

EN

# Rice production potential technology (*Oryza sativa* L.) in the state of Tabasco, Mexico and its contribution to food sovereignty.

ES

# Tecnología de potencial productivo de arroz (*Oryza sativa* L.) en el estado de Tabasco, México y su aportación a la soberanía alimentaria.

Georgel Moctezuma López<sup>1\*</sup>; Ramiro Pérez Miranda<sup>1</sup>; Antonio González Hernández<sup>1</sup>; Eric Uriel Ramírez Sánchez<sup>2</sup>

<sup>1</sup>INIFAP. Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Conservación y Mejoramiento de Ecosistemas Forestales. Programas de Socioeconomía y Geomática. Av. Progreso núm. 5 C. P. 04110, Ciudad de México, CDMX

<sup>2</sup>Universidad Nacional Autónoma de México. Escuela Nacional de Trabajo Social de la UNAM. Ave. Universidad 3000, C. U. Coyoacán, 04350, Ciudad de México, CDMX

\*Corresponding author:  
moctezuma.georgel@inifap.gob.mx  
Orcid: 0000 0002 5605 7263

Received: July 13, 2021 /  
Accepted: September 14, 2021

DOI:  
10.5154/r.rchsat.2021.02.02

## Abstract

INIFAP's institutional mandate is to generate agricultural, livestock and forestry technologies to increase productivity through the productive potential (PP) technique. Rice was chosen because it is an important crop in the Mexican diet, there is also a deficit in the production of this grain, which is remedied with imports that represent an outflow of foreign exchange for Mexico and Tabasco for having a strategic geographical location. The Rural Development Districts (RDD) of interest for rice cultivation are: Cárdenas, Villahermosa and Emiliano Zapata. Two types of productive potential were considered: medium and high. The objective of the work was to determine the productive potential for rice cultivation in thousands of hectares to contribute to the food sovereignty of rice in the basic basket of the country's consumers, as well as to contribute to a less deficit trade balance. The method for determining the productive potential was based on the detection of three categories and nine variables: i) climate (maximum, average and minimum temperatures and rainfall); ii) soil (depth, texture and edaphology) and iii) topography (altitude and slope). The amount of 257.9 thousand hectares that could be planted was identified with medium and high productive potential. The main DDR with high productive potential was Cárdenas with 69.7 %, which means 74.5 thousand hectares with rice. Finally, the detections of these agricultural areas can be included in government programs to support rice producers and thus increase their income levels to contribute to greater social welfare.

**Keywords:** Trade balance, welfare, deficit, average annual growth rate, trend.

## Resumen

El mandato institucional del INIFAP (2018), es generar tecnologías agropecuarias y forestales para incrementar la productividad mediante la técnica de potencial productivo (PP).



**Please cite this article as follows (APA 6):** Moctezuma López, G., Pérez Miranda, R., González Hernández, A., & Ramírez Sánchez, E. U. (2021). Rice production potential technology (*Oryza sativa* L.) in the state of Tabasco, Mexico and its contribution to food sovereignty. *Revista Chapingo Serie Agricultura Tropical*, 1(2), 9-23. doi: <http://dx.doi.org/10.5154/r.rchsat.2021.02.02>

Se eligió al arroz por ser un cultivo importante en la dieta mexicana, además, existe un déficit en la producción de esta gramínea, el cual se subsana con importaciones que representan salida de divisas para México. Se escogió Tabasco por tener una ubicación geográfica estratégica. Los Distritos de Desarrollo Rural (DDR) de interés para el cultivo de arroz son: Cárdenas, Villahermosa y Emiliano Zapata (se tomó como ejemplo Cárdenas). Se consideraron dos tipos de potencial productivo: medio y alto. El objetivo del trabajo fue determinar el potencial productivo medio y alto para el cultivo del arroz cuantificado en miles de hectáreas para contribuir a la soberanía alimentaria del arroz en la canasta básica de los consumidores del país, así como contribuir a una balanza comercial menos deficitaria. El método para la determinación del potencial productivo se basó en la detección de tres categorías y nueve variables: i) clima (temperaturas máxima, media y mínima, y precipitación pluvial); ii) suelo (profundidad, textura y edafología) y iii) topografía (altitud y pendiente). Se identificaron con potencial productivo medio y alto, la cantidad de 257.9 miles de hectáreas susceptibles de ser sembradas. El principal DDR con potencial productivo alto fue Cárdenas con 69.7 % de la superficie que significan 74.5 miles de hectáreas de arroz. Finalmente, las detecciones de estas superficies agrícolas pueden ser incluidas dentro de los programas gubernamentales de apoyo a los productores arroceros y así incrementar sus niveles de ingreso para contribuir a un mayor bienestar social.

**Palabras clave:** Balanza comercial, bienestar, déficit, tasa media de crecimiento anual, tendencia.

## Introduction

According to Rosset (2004): *“The food sovereignty is the right of each people to define its own agricultural policies and, in terms of food, to protect and regulate the national agricultural production and the domestic market in order to reach sustainable development goals, to decide how much they want to be self-sufficient, to prevent their markets from being flooded by surplus products from other countries that dump them onto the international market through the “dumping” practice...The food sovereignty does not withhold the international market, rather, it depends on the option to formulate those commercial practices and policies that can be more appropriate for the rights of people in order to have methods and safe, nutritional and ecologically sustainable food products”*. On the other side, Heinisch (2013) points out that, the concept of food sovereignty introduced the Via Campesina in the Anti-hunger submit of the FAO in 1996, and he says that it is a complement for that of food security, term that appeared in the seventies under quantitative and qualitative aspects.

