750 litro
Consistencia: suave y granos separados	Consistencia: dura con granos separados	Consistencia: intermedia con granos separados
Rendimiento: 23 raciones	Rendimiento: 18 raciones	Rendimiento: 15 raciones

Figura 8. Tipos de arroces que se comercializan y consumen en México (Hernández, 2016^a; 3p.)

En México, en 2017 sólo se sembraron 41,173 ha de arroz, en las cuales se produjeron 249,777 toneladas que equivalen a una cuarta parte del consumo de este cereal en nuestro país. Los estados en donde se registra la mayor superficie y mayor producción en arroz fueron: Nayarit con más de 10,000 ha y alrededor de 65,000 t de arroz palay producidas por año; Campeche, con una superficie de 11,000 ha y producción de 55,000 t, y Veracruz, con 4,000 ha y producción de 27,000 t de arroz palay; los estados que reportan mayor rendimiento por unidad de superficie son Morelos y Michoacán, que reportaron rendimientos de 10 y 9 t/ha, respectivamente. El rendimiento promedio a nivel nacional en el ciclo 2016/2017 fue de 6.4 t/ha (SIAP, 2017).

Cuadro 1. Producción nacional anual de arroz palay (2007- 2017)

Años	Toneladas
2007	295,000
2008	224,000
2009	263,000
2010	217,000
2011	173,000
2012	179,000
2013	180,000
2014	232,000
2015	236,000
2016	254,000
2017	249,777

Fuente: Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP, 2017).

Cuadro 2. Producción de arroz palay en las 10 principales entidades de la República Mexicana

Principales entidades arroceras	Volúmenes de producción (toneladas)
1 Nayarit	64,280
2 Campeche	49,480
3 Michoacán	29,454
4 Veracruz	26,969
5 Colima	17,253
6 Tamaulipas	16,886
7 Jalisco	15,907
8 Morelos	13,309
9 Tabasco	11,549
10 Guerrero	2,444

Fuente: Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP, 2017)

Cuadro 3. Superficie sembrada y cosechada de arroz palay en la República Mexicana (ciclo primavera-verano, 2015)

Entidades	Superficie (ha)		Arroz palay	
	sembrada	cosechada	Producción (t)	Rendimiento (t/ha)
Campeche	2,100	1,928	8,950	4.642
Colima	1,553	1,553	9,336	6.012
Guerrero	264	264	1,736	6.563
Jalisco	2,666	1,704	10,531	6.179
Estado de México	66	66	537	8.129
Michoacán	3,650	3,650	30,849	8.452
Morelos	1,267	1,267	12,794	10.000
Nayarit	3,877	3,869	19,070	4.929
Tabasco	1,542	1,542	11,134	7.220
Veracruz	850	850	4,200	4.941
Total	17,835	16,693	-	-

Fuente: Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP, 2016).

2.4 Problemática en la producción nacional de arroz

El arroz es el cuarto producto agrícola de mayor consumo en México después del maíz, trigo y frijol (Galarza-Mercado *et al.*, 2010), debido a la creciente vinculación de la economía mexicana al mercado internacional y en especial los tratados de libre comercio, han fomentado que algunas producciones agropecuarias, agroindustrias y zonas productivas, afronten serias dificultades en su actividad económica tradicional. Estas producciones y/o zonas tendrán que intensificar la industrialización, reconvertirse o diversificarse de acuerdo a los paradigmas de sustentabilidad, competitividad y rentabilidad. No obstante, estos procesos requieren de tiempo y de apoyos para facilitar el tránsito de los actuales productores a su nueva actividad.

2.4.1 Caída de la producción, importación y dependencia

México hasta la mitad de la década de los ochentas tenía autosuficiencia alimentaria en arroz. Sin embargo, con la entrada en vigor el Acuerdo General sobre Tarifas y Comercio (GATT), en 1986, la mayoría de los permisos a la importación de productos agrícolas se transformaron en aranceles y en 1989 fue eliminado el precio de garantía del arroz y otros granos como el trigo y la soya. El Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN) entró en operación en 1994 ocasionando la eliminación de aranceles a la importación de arroz. Bajo ese contexto la superficie del cultivo de este cereal y su producción en México disminuyó drásticamente en los inicios de la década de los noventa cuando la producción nacional atendía el 70% del consumo nacional aparente y la importación era del 28%. La producción de arroz en 2011 únicamente representó el 21% del consumo interno (Hernández 2016).

Es importante mencionar que existen notables diferencias en el tipo de arroz que es comercializado y consumido en el país; por ejemplo, el arroz de grano delgado y transparente es consumido en el 75% del país, el cual hasta antes del establecimiento del GATT se producía en el estado de Sinaloa, el cual al dejar de

producirse en aquella entidad en la actualidad en su mayoría es importado; ahora el 25% de la población del territorio nacional (región central de México y El Bajío) prefiere arroz de calidad Morelos (grano grueso con 20% de panza blanca) y arroz de calidad Milagro (grano corto con 10% de “panza blanca”) como imitación del arroz Morelos; estos dos tipos de arroz son abastecidos con la producción nacional (Chávez-Murillo *et al.*, 2011; Hernández, 2016) (Cuadro 4).

Cuadro 4. Superficie, producción, demanda, volúmenes de importación y porcentajes de la demanda nacional de arroz palay en México 2000-2015(*)

Años	Superficie (hectáreas)	Producción (toneladas)	Demanda (toneladas)	Importaciones de arroz de grano largo delgado (toneladas)	% de la demanda nacional
2000	87,662	351 446	966,401	615,401	63.65
2001	58,447	226,638	887,758	661,120	74.47
2002	54,982	227,194	927,535	700,341	75.50
2003	63,929	273,266	1,023,544	750,278	73.30
2004	67,076	278,540	952,876	674,336	70.76
2005	64,610	291,149	1,014,829	723,680	71.31
2006	73,825	337,249	1,138,371	801,122	70.37
2007	73,536	294,697	1,116,639	821,942	73.60
2008	51,654	224 370	1,076,184	851,814	79.15
2009	60 771	263 027	1,144,713	881,686	77.02
2010	50,203	216,676	796,076	579,400	72.78
2011	36,811	173,460	845,660	672,200	79.48
2012	32,710	178,787	788,787	610,000	77.33
2013	34,018	179,775	859,575	679,800	79.08
2014	41,078	232,158	933,058	700,900	75.11
2015	40,887	217,512	1,280,012	1,062,500	85.00

Fuente: SIAP, 2016; Hernández, 2016).

La situación actual de la producción arrocera en México se caracteriza por: a) la drástica caída de la producción y de la superficie; b) la quiebra de industrias y la pérdida de empleos directos e indirectos; c) el crecimiento acelerado de las importaciones y la pérdida de la autosuficiencia alimentaria; d) la desarticulación

de la cadena productiva, y e) el mejoramiento en el uso de los recursos y la eficiencia de los arroceros (Rindermann y Gómez, 1999).

En la actualidad nuestro país importa el 45% de los alimentos que consumimos. La FAO cataloga a México como un país importador de alimentos, siendo el número uno en América Latina. Este organismo recomienda un nivel máximo de 25% de importación y producir el 75% de la demanda. No obstante a raíz de la implementación del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN) el Estado mexicano abandonó sus responsabilidades en la planeación, regulación y fomento al sector agroalimentario, sobre todo de los pequeños y medianos productores e incluso desaparecieron los organismos paraestatales del campo, se cancelaron o redimensionaron programas de producción, se reorientó el gasto público rural, y, en general, se impuso un nuevo modelo económico que ha amenazado a millones de campesinos, muchos de los cuales se han visto obligados a migrar para sobrevivir, de modo que tierras y pueblos han quedado semi-abandonados (INIFAP, 2018).

Las importaciones masivas han causado la desarticulación de la cadena productiva del arroz, entre los eslabones constituidos por los productores arroceros y los molineros. Esta desarticulación se debe a que los molineros prefieren comprar el arroz importado que es más barato que el nacional, lo que ha propiciado la disminución de la superficie sembrada con este cereal, el incremento de la importación y de la dependencia del arroz importado para satisfacer la demanda interna. La desarticulación, en gran medida, resulta de la competencia con arroz estadounidense producido con altos subsidios, o el de algunos países asiáticos como Vietnam y Tailandia, donde este cereal es producido a costos muy bajos (Ireta-Paredes *et al.*, 2011).

El cultivo de arroz en México durante el periodo de 2010-2013 fue establecido en una superficie de 38,436 hectáreas distribuidas en trece estados con una producción de arroz palay de 187,175 toneladas, el 57.8% de la superficie fue establecida bajo riego y el resto (42.2%) en condiciones de temporal (SIAP, 2015).

En México se consume anualmente un millón 100 mil toneladas de arroz del cual importa el 80% (SAGARPA, 2014).

Aun cuando el arroz todavía se cultiva en varias entidades del país, la industria es sin duda, el agregado de cierto número de regiones productoras separadas, en mayor o menor grado, por barreras naturales y con características agroecológicas diferentes. El problema de desarrollar con estas restricciones fundamentales una agroindustria coherente, balanceada y diversificada es complejo. En la actualidad se deben volver a enfocar las estrategias de desarrollo en las ventajas claras que presenta el cultivo, los arroces diferenciados y los subproductos de cosecha y procesamiento en términos de rendimiento, y de balance energético para diversificar la agroindustria y alcanzar la sostenibilidad y competitividad regional. En este sentido, para el determinante del crecimiento económico en cualquier agroindustria es el sector industrial, en particular la industria manufacturera (Cruz y Polanco, 2014).

2.4.2 Industrialización

Un cambio estructural en la industrialización y la agroindustria en México, es el marco de referencia para lograr una nueva senda de crecimiento inclusive a partir de cambios cualitativos en la estructura productiva con mayor participación de los sectores intensivos en conocimiento, en un contexto de economías abiertas y con ello, incrementar los niveles de productividad y empleo, es decir, se convierte en un proceso dinámico, el cual se deberá vincular con dos tipos de eficiencia. La primera tiene que ver con procesos de innovación, altos niveles de productividad y arrastre dentro de los sectores con estas características, o bien hacia otros, la economía o la sociedad en su conjunto. La segunda eficiencia se vinculará con sectores beneficiados por altas tasas de crecimiento de la demanda externa e interna y que tendrá efectos positivos sobre la producción y el empleo. Será necesario ir creando anticipadamente una capacidad de reconversión o diversificación con el producto objetivo el grano de arroz en los molinos y las unidades productivas de la materia prima concertada en sectores o regiones cuya

competitividad esté amenazada. Las medidas que se tomen deberán facilitar la reasignación de recursos hacia actividades con mayor futuro (cultivos intercalados, en rotación, usos alternativos para la paja etc.), cuidando de minimizar el costo social de esa reasignación, y de preservar, modernizar y reorientar capacidades laborales y empresariales. Tales casos pueden abordarse con programas públicos excepcionales, específicos y focalizados, de duración temporal definida, que articulen de manera flexible y consensual los esfuerzos de los sectores público y privado.

El objetivo es identificar si la dinámica del sector primario ha sido importante para la evolución del sector industrial. Para una economía exitosa, se esperaría que, tanto la dinámica del sector primario (cultivo de materia prima) como la del sector de servicios fuesen relevantes para el crecimiento del sector industrial (agroindustria); lo cual implica poner en marcha una política agrícola que garantice la generación de un excedente productivo del sector primario, mismo que descansa en el crecimiento de su productividad. Esto implica necesariamente el apoyo gubernamental al sector, introduciendo o retomando políticas que garanticen insumos mejorados por medio del apoyo a la investigación, a la educación, a la aplicación de nuevo conocimiento y transferencia de técnicas modernas; también es necesario el apoyo financiero que facilite el acceso al crédito en condiciones preferentes y a los seguros; además es indispensable el desarrollo de infraestructura (para riego y almacenaje, por ejemplo), y el apoyo al transporte, comercialización y procesamiento, así como el uso de garantías de precios para mantener la estabilidad de los ingresos de los productores.

Uno de los grandes retos de la cadena de valor es incrementar el consumo de arroz, y tratar de aumentarlo sin planear que sea a través de otras formas diferentes a la tradicional, es prácticamente imposible. El arroz se percibe como acompañante de algún platillo y no como un producto de consumo central y los subproductos: paja, cascarilla, arroz quebrado o molido y salvado son empleados marginalmente sin ningún procesamiento que incremente su valor agregado. El cambio de visión en la comercialización e industrialización del arroz en México se

requieren diferentes medidas como: Identificar las nuevas actividades económicas a las que pueden dedicarse los productores y molinos bajo el concepto de agroindustria¹. Esta labor requiere de un trabajo concertado entre los productores afectados y las autoridades gubernamentales. Debe basarse en estudios de mercado local, regional, nacional o internacional que permitan definir desde un principio los mercados a atender, la demanda potencial y creciente, conocer sus características, requisitos, exigencias y competidores. Deben tenerse en cuenta los aspectos ya identificados como potenciales para la agroindustria, incluyendo de manera especial los sectores primario, secundario y de bienes, servicios ambientales y nuevos usos para los subproductos, comúnmente olvidados en las estrategias de industrialización, diversificación y reconversión. La planificación de nuevas actividades económicas para que se organicen para crear ventajas competitivas a través de la organización de “clusters”:² de la integración de la cadena productiva con el uso de coproductos y subproductos, y de alianzas estratégicas. El establecimiento de estímulos para la industrialización, reconversión y diversificación, deben incluir acceso preferencial a las políticas, servicios e incentivos del Estado y de ser posible, apoyos directos para nuevas actividades, específicamente orientadas a la reconversión.

Evaluar las múltiples estrategias de la diversificación y la multiplicación de bienes obtenidos de la actividad agrícola e industrial que se clasifican en: Elaboración de diferentes tipos y calidades del producto base para cubrir todos los nichos del mercado, producción simultánea de materia prima en el campo y otros productos agropecuarios, incremento del valor agregado del producto base u objetivo y sus coproductos, y empleo de la bioenergía y la cogeneración de electricidad dentro de la planta agroindustrial y la venta de excedentes.

2.5 Impactos de los determinantes nacionales y globales del arroz

² Diversas empresas que operan en conjunto en un mismo sector comercial

Los pequeños productores que deban reconvertirse o diversificarse deberán tener en cuenta que ellos seguramente no serán competitivos, a menos que sea integrándose a cadenas productivas dinámicas, a través de esquemas de alianzas estratégicas con empresarios con mayores recursos y experiencia ya probada, o atendiendo de manera asociada segmentos especializados de mercado de productos diferenciados y/o de alto valor (orgánicos, bienes de identidad territorial o cultural, artesanías, bienes y servicios ambientales, etc.). En algunos casos, incluso, pueden hacerlo para atender mercados locales o zonales dinámicos, o de fuerte tradición cultural.

El éxito de los proyectos de industrialización dependerá de la capacidad de los actores, recursos y capacidades para transformar ventajas comparativas derivadas de su ubicación geográfica y de las características económicas, y tecnológicas que existen en esa ubicación; en ventajas competitivas dinámicas, capaces de mantenerse a través del tiempo, considerando aspectos tan importantes como las relaciones sociales que se generan alrededor de esos proyectos.

La decisión de cuando diversificarse dependerá parcialmente de las oportunidades de crecimiento de la firma en su industria actual y, en parte, de las oportunidades disponibles para utilizar sus recursos, su experiencia, sus sinergias y sus capacidades en otros segmentos del mercado, principalmente internos, para sustituir las importaciones de productos líderes provenientes de países industrializados (arroz instantáneo, precocido, saborizado, microhorneable, etc.), que pueden obtenerse localmente; en este caso, a partir del arroz, sus coproductos y subproductos, debido a que una gran mayoría de los estudios efectuados concluyen que una diversificación en negocios relacionados con el original, permite a la empresa obtener mejores resultados y mercados (Rumelt, 1982).

2.6 Coproductos y subproductos de la agroindustria

La agroindustria se encuentra en la dinámica general de los sistemas agroalimentarios y los espacios geoeconómicos, es decir, el mercado y las regulaciones comerciales nacionales e internacionales derivadas de la globalización y la competitividad, la cual puede basarse en tecnología, en precios de insumos, en la capacidad reactiva e innovadora y en ventajas en las relaciones con los demás agentes económicos, en términos de escala y composición de la producción, las experiencias acumuladas, el grado de especialización vertical y el conocimiento. De acuerdo a Barnejee, (2004), los factores de competitividad de la agroindustria son:

1. Concentración de la industria (y barreras de entrada)
2. Estructura de la industria
3. Factores contextuales de la industria
Edad y madurez de la Industria;
 - Estándar industrial, depreciación y métodos de valoración
 - Innovación/I+D
 - Uso de subproductos
4. Tecnología de la industria y la tasa de cambio
5. Membrecías de la industria
6. Productividad de la Industria
7. Capacidad instalada
8. Fortaleza de la industria en relación con proveedores y clientes
9. Intensidad de la competencia
10. Crecimiento de la demanda
11. Tasa de crecimiento de la industria.
12. Amenaza de sustitutos
13. Estabilidad de la industria
14. Relación concentración/rentabilidad

Las fábricas procesadoras como productoras de un bien agroindustrial, constituyen centros agroindustriales con cultivo de la materia prima, con sistemas de abastecimiento de energía y agua propios así como complejos de talleres grandes y diferenciados (Hugot, 1996). El equipamiento de máquinas e

instrumentación está preparado para el procesamiento de una única materia prima natural y la producción de un solo producto. En tanto se dedique a la elaboración directa del producto cosechado, la duración de las operaciones estacionales de procesamiento equivale a la duración del uso de las instalaciones de la fábrica. Todas estas actividades se enmarcan de tal manera que se produce una cadena de productividad agroindustrial que debe manejarse cuidadosamente para obtener el éxito planteado, debiendo considerarse principalmente los siguientes aspectos:

1. El cultivo de la materia prima
2. Industrialización de la materia prima
3. Sub-productos
4. Comercialización
5. Consumidores
6. Agentes externos que intervienen en el proceso.

En la agroindustria arrocera, al igual que en la de alimentos, petroquímica, café, soya, caña de azúcar, trigo, oleaginosas, maíz y otras, como empresas de producción continua, aparecen diversos productos derivados o generados a partir de una misma materia prima normalmente clasificados como co-productos o sub-productos. Las industrias de procesos que generan varias producciones conjuntas de una materia prima pueden clasificarse en tres categorías principales:

P1. Conjunto de coproductos principales. Son aquellas producciones principales o deseables en una empresa, derivadas de la transformación directa de la materia prima; por ejemplo, arroz grano, azúcar de caña, aceite de soya y petroquímica.

P2. Conjunto de coproductos secundarios. Son aquellas producciones no necesariamente deseables, pero tienen una importancia económica significativa. Son derivados de la transformación de la materia prima; por ejemplo, salvado derivado del procesamiento de arroz, pasta de soya, alcohol de las melazas de caña, asfalto de la petroquímica, etc.