Based on the Rural Development Districts (RDD) Law (DOF, 1988), these are the economic and social development units confined to a territorial space determined to: articulate and provide regional consistency to the rural development policies and develop the operational programs of the Secretariat and Coordination with the agencies and entities of the Federal Public Administration; for municipal and state governments and, for

## Introducción

De acuerdo a Rosset (2004): *“La soberanía alimentaria es el derecho de cada pueblo a definir sus propias políticas agro-pecuarias y en materia de alimentación, a proteger y reglamentar la producción agropecuaria nacional y el mercado doméstico a fin de alcanzar metas de desarrollo sustentable, a decidir en qué medida quieren ser autosuficientes, a impedir que sus mercados se vean inundados por productos excedentarios de otros países que los vuelcan al mercado internacional mediante la práctica del “dumping”... La soberanía alimentaria no niega el comercio internacional, más bien depende de la opción de formular aquellas políticas y prácticas comerciales que mejor sirvan a los derechos de la población para disponer de métodos y productos alimentarios inocuos, nutritivos y ecológicamente sustentable”*. Por otra parte, Heinisch (2013) señala que, el concepto de soberanía alimentaria lo introdujo la Vía Campesina en la Cumbre contra el Hambre de la FAO en 1996, y menciona que es complementario al de seguridad alimentaria, término que apareció en la década de los años 70's bajo aspectos cuantitativos y cualitativos.

Con base en la Ley de los Distritos de Desarrollo Rural (DDR) (DOF, 1988), estas son las unidades de desarrollo económico y social circunscritas a un espacio territorial determinado para: articular y dar coherencia regional a las políticas de desarrollo rural y realizar los programas operativos de la Secretaría y la Coordinación con las dependencias y entidades de

the agreement with producer organizations and social and private sectors; as well as to make possible the convergence of actions, services and resources aimed at promoting the agricultural, forestry, agro-industrial, aquaculture production and in general, the comprehensive development of rural people.

Rice is important for the nutrition of Mexican people and it constitutes part of their daily diet along with maize, bean and chili, and is part of the basic basket for determining prices and quantifying inflation. Its scientific name is *Oriza sativa* L. and belongs to the Poaceae family, it is an edible grain, according to Díaz (2016) and Franquet and Borrás (2004), its origin is considered uncertain because researchers still do not agree and mention India, China, Formosa, Philippines and Java, however, in the province of Zheijian, China, traces of rice were found, which with the carbon 14 dating it dates back to 6000 years B.C. According to the SIAP (2020), Mexico is in the 55th place in the global context of rice production because 41 thousand hectares are sown in the country, with a production of 245 thousand tons. In terms of trade balance, Mexico has a deficit of 323.3 million American dollars, as a product of importing 332 million dollars and it only exports 8.7 million dollars, its main supplier is the United States that represents 86.5 % of the imported rice.

According to the INEGI (2020), Mexico has a total population of 126 014 024 inhabitants distributed in 32 states, the Estado de México, Mexico City, Jalisco and Veracruz stand out, these concentrate slightly more than one-third (33.8 %) of its consumers, this is 42 613 092 of its inhabitants, and the possibility to feed them is a fact that means a challenge to the agricultural sub-sector.

In Mexico, rice is grown within an approximate area of 50 thousand hectares, as the production evolution is shown from 2003 to 2020 (Table 1).

la Administración Pública Federal, así como de gobiernos estatales y municipales y, para la concertación con las organizaciones de productores y los sectores social y privados; y hacer converger las acciones, servicios y recursos destinados a fomentar la producción agropecuaria, forestal, de la agroindustria, la acuicultura y en general el desarrollo integral de los habitantes del campo.

El arroz es fundamental para la alimentación del pueblo mexicano y es parte de su dieta diaria junto con el maíz, frijol y chile, y forma parte de la canasta básica para determinar precios y cuantificar la inflación. Su nombre científico es *Oriza sativa* L. y pertenece a la familia de las Poaceae y es un cereal comestible, su origen de acuerdo con Díaz (2016) y Franquet y Borrás (2004), se considera incierto, ya que los investigadores aún no se ponen de acuerdo y citan a la India, China, Formosa, Filipinas y Java, sin embargo, en la provincia de Zheijian, China, encontraron restos de arroz que con la prueba de carbono 14 se remonta a 6000 años A.C. De acuerdo con el SIAP (2020) señala que México ocupa el lugar número 55 en el contexto mundial de producción de arroz, ya que se siembran 41 mil hectáreas en el país, con una producción de 245 mil toneladas. En relación con la balanza comercial, México tiene un déficit de 323.3 millones de dólares americanos, producto de importar 332 millones de dólares y solamente exporta 8.7 millones de dólares y su principal abastecedor son los Estados Unidos de América que representa el 86.5 % del arroz importado.

De acuerdo con el INEGI (2020), México tiene una población total de 126 014 024 habitantes distribuidos en 32 estados, entre los que sobresalen en orden de importancia el Estado de México, la Ciudad de México, Jalisco y Veracruz, los cuales concentran poco más de la tercera parte (33.8 %) de sus consumidores, que significan 42 613 092 de sus pobladores, lo cual es todo un reto para el subsector agrícola, el poder alimentarlos.

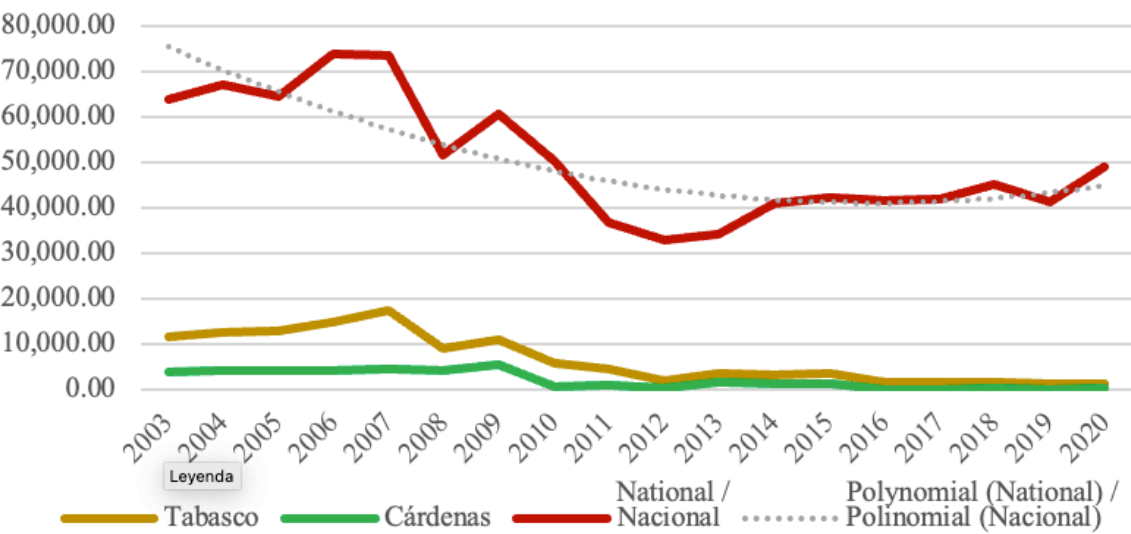
**Table 1. Sown area (hectares) with rice in the municipality of Cárdenas, in the state of Tabasco and at national level during the period 2003 – 2020.**

**Cuadro 1. Superficie sembrada (hectáreas) de arroz en el municipio de Cárdenas, en el estado de Tabasco y a nivel nacional durante el periodo 2003 – 2020.**

Year / Año	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Cárdenas	3 938.0	4 164.5	4 129.5	4 277.0	4 442.0	4 243.0	5 316.5	449.0	826.0
Tabasco	11 521.0	12 469.5	12 725.5	14 774.5	17 488.0	8 919.0	10 908.5	5 846.0	4 343.0
National	63 929.2	67 075.6	64 610.5	73 824.6	73 535.7	51 654.2	60 771.9	50 204.0	36 811.4

Year / Año	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Cárdenas	357.0	1 624.0	1 143.5	1 119.0	93.0	0.0	346.0	90.0	145.0
Tabasco	1 993.0	3 551.0	3 041.0	3 518.0	1 636.5	1 535.0	1 480.0	1 154.0	1 260.0
National	32 710.3	34 018.9	41 078.9	42 310.6	41 455.3	41 935.5	45 150.4	41 128.4	49 058.0

Source: SIAP. SIACON. SADER. Database 2003 – 2020.  
Fuente: SIAP. SIACON. SADER. Base de datos 2003 – 2020.



**Figure 1. Sown area (ha) with rice in Mexico, in the state of Tabasco and Cárdenas during the period 2003 – 2020 and trend line.**  
**Source: Own elaboration with data from the SIAP. SIACON. SADER, database 2003 – 2020.**  
**Figura 1. Superficie sembrada de arroz (ha) en México, en el estado de Tabasco y Cárdenas durante el periodo 2003 – 2020 y línea de tendencia.**  
**Fuente: Elaboración propia con datos de SIAP. SIACON. SADER, base de datos 2003 – 2020.**

Cárdenas was selected at municipal level because shows the highest and, medium productive potential for rice and at state level, it is Tabasco because is the studied state and it was used to know the contribution and impact of this crop in the state, and at national level, to quantify the reference and magnitude of the state participation in the contribution to the food sovereignty of rice. A clear degradation on the surface aimed at sowing rice was observed at those three geographical levels because at national level, it was reduced during the 18-year period (2003-2020) by 14.9 thousand hectares that meant a loss of 23.3 % in those years, the evolution of this situation is shown in the Figure 1.

En México, se cultiva arroz en una superficie cercana a las 50 mil hectáreas, tal como se muestra la evolución de la producción desde 2003 a 2020 (Cuadro 1).

A nivel municipal se seleccionó Cárdenas por ser el que presenta el mayor y, medio potencial productivo para el arroz, y a nivel estatal, Tabasco por ser la entidad motivo de estudio y para conocer la contribución e impacto de este cultivo en la entidad y nacional, para cuantificar la referencia y magnitud de la participación estatal en la contribución a la soberanía alimentaria del arroz. Se observó a los tres niveles geográficos un franco deterioro en la superficie que se destina a la siembra de arroz, ya que, a nivel nacional se redujo

A trend with a negative slope is shown in the Figure 1, and the curve that best matches at a country level is one of a polynomial-type<sup>1</sup>  $y = 211.296x^2 - 5821x + 81174$ , the curve shows nine increases in the sown area (years 2004, 2006, 2009, 2013, 2014, 2015, 2017, 2018 and 2020), these were not enough to stop the strong decrease throughout the period. The decrease in the sown area with rice, when applying the statistical function of the average annual growth rate (AAGR), showed a negative-type rate with -1.46 % at national level, -11.57 % for the state and -16.76 % in the municipality during the analysis period.

Of the areas recorded, the rice production (in tons) reached the amounts shown in the Table 2.

The situation presented between the sown area with rice and the production of this basic food, is very similar, because, with 14.9 thousand hectares that were not longer produced, the drop in the rice tons in 2003 compared with 2020, did not mean a reduction in the amount of tons of rice because that drop was stopped, and an increase of 22.1 thousand tons was even achieved, which meant an increase of 8.1 %, this was not observed at state and municipal level Figure 2.

en el periodo de los 18 años (2003-2020) en 14.9 miles de hectáreas que significaron una pérdida del 23.3 % durante el periodo, la evolución de esta situación se puede apreciar en la Figura 1.

En la Figura 1 se muestra una tendencia con pendiente negativa y la curva que más se ajusta a nivel país es una de tipo polinómica<sup>1</sup>  $y = 211.296x^2 - 5821x + 81174$ , la curva presenta nueve incrementos en la superficie sembrada (años de 2004, 2006, 2009, 2013, 2014, 2015, 2017, 2018 y 2020), mismos que no fueron suficientes para detener la fuerte caída a lo largo del periodo. El decremento en la superficie sembrada de arroz, al aplicar la función estadística de la tasa media de crecimiento anual (tmca) arrojó en el periodo de análisis, una tasa de tipo negativa con -1.46 % a nivel nacional, de -11.57 % para el estado y -16.76 % en el municipio.

De las superficies registradas, la producción (en toneladas) de arroz alcanzó las cifras que se muestran en el Cuadro 2.