P3. Conjunto de sub-productos. No representan una importancia económica relevante bajo el criterio de la empresa, pero son considerados subproductos o

residuos de la transformación de la materia prima. Normalmente son considerados residuos industriales; por ejemplo, cascarilla de granos, pajas de cereales, bagazo de caña, vinazas de destilería, cachaza que son residuos de procesamiento (Brunstein, 1994); y debido a que en su obtención se requieren operaciones unitarias de separación o extracción lo que exige a la empresa materia prima, mano de obra, energía e insumos de producción lo que implica costos de producción que difícilmente son identificados en los productos de origen a menos que los coproductos sean homogéneos física y económicamente (Brunstein y Tomiya, 1995).

Para alcanzar los mayores beneficios económicos y sociales, conjuntamente con una adecuada protección del medio ambiente y de los recursos naturales dentro del desarrollo sustentable, es necesario no verter los residuos contaminantes de estas producciones al medio ambiente, y si es posible aprovecharse en algún fin agroindustrial. De esta forma esos residuos se transforman en materias primas para nuevos ciclos productivos como la producción de celulosa de la paja de arroz, azúcar y etanol en las destilerías, forrajes en el procesamiento de maíz, etc. y por tanto no se vierten al entorno (Guo, 2006).

Las potencialidades para la diversificación productiva e industrialización de los coproductos y subproductos de las agroindustrias se derivan precisamente del volumen de generación de éstos; de los elementos fisiológicos que constituyen la materia prima básica, y de la composición física y química de los coproductos y subproductos. Estos están compuestos básicamente de azúcares, carbohidratos estructurales del complejo lignocelulósico y material inorgánico, los cuales ofrecen diferentes posibilidades de industrialización e innovación³ con diversas rutas físicas, químicas y biotecnológicas dentro de una biorrefinería. Por lo tanto, existe toda una serie de alternativas para el tratamiento y reciclado de los coproductos y subproductos, que pueden plantearse de forma complementaria o simultánea a las producciones tradicionales como granos, azúcar, aceites, café etc. En relación a su composición, el desarrollo de los derivados, desde el punto de vista de sus materias primas, complejidad tecnológica y valor agregado del producto final, se

puede caracterizar por cuatro generaciones de productos, cuyos límites y alcances están fijados en forma convencional como se indica a continuación:

- a) Uso directo de los subproductos o de derivados, con un bajo nivel de procesamiento de las materias primas originales.
- b) Integración de las producciones que utilizan como materia prima subproductos y coproductos del proceso agroindustrial; se caracterizan por tecnologías de baja y media complejidad y dan lugar a derivados de características propias.

³ Con los fines de lograr mayor rentabilidad y productividad industrial como valor agregado

- c) Generación de productos obtenidos por la transformación química y biotecnológica de derivados de la segunda generación, que dan lugar a nuevos productos con propiedades que los diferencian de la materia prima y/o subproductos que les dio origen y parten de tecnologías de mediana y alta complejidad.
- d) Corresponde a los productos obtenidos a partir de: subproductos; derivados de segunda y tercera generación, dando lugar a productos de alto valor agregado, precursores o productos de otros procesos. Parten de tecnologías químicas, biotecnológicas y bioquímicas de alta complejidad.

Para la industria molinera del arroz, esta implica actividades de cosecha, transporte, secado, procesamiento (descascarado y pulido), embalaje y manejo de subproductos. Estos procesos fueron descritos en detalle por Lim *et al.*, (2013) y Lim *et al.*, (2014). Por otra parte, el arroz como cereal y los subproductos generados de su procesamiento poseen diversas características químicas y físicas para convertirse en materias primas de diversas nuevas industrias en las áreas de alimentos, forrajes, energéticos y productos químicos (Esa *et al.*, 2013; El Mekawy *et al.*, 2013).

El principal producto de un molino de arroz en México es el arroz pulido, el cual de acuerdo a la norma NMX-FF-035-2005, (DGN, 2005), se clasifican de acuerdo a su origen y calidad en los grados: “Morelos Mexicano”, “Mexicano”, “Super Extra” (sin mezcla), “Extra”, “Comercial”, “Popular” y “Grado muestra no clasificada”. Los subproductos de un molino de arroz como arroz quebrado, granillo, salvado de arroz y cascarilla a menudo se venden directamente a otras industrias transformadoras a muy bajo precio (fábricas de aceite, de salvado de arroz, harinas, alimentos para ganadería, y avicultura (Hertrampf, 2000; Gadberry *et al.*, 2007). Por otra parte, la cáscara de arroz es comercializada como residuo, y la paja es quemada en el campo origina problemas ambientales (Kadam *et al.*, 2000; Abdel-Mohdy *et al.*, 2009).

La baja utilización de subproductos no sólo ha dado lugar en la pérdida de ganancias potenciales, que mediante la utilización de manera eficiente de los subproductos de un molino de arroz integral y de la paja en el campo se podría maximizar su rentabilidad para producir productos de alto valor agregado y recursos energéticos (Van Mele, 1998; Chandrasekhar *et al.*, 2003; Mahadevamma y Tharanathan, 2007; Tsai *et al.*, 2007; Balan *et al.*, 2008; Binod *et al.*, 2010; Patil y Khan, 2011; Moraes *et al.*, 2014; Fusi *et al.*, 2014, y Diep *et al.*, 2015). El sector arrocero debe orientar sus estrategias en primer lugar hacia cuatro horizontes: a). Cogeneración de energía con la cascarilla y la paja; b). Producción de arroces altamente diferenciados para el mercado interno y para el mercado internacional; c). Aceites y derivados para la industria alimentaria; d). productos químicos para la industria de alto valor agregado. Sin embargo, con las amplias opciones de tecnología de procesos y portafolio de productos disponibles en la cadena de valor del arroz, es un reto para una empresa arrocera seleccionar la ruta de procesamiento del producto y subproductos más rentables y sostenibles, ya que los contaminantes del proceso pueden afectar negativamente al medio ambiente a través del cambio climático global, huella de agua y carbono, la

producción de ozono fotoquímico y la eutrofización de cuerpos de agua (Yoo *et al.*, 2014; Chapagain y Hoekstra, 2011).

Existen herramientas de optimización que consideran el equilibrio entre rentabilidad y sostenibilidad de un molino de arroz (Lim *et al.*, 2013^a., Lim *et al.*, 2013b., Lim *et al.*, 2014). Estos modelos matemáticos desarrollados pueden ayudar a los planificadores para diseñar un complejo molino de arroz o biorrefinería sostenible y rentable. Los modelos también deben tener en cuenta el factor de la logística que contribuye a las emisiones de gases de efecto invernadero durante el proceso de transporte (Shiun *et al.*, 2011).

Por lo que se refiere al grano de arroz, nuestro país actualmente importa el 80% del arroz que consumimos los mexicanos, equivalente a un millón de toneladas anuales que implican la fuga de alrededor de seis mil millones de pesos; este arroz es de grano largo con endospermo translúcido, cuya importación se efectúa de los Estados Unidos de Norte América, de Tailandia, Vietnam y de Paquistán en Asia, y de Uruguay. Los gobiernos de esos países colocan un mínimo de ingreso de arroz como anticipo, y completan las diferencias durante las ventas; muchos de esos arroces llegan a México a granel; cualquier persona interesada en la importación de arroz de grano largo puede hacerlo, y de esta forma es difícil que los consumidores mexicanos puedan encontrar pistas para saber su origen. Debido a los altos subsidios que los gobiernos de esos países proporcionan tanto a los productores como a los comercializadores de esos arroces, ambos factores contribuyen a que se puedan vender a menores precios, y por ello el público mexicano se limita a adquirir arroces delgados a precios bajos, aun con la depreciación de la moneda mexicana (Hernández, 2016).

Capítulo III. El arroz en Morelos

Se tienen referencias de que para el siglo XIX este cereal ya se sembraba en pequeñas parcelas en Guerrero y Veracruz, pero fue hasta 1836 cuando el Sr. Ricardo Sánchez introdujo su cultivo al estado de Morelos, de donde se extendió paulatinamente a otras entidades del país (Hernández, 1992). En la actualidad el arroz se cultiva por el sistema tradicional de trasplante, y recientemente se ha intentado establecer también el método de siembra directa bajo riego.

El sistema de trasplante tiene como principal problema el elevado costo de producción, debido por un lado al número de jornales que se requiere para realiza las labores del cultivo y por el otro, los altos volúmenes de agua que demanda, lo cual encarece el costo de la mano de obra y la poca disposición que existe. Las variedades que se siembran en ambos sistemas son: Morelos A92, Morelos A98 o Morelos A2010. A continuación, se presenta la serie histórica del cultivo de este cereal en el estado de Morelos durante el período 2008-2017 (Cuadro 5).

Cuadro 5. Producción de arroz palay bajo riego en el estado de Morelos durante el período 2008-2017

Año	Cultivo	Superficie (ha)			Unidad de medida (UDM)	Producción	Rendimiento (UDM/HA)	PMR (\$ UDM)	Valor producción (millones de pesos)
		sembrada	cosechada	siniestrada					
2008	Arroz palay	1,330.10	1,330.10	0.00	Tonelada	13,547.00	10.18	4,115.63	55,754.48
2009	Arroz palay	1,419.40	1,405.40	14.00	Tonelada	14,036.00	9.99	4,312.35	60,528.10
2010	Arroz palay	1,436.00	1,436.00	0.00	Tonelada	14,331.79	9.98	5,076.21	72,751.19
2011	Arroz palay	1,501.00	1,501.00	0.00	Tonelada	15,095.84	10.06	4,985.78	75,224.53
2012	Arroz palay	1,373.20	1,373.20	0.00	Tonelada	14,028.60	10.22	4,094.57	57,441.15
2013	Arroz palay	1,164.20	1,164.20	0.00	Tonelada	11,790.68	10.13	4,422.00	52,138.43
2014	Arroz palay	1,222.50	1,222.50	0.00	Tonelada	12,314.33	10.07	4,518.13	55,637.78
2015	Arroz palay	1,265.60	1,265.60	0.00	Tonelada	12,893.38	10.09	4,598.33	59,287.98
2016	Arroz palay	1,339.40	1,323.40	16.00	Tonelada	13,392.86	10.12	4,634.82	62,073.50
2017	Arroz palay	1,318.40	1,275.90	42.50	Tonelada	13,065.95	10.24	4,835.71	63,183.12

Fuente: SAGARPA, Delegación en el estado de Morelos.- Cuernavaca, Mor., Estadísticas de Producción Agrícola en Morelos consultadas el 30 de noviembre de 2018.

A pesar de que la producción arroceras del estado de Morelos representa cerca del 1% a nivel nacional; sin embargo, como se ha mencionado en esta investigación este tipo de arroz es altamente demandado por los consumidores mexicanos

debido a su calidad culinaria, por lo que ha recibido reconocimientos tanto a nivel nacional como internacional. No obstante, como puede observarse en el cuadro anterior, tanto la superficie (hectáreas) como el volumen de producción (toneladas) y los rendimientos por unidad de superficie se han mantenido sin cambios significativos lo que indica la estabilidad de este cultivo por el conocimiento que los productores morelenses tienen del mismo; observándose en cambio que el valor de la producción se ha incrementado de \$55,754.48 en 2008 a \$63,183.12 en 2017, lo que indica una diferencia favorable de \$6,424.64 (millones) durante dicho período que equivale al 10.17%. Esta actividad agrícola se efectúa en 17 de los 33 municipios del estado de Morelos (Cuadro 6) ubicados en las zonas denominadas “Alta” y “Baja” (figura 9).

Cuadro 6. Superficie, producción y rendimientos de arroz en 17 de los 33 municipios del estado de Morelos en 2018.

	Municipios	Sup. sembrada (ha)	Sup. cosechada (ha)	Sup. siniestrada (ha)	Producción (t)	Rendimiento (t/ha)	PMR (\$/t)
1	Cuautla	295.00	295.00	0.00	3,038.50	10.30	4,556.24
2	Emiliano Zapata	228.00	228.00	0.00	1,472.90	10.30	4,659.48
3	Jojutla	143.00	143.00	0.00	1,472.90	10.30	4,659.48
4	Xochitepec	130.00	130.00	0.00	1,319.5	10.15	4,646.24
5	Temixco	101.00	101.00	0.00	1,020.10	10.10	4,761.36
6	Mazatepec	92.00	92.00	0.00	929.20	10.10	4,688.17
7	Ayala	81.00	81.00	0.00	800.12	9.88	4,600.00
8	Tetecala	43.00	43.00	0.00	438.60	10.20	4,680.50
9	Yautepec	33.00	33.00	0.00	336.60	10.20	3,224.24
10	Jantetelco	28.00	28.00	0.00	274.40	9.80	4,650.00
11	Cuernavaca	21.00	21.00	0.00	214.20	10.20	3,866.29
12	Zacatepec	18.00	18.00	0.00	189.00	10.50	4,617.68
13	Coatlán del Río	16.00	16.00	0.00	160.00	10.00	4,600.00
14	Tlaltizapán	15.00	15.00	0.00	156.00	10.40	4,635.00
15	Tlaquitenango	10.00	10.00	0.00	102.00	10.20	4,679.10
16	Jiutepec	6.60	6.60	0.00	66.66	10.10	4,199.94
17	Puente de Ixtla	5.00	5.00	0.00	50.00	10.00	4,616.72
		1,265.60	1,265.60	0.00	12,893.38	10.19	4,598.33

Fuente: Anuario Estadístico de la Producción Agrícola, 2018. (SIAP.SAGARPA 2018) Producción arrocería en México por entidades y municipios. Ciudad de México, 2018.

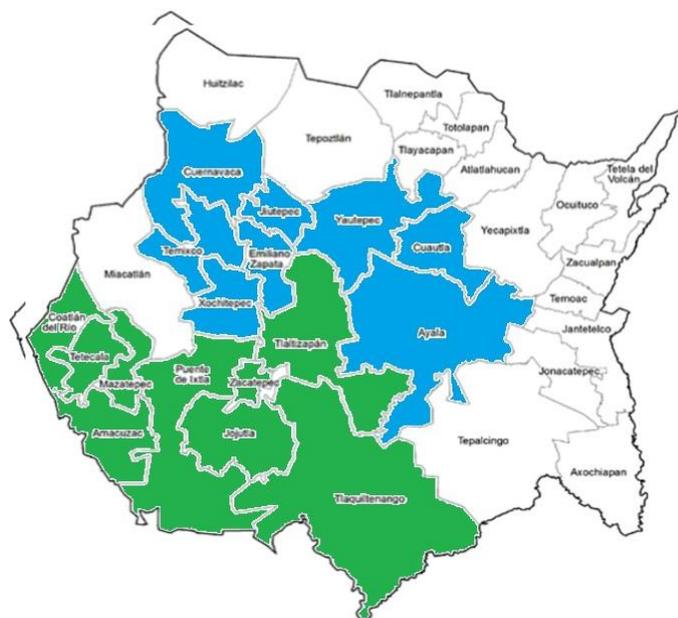


Figura 9. Municipios arroceros de las regiones Alta y Baja de Morelos

3.1 Sistema de trasplante

El establecimiento y manejo del cultivo de arroz bajo el sistema de trasplante se realiza bajo dos fases secuenciales: 1) Almácigo o “pachol”, y 2) Desarrollo del cultivo en el terreno definitivo. En seguida se presentan las recomendaciones para cada una de las fases indicadas:

3.1.1 Manejo del almácigo:

Preparación del terreno: Dos barbechos con arado de discos a la profundidad de 25 a 30 cm.

Preparación de la cama de siembra: Después de preparar el terreno se procede a trazar las camas de 2 m de ancho y de longitud variable; entre una y otra se deja una distancia de 60 cm, con la finalidad de abrir regaderas apropiadas que conduzcan el agua de riego.

Aborde: Primero se inunda la parte baja de cada cama, después se nivela y se drena el agua.

Época de siembra: En la zona “Alta” que comprende los municipios de Cuautla, Ayala, Yautepec, Emiliano Zapata, Jiutepec, Cuernavaca, Temixco y Xochitepec, se recomienda del 1° de enero al 25 de marzo; según se retrase la siembra, las plantas pueden ser afectadas por bajas temperaturas que se presentan en el cultivo desde el mes de septiembre. En la zona “Baja” que comprende los municipios de Zacatepec, Jojutla, Tlaquiltenango, Tlaltizapán, Puente de Ixtla, Mazatepec, Tetecala, Coatlán del Río y Amacuzac se recomienda sembrar del 1° de febrero al 10 de mayo.

Desinfección de la semilla: Antes de sembrar se desinfecta la semilla para prevenir enfermedades que atacan a las plántulas en el almácigo o incluso después del trasplante. La desinfección consiste en remojar la semilla durante 24 horas en una suspensión de cualquiera de los siguientes productos que se indican en el Cuadro 7.

Cuadro 7. Agroquímicos que se recomiendan para desinfección de semilla de arroz.

Productos	Ingrediente activo	Protección	Dosis
Poncho	Clothianidin	Insecticida	40 kg o 3.5 mL/ kg semilla
Benlate	Benomilo	Fungicida sistémico	2.0 g /kg semilla
Interthiram	Thiram	Fungicida de contacto	2.3 mL/ kg semilla
Captan	Captan	Fungicida de contacto	2.0 g/ kg semilla
Fitham	<i>Trichoderma</i> spp.	Fungicida orgánico	5 mL / L agua

Fuente: (Barrios, 2016)

De los cinco productos solo el primero (Poncho) es insecticida y con éste se protege la semilla contra daños de insectos del suelo. Los otros cuatro son fungicidas y con ellos se protege la semilla principalmente contra la nueva enfermedad llamada “grano manchado” que suele presentarse en la fase de maduración del grano. Sanidad Vegetal autoriza el uso de los cinco parasiticidas

en las dosis indicadas en el Cuadro 7. Como medida de precaución se recomienda usar guantes de hule al manejar el agroquímico y la semilla tratada.

Forma de sembrar: Se distribuye uniformemente la semilla al “voleo” sobre la cama del almácigo. Si el suelo es “pesado” se puede cubrir la semilla con “tierra lama”, o bien se puede enterrar golpeando suavemente con escobas de rama, al igual que en los suelos “ligeros”.

Cantidad de semilla para la siembra: Se estima que con 200 m² de almácigo y una densidad de 150 g de semilla por m² se obtiene planta suficiente para trasplantar una hectárea, lo que representa 30 kg de simiente por ha.

Riegos: Al día siguiente de la siembra se aplica un riego ligero y suave para humedecer la superficie del suelo; los riegos siguientes deben hacerse cada tres o cuatro días o cuando se requiera, esto depende del tipo de suelo (Barrios, 2016).