La situación que se presenta entre la superficie sembrada de arroz y la producción de este alimento básico, es muy similar, ya que, con las 14.9 miles de hectáreas

**Table 2. Rice production (tons) in the municipality of Cárdenas, in the state of Tabasco and at national level during the period 2003 – 2020.**

**Cuadro 2. Producción de arroz (toneladas) en el municipio de Cárdenas, en el estado de Tabasco y a nivel nacional durante el periodo 2003 – 2020.**

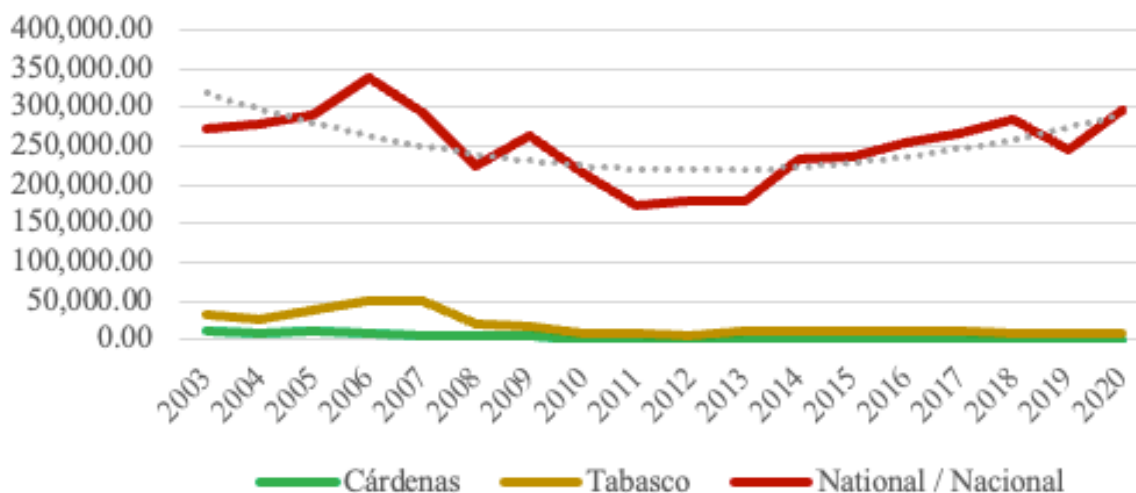
Year / Año	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Cárdenas	10 699.0	8 844.0	11 104.0	10 169.0	7 188.0	6 726.4	6 374.0	697.0	1 050.0
Tabasco	31 375.0	26 305.0	38 941.0	49 683.0	51 108.4	21 038.4	18 043.0	9 900.0	8 093.0
National	273 266.2	278 540.0	291 149.0	337 240.6	294 697.2	224 370.7	263 027.5	21 ,676.5	173 460.8
Year / Año	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Cárdenas	80.0	3 260.0	2 693.0	153.0	308.1	0.0	1 214.0	324.0	n/d
Tabasco	6 276.0	11 309.0	12 575.2	12 833.7	11 548.8	11 507.9	9 088.0	7 944.2	7 421.4
National	178 787.2	179 775.8	232 158.6	236 017.9	254 043.3	265 567.3	283 763.4	245 217.4	29 ,337.8

Source: SIAP. SIACON. SADER. Base de datos 2003 – 2020.

Fuente: SIAP. SIACON. SADER. Base de datos 2003 – 2020.

<sup>1</sup> It is a quadratic equation that formulates the equality of two expressions, where, at least one of them is a polynomial and the finite sums of multiplications of unknown values (variables) and fixed numbers (coefficient) and the variables have exponents (in this quadratic function), (D'Alessio T.V. J., 2021)

<sup>1</sup> Se trata de una ecuación cuadrática que planteó la igualdad de dos expresiones en donde por lo menos uno es un polinomio y las sumas finitas de multiplicaciones entre los valores desconocidos (variables) y números fijos (coeficientes) y las variables tienen exponentes (en este caso cuadrático), (D'Alessio T.V. J., 2021)



**Figure 2. Rice production in tons at national level, in the state of Tabasco and the municipality of Cárdenas during the period 2003 – 2020.**

Source: Own elaboration with data from the SIAP. SIACON. SADER, database 2003 - 2020.

**Figura 2. Producción de arroz en toneladas a nivel nacional, en el estado de Tabasco y municipio de Cárdenas durante el periodo 2003 – 2020.**

Fuente: Elaboración propia con datos de SIAP. SIACON. SADER, base de datos 2003 – 2020.

With the previous figure, it is shown that the rice production at municipal and state level has a negative trend and, at national level we can see a trend with a positive slope and the curve that best matches at country level is one of a polynomial-type  $y = 175.3x^2 - 23934x + 340948$ . The graph had four decreases for the rice production (years 2007, 2008, 2010 and 2019), which were compensated with the increases during the remaining years of that period. Throughout the analysis period, the increase in rice production, when using the statistics function of the average annual growth rate (AAGR) showed a positive rate with 0.43 %, while at municipal and state level was negative in -18.5 and -7.70 % respectively for the rice production, however, the state has acceptable productive potential conditions to cultivate this gramineae.

With information from the FIRA (2019) and SIAP (2020) it can be noted that the rice per capita consumption is of 9.0 kg·hab<sup>-1</sup>; with the previously showed data about population and production of this gramineae in Mexico, the estimated rice consumption in the country is 1 134.1 thousand tons, and the production nationally generated, only covers the 26.04 % of the national consumption, the difference is imported from the main national producers and due to its geographic proximity, it is supplied in its vast majority from the United States.

The aim of this study was to determine the productive potential in number of thousand hectares of the rice

que se dejaron de producir, la caída en las toneladas de arroz entre el año 2003 con respecto al de 2020, no significaron una reducción en la cantidad de toneladas de arroz, ya que la caída se logró detener e inclusive se logró un incremento de 22.1 miles de toneladas que significaron un incremento del 8.1 %, situación que no se observó a nivel estatal y municipal. La evolución en la producción de arroz en el país, entidad y municipio se muestra en la Figura 2.

Con la figura anterior se demuestra que la producción arrocer a nivel municipal y estatal tiene una tendencia negativa y a nivel nacional se observa una tendencia con pendiente positiva y la curva que más se ajusta a nivel país es una de tipo polinómica  $y = 175.3x^2 - 23934x + 340948$ . La gráfica tuvo cuatro decrementos en la producción de arroz (años de 2007, 2008, 2010 y 2019), los cuales se compensaron con los incrementos en los años restantes del periodo. El aumento en la producción de este cereal, al utilizar la función estadística de la tasa media de crecimiento anual (tmca) presentó durante el periodo de análisis, una tasa de tipo positiva con 0.43 %, en tanto que a nivel de municipio y estado fueron de tipo negativo en -18.5 y -7.70 % respectivamente en la producción de arroz, no obstante que la entidad cuenta con condiciones de potencial productivo aceptables para el cultivo de esta gramínea.

Con información de FIRA (2019) y SIAP (2020) se nota que el consumo per capita de arroz es de 9.0 kg·hab<sup>-1</sup>;



coming from the state of Tabasco, in order to contribute to the food sovereignty of this grain of the basic consumer basket and help reduce the import of this cereal.

### Methodological approach

The methodological approach began with the creation of a multidisciplinary team of four researchers who covered the required profile to carry out the research activities of this Project; three of them from the Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Conservación y Mejoramiento de Ecosistemas Forestales of the INIFAP, with expertise in productive potential areas, agroecology, agronomy, soils, forestry, agribusiness and economy, and one research assistant from the Escuela Nacional de Trabajo Social of the UNAM with expertise in agricultural development planning.

In order to determine the spatial location of the productive potential, the methodological approach of agricultural zoning was used for the state of Tabasco. Smaller land units were defined with possible homogeneous characteristics compared to their aptitude and productive potential. This method is implemented towards the risk reduction and environmental impacts to produce agricultural species in favorable conditions, with this, the technological package of production decreases, the yield and quality of harvested products of different agricultural, livestock or forestry species increases, with little or no deterioration to the environment. The agro-ecological areas of *Oriza sativa* L. were those that showed conditions and characteristics of positive biophysical potential for its production with optimum yield. The regionalization of the productive potential of the rice cultivation required working with digital cartographic information on different climatic, topographic, edaphological and land use subjects. The systemic approach and the automated processing of information, favored the identification of the areas with high, medium and not suitable potential (González & Hernández, 2016).

The study of the productive potential allows to establish the agro-ecological requirements for rice cultivation, for this, the global database ECOCROP of the FAO (2011) was used, it is available on internet. The information about the agro-ecological requirements concluded with the review of the literature related to this specie and according to Ruiz *et al.* (2013) and Ruiz *et al.* (1999). The agro-ecological requirements, as well as the threshold values of the rice cultivation are shown in the Figure 3.

The digital coverage to define the agro-ecological variables taken into account for the rice cultivation

con los datos que se mostraron anteriormente de población y producción de esta gramínea en México, el consumo estimado de arroz en el país es de 1 134.1 miles de toneladas y con la producción que se genera nacionalmente solo se cubre el 26.04 % del consumo nacional, la diferencia se importa de las principales naciones productoras y que por cercanía geográfica se abastece en su gran mayoría de Estados Unidos de América.

El objetivo del presente trabajo de investigación fue determinar el potencial productivo en número de miles de hectáreas de arroz proveniente del estado de Tabasco para contribuir a la soberanía alimentaria de la entidad de esta gramínea de la canasta básica de los consumidores y ayudar a la reducción de la importación de este cereal.

### Enfoque metodológico

El proceso metodológico se inició con la conformación de un equipo multidisciplinario de cuatro investigadores que cubrieron los perfiles necesarios para llevar las actividades de investigación del proyecto; tres de ellos adscritos en el Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Conservación y Mejoramiento de Ecosistemas Forestales del INIFAP, con experiencia en áreas de potencial productivo, agroecología, agronomía, suelos, forestería, agroindustrias y economía, y un auxiliar de investigación de la Escuela Nacional de Trabajo Social de la UNAM con experiencia en planificación del desarrollo agropecuario.

Para determinar la ubicación espacial del potencial productivo, se utilizó el enfoque metodológico de zonificación agroecológico para el estado de Tabasco. Se definieron unidades de tierra más pequeñas con características homogéneas posibles con respecto a su aptitud y potencial productivo. Este método se implementa hacia la reducción de riesgos e impactos ambientales para producir especies agrícolas en condiciones favorables, con ello, disminuye el paquete tecnológico de la producción, incrementa el rendimiento y calidad de los productos cosechados de diferentes especies agrícolas, pecuarias o forestales, con poco o ningún deterioro al medio ambiente. Las zonas agroecológicas de *Oriza sativa* L. fueron aquellas que presentaron las condiciones y características del potencial biofísico favorables para su producción con óptimos rendimientos. La regionalización del potencial productivo del cultivo de arroz requirió trabajar con información cartográfica digital de diferentes temáticas de tipo climático, topográfico, edafológico y uso de suelo. El enfoque sistémico y el procesamiento automatizado de la información, propició la identificación de las áreas

were the following: climate, (average annual temperature and total precipitation), topographical (altitude), use and type of soil, Table 3.

Prosecutions and operations for the coverages were developed with the geographic information system Arc Map™ 10.2. The coordinate system was used into geographic units (tenths of a degree).

con potencial alto, medio, no apto (González & Hernández, 2016).

El estudio del potencial productivo permite establecer los requerimientos agroecológicos del cultivo del arroz, para lo cual se utilizó la base de datos mundial ECOCROP de la FAO (2011), disponible en la internet. La información de los requerimientos agroecológicos se