Fertilización: En las dos zonas del estado de Morelos, se fertiliza antes de la siembra, con una mezcla de 40 g de sulfato de amonio y 15 g de superfosfato de calcio triple por m², y 20 días después de la siembra se hace una segunda aplicación con 40 g de sulfato de amonio por m² (Barrios, 2015).

Control de malezas: A los 25 días después de la siembra se hace un deshierbe manual (“tlamateca”) procurando, al mismo tiempo, remover la tierra sin dañar las plántulas. Otra alternativa consiste en aplicar el herbicida Surcopur (i.a. Propanil) a los 25 días de la siembra o cuando la mayoría de las hierbas hayan nacido, en dosis de 5.0 L por hectárea (Barrios, 2015).

3.1.2 Terreno definitivo

Preparación y adecuación del terreno: Se realizan dos barbechos a 25 o 30 cm de profundidad. Se marcan “tajos” de 13 m de ancho (Barrios, 2015).

Aborde: Dependiendo de la nivelación del terreno se procede a la inundación empezando por la parte más baja; enseguida conforme marca el nivel del agua se construyen bordos que servirán para mantener una lámina de agua de 10 cm de profundidad (Barrios, 2015).

Época de trasplante: En la zona “alta” se recomienda trasplantar del 20 de febrero al 15 de mayo, de 40 a 45 días después de la siembra. En la zona “baja”, debido a la temperatura más elevada, se trasplanta de 35 a 40 días después de la siembra.

Forma de trasplante: En el almácigo debe mantenerse una lámina de agua permanente para facilitar el arranque de las plántulas. El trasplante se realiza de preferencia con una planta vigorosa por mata o golpe.

Densidad de población: Se trasplantan 25 matas de una o dos plantas por metro cuadrado espaciadas a 20 cm una de la otra, lo que equivale a una densidad de 250,000 matas por hectárea.

Manejo del agua: Aplicar riegos periódicos durante todo el desarrollo del cultivo, cuidando que el suelo no se seque demasiado entre uno y otro riego.

Control de malezas: Se sugiere aplicar 2.0 L/ha de Ronstar (i.a. Oxadiazon) a los tres días después del trasplante, en preemergencia de la maleza, y en postemergencia la mezcla de Surcopur (i.a. Propanil) y Hierbester (i.a.2,4-D) 8.0 +2.0 L/ha de 15 a 20 días después del trasplante cuando las hierbas tengan cuatro hojas.

Fertilización: Se aplica el fertilizante en dos etapas, la primera de 25 a 30 días después del trasplante, una vez que se hayan eliminado las hierbas y la segunda al inicio del primordio panicular, lo cual ocurre en la “zona alta” aproximadamente de 70 a 85 días después del trasplante, dependiendo de la fecha en que éste se realice; en la “zona baja” el primordio panicular inicia de 60 a 75 días después del trasplante. En las dos zonas, entre más temprano se trasplante, mayor tiempo tarda la planta en iniciar la panícula y en alcanzar la madurez.

Las dosis de fertilizantes a aplicar dependerán del grado de fertilidad del agua de riego, como se indica a continuación:

Si el agua de riego es relativamente limpia, en las dos zonas se sugiere aplicar en la primera etapa el tratamiento 120-40-40, para lo cual pueden mezclarse 585 kg de sulfato de amonio o 260 kg de urea, con 90 kg de superfosfato de calcio triple y 70 kg de cloruro de potasio por ha. En la segunda etapa, también en las dos zonas, se sugiere el tratamiento 60-00-00, que se aplica con 300 kg de sulfato de amonio o 130 kg de urea por ha. Si se trata de aguas negras se debe reducir la dosis de nitrógeno, de tal manera que en la primera etapa se aplique el tratamiento 100-40-40; esto se logra con la mezcla de 490 kg de sulfato de amonio o 220 kg de urea, con las mismas cantidades de supertriple y cloruro de potasio indicadas anteriormente por ha. Para la segunda etapa se aplican solamente 244 kg de sulfato de amonio o 110 kg de urea por ha, que corresponden al tratamiento 50-00-00.

Control de enfermedades: La principal enfermedad del arroz en Morelos es la “quema” o “avanamiento del grano”, siguiéndole en importancia la “secadera”, la “mancha café” y “grano manchado”. Las tres primeras enfermedades son causadas por hongos y la última por una interacción hongos-bacteria. Para su prevención es necesario realizar un adecuado tratamiento de la semilla con productos y dosis como los que se mencionaron anteriormente. Aproximadamente al mes y medio antes de la cosecha es conveniente eliminar la maleza presente en los bordos, sobre todo zacates, mediante la actividad conocida comúnmente como “roce de bordos”, consistente en cortar la maleza con machete al ras del suelo, lo que facilita posteriormente la cosecha.

Cosecha: Se realiza una vez que el grano tiene un contenido de humedad entre 22 y 25 %, lo cual, combinado con una buena práctica de secado, permite obtener los mayores porcentajes de granos pulidos enteros en el molino.

Cosecha manual: Este método consiste en segar las plantas casi al ras del suelo y enseguida azotar las panículas sobre los lados interiores de botes arroceros. Esta labor generalmente se inicia a partir de las 6:00 A.M. en la que el contenido de

humedad externa del grano suele ser alto. A medida que transcurre la mañana, y los costales han sido llenados con arroz palay y permanecen por mucho tiempo bajo los rayos del sol, esto altera la constitución física y bioquímica del grano; para evitar que esto ocurra es necesario colocar bajo la sombra los costales que se vayan llenando con arroz palay a través de la cosecha manual.

Cosecha mecanizada: Se realiza una vez que el grano tiene un contenido de humedad entre 22 y 25 %, utilizando máquinas combinadas de tamaño medio de las marcas “Class” o “Janmar”.

Cuadro 8. Costo de cultivo del arroz por hectárea (2016) por el sistema de trasplante bajo riego en las zonas Alta y Baja del estado de Morelos.

Conceptos	Cantidad	Unidad	Costo unitario \$	Costo total \$
a) Preparación del terrero				4,042.50
Barbecho	2	ha	1,155.00	2,310.00
Rastreo	1	ha	840.00	840.00
Corte de tajos	1	ha	472.50	472.50
Aniego	1	ha	420.00	420.00
b) Establecimiento				10,762.50
Desinfección de semilla	1	L	367.50	367.50
Obtención de planta	1	ha	2,100.00	2,100.00
Aborde	1	ha	4,200.00	4,200.00
Trasplante	1	ha	4,095.00	4,095.00
c) Control de malezas				3,077.00
Control químico				
Ronstar (i.a. Oxadiazon)	2	L	577.50	1,155.00
Surcopur (i.a. Propanil)	8	L	136.50	1,092.00
Hierbamina (i.a. 2,4-D)	2	L	100.00	200.00
Aplicación	4	jornal	157.50	630.00
Control manual				
d) Roce de bordos	1	ha	1,200.00	1,200.00
e) Fertilización (180-40-40)				4,021.08
Urea	400	kg	5.88	2,352.00

S. F. C. T.	89	kg	6.30	560.70
KCl	67	kg	7.14	478.38
Aplicación	4	jornal	157.50	630.00
f) Aplicación en embuche				472.50
Omite (i.a.Propargite)	1	L	315.00	315.00
Aplicación	1	jornal	157.50	157.50
g) Riegos	13	ha		2,047.50
Riegos	13	ha	157.50	
h) Cosecha manual	10	toneladas	6,405.00	6,405.00
i) Diversos				9,838.50
Cuota de riego	1	ha	472.50	472.50
Seguro agrícola	1	ha	1,050.00	1,050.00
Pajareo	40	jornal	157.50	6,300.00
Intereses			2,016.00	2,016.00
Total (\$)				41,866.58
Información adicional				
Costo de producción (\$/ha)				41,866.58
Precio medio rural del arroz palay (\$/tonelada)				5,565.00
Rendimiento esperado (t/ha)				10.5
Valor de la producción (\$)				58,432.50
Relación beneficio / costo				1.39

Fuente: (Barrios, 2016)

La relación Beneficio /Costo, es la forma para determinar la rentabilidad de un cultivo como en el caso del arroz, en que B= valor de la producción (VP), menos costos de producción (CP), sobrecostos de producción (CP); por lo tanto $\frac{B}{C} = \frac{VP-CP}{CP} + 1$. (Hernández, 2016b). Como en este caso el cociente fue de 0.39 (Cuadro 9) +1, dan 1.39, esto quiere decir que por cada peso que el productor arrocero invirtió, éste recuperó su inversión y además obtuvo una ganancia de treinta y nueve centavos (\$1.39).

3.2 Siembra directa

En el caso particular del arroz se pretende impulsar la adopción del sistema de siembra directa en surcos, con el que pueden obtenerse reducciones sustanciales en el costo de producción de 20 a 30%, un ahorro en la demanda de agua hasta de un 60% en relación con el sistema tradicional de aborde y trasplante.

Aplicación de la tecnología por estrato de potencial productivo:

Muy bueno: En la zona “alta”. En los municipios de: Cuautla, Ciudad Ayala, Cuernavaca, E. Zapata, Temixco, Jiutepec y Yautepec.

En la Zona “baja”: En los municipios de Puente de Ixtla, Jojutla, Zacatepec, Tlaquiltenango, Tlaltizapán, Amacuzac y Mazatepec.

Bueno: Pequeñas áreas de Tlaquiltenango, Tlaltizapán, Ayala, Puente de Ixtla y Coatlán del Río.

Mediano: Grandes áreas de los municipios de Amacuzac, Mazatepec, Tetecala, Coatlán del Río, Jojutla, Zacatepec, Tlaquiltenango, Tlaltizapán, Xochitepec, Temixco, E. Zapata, Ayala y Cuautla. Las condiciones limitantes para la aplicación de esta tecnología son las siguientes: terrenos con problemas de alta concentración de bicarbonatos con pH alrededor de 8.0, con alta presencia de piedras de gran tamaño o con manto freático muy profundo o terrenos demasiado húmedos o “aguañosos”.

Preparación del terreno: Generalmente se requieren dos barbechos y uno o dos rastreos. No es necesario dejar el suelo finamente preparado ya que la sembradora que se sugiere utilizar tiene una combinación de ganchos con diferente curvatura, lo que permite sembrar adecuadamente aún con terrones de tamaño considerable. En el caso de que se vaya a sembrar en “troncos de caña”, es decir, en terrenos que tuvieron caña de azúcar en el año inmediato anterior, es necesario tener mayor cuidado en la preparación debido a que se forman terrones muy grandes durante el barbecho, consistentes en agregados de partes de tallos, raíces y suelo. En este caso lo que se sugiere es dar los dos barbechos y el rastreo indicados anteriormente y adicionalmente dar un paso final con un arado

rotatorio (“rototiller”). En este sistema es muy importante que el terreno esté lo más parejo posible para asegurar una buena distribución del agua y poder eventualmente inundar de manera uniforme. Por ello es conveniente emparejar el terreno mediante movimientos de suelo con cuchilla para eliminar las áreas altas y bajas dentro del lote. A futuro debe considerarse la posibilidad de nivelar los terrenos con pendiente cercana a cero, o bien emparejar en melgas con pendiente uniforme, con el objeto de tener un mejor control del agua de riego y con ello de las malezas, que son el principal problema de la siembra directa, así como aumentar la eficiencia de los fertilizantes (Barrios, 2015).

Variedades: Se recomiendan las mismas variedades que para el sistema de trasplante: Morelos A92, Morelos A98 y Morelos A2010; sin embargo, la más apta para este sistema es Morelos A2010, que es de paja corta y resistente al acame. Usar semilla certificada para asegurar su pureza genética. Cabe destacar que las primeras dos variedades fueron formadas y liberadas para ser cultivadas por trasplante, por lo que su utilización en siembra directa obliga a un manejo cuidadoso, sobre todo para prevenir problemas de acame temprano; es decir, antes del llenado del grano, especialmente en la “zona baja” el cual provoca porcentajes muy altos de avanamiento. Además, el acame en cualquier etapa dificulta la cosecha mecanizada. Debe tenerse especial cuidado en toda la “zona baja”, ya que por las altas temperaturas que se presentan durante el desarrollo del cultivo, la planta tiende a crecer más que en la “zona alta”, por lo que la posibilidad de acame es mayor. También se debe tener mayor atención en las áreas regadas con agua contaminada, como en los casos de Jiutepec y Emiliano Zapata en la zona “alta”, en donde se utiliza para el riego agua de desecho de CIVAC, y en la zona “baja”, en los municipios de Jojutla y Zacatepec se destina para riego el agua de desecho del ingenio “Emiliano Zapata”. En ambos casos debe procurarse aplicar los riegos más espaciados y no excederse en la aplicación de fertilizante nitrogenado (Barrios, 2015).

Fechas de siembra: Al igual que en el sistema de trasplante, la fecha de siembra en la “zona alta” debe ser más temprana que en la “zona baja”; de la misma

manera, en las dos zonas generalmente se tienen rendimientos más elevados en las fechas tempranas. En la “zona alta” se sugiere sembrar del 1º de febrero al 30 de marzo, y en la “zona baja” del 1º de febrero al 10 de mayo. El mismo día de la siembra adicionalmente la semilla puede ser tratada con 40 g de algún producto comercial que contenga ácido giberélico, preferentemente ProGibb, para 25 kg de semilla de arroz para acelerar la germinación y el desarrollo inicial de las plántulas.

Fertilización en presiembra: Antes de dar el último paso de rastra o del arado rotatorio, se sugiere aplicar fertilizante al “voleo”, de manera uniforme en todo el lote para su posterior incorporación. Se debe aplicar la dosis 20-46-46, para lo cual se mezclan 100 kg de sulfato de amonio o 50 kg de urea, con 100 kg de superfosfato triple y 75 kg de cloruro de potasio, para una hectárea.

Tratamiento de la semilla y siembra: Se utilizan 80 a 100 kg de semilla certificada por ha. La desinfección, como se mencionó anteriormente, consiste en cubrir homogéneamente la semilla ya sea después de que ésta haya pasado por el proceso de su acondicionamiento, para evitar el ataque de plagas o enfermedades o bien el mismo día de la siembra si no proviene de un proceso de certificación de semilla, para lo cual es recomendable realizar el tratamiento. La desinfección puede realizarse con los mismos productos y en la misma forma que se indica para el caso del sistema de trasplante (Barrios, 2015).

Este tratamiento puede realizarse en bidones mezcladores diluyendo los 40 g de producto en 2.0 L de agua y aplicándolo a la semilla de manera uniforme dentro del bidón. Es conveniente tratar la semilla en porciones de 25 kg cada una, ya que con mayor peso se dificulta girar de manera uniforme el bidón. Para una porción de 25 kg de semilla se requieren 375 ml de la mezcla. Se encuentra disponible en el mercado el producto Semevin (i.a. Thiodicarb), insecticida recomendado originalmente para el control de plagas del suelo en gramíneas, del cual se ha observado que cuando se utiliza para tratar la semilla de arroz, funciona como ahuyentador de pájaros. Una alternativa para evitar el “pajareo” en arroz de siembra directa, consiste en tratar la semilla con este producto, el cual puede hacerse junto con la aplicación del ácido giberélico; en este caso, los 40 gr de

ProGibb se mezclan con 1.5 L de Semevin (i.a. Thiodicarb) y 500 ml de agua, para enseguida proceder a tratar la semilla en porciones de 25 kg, de la forma indicada en el párrafo anterior. Es muy importante el uso de guantes de hule para evitar el contacto directo con el insecticida y con la semilla tratada (Barrios, 2015).

Para la siembra se puede utilizar una sembradora terrestre procurando que la semilla quede enterrada de 2 a 3 cm para que pueda emerger rápidamente. El operador del tractor debe tener cuidado de no sembrar a mucha velocidad para que la formación de los surcos y la profundidad de siembra no se vean afectados. La variante a la forma anterior de siembra consiste en reducir la densidad de siembra a 80 kg por ha, y después de sembrar en surcos, distribuir manualmente al “voleo” alrededor de 20 kg más de semilla por hectárea de la forma más uniforme posible. Después de sembrar, se recomienda hacer las rayas para la conducción del agua de riego y drenaje, así como fraccionar el terreno en tajos que no rebasen los 10 metros de ancho, con una longitud acorde a la pendiente del terreno (Barrios, 2015).

Riego de germinación: Es el riego que debe aplicarse con mayor cuidado para no destruir los surcos ni descubrir la semilla. Se realiza inmediatamente después de sembrar, aunque no se han encontrado problemas si el riego se aplica hasta cuatro semanas después de la siembra, el único inconveniente es que se debe “pajarear” durante mayor tiempo; incluso se ha observado que entre mayor tiempo pasa de la siembra al riego de germinación, se da una especie de “vigorización” de la semilla, ya que visualmente se ha detectado en la práctica una germinación y desarrollo inicial más acelerados (Barrios, 2015).

3.2.1 Control de malezas:

Aplicación pre-emergente de herbicida: Es muy importante hacer una aplicación de herbicida antes de la germinación del arroz y de las hierbas, ya que el principal problema de la siembra directa es la alta competencia de las malezas desde las primeras etapas del desarrollo de la planta; por ello se recomienda aplicar 3.0 L/ha de Ronstar (i.a. Oxadiazon) en preemergencia (Barrios, 2015).

Aplicación post-emergente de herbicida: A los 15 días después de la emergencia del arroz, se debe aplicar la mezcla de Surcopur (i.a. Propanil) 8.0 + Garlon (i.a. Tryclopir) 2.0 L/ha. Se ha observado que el sistema de siembra directa tiene el inconveniente que después de un tercer ciclo de cultivo las malezas se hacen más agresivas, por lo que se recomienda que a partir del tercer y cuarto ciclo, se rote con el sistema trasplante o con otro cultivo para romper el ciclo de las malezas (Barrios, 2015).

Fertilización general: 200-46-46 (Barrios, 2015)

Como en presiembra se aplican 20-46-46, por lo tanto las 180 unidades restantes de nitrógeno se distribuirán en el cultivo de la siguiente manera:

En suelos con un nivel medio de fertilidad o regados con agua relativamente limpia, se debe aplicar la dosis 40-00-00 a los 35-40 días después de la siembra, una vez que se haya hecho la aplicación postemergente de herbicida; pueden utilizarse para ello 200 kg de sulfato de amonio o 86 kg de urea por hectárea. La segunda aplicación de fertilizante debe hacerse durante la etapa de amacollamiento activo, con la dosis 80-00-00, es decir, con 390 kg de sulfato de amonio, o usar urea a razón de 175 kg por ha en la zona oriente del estado de Morelos, esto principalmente por los pH de los suelos más cercanos a neutros. La última aplicación debe hacerse al inicio de la panícula, lo cual varía de 90 a 110 días después de la siembra, dependiendo de la fecha en que ésta se realice y de la zona que se trate. En siembras tempranas el inicio de formación de la panícula es más tardado comparado con las siembras tardías y también en la “zona alta” arroceras debido al desarrollo más lento de la planta, el inicio de formación de la panícula se retarda más, en comparación con la “zona baja”. Se aplica la dosis 60-00-00, con 150 kg de sulfato de amonio o 66 kg de urea por hectárea (Barrios, 2015).