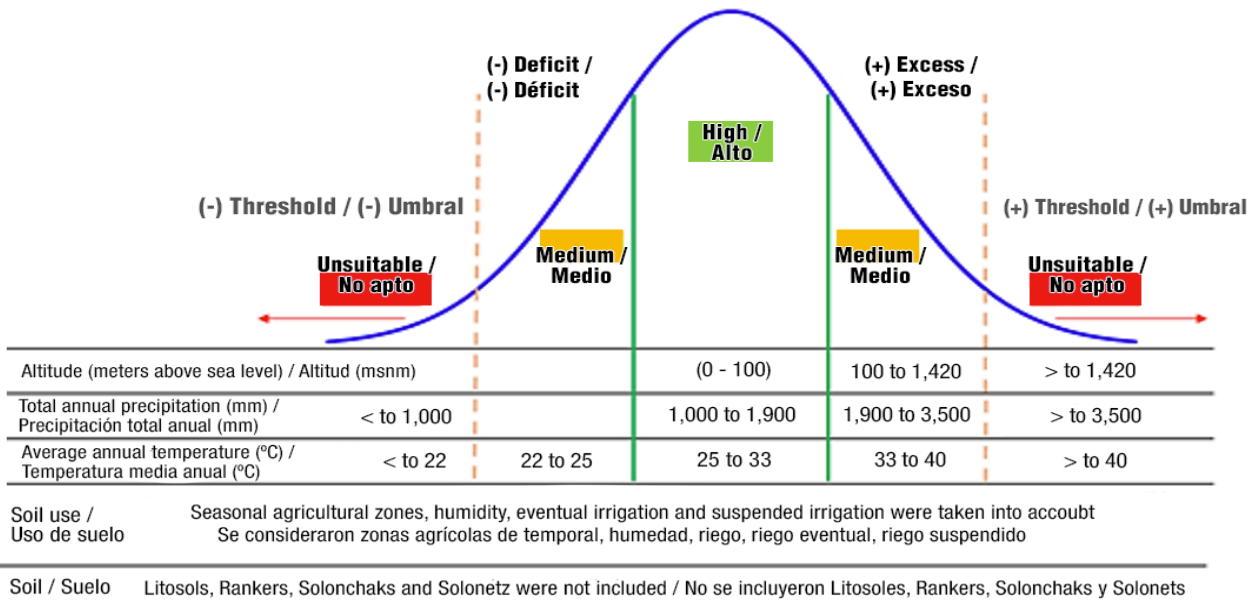


Figure 3. Agro-ecological requirements and threshold values per deficit and excess, to define the productive potential of the rice.

Source: Díaz *et al.* (2012) and Moctezuma *et al.* (2017).

Figura 3. Requerimientos agroecológicos y valores umbrales por déficit y exceso, para la delimitación del potencial productivo del arroz.

Fuente: Díaz *et al.* (2012) y Moctezuma *et al.* (2017).

Table 3. Coverage of the agro-ecological variables.

Cuadro 3. Cuadro 3. Coberturas de las variables agroecológicas.

Digital coverage/ Cobertura digital	Resolution/Scale / Resolución/Escala	Type of information / Tipo de información	Source / Fuente
Altitude / Altitud	90 m <sup>2</sup>	Raster	INEGI (1995)
Precipitation / Precipitación	90 m <sup>2</sup>	Raster	INIFAP (2011a)
Average temperature / Temperatura media	90 m <sup>2</sup>	Raster	INIFAP (2011b)
Soil use / Uso de suelo	1:25 000	Vectorial	INEGI (2016)
Edaphology / Edafología	1:25 000	Vectorial	INEGI (2004)

Source: Díaz *et al.* (2012)

Fuente: Díaz *et al.* (2012)



The scores of the potential areas of the raster coverages were carried out through the reclassification of values, by taking into account the agro-ecological requirements of the crop as a base to adjust the defined areas at three potential levels: high, medium and not suitable.

The score generation for the development area of the rice was created from the double entry-decision matrix (Table 4).

The result of this process created new layers, and were transformed into vector format to ease their management with map algebra.

The scores for the sectorial layers were carried out through intersections between pairs of the five coverages, the geographical areas that do not have a positive soil use and edaphological conditions for developing rice were discriminated, and, in order to avoid location errors, the areas obtained were cut with the layer of agricultural soil use. Finally, the reclassification process was carried out to obtain the productive areas with their potentials: high, medium and not suitable.

The scenario building was based on the establishment of assumptions of area allocation (hectares) which would be aimed at the rice cultivation in the state of Tabasco, these were: first assumption, the 100 % of the surface with medium productive potential is intended to rice production; second, the 50 % of the surface with medium productive potential is assigned and the 50 % of the surface with high productive poten-

completó con la consulta de literatura relacionada a la especie de Ruiz *et al.* (2013) y Ruiz *et al.* (1999). En la Figura 3 se muestran los requerimientos agroecológicos y valores umbrales del cultivo de arroz.

La cobertura digital para definir las variables agro-ecológicas que se consideraron para el cultivo del arroz fueron las siguientes: clima, (temperatura media anual y precipitación total), topográficas (altitud), uso y tipo de suelo, Cuadro 3.

Los procesamientos y operaciones de las coberturas se realizaron en el sistema de información geográfica Arc Map™ 10.2. El sistema de coordenadas empleado fue en unidades geográficas (décimas de grado).

Las calificaciones de zonas potenciales de las coberturas raster se realizaron mediante reclasificación de valores tomándose como base los requerimientos agroecológicos del cultivo, para ajustar las zonas delimitadas en tres niveles de potencial: alto, medio y no apto.

La generación de la calificación para la zona de desarrollo del arroz se generó a partir de la matriz de decisión de doble entrada (Cuadro 4).

El resultado de este proceso generó nuevas capas, y fueron transformados a formato vectorial para facilitar su manejo con álgebra de mapas.

Las calificaciones de las capas vectoriales se realizaron mediante intersecciones entre pares de las cinco

**Table 4. Double entry-matrix to rate the productive potential of rice.**

**Cuadro 4. Matriz de doble entrada para la calificación del potencial productivo del arroz.**

		Variable B (Map) / Variable B (Mapa)		
Variable A (Map) / Variable A (Mapa)	Potential /Potencial	High (A) / Alto (A)	Medium (M) / Medio (M)	Unsuitable (Na) / No apto (Na)
	Combination			
	High (A) / Alto (A)	A-A	A-M	A-Na
	Medium (M) / Medio (M)	M-A	M-M	M-Na
	Unsuitable (Na) / No Apto (Na)	Na-A	Na-M	Na-Na

Source: Díaz *et al.* (2012)

Fuente: Díaz *et al.* (2012)

tial is added and third, the 100 % of the surface with high productive potential is used for the production of this gramineae.

Results and discussion

As a result of the quantification of the number of susceptible hectares to be sown with rice in the Rural Development Districts in the state of Tabasco, the productive potential of this gramineae is shown in the Table 5 and it is expressed as high and medium.

With regard to the medium productive potential, 147.3 thousand hectares able to be sown with rice, were detected in the state of Tabasco, the highlighted Rural Development District was the municipality of Cárdenas, where 105.2 thousand hectares that represent less than three quarters (71.43 %) of the medium productive potential in the state were found, in order of importance is the RDD of Villahermosa with 21.90 % and when adding both RDD we reach the 93.33 %, and the rest of the surface with medium potential represents the 6.67 % which corresponds to the RDD Emiliano Zapata.