En suelos con un nivel alto de fertilidad o regados con agua contaminada, se aplica en las mismas etapas indicadas en la condición anterior, pero reduciendo en 20% la cantidad de fertilizante en cada aplicación, o incluso reducir en mayor proporción en caso de que se observe un crecimiento excesivo de las plantas. En

ambos casos las aplicaciones deben hacerse en “banda” para asegurar una distribución adecuada del fertilizante en las tres hileras de cada surco (Barrios, 2015).

Manejo del agua: Una de las ventajas de la siembra directa en surcos consiste en que permite ahorrar cantidades importantes de agua, en comparación con el sistema tradicional de trasplante. El número de riegos a aplicar dependerá del tipo de suelo, así como de su ubicación y de la cantidad de lluvia que se presente (Barrios, 2015).

Control de plagas: Se recomienda la aplicación del insecticida Omite (i.a. Propargite) en la fase de embuche como preventivo de posibles daños de ácaros sobre todo si la humedad del aire es muy alta durante esta fase del cultivo (Barrios, 2015).

Cosecha: El momento de cosecha es similar al del sistema de trasplante; es decir, debe realizarse cuando la humedad del grano se encuentre entre el 23 a 25%. Como a través de este sistema se pueden establecer mayores superficies arroceras en poco tiempo, al final también se tienen superficies maduras de manera uniforme, a diferencia del sistema de trasplante en donde regularmente se tiene un gradiente de madurez derivado de los tiempos del trasplante. Por otro lado, generalmente la cosecha de los lotes de arroz sembrados directamente se cobra más cara, debido a que los cortadores avanzan lentamente. Esto tiene dos explicaciones: en primer lugar, en siembra directa no se tienen concentrados los tallos en grupos (macollos) como en el caso del trasplante, sino que se encuentran dispersos, lo que dificulta formar los manojos con la mano para después azotarlos en el bote arrocero; en segundo lugar, en la siembra directa se tienen más panículas por unidad de área pero con menos granos, de tal manera que el número de operaciones de corte de tallos y azote en el interior de los botes arroceros es mayor, en comparación con el sistema de trasplante, aun cuando los rendimientos sean similares. Por todo lo anterior, debe preferirse la cosecha mecanizada en todos los casos en las áreas que sea posible (Barrios, 2015).

Manejo post-cosecha: Una vez que se cosecha el arroz en el campo y antes de almacenarlo, es necesario reducir la humedad del grano al 14%, antes de su procesamiento en el molino. La práctica más común consiste en el secamiento en asoleaderos de cemento, por etapas hasta conseguir los niveles de humedad indicados. Los molinos morelenses tienen operando diversos tipos de secadoras mecánicas, con las cuales se efectúa el secado del arroz palay en forma rápida y segura. Si en las bodegas de almacenamiento no hay control de temperatura y humedad y existe fácil acceso a insectos, aves y roedores, se recomienda instalar ventiladores en las bodegas y establecer un programa de control de insectos y roedores. Las especies de insectos que causan daños durante el almacenamiento son: picudo del maíz (*Sitophilus zeamais* Motschulsky), palomilla dorada de los cereales (*Sitotroga cerealella* Olivier), gorgojo de las harinas (*Tribolium castaneum* Herbst) y (*Rhyzopertha dominica* Fabricius) (Barrios, 2015).

Cuadro 9. Costo de cultivo del arroz por hectárea por el sistema de siembra directa bajo riego en las zonas Alta y Baja del estado de Morelos.

Conceptos	Cantidad	Unidad	Costo unitario \$	Costo total \$
a) Preparación del terrero				3,150.00
Barbecho	1	ha	1,155.00	2,310.00
Rastreo	1	ha	840.00	840.00
b) Establecimiento del cultivo				4,462.50
Desinfección de semilla	2	L	735.00	1,470.00
Siembra y corte de rayas	1	ha	1,312.50	1,312.50
Semilla	80	kg	21.00	1,680.00
c) Control de malezas				4,179.00
Preemergencia				
Ronstar (i.a. Oxadiazon)	3	L	577.50	1,732.50
Aplicación	2	jornal	157.50	315.00
Postemergencia				
Surcopur (i.a. Propanil)	8	L	136.50	1,092.00
Garlon (i.a. Triclopyr)	2	L	283.50	567.00
Aplicación	3	jornal	157.50	472.50

d) Fertilización (200-46-46)				4,328.02
Urea	434	kg	5.88	2,551.92
S. F. C. T.	97	kg	6.30	611.10
KCl	75	kg	7.14	535.00
Aplicación	4	jornal	157.50	630.00
e) Control de plagas				472.50
Omite (i.a. Propargite)	1	L	315.00	315.00
Aplicación	1	jornal	157.50	157.50
f) Labores culturales				5,512.50
Riego de germinación	2	jornal	157.50	315.00
Riegos	20	ha	157.50	3,150.00
Redondeo y "Tlamateca"	12	jornal	157.50	1,890.00
Roce de canales	1	jornal	157.50	157.50
g) Cosecha mecanizada	10	toneladas	472.50	4,725.00
Diversos				9,061.50
Cuota de riego	1	ha	472.50	472.50
Pajareo	40	jornal	157.50	6,300.00
Seguro agrícola	1	ha	976.50	976.50
Intereses	1		1,312.50	1,312.50
Total (\$)				35,891.02
Información adicional				
Costo de producción (\$/ha)				35,891.02
Precio medio rural del arroz palay (\$/tonelada)				5,565.00
Rendimiento esperado (t/ha)				9.5
Valor de la producción (\$)				52,867.50
Relación beneficio / costo				1.47

Fuente: (Barrios, 2015)

En este caso el cultivo fue por siembra directa (Cuadro 10), cuyo cociente fue de $0.47 + 1$ de la fórmula, por lo tanto, la relación $C/B = 1.47$; lo que quiere decir que por cada peso que el productor arrocero invirtió, él recuperó su inversión y además obtuvo una ganancia de cuarenta y siete centavos (\$1.47).

3.3 Papel del INIFAP en la producción de arroz en Morelos

En cuanto a los problemas por los que atraviesa el INIFAP, éstos son principalmente de índole presupuestal, ya que al depender del Gobierno Federal, desde la implementación del neoliberalismo en los últimos 36 años, se le han reducido considerablemente los fondos fiscales, y por esta razón han disminuido significativamente las obligaciones que le fueron encomendadas, consistentes en la generación, innovación y transferencia de nuevas tecnologías agropecuarias y forestales a nivel nacional, incluyendo desde luego al cultivo de arroz en el estado de Morelos: Estos problemas han frenado la buena marcha del INIFAP respecto a la investigación, que además atañe la falta de personal. Las alternativas, consisten simplemente en que el nuevo Gobierno Federal abandone el modelo neoliberal y destine mayor presupuesto al INIFAP para que retome sus compromisos y así pueda cumplir en tiempo y forma en el desempeño, objetivos y metas que le ha asignado el Gobierno Federal en beneficio del Campo Mexicano. Por lo que respecta al cultivo de arroz en el estado de Morelos, el INIFAP ha permitido que los productores morelenses sean los más eficientes del país al obtener los más altos rendimientos de arroz palay en el campo.

La tecnología sobre el cultivo del arroz en Morelos que el INIFAP ha desarrollado a través del Campo Experimental Zacatepec, ha consistido en la generación de nuevas variedades con alto potencial de rendimiento, como Morelos A92, Morelos A98 y Morelos A2010 con sus correspondientes sistemas de producción, tecnología de semillas de alta calidad, y calidad del grano. Esta tecnología ha sido transferida y adoptada oportuna y adecuadamente por los productores arroceros de Morelos cuyos resultados evidencian la obtención de los más altos rendimientos de arroz palay de 10 toneladas por hectárea en promedio en algunos casos hasta de 15 toneladas considerados como los más altos de país, contra 5 toneladas a nivel nacional. Estas tres variedades son moderadamente resistentes al acame, resistentes a la enfermedad “avanamiento del grano” causada por el hongo *Pyricularia oryzae*, moderadamente resistentes a la nueva enfermedad “grano manchado” causada por el hongo *Helminthosporium oryzae* en asociación

con otros patógenos, y los granos de las tres variedades poseen buena calidad industrial que ha dado fama al arroz que se produce en esta entidad federativa. Los municipios morelenses donde se cultiva este cereal se indican en el Cuadro 10.

Cuadro 10. Superficie, producción y rendimientos de arroz en 17 de los 33 municipios del estado de Morelos en 2018.

Municipios		Sup. sembrada (ha)	Sup. cosechada (ha)	Sup. siniestrada (ha)	Producción (t)	Rendimiento (t/ha)	PMR (\$/t)
1	Cuautla	295.00	295.00	0.00	3,038.50	10.30	4,556.24
2	Emiliano Zapata	228.00	228.00	0.00	1,472.90	10.30	4,659.48
3	Jojutla	143.00	143.00	0.00	1,472.90	10.30	4,659.48
4	Xochitepec	130.00	130.00	0.00	1,319.5	10.15	4,646.24
5	Temixco	101.00	101.00	0.00	1,020.10	10.10	4,761.36
6	Mazatepec	92.00	92.00	0.00	929.20	10.10	4,688.17
7	Ayala	81.00	81.00	0.00	800.12	9.88	4,600.00
8	Tetecala	43.00	43.00	0.00	438.60	10.20	4,680.50
9	Yautepec	33.00	33.00	0.00	336.60	10.20	3,224.24
10	Jantetelco	28.00	28.00	0.00	274.40	9.80	4,650.00
11	Cuernavaca	21.00	21.00	0.00	214.20	10.20	3,866.29
12	Zacatepec	18.00	18.00	0.00	189.00	10.50	4,617.68
13	Coatlán del Río	16.00	16.00	0.00	160.00	10.00	4,600.00
14	Tlaltzapán	15.00	15.00	0.00	156.00	10.40	4,635.00
15	Tlaquiltenango	10.00	10.00	0.00	102.00	10.20	4,679.10
16	Jiutepec	6.60	6.60	0.00	66.66	10.10	4,199.94
17	Puente de Ixtla	5.00	5.00	0.00	50.00	10.00	4,616.72
		1,265.60	1,265.60	0.00	12,893.38	10.19	4,598.33

Fuente: Anuario Estadístico de la Producción Agrícola, 2018. (SIAP.SAGARPA 2018) Producción arrocería en México por entidades y municipios. Ciudad de México, 2018.

En el estado de Morelos el cultivo de arroz se efectúa a través de dos sistemas: el de trasplante tradicional y el de siembra directa. El sistema tradicional por trasplante es un poco más caro porque todas las labores se efectúan a mano, incluyendo el establecimiento del almácigo, el aborde y el trasplante en el terreno definitivo, y además éste se ocupa por más tiempo, y es mayor el gasto del agua de riego por hectárea; el control de malezas es menos difícil porque cuando se realiza el trasplante éste se efectúa en ausencia de malas hierbas. Por su parte, el

sistema de cultivo por siembra directa es más rápido de establecer porque el bordeo y la siembra se hacen con máquina, el terreno se ocupa menos tiempo y el gasto del agua para riego es menor en alrededor del 50% del que se requiere para el riego por trasplante; sin embargo en el sistema de siembra directa los productores deben tener experiencia en la nivelación de sus terrenos y en control de las malezas ya que al dar el riego de germinación de la semilla de arroz también germinan las semillas de las malezas que se encuentran en la misma e incluso a mayor profundidad del suelo en que se siembra la semilla de arroz.

3.4. Denominación de origen

La denominación de origen se designa a un producto originario de una región específica cuya calidad y características se deben únicamente al medio en que se desarrollan, es una suma de los factores naturales y de producción humana.

Entre la comercialización de un producto con denominación de origen destaca el acceso a los mercados nacionales e internacionales, dado que se debe cumplir con normas oficiales mexicanas que garanticen su calidad; distingue a los productores nacionales en el mercado global y les da un valor agregado por prestigio y distinción, lo que redundará en la preferencia del público consumidor. (Tavitas, F.L. 2018 Comunicación personal).

De acuerdo con información solicitada por el Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial(IMPI) para determinar si era pertinente entregar la Declaratoria de la Denominación de origen al “Arroz del Estado de Morelos”, investigadores del Campo Experimental Zacatepec dependiente del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), técnicos de la Secretaría de Desarrollo Agropecuario del Gobierno del estado de Morelos, y productores e industriales de Morelos, recopilaron información inherente al cultivo del arroz en Morelos con la finalidad de contribuir en el soporte técnico, a través del cual se destacaron las particularidades en el proceso de la producción, los platillos de arroz de la cocina morelense, el esfuerzo y la participación de

productores, amas de casa, industriales y todas aquellas personas que han contribuido en la identificación del “arroz del estado de Morelos”. Además de esto, las condiciones naturales del clima y del suelo en la entidad, el proceso de mejoramiento genético y de las tecnologías de producción que realiza el INIFAP para mantener la calidad de este grano, único por su calidad y con los más altos rendimientos a nivel internacional (INIFAP, 2010).

La denominación de origen “Arroz del Estado de Morelos” ampara al grano palay, moreno o integral, pulido y harina de las variedades: Morelos A 92, Morelos A 98 y Morelos A 2010, las cuales fueron generadas por el INIFAP a través del Campo Experimental Zacatepec.

Características y descripción del arroz del estado de Morelos

Descripción del grano de arroz del estado de Morelos: el color del grano palay es amarillo, pasa a café claro o pardo plateado cuando está sin cáscara, y color crema claro o blanco después de ser pulido. El grano palay contiene la cascarilla o cubierta que presenta una textura ligeramente áspera y esto se debe a la presencia de numerosas ornamentaciones en forma de pequeños compuestos básicamente de sales de sílice, y en un porcentaje no mayor de 15% puede presentar arista; el grano de arroz sin cáscara (cariópside) se conoce con el nombre de “arroz integral” o arroz moreno, está compuesto principalmente por el embrión y el endospermo, la superficie contiene capas muy finas que cubren el embrión y el endospermo; es un grano de color pardo plateado y se caracteriza por tener las capas de aleurona (vitaminas y proteínas) y el embrión está formado por unas hileras de células, las cuales al igual que las células del embrión, son ricas en proteínas y lípidos. Los granos pulidos tienen centro blanco llamado “panza blanca” y ocupa alrededor de 20% de su tamaño, lo cual le da una apariencia opaca en el centro y cristalino en sus dos extremos.

Especificaciones que debe de cumplir el grano de “Arroz del estado de Morelos”.

- El arroz palay debe tener una longitud de 10 mm.
- El arroz integral mayor de 7.5 mm
- El arroz pulido mayor de 7 mm.
- La anchura del arroz debe ser mayor de 3.0 mm.
- El arroz integral es mayor de 2.4 mm.
- El arroz pulido mayor de 2.2 mm.
- El espesor en el arroz palay debe ser mayor de 2.0 mm.
- El integral mayor de 1.7 mm.
- El pulido mayor de 1.5 mm.

Los granos del centro blanco deben representar cuando menos 80% de los granos totales. El contenido de amilosa deberá estar en el intervalo de 24% a 26%; el peso de 100 granos de palay es mayor de 36 gr, en arroz integral mayor de 26 gr y en el arroz pulido mayor de 25 g. Además, en el arroz pulido está presente el centro blanco, es semitranslúcido con un 24 a 26% de amilosa, con una temperatura de gelatinización baja a intermedia y calidad culinaria muy buena.

“El arroz del estado de Morelos” se distingue de otras variedades, ya que el grano es de mayor tamaño comparado con otros arroces y se percibe la presencia de una acumulación visible de almidón en la región central del endospermo conocida comúnmente como “panza blanca”.

Se protege con la denominación de origen a la producción o elaboración del producto y determina la delimitación del territorio de origen, a los caracteres geográficos y a las divisiones políticas. En “El arroz del estado de Morelos”, están considerados 22 de los 33 municipios del estado donde se produce, que son: Amacuzac, Axochiapan, Cuautla, Cuernavaca, Ciudad Ayala, Coatlán del Río, Emiliano Zapata, Jantetelco, Jiutepec, Jojutla, Jonacatepec, Mazatepec, Miacatlán, Puente de Ixtla, Temixco. Tepalcingo, Tetecalita, Tlaltenango, Tlaltizapán, Xochitepec, Yautepec y Zacatepec. Los 22 municipios reúnen las condiciones climáticas como temperatura, humedad y altura sobre el nivel del mar

que son determinantes para el crecimiento y producción del “arroz del estado de Morelos”. Las características del suelo y clima del estado de Morelos en combinación con las características genéticas de las variedades son los principales factores que caracterizan al arroz del estado de Morelos y el factor humano el cual considera la tradición histórica (INIFAP, 2010).

Para la correcta aplicación de la Denominación de origen del “Arroz del Estado de Morelos” un requisito indispensable consistía contar con una Norma Oficial Mexicana (NOM) y considerando que es responsabilidad del Gobierno Federal procurar las medidas necesarias para garantizar que los productos que se comercialicen en territorio nacional contengan los requisitos necesarios con el fin de garantizar aspectos de información comercial para lograr una efectiva protección del consumidor, por tal motivo investigadores, productores e industriales y el Gobierno estatal, desde el año de 2010 cuando se otorgó la Denominación de al “Arroz del Estado de Morelos”, iniciaron los trabajos para desarrollar el anteproyecto de Norma NOM-080-SCFI-2006 “Arroz del estado de Morelos” los cuales concluyeron el 30 de junio de 2015, cuando el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Seguridad al Usuario Información Comercial y Prácticas de Comercio, aprobó la publicación del proyecto de Norma Oficial de la Federación el 7 de noviembre de 2016, con objeto de que los interesados presentaran sus comentarios, dando un plazo de 60 días naturales contando a partir de la fecha de la publicación de dicho proyecto de Norma Oficial Mexicana, la manifestación de impacto regulatorio a que se refiere el artículo 45 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización estuvo a disposición del público en general para su consulta; y que dentro del mismo plazo, los interesados presentaron comentarios sobre el contenido del citado proyecto de Norma Oficial Mexicana, mismos que fueron analizados por el grupo de trabajo, habiéndose realizado las modificaciones conducentes al proyecto de Norma Oficial Mexicana.

Que la manifestación de impacto regulatorio a que hace referencia al artículo 45 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, fue sometida a la

consideración de la Comisión Federal de Mejora Regulatoria, emitiéndose el dictamen total por parte de dicha comisión el 11 de mayo de 2016, que con fecha 28 de noviembre de 2016 el Comité Consultivo Nacional de Normalización establece que las Normas Oficiales Mexicanas se constituyen con el instrumento donde la protección de los integrantes del consumidor, expide lo siguiente: Norma Oficial Mexicana NOM-080-SCFI-2016, “Arroz del Estado de Morelos SINEC 20160905164220707” (INIFAP, 2010).

Capítulo IV. El arroz en Temixco



Figura 10. Municipios que conforman el estado de Morelos; en la parte noroeste se ubica el municipio de Temixco. **(Fuente:** Notas aclaratorias (.../docs/NOTA A2015.pdf) y Anuario Estadístico de la Producción Agrícola, 2018).

4.1 Municipio de Temixco

Etimológicamente proviene de la palabra Tetc = Piedra Miztón Gato, y de la palabra Co= que quiere decir en donde, o lugar de; en conclusión la palabra Temixco significa: “El gato sobre la piedra”.

Se localiza en la parte Noroeste del estado en las coordenadas 18° 51' de Latitud Norte y 99° 14' de Longitud Oeste del Meridiano de Greenwich y a la altitud de 1280 msnm; limita al norte con el municipio de Cuernavaca, al sur con los municipios de Miacatlán y Xochitepec, al noreste con los municipios de Emiliano Zapata y Jutepec, al este con el municipio de Xochitepec, al oeste con el

municipio de Miacatlán y al noroeste con el Estado de México. La distancia aproximada a la capital del estado Cuernavaca es de 10 km.

El municipio de Temixco tiene una superficie de 87,869 km². Los cerros más importantes son: “El aire”, Ajuchitlán, “La Culebra” y Colotepec, cuyas alturas van desde 1,200 a 2,300 msnm. presenta tres formas de relieves, que son: formas accidentadas como barrancas, áreas semiplanas dedicadas a los cultivos, y zonas planas representadas por áreas urbanas. Los escurrimientos y causes que atraviesan el municipio de Temixco de norte a sur y se forman en el municipio de Cuernavaca dan vida al Río Apatlaco, y éste a su vez, recibe las aguas de la barranca de Pilcaya en la colonia Alta Palmira, pasa la corriente llamada “Pilapeña” y en la localidad de Pueblo Viejo, “Las Panocheras”, al poniente se tienen las corrientes del Río Toto o Río Atengo que pasa por los pueblos de Tetlama y Cuentepec con rumbo al poniente del estado. Los ríos con lo que cuenta el municipio de Temixco son el Atengo, El Pollo, Panocheras y Tembembé; y las barrancas son: Colorada, Del Limón, Pilapeña y Seca. La cobertura de este servicio es del 94% y se da a través de 16,978 tomas intradomiciliarias que se abastecen de 16 pozos profundos y un manantial, que son operados por un sistema de agua potable municipal, organismo municipal operador, y por la Dirección General de Agua Potable y Saneamiento. Se caracteriza por contar con 2 zonas alta y baja (Ocampo, 2017-18), que son: templado y sub-húmedo cuya temperatura oscila de 18 a 21°C, semi-cálido con temperatura de 21 a 24°C y cálido semi-húmedo con temperatura de 24 a 28°C. En la cota de 1900 se presenta una precipitación pluvial de 1200 mm anuales, y de las cotas de 1900 a 1500 la precipitación anual es de 1000 mm. El periodo de lluvias se presenta de junio a octubre. Los vientos dominantes ocurren del noroeste al suroeste. El clima semi-cálido y el cálido semi-húmedo que ocurren en primavera-verano son ideales para el cultivo del arroz (Ocampo, 2017-2018).

La flora que predomina en el municipio está constituida principalmente por selva baja caducifolia de clima cálido, la cual se clasifica en diferentes clases, como de ornato (laurel y bugambilia), medicinales (albahacar, epazote), hortalizas, arroz y

frutales (limón níspero). La fauna existente en este municipio es variada, la cual se clasifica por especies como mamíferos (conejos, zorrillos), reptiles (coralillo, iguanas), aves (urraca copetona, lechuza), entre otras. El cultivo de arroz es de suma importancia en las áreas planas del municipio (Ocampo, 2017-2018). La riqueza natural es de tipo mineral como la extracción de arena, que se ha convertido en una de las actividades más importantes en la industria de la construcción; las minas de arena se ubican en las Lomas del Carril y en Alta Palmira; también existen algunos yacimientos calcáreos que se localizan en los ejidos de Pueblo Viejo y Tetlama, los cuales no han sido explotados (Ocampo, 2017-2018).

Esta región, geológicamente, está asentada sobre rocas sedimentarias e ígneas de origen volcánico correspondiente al periodo cuaternario, las rocas están representadas por depósitos arenosos, conglomerados, basaltos y calizas entre otros. Los tipos de suelos de este municipio van desde los arcillosos y arenosos siendo éstos de tipo Vertisol. El municipio cuenta con una superficie aproximada de 87.8.km², de los cuales en forma general se utilizan 13,262 hectáreas para uso agrícola, 5,676 hectáreas para uso pecuario y 5 hectáreas para uso industrial (Ocampo, 2017-2018).

La tenencia de la tierra se puede dividir en 2,651 hectáreas de uso ejidal, 2,900 comunal y 1,515 de propiedad privada (Ocampo, 2017-2018).

El urbanismo constituido por inmobiliarias y comercios y hasta oficinas del gobierno del estado de Morelos, ha invadido las tierras del municipio de Temixco, principalmente las que se ubican a los lados de carreteras, incurriéndose incluso en actos de corrupción permitidos por el gobierno estatal en la compra-venta de terrenos, en su afán de captar impuestos permitiendo que los compradores de terrenos hagan lo que quieran. (Ocampo, 2017-2018).

4.2 Ejido de Temixco

En agosto de 1921 un grupo de vecinos de Temixco solicitaron al Gobierno del Estado que les dotara de tierras suficientes para satisfacer sus necesidades agrícolas.

A estos les fue dotado una superficie de tierra, distribuidas de la siguiente manera: 150 has de terrenos de riego y 6,600 has de pasto, que deberían tomarse de la Hacienda de Temixco.

Pero sin incluir en la dotación el polígono urbanizado de la Congregación de Temixco, dando posesión de las tierras a los vecinos de esta Congregación el 18 de diciembre, concedidas por la resolución provisional del C. Gobernador del Estado.

Finalmente el 8 de mayo de 1924 siendo Presidente de la República el General Álvaro Obregón se da la resolución sobre la dotación de ejidos, en donde se reafirma la resolución provisional dictada por el C. Gobernador Dr. José G. Parres el 16 de septiembre de 1921, indicando que las comunidades ejidales e indígenas deben ser las beneficiadas.

Temixco tiene cinco ejidos en Alta Palmira y la cabecera Municipal que es ejido, también aproximadamente en Temixco y Acatlipa se ha urbanizado la tercera parte es ejido con tierras agrícolas Tetlama como un 75% de superficie es agrícola el resto es de colonias y desarrollo urbano.

Y en Cuentepec conserva toda su vocación agrícola aunque sea de temporal la mayoría aunque tiene una pequeña cantidad de tierras agrícolas de riego al margen del río pero son muy pocas.

4.3 Situación actual del arroz en el municipio de Temixco

El cultivo de arroz en el municipio de Temixco llegó a cobrar gran importancia ya que hubo tres industrias arroceras, una en la ex-Hacienda de Temixco, propiedad del Sr. Francisco Álvarez Vázquez, otra del Sr. Bartolo Huicochea Bobadilla y otra del Sr. Isidoro Jarillo Horcasitas. Cuando el arroz registró un excelente en casi todo el municipio, ya que se compraba por sacos o costales hasta de 50 kg, y en esa forma los productos tenían liquidez para el sustento de la familia y para pagar a los jornaleros que trabajaban en el establecimiento del cultivo (aborde y trasplante) y en la cosecha. En algunos lugares del municipio el arroz palay se descascaraba con mortero y luego se limpiaba de la cascarilla para cocinarlo y consumirlo. (Entrevista personal con familiares de los propietarios de los molinos, 2018).

Sin embargo, en la década de los años 80 las tres industrias dejaron de funcionar debido principalmente a lo obsoleto de sus equipos por lo que sus propietarios cerraron sus molinos para dedicarse a otras actividades. El molino más importante era el de la ex-Hacienda, el cual actualmente es un centro turístico denominado “Balneario ex-Hacienda de Temixco”, donde no obstante, todavía existe la infraestructura. En el domicilio del Sr. Bartolo Huicochea Bobadilla se conservan vestigios de lo que fue la bodega, y en el domicilio del Sr. Isidoro Jarillo Horcasitas, recientemente se construyeron algunas viviendas.

En el municipio de Temixco la producción agrícola alcanza una superficie anual de 50 hectáreas bajo riego de arroz y áreas minifundistas de rosales de flor de corte, algunas plantaciones de nardo y maíz; anteriormente también se cultivaban hortalizas pero debido a la contaminación del agua ya no se permite éstas. En algunos lomeríos aledaños se cultivan en condiciones de temporal sorgo, maíz y cacahuate; los dos primeros para autoconsumo y algunas ventas a avicultores de la región, y el cacahuate para su venta en los tianguis del municipio o en Cuernavaca. Los productores arroceros del municipio de Temixco son 24.

4.4 Recursos naturales para la producción

A). Agua. En el municipio de Temixco se cuenta con el agua del río Apatlaco, pero este recurso cada vez es más escaso ya que los afluentes del río han disminuido, en esas condiciones se aprovecha el agua de las plantas tratadoras que viene de los drenajes de Cuernavaca, así como los drenajes que no están conectados a la planta. Además de ser poca el agua, está mal utilizada ya que los campesinos establecen sus cultivos de arroz por medio del bordeo artesanal e inundan el cultivo en todo el ciclo del cultivo por lo que desperdician mucha agua. Les falta capacitación para establecer y manejar el cultivo por riegos periódicos para ahorrar agua; si el arroz se manejara por riegos periódicos se ahorrarían grandes volúmenes de este recurso, través de cuyo método se ha demostrado que se puede obtener muy buena cosecha, siempre y cuando se realice una adecuada nivelación del terreno que implica un eficiente manejo del agua, y un oportuno control de las malas hierbas; sin embargo algunos productores inundan sus cultivos de manera constante para reducir la infestación de malezas lo que ocasiona que se desperdicie mucha agua.

A parte del arroz en el municipio de Temixco también se cultivan con riego el maíz, rosal, nardo y frijol; el maíz principalmente en poca superficie para elote así como tomate de cáscara y recientemente en algunos terrenos que cuentan con agua se ha iniciado la siembra de pastos para jardinería; en condiciones de temporal en lo que queda de terreno cultivable, se siembra sorgo, algo de maíz, frijol, calabaza y cacahuate. Así es que de no ser rosas y pastos, no hay otra alternativa económica para el arroz; no obstante algunos productores también han incursionado en el cultivo de hortalizas como jitomate y pepino en invernadero; sin embargo los resultados no han sido buenos, y por ello actualmente la mayoría de los invernaderos están abandonados.

b). Tenencia de la tierra. La superficie media de tierra cultivable en el municipio de Temixco es de 2 hectáreas; los ejidatarios poseen para cultivar de 0.5 a 2.0 hectáreas. Algunos productores que consiguen mayores superficies bajo rentas con sus vecinos, llegan a sembrar hasta 10 hectáreas por lo que obtienen

mayores volúmenes de producción, pero la mayoría siembran áreas muy reducidas de hasta media hectárea, quienes son muy competitivos porque cosechan altos rendimientos hasta 12 toneladas por hectárea y son éstos quienes más aportan a la industria arrocera morelense.

c). Suelos. Los suelos de Temixco son vertisoles de buena calidad, los cuales por su capacidad de retención de la humedad y predominantes en las áreas planas de este municipio son los más adecuados para el cultivo de arroz; sin embargo debido a la constante urbanización se está acabando con ellos, de tal manera que si sigue esta situación va a llegar el día en el que ya no va a haber superficies para la siembra de arroz, ya que quedan pocas tierras sujetas de riego para uso agrícola; máxime que con la modificación del Artículo 27 de la Constitución de los Estados Unidos Mexicanos por el Sr. Carlos Salinas de Gortari, los ejidos de acuerdo con la reglamentación perdieron la restricción de venta, lo que abrió la posibilidad de vender los predios, aunque no se hayan cubierto los requisitos. Cuyos dueños han estado vendiendo sus predios a las inmobiliarias principalmente para comercios, así como a los fraccionadores y a especuladores de la urbanización. Actualmente se está dando la batalla en las asambleas ejidales para que ya no hagan más ventas a las inmobiliarias; sin embargo, varios ejidatarios quieren vender sus tierras pero otros se resisten y conservan sus parcelas; no obstante, lamentablemente cada día la urbanización ocupa más terrenos.

4.5 Financiamiento

Para que los productores puedan acceder a créditos por parte de la Financiera Nacional de Desarrollo Agropecuario, Rural Forestal y Pesquero (FND) para la producción de arroz, tienen que cumplir con una serie de los 18 requisitos siguientes^(*)

- 1) Presentación de la solicitud de crédito, 2) Registro Federal de Causantes, 3) Identificación oficial, 4) CURP, 5) Comprobante de domicilio, 6) Certificado agrario, 7) Escritura pública, 8) Contrato, 9) Recibo de agua de riego, 10) Carta de

compromiso de compra, 11) Referencias comerciales, 12) Copia del contrato, 13) Seguro agrícola, 14) Firma de consentimiento por parte de la esposa del solicitante, 15) Contratar un prestador de servicios para la corrida financiera, 16) Firma con un Notario Público, 17) Cuenta bancaria, y 18) No estar en un buró de crédito. Lamentablemente este modelo de financiamiento por parte de la FND, está delineado para agricultores con poder económico, mientras que para productores minifundistas como en el caso de la mayoría de los productores arroceros, cuando finalmente el crédito ya ha sido autorizado por la FND, por lo general ya se ha pasado la fecha de siembra.

4.6 Organización

En los años 60 y 70 del siglo pasado, los ejidos morelenses trabajaron en completa armonía con la industria arrocera. De acuerdo con testimonios de ejidatarios y arrendistas no se recuerda que se haya reclamado el precio del arroz que pagaban a los productores; y además en cuanto entregaban su cosecha a los molinos, éstos liquidaban a los productores a más tardar a los ocho días; el pago por las cosechas era justo y suficiente; la única organización que existía era la del ejido. Se trabajaba durante seis meses y con el crédito recibido el productor sostenía a su familia y fomentaba la economía del núcleo ejidal en el campo durante el ciclo del cultivo de arroz; ésta era la parte noble del crédito.

El cultivo de arroz se rotaba eficientemente con el de la caña de azúcar, y esta rotación permitía a los ejidatarios obtener ingresos modestos pero alcanzaban para vivir con cierta tranquilidad; sin embargo con el paso del tiempo esta situación se deterioró drásticamente, sobre todo a partir de la Apertura Comercial de la Agricultura mediante convenios o tratados del gobierno federal, la cual ha afectado a los productores de granos básicos, entre éstos a los arroceros.

Para tratar de contrarrestar esta situación, ha sido necesario implementar un proceso de organización tendiente a que las instituciones cambiaran las reglas relacionadas con el Artículo 127 en materia de la Ley Agraria, habiéndose propuesto que los productores se organizaran en Sociedades de Producción Rural

y Uniones de Sociedades de Producción Rural; estas organizaciones desde que comenzaron sus actividades tuvieron algunos problemas, ya que de tres Uniones de Sociedades de Producción Rural que se constituyeron una desapareció, por lo que actualmente quedan dos Sociedades pero lamentablemente trabajan con muchos problemas, como falta de recursos económicos, apatía o morosidad. A la Sociedad de Producción Rural Arroceros de Acatlipa pertenecen 13 productores (Acta de Asamblea, 2014).

En el municipio de Temixco, existen las Sociedades de Producción Rural Arroceros de Acatlipa y otra de Floricultores (cultivo de rosales). No obstante a nivel regional se cuenta con la Unión de Sociedades de Producción Rural Arroceros de la zona Poniente de Morelos, la cual tiene incorporadas a 15 Sociedades de Producción Rural; sin embargo aunque ésta comenzó trabajando bastante bien, sobre todo cuando el arroz tenía un precio aceptable, en la actualidad a medida que fue depreciándose el precio del producto, poco a poco fue disminuyendo su operatividad, de tal forma que estas Sociedades dejaron de sembrar arroz y consecuentemente fue disminuyendo la superficie arrocera, y como los campesinos productores no tenían capacidad para el manejo de la industria, ésta se fue acabando hasta llegar el punto de quiebra. Lamentablemente los directivos cometieron varios errores al no poner vigilancia en el almacén del arroz para su venta, así como en el sistema de financiamiento se presentaron deudas con los créditos a los productores, y estas anomalías contribuyeron que lamentablemente se llegara a la situación actual.

La Sociedad de Producción Rural “Arroceros de Acatlipa” que pertenece al Municipio de Temixco, es la que se inscribió en el Registro Agrario Nacional pero venció en 2017, y actualmente no está en funciones, estuvo integrada por 13 productores.

4.7 Producción y procesamiento del arroz

4.7.1 Producción

a) Semilla de arroz para siembra. Las semillas básicas y registradas de las variedades de arroz que se cultivan en el municipio de Temixco, las produce el Instituto Nacional de Investigaciones, Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) a través del Campo Experimental Zacatepec bajo la supervisión del Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS), pero las vende a los molineros para que éstos produzcan semilla certificada, también bajo los lineamientos del SNICS. Lamentablemente de esta manera, aparte de que encarece la semilla tiene cautivo al productor, ya que también es parte del crédito que proporciona, otros cargos que hace incluyendo los de tipo administrativo como los intereses que le carga al productor y por ello se eleva el costo de crédito. Además de que los molineros tienen el control de la semilla certificada de las variedades y las entregan a los productores como parte del crédito, esto conlleva los intereses el costo administrativo. Algunos productores para evitar esta situación guardan parte del grano de la cosecha anterior como si fuera semilla certificada para su siembra en los siguientes dos ciclos primavera-verano y otoño-inverno y algunos hasta en el tercer año; sin embargo, debido a que se ha observado que las variedades se degeneran y se pierde su pureza genética; al respecto el INIFAP ha tratado de convencer a los productores a que dejen de aplicar esta práctica; y para reforzar esta idea se ha recomendado organizar a los productores en una Sociedad de Producción Rural (SPR), para que mediante el asesoramiento de técnicos semillistas, la SPR produzca la semilla certificada de buena calidad necesaria y que contribuya a bajar costos de producción, y lo más importante, no depender de los industriales molineros que tienen cautivos a los productores arroceros.

b) Insumos

Los insumos agrícolas utilizados en el proceso productivo de arroz, son los fertilizantes, las semillas mejoradas, insecticidas y herbicidas. Los costos de los

insumos, por lo general en cada ciclo aumentan su precio; sin embargo, para que éstos sean más accesibles a la mayoría de los productores en la actualidad se está tratando de realizar las compras consolidadas a través de la SPR; sin embargo, dicha Sociedad no se ha consolidado debido a la apatía de muchos productores del municipio de Temixco quienes lamentablemente persisten en la individualización.