In other less recent studies (INIFAP, 2011a, 2011b and 2012), a high productive potential of 112,181 hectares for its use with rice, was determined, while for the medium productive potential, 93 038 hectares able to be sown were quantified.

A map with the projection of the medium and high productive potential of the Rural Development District Cárdenas of the state of Tabasco is shown in the Figure 4.

coberturas, se discriminaron áreas geográficas que no tuvieran condiciones de uso de suelo y edafológicas favorables para el desarrollo del arroz y para evitar errores de ubicación, las áreas obtenidas se recortaron con la capa de uso de suelo agrícola. Finalmente, se llevó cabo el proceso de reclasificación para obtener las zonas productivas con sus potenciales: alto, medio y no apto.

La construcción de los escenarios se basó en el establecimiento de supuestos de asignación de la superficie (hectáreas) que se destinarían al cultivo del arroz en el estado de Tabasco, mismos que fueron: primer supuesto, se destina el 100 % de la superficie con potencial productivo medio a la producción del arroz; segundo, se asigna el 50 % de la superficie con potencial productivo medio y se le suma el 50 % de la superficie con potencial productivo alto y tercero, se utiliza el 100 % de la superficie con potencial productivo alto a la producción de esta graminea.

Resultados y discusión

Como producto de la cuantificación del número de hectáreas susceptibles de ser cultivadas con arroz en los Distritos de Desarrollo Rural del estado de Tabasco, se presenta en el Cuadro 5 el potencial productivo de esta graminea el cual se expresa como alto y medio.

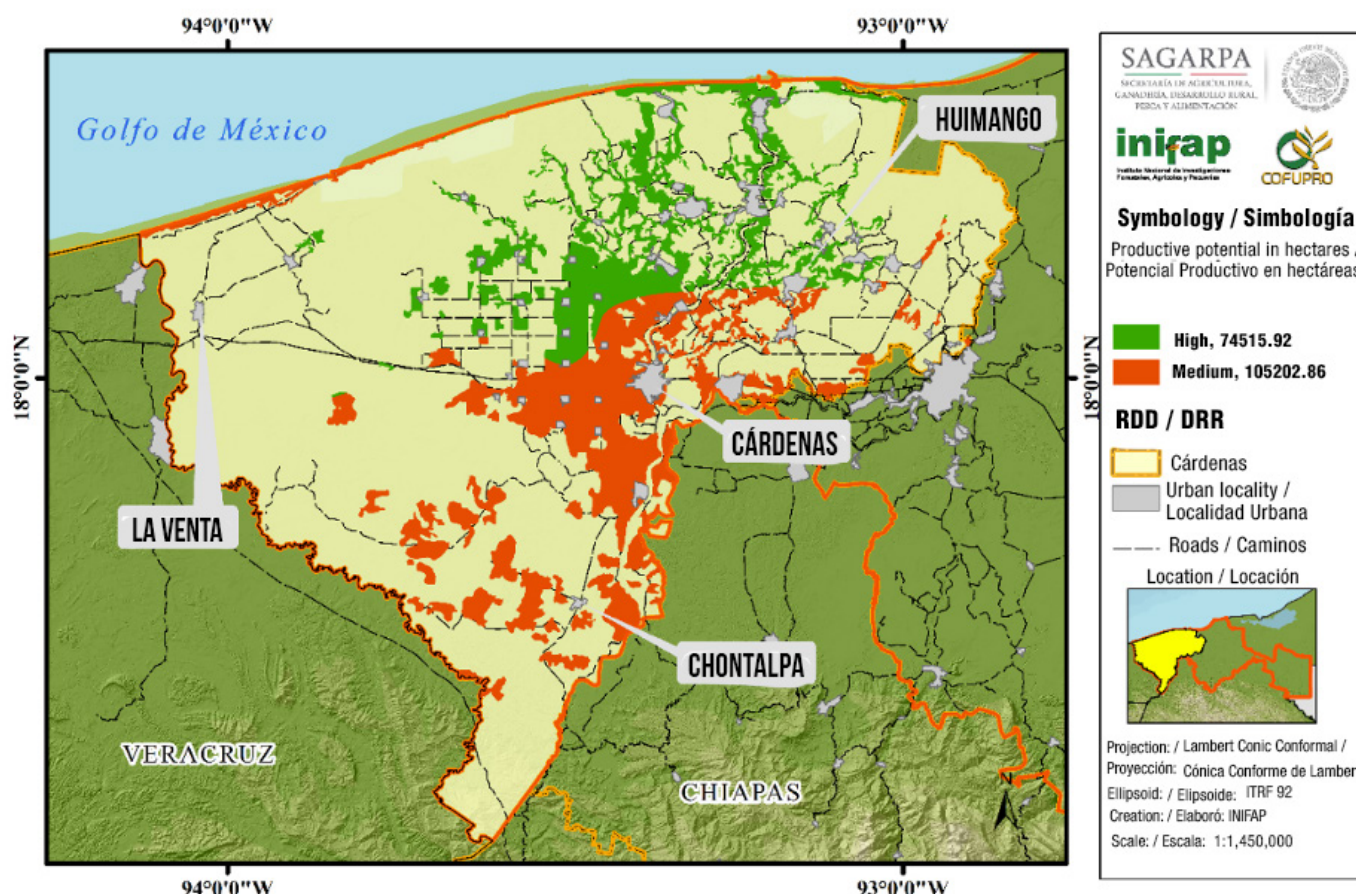
Con relación al potencial productivo medio, se detectaron 147.3 mil hectáreas susceptibles de sembrarse con arroz en el estado de Tabasco, el Distrito de Desarrollo Rural que destacó fue el del municipio

Table 5. High and medium productive potential (PP) in number of hectares of rice per Rural Development District in the state of Tabasco.

Cuadro 5. Potencial productivo (PP) alto y medio en número de hectáreas de arroz por Distrito de Desarrollo Rural del estado de Tabasco.