Fertilizantes

Con respecto a los fertilizantes, éstos son considerados una sustancia o mezcla de ellas, que contenga elementos útiles como nitrógeno, fósforo y potasio (NPK) para la nutrición y desarrollo de las plantas. Afortunadamente en el municipio de Temixco no ha existido escasez de éstos, ya que los pueden adquirir en cualquier época durante el ciclo del cultivo de arroz, a pesar de que los costos son más elevados de un año a otro debido a la tasa de la inflación que se registra en nuestro país. Además de los fertilizantes tradicionales que contienen nitrógeno, fósforo y potasio, como el sulfato de amonio, superfosfato triple de calcio y el cloruro de potasio, respectivamente, también se usan otros tipos de productos como sulfato ferroso, que es un corrector de carencias de fierro así como otros micronutrientes, los cuales se aplican al suelo o a las plantas para prevenir anomalías en su desarrollo normal; estos productos son abonos con sustancias orgánicas o inorgánicas naturales o sintéticas, los cuales constituyen elementos nutritivos indispensables en las plantas. Los fertilizantes o abonos orgánicos proceden de residuos animales o vegetales que contengan los porcentajes mínimos de materia orgánica y nutrientes, y que estos sean publicados en las listas de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). En el caso de los insumos para el arroz, todas las recomendaciones en su mayoría son aceptables, con excepción de algunos de éstos como los fertilizantes, en los cuales el productor puede optar por utilizar otras alternativas que le ofrezcan mayor rendimiento como en el caso de algunos productores, quienes por su cuenta y riesgo aplican otras dosis con las cuales obtienen rendimientos de 12 y 13 toneladas de arroz palay por hectárea.

Actualmente se pretende que se usen fertilizantes orgánicos, sobre todo para reducir los costos de producción, o la combinación de fertilizantes químicos y orgánicos, sobre los cuales ya se han realizado algunas pruebas en parcelas de algunos productores. Incluso, mediante el uso de algunos productos biológicos como el “Azospirillum” se ha obtenido buenos resultados; sin embargo, no todos los productores están convencidos de hacerlo. Por lo que se refiere a la aplicación de fertilizantes foliares, éstos tampoco han convencido a la mayoría de los productores arroceros.

Herbicidas

Entre los agroquímicos más utilizados en el cultivo de arroz, sin duda son los herbicidas para el control de malezas, ya que la infestación de éstas es altamente favorecido por las condiciones de humedad que prevalece en el arrozal durante casi todo el ciclo del cultivo de arroz aunado a que el arroz no es cultivo de escarda, por ello las diferentes especies de malezas siempre están en competencia con las plantas de arroz por humedad, nutrimentos, espacio y radiación solar. El herbicida Propanil mezclado con Hierbamina en dosis de 6 litros del primero más un litro del segundo por hectárea, aplicados oportunamente, controla las malezas constituidas por zacates, coquillos y hierbas de hoja ancha. Cuando en los arrozales se presentan constantes flujos (generaciones de “zacate pinto” (*Echinochloa colona* L.) durante el ciclo del cultivo de arroz, en este caso es necesario recurrir a la aplicación del herbicida “Furore Super”, el cual es sistémico y por esta característica sus efectos en dicha son lentos pero seguros. Por lo general a través de dichas aplicaciones y un buen manejo del cultivo de arroz, los productores tienen garantizada una buena cosecha superior a 10 toneladas por hectárea.

Problemas toxicológicos

Asperjando con sumo cuidado los herbicidas que controlan las malezas que infestan al cultivo de arroz no han causado problemas toxicológicos en la gente;

sin embargo, por lo que se refiere a los envases vacíos que quedan en el campo, estos sí constituyen un problema de salud porque generan residuos que se van acumulando. La Dirección General de Sanidad Vegetal, perteneciente a la SAGARPA, es la encargada de la Capacitación sobre el Manejo de los Plaguicidas que incluye el cuidado que debe tenerse con los envases; lamentablemente casi nunca se le ve en el campo haciendo su labor correspondiente. Al respecto se comenta que en el municipio de Temixco se instaló una jaula para que ella se depositaran los envases vacíos de plaguicidas, pero la jaula siempre está vacía, por ello se considera que para que esta actividad sea eficiente se requiere la intervención de la Secretaría de Salud, de la Secretaría de Educación Pública y Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, para que todas coadyuven en esta actividad.

4.7.2 Manejo del cultivo

En el manejo agronómico del cultivo de arroz gran parte de las actividades las realizan los propios productores, y de ahí obtienen el sustento por medio del crédito; sin embargo, en la adecuación del terreno (trazo de tajos, aborde, canales y drenes) y en el trasplante participan otros jornaleros que son los “abordadores” y los “trasplantadores”, respectivamente, quienes en la actualidad escasean y además representan un alto gasto para los productores porque tienen que trasladarse desde las comunidades de Cuentepec y Coatetelco, y cuando hay mayor demanda de éstos hay que ir a buscarlos hasta Tlaquiltenango o Tlatizapán de la región sur. Esta situación en la actualidad se ha convertido en un grave problema porque estos jornaleros se han hecho más exigentes en sus reclamos, porque algunos incluso condicionan que los interesados los vayan a traer a sus lugares de origen o si no que se les paguen sus pasajes. Exceptuando las labores de adecuación y del trasplante, el resto de las labores las realizan los productores arroceros a través de su propia mano de obra, por ejemplo limpian los canales para que el agua fluya adecuadamente, rozan los bordos interiores de las melgas los cuales por lo general se infestan de malezas durante todo el ciclo del cultivo de arroz, también rozan los carriles y simultáneamente vigilan que los trabajos de

campo se realicen de manera correcta, y en las etapas de llenado y maduración del grano previas a la cosecha, ahuyentan a los pájaros como el “tordo charretero” y la urraca que suelen causar daños severos y reducir los rendimientos.

4.7.3 Cosecha

La cosecha se efectúa de manera artesanal a mano a golpe de bote para que se desprenda el grano de las panículas, en cuya labor se utiliza mano de obra; esta actividad se realiza a temprana hora del día, pero su avance aunque es seguro porque se aprovecha todo el grano de cada mata pero es muy lento. Al respecto se comenta que para cosechar en forma rápida y económica desde hace algunos años se ha promovido la cosecha con máquina combinada sin embargo algunos productores no querían aceptarla porque se tiraba mucho grano y porque perjudicaba su parcela por las zanjas de dejaban las llantas que son de gran diámetro y anchura; no obstante actualmente se han ido corrigiendo dichos problemas y por eso un gran porcentaje de arrozales ya se cosechan con máquinas combinadas cuyas tolvas facilitan el acarreo del arroz palay a las orillas de las parcelas donde esperan los camiones con redilas cerradas donde vacían el grano a granel.

4.7.4 Post-cosecha

Los granos de arroz palay son tan frágiles y susceptibles como los granos de otras especies, de ahí que debe tenerse mucho cuidado con su manejo para no afectar su integridad. Generalmente el arroz se cosecha con un contenido de humedad de alrededor del 24%, la cual mediante el proceso de secado se reduce a 14%; esta reducción aunque es paulatina deteriora la condición fisiológica y estructural del grano, que se expresa como una merma en el rendimiento de granos pulidos enteros en el procesamiento molinero. Para entender por qué se afecta la calidad molinera del grano, es necesario recordar que el arroz palay es un ser vivo, que respira y realiza numerosas actividades fisiológicas a través del intercambio de humedad y temperatura del ambiente; y cuando el arroz palay está encostado sigue respirando, en cuyo proceso además del intercambio de gases, el grano

desprende calor que incrementa la temperatura ambiental, generándose un círculo vicioso que incide en el deterioro de su estructura física; y además de este fenómeno ocurre otro de gran importancia aunque imperceptible, que consiste en la mineralización de las proteínas que se inicia cuando la temperatura es superior a 45°C. Por todo lo anterior, para evitar efectos nocivos del sobrecalentamiento del palay dentro de los costales, además es necesario evitar que los costales con arroz palay queden más tiempo bajo los rayos del sol.

Dada la importancia que para el molino significa conservar la calidad física y el rendimiento de granos pulidos enteros, se recomienda colocar los costales llenos con arroz en un lugar sombreado para evitar que el grano sufra mayor deterioro. En el caso de la post-cosecha del arroz, las normas que se deben manejar para el traslado del arroz palay a los molinos deben cumplirse satisfactoriamente evitando que el arroz recién cosechado permanezca mucho tiempo en el campo y en cuanto llegue al molino los empleados no deben tardar tanto en vaciar los costales para iniciar su secamiento.

4.7.5 Secado

4.7.5.1 *Secado natural*

La reducción del contenido de humedad del arroz palay se realiza durante el día para el aprovechamiento de los rayos solares; este proceso llamado “asoleo” como se le conoce localmente, consiste en una serie de fases secuenciales, donde el trabajador “asoleador”, requiere de resistencia física, conocimientos prácticos, disciplina y armonía en sus movimientos. Este método todavía se aplica en los molinos procesadores de Morelos al principio de la cosecha, aunque poco a poco se ha venido sustituyendo por el uso de secadoras mecanizadas, con las cuales se aumenta la rapidez de secado aunque no se pueda decir lo mismo en relación a su eficiencia, ya que no se obtienen los mismos resultados en cuanto a la calidad del arroz en comparación con un buen “asoleo”. Aun cuando la calidad industrial del arroz resultante del secado tradicional es buena, esta puede ser mejorada mediante ligeros cambios o adaptaciones. Es común y casi inevitable

que durante las maniobras de secado los trabajadores pisen el grano, lo cual debilita su constitución física. Durante el proceso de secado la temperatura del pavimento del asoleadero suele alcanzar hasta 45°C, la cual provoca fisuras en el endospermo que se reflejan en la disminución del rendimiento de granos pulidos enteros y de sus propiedades alimenticias. Para evitar que esto ocurra, se recomienda delimitar el área destinada para el “asoleo” y barrer las orillas con mayor frecuencia; paralelamente es necesario amortiguar la incidencia de los rayos solares sobre el grano y sobre el piso del “asoleadero”, que puede lograrse colocando una malla de nylon (tipo invernadero) a la altura de 2 a 3 m o más, con una abertura que proporcione el 30% de sombra.

4.7.5.2 Secado artificial

El uso de secadoras tiene el objeto principal de secar mayores volúmenes de arroz palay por unidad de tiempo, lo cual normalmente se cumple; sin embargo el secamiento mecánico presenta algunos inconvenientes, como la reducción de fuentes de trabajo, y si el equipo no se maneja de forma adecuada, resultado puede reflejarse en la disminución de la calidad molinera del grano.

Es común observar en los diferentes molinos de arroz, no sólo de la región central, sino de la mayoría de los que operan en la República, que desde el inicio del secado se aplica aire caliente al grano; esta situación se agudiza cuando se acumulan las recepciones del arroz palay con alta humedad de campo en las instalaciones del molino. Esto, en cierta medida es lógico, ya que el molinero tiene que optar por incrementar la temperatura, aunque sacrifique el rendimiento de granos enteros, o de otra manera correr el riesgo que el grano germine en los costales. Para reducir este problema, es necesario programar las cosechas para evitar que la cantidad de arroz palay que ingresa al molino supere la capacidad de las secadoras; de igual forma se recomienda iniciar el proceso de secado circulando aire a temperatura ambiente para eliminar el agua circundante, y propiciar mejores condiciones para que ocurra una adecuada cristalización de los almidones. Cuando el arroz palay contiene una humedad inferior al 14%, el grano

soporta mayor temperatura ya que entre más seco se encuentre, tolerará mayor temperatura en el secado.

4.8 Almacenamiento

Por lo general los mayores volúmenes de arroz palay en los molinos instalados en el estado de Morelos ocurren en un periodo de 2 a 3 meses, en cuyo lapso el arroz palay recibido debe secarse inmediatamente. Después de lo cual una parte importante se almacena para procesarse posteriormente, especialmente durante los meses en que no se recibe arroz palay del campo. La conservación del grano seco en el almacén es difícil ya que durante la mayor parte del año se presentan temperaturas superiores a 30°C y en varios meses la humedad relativa excede del 80%, la cual propicia el desarrollo y propagación de patógenos e insectos de los granos almacenados.

Por lo que respecta a plagas de insectos, su control correctivo sin una base técnica puede resultar costoso e ineficaz, y peor aún, por la toxicidad de los insecticidas que se apliquen para ello, se pone en riesgo la salud de los consumidores y la de los encargados de su aplicación y manejo, por lo que es necesario efectuar investigaciones que permitan determinar los factores que influyen en el deterioro del grano, la manera en que las plagas actúan y los daños que éstas causan al arroz; suele suceder que se determina fumigar cuando se encuentren volando algunos insectos en una zona específica, que con frecuencia puede tratarse de insectos terciarios que se estén desarrollando en un foco de calentamiento del arroz y que grano esté pudriéndose, lo cual puede resolverse eliminando el grano en descomposición, y así se evita el gasto y contaminación innecesaria del grano. Por tal motivo es necesario entrenar a los encargados de las áreas de molino y almacenamiento, sobre la identificación y manejo de las plagas de almacén. Se recomienda controlar la temperatura y la humedad del interior de los almacenes de las bodegas de los molinos arroceros del estado de Morelos para mantener el grano en condiciones óptimas para su procesamiento en el momento que se requiera y poder consumirse en forma normal.

4.9 Industrialización

4.9.1 Descascaramiento

La eliminación de las glumas o cascarilla se realiza mediante el uso de máquinas descascaradoras, las cuales a través de la presión que producen los rodillos de goma que giran en el mismo sentido pero con diferencia de velocidades de giro de uno y otro, propician el desprendimiento y eliminación de la cascarilla; para que esto se efectúe el arroz palay debe tener un contenido de humedad del 13 al 14%, de lo contrario puede incrementarse el número de granos quebrados desde esta fase. No existe un intervalo de humedad que pueda generalizarse para todas las variedades, sin embargo, se puede decir que los valores óptimos de humedad del arroz palay fluctúan en dicho rango. Para incrementar la eficiencia del descascarado se recomienda verificar periódicamente los determinadores de humedad mediante el método de “estufa” para así poder realizar el proceso de descascarado con el contenido óptimo de humedad.

4.9.2 Separador paddy (“mesa paddy”)

Los productos del descascaramiento son la cascarilla y el grano sin cáscara conocido como “arroz moreno” o integral que deberían salir del proceso uno y otro por separado, sin embargo esto no ocurre en forma normal, ya que muchos de los granos palay sobre todo los más pequeños o delgados, pasan por la máquina sin que se les eliminen las glumas y consecuentemente se mezclan con el “arroz moreno”. Para separarlos, se recurre al principio de la diferencia de peso específico entre el arroz con cáscara y el “arroz moreno” a través del equipo denominado “mesa paddy”; el proceso consiste en que la mezcla de “arroz moreno” con los arroces palay se pasa a la “mesa paddy” en donde mediante el vaivén de la máquina se eliminan las impurezas, como partículas finas de cáscara, granos rotos, etc., y simultáneamente separa el grano de arroz en tres grupos: 1) palay, 2) palay y “arroz moreno” y 3) “arroz moreno”; enseguida el arroz palay se

regresa a la descascaradora, la mezcla de palay y “arroz moreno” se puede regresar a la mesa, y el “arroz moreno” pasa a la pulidora. Al salir de la descascaradora, el porcentaje de grano descascarado y de grano con cáscara debe corresponder a una relación no mayor de 4:1 equivalente al 80% de grano descascarado y 20% de grano con cáscara); si la mesa “paddy” trabaja eficientemente entonces debe bajar la proporción de grano con cáscara hasta valores de 3 a 5%, independientemente de la eficiencia del modelo o de la antigüedad de la “mesa paddy”. En vista de que la máquina posee numerosos huecos donde pueden desarrollarse algunas especies de insectos u hongos, es necesario mantener un programa de limpieza continua para evitar su proliferación.

4.9.3 Pulido del arroz

Como la preferencia del público consumidor se orienta por la apariencia física del grano, más que por su valor nutritivo, el arroz que se expende debe ser blanco y lustroso. Para lograr este aspecto, el grano debe ser sometido a un tratamiento mecánico de pulimento, que consiste en eliminar las capas externas de salvado del “arroz moreno” o integral, el cual contiene proteínas, vitaminas y lípidos. Al eliminar esta capa, que es de aspecto grasoso y color gris plata y a veces rojizo, el grano resultante queda blanco; es necesario calibrar la pulidora según los objetivos, asegurándose que en el arroz descascarado ingrese a la pulidora limpio de impurezas; para un adecuado pulimento se requiere del empleo de una máquina pulidora de alta eficiencia, como es el caso del tipo “Vertijet” o el uso de dos o tres pulidoras cilíndricas colocadas en serie; estas máquinas deben estar calibradas para medir la velocidad de la circunferencia del carro rotatorio para granos de naturaleza blanda, semi-blanda y dura. En las máquinas pulidoras por lo general ocurre el problema de proliferación de insectos, debido a que constantemente se acumula harina, tanto en los alveolos como en los diferentes huecos y canales de comunicación de los equipos. La pulidora y los conductos asociados deben instalarse en sitios limpios y tener el mayor cuidado de constante limpieza para evitar la propagación de plagas y tener precaución de que durante el envasado se cuecen insectos o restos de éstos en forma accidental.

4.9.4 Clasificación del grano

Durante el proceso de pulido de “arroz moreno” se eliminan las capas de salvado, pero simultáneamente, debido a la fricción, varios de los granos se quiebran; por lo tanto, es necesario hacer una rigurosa separación de los materiales resultantes, que incluyen polvo, salvadillo, granillo, medio grano, grano tres cuartos y grano entero. Para lograr la separación de los granos enteros de los sub-productos se usan básicamente dos mecanismos: 1) las zarandas que por lo regular tienen dos cribas, la superior, donde se eliminan partículas de mayor anchura que el grano pulido como semillas de maleza, arroz palay; etc., y la inferior, que separa partículas finas como granillo y polvo; 2) equipo con cilindros, cuyo interior posee cavidades alveolares con dimensiones de acuerdo al tamaño de granos quebrados que se deseen separar.

4.10 Comercialización

La comercialización de la cosecha del arroz se realiza a través de los molinos de procesamiento que operan en el estado de Morelos, los cuales adquieren de los productores el arroz palay, lo secan, lo descascaran, lo pulen y finalmente lo envasan según sus marcas para su venta al mercado; en última fase es donde se dispara el precio, ya que como se ha comentado anteriormente, los industriales compran el arroz palay a \$5,200.00 la tonelada, quienes después de su procesamiento molinero, venden el arroz blanco en el mercado en \$23,500.00 por tonelada.

4.10.1 Trato con los molinos

En el estado de Morelos existen cinco molinos de arroz, tres del sector social, y dos molinos del sector privado; sus marcas son las siguientes: Cuautla: Unión de Sociedades de Producción Rural Arroceros de Oriente de Morelos (Arroz Buenavista); actualmente hace una liquidación de tu cosecha a nombre del productor por \$5,650.00 la tonelada pero la paga a \$5,400.00 con el argumento

que es un descuento por flete cuando al productor le dice que no se cobra el flete; la cual ha venido trabajando los últimos años con 112 productores; la Sociedad de Producción Rural Arrocera “Flor India” de Emiliano Zapata trabajó con 92 productores pero quebró por deudas con los bancos mercantiles funciona como Sociedad de Producción Rural; la Sociedad de Producción Rural Arrocera de Puente de Ixtla: (Arroz soberano) viene trabajando con 85 productores; en algunos años ha tardado para pagar a los productores desde 6 meses hasta casi un año, y a pesar de que es una empresa privada recibe recursos de gobierno a través de los programas de apoyo; la Unión de Sociedades de Producción Rural de la Región Sur en Jojutla ha trabajado con 64 productores; su marca es Molino de arroz San José que resultó afectado por el sismo del 2017, trabaja menos de su capacidad y enfrenta muchas deudas.. Por lo que se refiere a la Arrocera “Garza de Oro” en Coatlán del Río funciona con apenas con apoyo de la producción que cosecha en 40 hectáreas; tiene poca capacidad de molienda y es una empresa privada. Los cinco molinos en conjunto, en 2015 procesaron alrededor de 6,000 toneladas de arroz palay; sin embargo, debido a deudas financieras, recientemente cerró el molino “Flor India” de Emiliano Zapata, mientras que los otros cuatro trabajan con problemas administrativos y legales. Por ejemplo el molino de Puente de Ixtla (Arroz soberano) en 2017 se tardó en pagarles el arroz palay a los productores más de seis meses; la Arrocera Buenavista de Cuautla tiene demanda legal de la “Sociedad Plan de Ayala”, y el molino de Jojutla está sin operar debido a daños de su infraestructura por el sismo del 19 de septiembre de 2017 así como por deudas que también tiene con varios productores de arroz de la región sur; por lo tanto el único molino que actualmente está trabajando normalmente es “Garza de Oro” de Coatlán del Río, aunque las industrias que no han dejado de hacerlo con todo y deudas, son: Arrocera de Puente de Ixtla y Arrocera Buenavista de Cuautla, las cuales a pesar de pagar el arroz palay a precios bajos, en algunos años liquidan a los productores hasta en seis meses, o hasta que comienza el siguiente ciclo de producción; también se comenta el caso especial de que en el ciclo primavera-verano 2017, el gobierno del estado de

Morelos le tuvo que prestar dinero a la Arrocera de Puente de Ixtla, para poder pagar el arroz palay a los productores.

Con respecto a esta situación, se comenta que los arroceros industriales de otros estados, como por ejemplo los del estado de Veracruz, compran el arroz palay a un precio un poco más alto que el precio que los industriales pagan a los productores morelenses, pero tienen un límite del volumen de adquieren; y en otros estados arroceros como Colima y Jalisco, cuyos industriales anteriormente adquirirían arroz palay en Morelos, en la actualidad debido a la crisis económica por la que atraviesa el país, recientemente decidieron importar arroz palay del extranjero, pero como se les ha ido cerrando el mercado por la competencia, para comercializar sus arroces blancos se han visto obligados a bajar sus precios de venta. Con relación a este problema, en el estado de Morelos recientemente se presentó el caso del molino “Flor India” de la localidad de Emiliano Zapata, empresa que llegó a vender arroz Morelos blanco hasta en \$17,000.00 la tonelada debido a eso quebró; en cambio el molino Buenavista de Cuautla ha mantenido su precio de venta en \$20,000.00 la tonelada se mantiene en operación.

Con relación a la comercialización del arroz Morelos, se comenta que anteriormente la región de El Bajío, que incluye parte de los estados de Querétaro, Guanajuato y Michoacán, constituía un mercado seguro, pero éste se fue acabando, ya que en la actualidad es difícil vender ahí, por lo que se está recurriendo a la Central de Abastos de la Ciudad de México, así como a otras alternativas para incrementar las ventas; una de éstas consiste en la propuesta de algunos industriales molineros en que el arroz Morelos se venda en una sola marca por los cuatro molinos, sin embargo esta propuesta no ha sido aceptada por los representantes de las industrias que procesan mayores volúmenes de arroz quienes prefieren mantener sus marcas, y esta negativa lamentablemente afecta a los productores por lo que así no pueden obtener mejores precios.

En épocas pasadas en que no se tenían problemas de comercialización, el arroz palay producido en el estado de Morelos se vendía a estados de Colima, Jalisco y

Veracruz, sin embargo como en la zona centro del estado de Jalisco cuyas condiciones climatológicas son similares a las del estado de Morelos, se establecieron parcelas de validación con las variedades de la serie Morelos, y como éstas tuvieron buena respuesta en la actualidad siembran esos arroses con los cuales los productores jaliscienses obtienen buenos rendimientos por lo que se perdió ese mercado; se decía que se hace una competencia desleal al arroz del estado de Morelos, pero como estamos inmersos en un sistema de libre comercio en el mercado nacional y por eso hay libre competencia por lo tanto es válida esta situación; con respecto a Colima y Veracruz, sólo de vez en cuando adquieren un número determinado de toneladas de arroz Morelos, principalmente del molino Buenavista de Cuautla.

A pesar de lo anterior, a través de esta investigación se sugiere que la Secretaría de Economía debería hacer un estudio completo sobre cuánto les toca ganar a los productores arroceros por su trabajo, y cuánto le corresponde a la industrialización y a la comercialización del producto, tal como sucede en el caso del cultivo de la caña de azúcar. *A priori* se estima que para equilibrar el precio que se les debe pagar a los productores del arroz palay, cuando menos debe ser de \$6,120 la tonelada como recientemente lo anunció el gobierno federal. Este acuerdo sin duda estimulará a los productores arroceros morelenses a impulsar el cultivo lo que redundará en que los molinos procesadores que operan en la entidad se afiancen en sus actividades de procesamiento y comercialización, y simultáneamente continúen representando fuentes de trabajo dignas y remunerativas.

4.10.2 Costos

Entre los costos de producción cada año son más altos los herbicidas como el Propanil y el Esteron que son los más de aplican para el control de las malas hierbas en el cultivo de arroz; la dosis de fertilizante con la que se fertiliza al cultivo es la que recomienda el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícola y Pecuarias del control de Investigación Regional Pacífico Sur del Campo

Experimental Zacatepec. El costo del cultivo de arroz en el municipio de Temixco, Mor., ha tenido un incremento significativo, en este sentido se considera importante analizar su estructura, ya que éstos son altos en relación con otras actividades agrícolas. En la estructura de los costos se debe incluir la tenencia de la tierra ya que en el municipio existe un alto porcentaje de arrendatarios; esto, aunado al tipo de tecnología empleada que incluye un importante uso de insumos, y aunque los rendimientos son considerados como los más altos del mundo con promedios de 10 toneladas por hectárea; sin embargo, la relación costo/beneficio (B/C) es reducida. En el balance de costos, el valor de la inversión es hasta de \$50,000.00 por hectárea, y si el productor siembra fuera de las fechas recomendadas o hace un deficiente control de las malezas entonces su rendimiento puede ser de menos de 10 toneladas por hectárea, puede tener números rojos (costo beneficio negativo) ya que el precio medio rural del arroz palay es de \$ 5,000.00 por tonelada. Se comenta que el H. Ayuntamiento de Temixco apoya con 750 kg de fertilizante arrocero y con 10 litros de herbicida por hectárea, que significan modestas ayudas, ya que en realidad el costo de inversión es alto, el cual actualmente es de alrededor de \$50,000.00 por hectárea.

Los productores minifundistas demandan una planeación de mediano y largo plazo que permita la asignación de recursos y apoyos requeridos con base en las prioridades requeridas claramente referidas y resistentes sobre todo a los cambios de orientación política el gobierno y los legisladores deben orientar las nuevas políticas hacia una administración de resultados y no por procesos como se ha hecho tradicionalmente esto requiere procesos de planeación flexible que involucren a los actores de la cadena en su conjunto en las etapas del diseño e implantación de dichas políticas una vez consensuadas y aceptadas por todos con el objetivo principal es crear una política para la recuperación de los cultivos de granos básicos de la agricultura familiar y minifundista sea equitativa y de largo plazo que permita aumentar los ingresos de los pequeños productores y la supervivencia de ellos en el sector rural. Que esto sirva además de arraigo a sus comunidades y fomento a un asunto muy importante consistente en que se ha descuidado el relevo de los trabajadores del campo, ya que la mayoría de los

jóvenes trabajadores viven en comunidades indígenas y por limitaciones de apoyos a la producción como una política equivocada del neoliberalismo, algunos de ellos se están dedicando a otras actividades en las ciudades como albañilería, servicios de jardinería, etc., pero lo peor de todo, es que varios de ellos han tomado el camino de actividades antisociales.

Recomendaciones

La transferencia de la tecnología generada por el INIFAP ha influido en que los productores arroceros de este municipio constituyan un grupo muy conocedor de cada una de las labores relacionadas con el cultivo de arroz, tanto por el método tradicional de trasplante, como por el de siembra directa.

La tierra del área del municipio de Temixco que aún se cultiva es de buena calidad, cuyos rendimientos de arroz por hectárea son aceptables; sin embargo, debido al modelo de mercado que prevalece, debido a que se carece de una campaña que oriente a que el arroz Morelos se consuma a nivel nacional y por ello los productores apenas obtienen beneficios muy reducidos que apenas medio alcanzan para subsistir y a veces ni eso, por lo que algunos productores se ven obligados a dedicarse a otras actividades.

La buena fama del arroz Morelos por su alta calidad culinaria ha recibido varios premios internacionales, así como la “Denominación de origen” distinción otorgada al arroz Morelos por el Instituto Mexicano de la Propiedad Intelectual (IMPI) dependiente de la Secretaría de Economía (SE) que es reconocido como el mejor arroz del mundo; sin embargo, en el mercado nacional representa apenas el 2% de la demanda.

Los trabajadores que realizan el aborde aunque por lo general son de los más viejos, en una semana pueden abordar dos hectáreas; sin embargo cada día es más son escasa en el municipio de Temixco la gente que puede efectuar este tipo de trabajo y por eso se tienen que contratar en las localidades de Tlaquiltenango o

Tlaltizapan. Por lo que se refiere a los trasplantadores, éstos radican en los poblados de Cuentepec y en Coatetelco; este caso es más grave porque la mano de obra es más escasa y si queda alguna superficie sin plantar no les importa, ya que estos trabajadores con el menor pretexto se van a Cuernavaca a trabajar en la albañilería.

La situación anterior, más los altos precios de los insumos, inciden en que los costos de producción se eleven considerablemente; de ahí que es imperativo insistir en la siembra directa que es un poco más económica para poder competir con los arroces importados, sin embargo se requiere que los productores sean capacitados en este sistema debido a su manejo es más complejo que el sistema tradicional de trasplante.

Pareciera que en la Cadena de la Producción-Procesamiento-Comercialización, la administración del procesamiento del grano absorbe un alto porcentaje del precio final, ya que el industrial le paga al productor \$5,300.00 la tonelada de arroz palay, pero aquel vende el arroz procesado hasta en \$30.00 el kg. No obstante, a últimas fechas el nuevo Gobierno Federal ha prometido el restablecimiento de los precios de garantía de los básicos entre éstos el del arroz, que a partir de 2019 será de \$6,120.00 por tonelada de arroz palay.

La ventaja del método tradicional consiste en que en la adecuación del terreno que incluye el trazo de tajos y melgas así como el aborde siguiendo el nivel del agua, con lo que se logra un mejor control del riego y consecuentemente de las malezas, pero la desventaja es que el terreno se tiene más tiempo ocupado y requiere de mayores volúmenes de agua; en cambio la ventaja del sistema de siembra directa consiste en que el terreno se tiene menos tiempo ocupado, pero exige que el terreno esté bien nivelado para lograr un adecuado manejo del agua de riego para reducir la lámina neta en el cultivo y consecuentemente lograr un eficiente control de las malas hierbas. Sin embargo, como varios productores de Temixco carecen de equipo para la nivelación de sus terrenos prefieren el método tradicional de

trasplante, pero se recomienda hacer el mejor uso consuntivo del agua cuya tendencia es a escasearse debido a la reducción del caudal del río Apatlaco.

Los productores arroceros del municipio de Temixco dependen de las empresas molineras establecidas en Morelos para la adquisición de semilla para siembra. Se recomienda que los productores con mayor experiencia establezcan programas de producción de semillas certificadas de las variedades recomendadas para desligarse de esta situación y reducir el precio de la semilla; sin embargo los productores líderes deben ser adiestrados en las técnicas sobre producción de semillas de alta calidad.

La población que produce el arroz Morelos en el campo en su mayoría es de la tercera edad; además, no hay relevo generacional y no está organizada. Se requiere motivar y organizar a productores jóvenes para que afiancen el cultivo de arroz en el municipio de Temixco.

El sector arrocero debe orientar sus estrategias en primer lugar hacia tres horizontes:

- a). Generación de energía con la cascarilla y la paja.
- b). Producción de arroces altamente diferenciados para el mercado interno y para el mercado internacional.
- c). Aceites y derivados para la industria alimentaria; d). Productos químicos para la industria de alto valor agregado.

Bibliografía

- Abdel-Mohdy F A., S. Abdel-Halim E., M. Abu-Ayana Y. & M. El-Sawy S. 2009. Rice straw as a new resource for some beneficial uses. *Carbohydrate Polymers* 75 (1). pp: 44-51.
- Acta de Asamblea General Extraordinaria de la Sociedad de Producción Rural “Arroceros de Acatlipa” 2014, 6p.
- Andrus J. and A. F. Mohamed, 1958. *The Economy of Paquistan*. Oxford University Press. pp: 41-43.
- Ansoff H. 1976. *Strategies for Diversification*, Harvard Business Review. 35(5). pp: 113-124.
- Balan V., L. da Costa Sousa., P. Chundawat S., R. Vismeh R., D. Jones A. & E. Dale B. 2008. Mushroom spent straw: a potential substrate for an ethanol-based biorefinery. *Journal of industrial microbiology & biotechnology*. 35(5). pp: 293-301.
- Anuario Estadístico de la Producción Agrícola, 2018. (SIAP.SAGARPA 2018) Producción arroceras en México por entidades y municipios. Ciudad de México, 2018.
- Barrios G., E J. 2015. Paquetes tecnológicos para el cultivo de arroz en el estado de Morelos. **En**. Hernández A L., L. Tavitás F. y P. Alberto C. 2015.
- Barrios G. E.J. 2016. Tecnologías y sistemas de producción en las regiones y entidades arroceras. Morelos. **En**. El arroz en México. Libro técnico No. 14. SAGRPA-CONACYT-INIFAP. pp: 2012-2021.

- Paquetes Tecnológicos para el cultivo de arroz en México. SAGARPA-INIFAP-CIRPAS-CONACYT-CE-Zacatepec, Morelos. Folleto Técnico No. 87. pp: 38-51. ISBN 978-607-37-0419-9.
- Binod P., R. Sindhu R., R. Singhania R., S. Vikram., L. Devi., S. Nagalakshmi & A. Pandey. 2010. Bioethanol production from rice straw: an overview. *Bioresource technology*. 101(13). pp: 4767-4774.
- Brunstein I., 1994. Uma proposta de modelagem econômica de processos com produção de produtos conjuntos. In *Anais do 10º Congresso Brasileiro de Engenharia Química*, São Paulo: USP, 1149-1152.
- Brunstein I. & H. Tomiya E. 1995. Modelo econômico de empresa sucroalcooleira. *Gestão & Produção*. 2(3). pp: 264-280.
- Chang T T. 1976a. rice *In: Evolution of Crop Plants* (Ed. N. W. Simmonds). Longman Group Ltd. London. pp: 98-104.
- Chang T T. 1976b. *Manual Genetic Conservation of Rice Germplasm, Evaluation and Utilization*; International Rice Research Institute, Los Baños, Laguna, Philippines. pp: 1-11.
- Chang T T. 1990. *Rice Genetics. A summary of genetic postulates* IRRI-Training Course of Genetic Evaluation and Utilization (GEU). Los Baños Lagunas Philippines. 27 p.
- Chandrasekhar S A T H Y., G. Satyanarayana K., N. Pramada P., P. Raghavan P & N. Gupta T. 2003. Review processing, properties and applications of reactive silica from rice husk—an overview. *Journal of materials science*. 38 (15). pp: 3159-3168.

- Chapagain A K & Y. Hoekstra A. 2011. The blue, green and grey water footprint of rice from production and consumption perspectives. *Ecological Economics*. 70(4). pp:749-758.
- Chatterjee S., y J. Singh. 1999. Are tradeoffs inherent in diversification moves?. A simultaneous model for type of diversification and mode of expansion decisions, *Management Science*. 45(1). pp: 25-41.
- Chávez-Murillo CE., J. Wang Y., Quintero-Gutiérrez AG. and Bello-Pérez LA. 2011. Physicochemical, Textural, and Nutritional Characterization of Mexican Rice Cultivars. *Cereal Chemistry*. 88(3). pp: 245-252.
- Cruz M. & M. Polanco. 2014. El sector primario y el estancamiento económico en México. *Problemas del desarrollo*, 45(178). pp: 9-33.
- Davis R y G. Thomas L. 1993. Direct estimation of synergy: A new approach to the diversity-performance debate”, *Management Science*. 39(11). pp: 1334-1346.
- Diep N Q., K .Sakanishi., N. Nakagoshi.,S. Fujimoto & T. Minowa. 2015. Potential for rice straw ethanol production in the Mekong Delta, Vietnam. *Renewable Energy*. 74. pp: 456-463.
- Dirección General de Normas (DGN). 2005. Norma Mexicana del Arroz; Productos alimenticios no industrializados para uso humano-cereales-arroz pulido (*Oryza sativa* L.) Especificaciones y métodos de prueba (NMX-FF-035-2005), México, D. F.
- El Mekawy A., L. Diels., H. De Wever & D. Pant. 2013. Valorization of cereal based biorefinery byproducts: reality and expectations. *Environmental science & technology*. 47(16). pp: 9014-9027.

- Esa N M., B. Ling T., & S. Peng L. 2013. By-products of rice processing: An overview of health benefits and applications. *Journal Rice Research*. 1(107). 2 p.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 1997. El estado mundial de la agricultura y la alimentación. 1997. "Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, 12 de Mayo. <http://www.fao.org/docrep/w5800s/w5800s00.htm>. [Consultado el 01 de septiembre de 2015].
- Fusi A., J. Bacenetti., S. González-García., A. Vercesi .,S. Bocchi & M.Fiala. 2014. Environmental profile of paddy rice cultivation with different straw management. *Science of the Total Environment*. 494. pp: 119-128.
- Gadberry M S., A. Beck P & A. Gunter S. 2007. Review: Rice Milling Coproducts as Feedstuffs for Beef Cattle. *The Professional Animal Scientist*. 23(4). pp: 309-315.
- Galarza-Mercado JM., U. Miramontes-Piña., D. Muñoz-Pérez and P. Gómez-Galeana. 2010. Situación actual y perspectiva del arroz en México 1990-2010. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), 124 p.
- Glaszmann J C. 1986. A varietal classification of Asian cultivated rice (*Oryza sativa* L.) based on isozyme polymorphism. *In: Rice Genetics*. IRRI. Los Baños, Filipinas. pp: 83-90.

- Guo HC., B. Chen .,L. Yu X.,H. Huang G., L. Liu ., H. Nie X. 2006. Assesment of cleaner production options for alcohol industry of China. Journal of cleaner production. 14. pp: 94-103.
- Hernández A L. 1992. El arroz; Nuevos rumbos en su cultivo (primera parte) Cuadernos de nutrición, material coleccionable; Vol. 15, No. 6 Nov.-Dic); SIN-0186-3274. 21 p.
- Hernández A L., L. Tavitas F. y P. Alberto C. 2015. Paquetes Tecnológicos para el cultivo de arroz en México. SAGARPA-INIFAP-CIRPAS-CONACYT-CE-Zacatepec, Morelos. Folleto Técnico No. 87. 85 p. ISBN 978-607-37-0419-9.
- Hernández A L. 2016a. Situación actual del cultivo de arroz en México. **En**. Hernández-Aragón, L y L. Tavitas-Fuentes (Eds). 2016. El arroz en México, Instituto Nacional de Investigadores Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional Pacífico Sur. Campo Experimental Zacatepec. Libro Técnico No. 14, Zacatepec, Morelos. Capítulo I, pp: 1-5.
- Hernández A L. 2016b. Glosario y Acrónimos. **En**: Hernández-Aragón, L y L. Tavitas-Fuentes (Eds). 2016. El arroz en México, Instituto Nacional de Investigadores Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional Pacífico Sur. Campo Experimental Zacatepec. Libro Técnico No. 14, Zacatepec, Morelos. Capítulo XVIII, p: 474.
- Hernández A L., L. Tavitas F., P. Alberto C., J A. Jiménez Ch. y R. López L. 2016. Tecnologías y sistemas de producción de arroz en México. **En**. Hernández-Aragón, L y L. Tavitas-Fuentes (Eds). 2016. El arroz en México, Instituto Nacional de Investigadores Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional Pacífico Sur. Campo

Experimental Zacatepec. Libro Técnico No. 14, Zacatepec, Morelos.
pp: 182-245.

Hertrampf J W., & F. Piedad P. 2000. Rice By-Products. In *Handbook on Ingredients for Aquaculture Feeds* (pp: 351-363). Springer Netherlands http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-94-011-4018-8_37.

Hugot E. 1996. Handbook of Sugar Cane Engineering. Elsevier Science Publisher Sugar Series 7, Amsterdam The Netherlands. 1166 p.

INIFAP (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias) 2012. Características botánicas, agronómicas y de la calidad del arroz del estado de Morelos. Documento entregado al Instituto Mexicano de la Propiedad Intelectual (IMPI) a través del Campo Experimental Zacatepec; (febrero de 2012), 29 p.

INIFAP (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias) 2018. Plan Nacional de Investigación Agropecuaria y Forestal en México; Sección Granos Básicos. (Inédito).

Ireta-Paredes A. DR., LE. Garza-Bueno., JS. Mora F y BV Peña O. 2011. Análisis de la competitividad de la cadena del arroz (*Oriza sativa* L.) con enfoque CADIAC, en el sur de Morelos, México. *Agrociencia*. 45(2). pp: 259-265.

Kadam K L., H. Forrest L. & A. Jacobson W. 2000. Rice straw as a lignocellulosic resource: collection, processing, transportation, and environmental aspects. *Biomass and Bioenergy*. 18(5). pp: 369-389.

- Kamm B., & M. Kamm. 2004. Principles of biorefineries. *Applied microbiology and biotechnology*. 64(2). pp: 137-145.
- Kato S., H Kosaka and S. Jara. 1928 On the affinity of rice varieties as shown by fertility of hybrid
- Khush S G. 2000. Taxonomy and origin of rice; *In: Aromatic Rices*; Oxford & IBH Publishing Co. Pvt. Ltd.; ISBN 81-204-1420-9; New Delhi-Calcuta, India. pp: 5-9.
- Lim J S., A. Manan Z., H. Hashim & RW. Alwi S. 2014. Synthesis of a sustainable integrated rice mill complex. *Journal of Cleaner Production*. 71. pp: 118-127.
- Lim J S., A. Manan Z., RW. Alwi, S & H. Hashim. 2013a. A multi-period model for optimal planning of an integrated, resource-efficient rice mill. *Computers & Chemical Engineering*. 52. pp: 77-89.
- Lim J S., A. Manan Z., H. Hashim & RW. Alwi S. 2013b. Towards an integrated, resource-efficient rice mill complex. *Resources, Conservation and Recycling*. 75. pp: 41-51.
- Mahadevamma S., & N. Tharanathan R. 2007. Processed rice starch characteristics and morphology. *European Food Research and Technology*. 225(3-4). pp: 603-612.
- Moraes, C. A., Fernandes, I. J., Calheiro, D., Kieling, A. G., Brehm, F. A., Rigon, M. R., & Osorio, E. 2014. Review of the rice production cycle: By-products and the main applications focusing on rice husk combustion and ash recycling. *Waste Management & Research*. 32(11). pp: 1034-1048.

- Morinaga T.1954. Classification of rice varieties of the basis of affinity. *In: Reports for 5th Meeting International Rice Comissions Working Party of Rice Breeding.* Ministry of Agriculture and Forestry, Tokio. pp: 1-4.
- Muñoz M. 1993. La agroindustria en México, problemas y perspectivas. En *alternativas para el desarrollo agroindustrial* compilado por Horacio Santoyo y Manrubbio Muñoz. UACH CIESTAAM. 351 p.
- Oka H I. 1988. Origen of cultivated Rice. Japan Scientific Societies Press Tokio.
- Ocampo DJ. 2017-18. Historia de Temixco, Morelos. **En:** Dirección de Cultura, Artes y Oficios. Mimeógrafo 18 p.
- Patil S B., & K. Khan M. 2011. Germinated brown rice as a value added rice product: A review. *Journal of Food Science and Technology.* 48(6). pp: 661-667.
- Porteres R.1956. Veilles de 1^o Afrique intertropicale. Centres d´ origine et de diversification varietale primaire et berceaux d" agriculture antérieurs au XV émesiécle. L "Agronomic Tropicales, V. pp: 458-507.
- Ramanujam V and VP. Rajan. 1989. Research on Corporate Diversification: A Synthesis. *Strategic Management Journal.* 10 (6). pp: 523-551.
- Riveros HP. 2004. La Diversificación desde la Teoría de Recursos y Capacidades, *Cuadernos de Estudios Empresariales.* 14. pp: 87-104.
- Rumelt R P. 1982. Diversification Strategy and Profitability *Strategic Management Journal.* 3(4). pp: 359-369.

SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). 2014. Importa México el 80% de arroz para solventar su consumo: SAGARPA. Delegación Federal en Colima. Boletín de prensa. BP-102-14. <http://www.sagarpa.gob.mx/Delegaciones/colima/boletines/2014/noviembre/Documents/2014B102.PDF>. [Consultado el 10 de septiembre de 2015].

Salin V. 2000. *Structure of the Mexican Rice Industry: Implications for Strategic Planning* (Doctoral dissertation, Texas A&M University). Texas Agricultural Market Research Center (TAMRC).

Schwenteius, R. R. y Gómez C. Ma. (1999). El TLCAN y la competitividad de la agricultura mexicana: El caso del arroz. Comercio Exterior. 49 (10). pp: 911-920.

Sharma S D. 1980. Conservation of rice genetics resources in Africa. *In: Crop Genetic Resources in Africa*. International Institute of Tropical Agriculture. Ibadan, Nigeria. pp: 178-183.

Shiun L J., H. Hashim., A. Manan Z & SR. Wan A. 2011. Optimal design of a rice mill utility system with rice husk logistic network. *Industrial & Engineering Chemistry Research*. 51(1). pp: 362-373.

SIAP (Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera). 2015. Producción agropecuaria y pesquera. <http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-cultivo/> (2014). [Consultado el 06 de septiembre de 2015].

SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera), 2016. Producción de arroz en México en el año 2015. SAGARPA, México, D.F.

- SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera), 2017. Producción de arroz en México en 2016. SAGARPA, México, D.F.
- Solheim W G H.1972. An earlier agricultural revolution. *Scient. Am.* 226 (4). pp: 34-41.
- Solleiro J L. 1993. Desarrollo tecnológico en la agroindustria. Alternativas para el desarrollo agroindustrial. Compilado por Horacio Santoyo Cortes y Manrubio Muñoz Rodríguez, UACH-CIESTAAM 1era edición México. 351 p.
- Solleiro J L. 2005. Competitiveness and Innovation Systems: the Challenges for Mexico's Insertion in the Global Context. *Technovation.* 25. pp: 1059-1070.
- Solleiro J L y H. Castañón R. 2008. Gestión de la innovación tecnológica en pymes agroindustriales chihuahuenses. *Revista mexicana de agronegocios.* Cuarta Época. 12(23). pp: 681-694.
- Tsai W T., K. Lee M & M. Chang Y. 2007. Fast pyrolysis of rice husk: Product yields and compositions. *Bioresource Technology.* 98 (1). pp: 22-28.
- Van Mele P. 1998. Alternative Uses of Rice By-Products in Vietnam. *Humus News,* 14(1). pp: 2-3.
- Yoo S H., Y.Choi J., H. Lee S & T.Kim. 2014. Estimating water footprint of paddy rice in Korea. *Paddy and water environment.* 12 (1). pp: 43-54.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

Jefatura de programas educativos de posgrado



FACULTAD DE CIENCIAS
AGROPECUARIAS

"2019, a 100 años del asesinato del General Emiliano Zapata Salazar"

Cuernavaca, Mor., a 5 de abril de 2019.

M. en C. JOSÉ EDUARDO BAUTISTA RODRÍGUEZ
DIRECTOR DE LA FACULTAD DE CIENCIAS
AGROPECUARIAS Y DESARROLLO RURAL
P R E S E N T E.

Por medio del presente informo a Usted que después de revisar el trabajo de tesis titulado: **SITUACIÓN ACTUAL DEL ARROZ EN TEMIXCO, MORELOS** que presenta: **ING. DAVID CASTILLO MARINO**, mismo que fue desarrollado bajo la Co-dirección de la **DRA. ELSA GUZMAN GOMEZ** y el **DR. LEONARDO HERNÁNDEZ ARAGÓN** y que servirá como requisito parcial para obtener el grado de **Maestro en Ciencias con Rama Terminal en Desarrollo Rural**, lo encuentro satisfactorio, por lo que emito mi **VOTO DE APROBACIÓN** para que el alumno continúe con los trámites necesarios para presentar el examen de grado correspondiente.

Sin más por el momento y agradeciendo de antemano su valiosa colaboración, quedo de usted.

Atentamente
Por una humanidad culta
Una universidad de excelencia

DR. OSCAR GABRIEL VILLEGAS TORRES
Comité Evaluador

C.i.p. Archivo

Av. Universidad 1001 Col. Chamilpa, Cuernavaca Morelos, México, 62209.
Tel. (777) 329 70 46, 329 70 00, Ext. 3211 / fagropecuarias@uaem.mx

**UA
EM**

Una universidad de excelencia

RECTORÍA
2017-2023



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

Jefatura de programas educativos de posgrado



"2019, a 100 años del asesinato del General Emiliano Zapata Salazar"

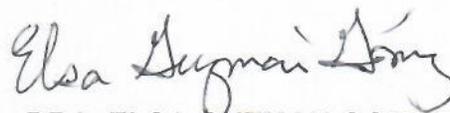
Cuernavaca, Mor., a 5 de abril de 2019.

M. en C. JOSÉ EDUARDO BAUTISTA RODRÍGUEZ
DIRECTOR DE LA FACULTAD DE CIENCIAS
AGROPECUARIAS Y DESARROLLO RURAL
P R E S E N T E.

Por medio del presente informo a Usted que después de revisar el trabajo de tesis titulado: **SITUACIÓN ACTUAL DEL ARROZ EN TEMIXCO, MORELOS** que presenta: **ING. DAVID CASTILLO MARINO**, mismo que fue desarrollado bajo mi Co-dirección con el **DR. LEONARDO HERNÁNDEZ ARAGÓN** y que servirá como requisito parcial para obtener el grado de **Maestro en Ciencias con Rama Terminal en Desarrollo Rural**, lo encuentro satisfactorio, por lo que emito mi **VOTO DE APROBACIÓN** para que el alumno continúe con los trámites necesarios para presentar el examen de grado correspondiente.

Sin más por el momento y agradeciendo de antemano su valiosa colaboración, quedo de usted.

Atentamente
Por una humanidad culta
Una universidad de excelencia


DRA. ELSA GUZMAN GOMEZ
Comité Evaluador

C i p. Archivo



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

Jefatura de programas educativos de posgrado



"2019, a 100 años del asesinato del General Emiliano Zapata Salazar"

Cuernavaca, Mor., a 5 de abril de 2019.

M. en C. JOSÉ EDUARDO BAUTISTA RODRÍGUEZ
DIRECTOR DE LA FACULTAD DE CIENCIAS
AGROPECUARIAS Y DESARROLLO RURAL
P R E S E N T E.

Por medio del presente informo a Usted que después de revisar el trabajo de tesis titulado: **SITUACIÓN ACTUAL DEL ARROZ EN TEMIXCO, MORELOS** que presenta: **ING. DAVID CASTILLO MARINO**, mismo que fue desarrollado bajo la Co-dirección de la **DRA. ELSA GUZMAN GOMEZ** y el **DR. LEONARDO HERNÁNDEZ ARAGÓN** y que servirá como requisito parcial para obtener el grado de **Maestro en Ciencias con Rama Terminal en Desarrollo Rural**, lo encuentro satisfactorio, por lo que emito mi **VOTO DE APROBACIÓN** para que el alumno continúe con los trámites necesarios para presentar el examen de grado correspondiente.

Sin más por el momento y agradeciendo de antemano su valiosa colaboración, quedo de usted.

Atentamente
Por una humanidad culta
Una universidad de excelencia

DRA. NOHORA BEATRIZ GUZMAN RAMIREZ
Comité Evaluador

C.i.p. Archivo

Av. Universidad 1001 Col. Chamilpa, Cuernavaca Morelos, México, 62209.
Tel. (777) 329 70 46, 329 70 00, Ext. 3211 / fagropecuarias@uaem.mx



Una universidad de excelencia

RECTORÍA
2017-2023



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

Jefatura de programas educativos de posgrado



"2019, a 100 años del asesinato del General Emiliano Zapata Salazar"

Cuernavaca, Mor., a 5 de abril de 2019.

M. en C. JOSÉ EDUARDO BAUTISTA RODRÍGUEZ
DIRECTOR DE LA FACULTAD DE CIENCIAS
AGROPECUARIAS Y DESARROLLO RURAL
P R E S E N T E.

Por medio del presente informo a Usted que después de revisar el trabajo de tesis titulado: **SITUACIÓN ACTUAL DEL ARROZ EN TEMIXCO, MORELOS** que presenta: **ING. DAVID CASTILLO MARINO**, mismo que fue desarrollado bajo la Co-dirección de la **DRA. ELSA GUZMAN GOMEZ** y el **DR. LEONARDO HERNÁNDEZ ARAGÓN** y que servirá como requisito parcial para obtener el grado de **Maestro en Ciencias con Rama Terminal en Desarrollo Rural**, lo encuentro satisfactorio, por lo que emito mi **VOTO DE APROBACIÓN** para que el alumno continúe con los trámites necesarios para presentar el examen de grado correspondiente.

Sin más por el momento y agradeciendo de antemano su valiosa colaboración, quedo de usted.

Atentamente
Por una humanidad culta
Una universidad de excelencia

DRA. ERANDY TOLEDO ALVARADO
Comité Evaluador

C.i.p. Archivo

Av. Universidad 1001 Col. Chamilpa, Cuernavaca Morelos, México, 62209.
Tel. (777) 329 70 46, 329 70 00. Ext. 3211 / fagropecuarias@uaem.mx

UA
EM

Una universidad de excelencia

RECTORÍA
2017-2023



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

Jefatura de programas educativos de posgrado



"2019, a 100 años del asesinato del General Emiliano Zapata Salazar"

Cuernavaca, Mor., a 5 de abril de 2019.

M. en C. JOSÉ EDUARDO BAUTISTA RODRÍGUEZ
DIRECTOR DE LA FACULTAD DE CIENCIAS
AGROPECUARIAS Y DESARROLLO RURAL
P R E S E N T E.

Por medio del presente informo a Usted que después de revisar el trabajo de tesis titulado: **SITUACIÓN ACTUAL DEL ARROZ EN TEMIXCO, MORELOS** que presenta: **ING. DAVID CASTILLO MARINO**, mismo que fue desarrollado bajo la dirección de la **DRA. ELSA GUZMAN GOMEZ**, y que servirá como requisito parcial para obtener el grado de **Maestro en Ciencias con Rama Terminal en Desarrollo Rural**, lo encuentro satisfactorio, por lo que emito mi **VOTO DE APROBACIÓN** para que el alumno continúe con los trámites necesarios para presentar el examen de grado correspondiente.

Sin más por el momento y agradeciendo de antemano su valiosa colaboración, quedo de usted.

Atentamente
Por una humanidad culta
Una universidad de excelencia

M. en C. VLADIMIR LEZAMA LÓPEZ
Comité Evaluador

C.i.p. Archivo

Av. Universidad 1001 Col. Chamilpa, Cuernavaca Morelos, México, 62209.
Tel. (777) 329 70 46, 329 70 00, Ext. 3211 / fagropecuarias@uaem.mx

**UA
EM**

Una universidad de excelencia

RECTORÍA
2017-2023