RDD / DDR	Medium PP / PP Medio	%	High PP/ PP Alto	%
Villahermosa	32,254.69	21.90	18,145.84	16.41
Cárdenas	105,202.86	71.43	74,515.92	67.39
Emiliano Zapata	9,827.85	6.67	17,916.19	16.20
Total State of Tabasco / Total Estado de Tabasco	147,285.40	100.00	110,577.95	100.00

Source: own elaboration with the database of the CENID COMEF. INIFAP. Agricultural Technical Agenda. State of Tabasco. 2017. INIFAP. Fuente: elaboración propia con la base de datos del CENID COMEF. INIFAP. Agenda Técnica Agrícola. Estado de Tabasco. 2017. INIFAP.



**Figure 4. Map of the medium and high productive potential of rice in the Rural Development District, Cárdenas of the state of Tabasco.**

Source: Agricultural Technical Agenda. State of Tabasco. 2017. INIFAP.

**Figura 4. Mapa de potencial productivo medio y alto del arroz del Distrito de Desarrollo Rural, Cárdenas del estado de Tabasco.**

Fuente: Agenda Técnica Agrícola. Estado de Tabasco. 2017. INIFAP.

With regard to the high productive potential, 110.6 thousand hectares to be sown with rice were quantified, the RDD of Cárdenas highlights with 74.5 thousand hectares that represent the 67.4 % (little more than two thirds) which are considerable able to grow this basic food in Mexico, the next RDD, in order of importance, is Villahermosa with 18.1 thousand hectares that represent the 16.4 % and the remaining 16.2 % mean that the 17.9 thousand hectares are located within the RDD Emiliano Zapata.

The medium yields per hectare (tons/hectare) of rice at their minimums and maximums presented in the state of Cárdenas, state of Tabasco and Mexico during the period 2003 – 2019, are shown in the Table 6.

At municipal, state and national level the minimum yield in  $t\cdot ha^{-1}$  of rice was presented in the municipi-

de Cárdenas, en el que se encontraron 105.2 miles de hectáreas que representan algo menos de tres cuartas partes (71.43 %) del potencial productivo medio en la entidad, sigue en orden de importancia el DDR de Villahermosa con 21.90 % y al sumar ambos DDR se llega al 93.33 % y el resto de la superficie con potencial medio ocupa el 6.67 % que corresponde al DDR Emiliano Zapata.

En otros estudios menos recientes (INIFAP, 2011a, 2011b y 2012) se determinó un potencial productivo alto de 112,181 hectáreas para uso en arroz, en tanto que para el potencial productivo medio se cuantificaron 93 038 hectáreas susceptibles de siembra.

En la Figura 4 se muestra un mapa con la proyección del potencial productivo medio y alto del Distrito de Desarrollo Rural Cárdenas del estado de Tabasco.

**Table 6. Medium yields per hectare (t·ha<sup>-1</sup>) of rice in the municipality of Cárdenas, state of Tabasco and Mexico during the period 2003 – 2019.**  
**Cuadro 6. Rendimientos medios por hectárea (t·ha<sup>-1</sup>) de arroz en el municipio de Cárdenas, estado de Tabasco y México en el periodo 2003 – 2019.**

RDD / DDR	Minimum yield / Rendimiento mínimo	Year / Año	Maximum yield / Rendimiento máximo	Year / Año	Average yield / Rendimiento Promedio
Cárdenas	1.06	2015	3.60	2019	2.56
Tabasco	2.22	2011	7.98	2020	4.49
National / Nacional	4.15	2007	6.39	2019	5.37
Overall average / Promedio General	2.47		5.99		4.14

Source: own elaboration with the database of the CENID COMEF. INIFAP. Agricultural Technical Agenda. State of Tabasco. 2017. INIFAP.  
Fuente: elaboración propia con la base de datos del CENID COMEF. INIFAP. Agenda Técnica Agrícola. Estado de Tabasco. 2017. INIFAP.

pality of Cárdenas in 2015 with only 1.06 t·ha<sup>-1</sup> and the maximum yield was at state level in Tabasco, in 2020 with 7.98 t·ha<sup>-1</sup>. Data taken into account to infer the contribution to the food sovereignty of this gramineae were the average yields, for the high productive potential 5.99 t·ha<sup>-1</sup> were considerate and for the medium productive potential, 4.14 t·ha<sup>-1</sup>. The low productive potential was not taken into account because it is unprofitable for the rice farmers of Tabasco.

With information derived from the INIFAP (INIFAP, 2011a, 2011b, 2017), some varieties generated by the Institute and validated in seasonal conditions, such as Huiman-guillo A-88, Palizada A-86, Cárdenas A-80, Campeche A-80 and CICA-8, the yields obtained ranged between 3.5 and 6.0 t·ha<sup>-1</sup>, and when they were tested under irrigation, the Filipino variety “miracle debugged rice” and the LHA-A13 reach levels of 4.6 to 7.8 t·ha<sup>-1</sup> and recently, the verities INIFLAR RT and INIFLAR R produce 7.0 t·ha<sup>-1</sup>. Also, SAGARPA, 2017 points out the state of Tabasco within the region 2 (Campeche and Tabasco) as a strategic area in terms of rice infrastructure, for both, the spring-summer cycle, and the autumn-winter one, and within its planning motor, this region is taken into account as a productivity with a profitability approach and as a specific action to promote the

Con respecto al potencial productivo de tipo alto, se cuantificaron 110.6 miles de hectáreas para cultivarse con arroz, sobresale el DDR de Cárdenas con 74.5 miles de hectáreas que representan el 67.4 % (poco más de las dos terceras partes) que se consideran aptas para el cultivo de este alimento básico en México, el siguiente DDR en orden de importancia es Villahermosa con 18.1 miles de hectáreas que representan el 16.4 % y el 16.2 % restante que significan 17.9 miles de hectáreas se localizan en el DDR Emiliano Zapata.

Los rendimientos medios por hectárea (toneladas/hectárea) de arroz en sus mínimos y máximos que se presentaron en el municipio de Cárdenas, estado de Tabasco y México durante el periodo 2003 – 2019 se presentan en el Cuadro 6.

A nivel municipal, estatal y nacional el rendimiento mínimo en t·ha<sup>-1</sup> de arroz se presentó en el municipio de Cárdenas en el año 2015 con solo 1.06 t·ha<sup>-1</sup> y el rendimiento máximo se dio a nivel del estado de Tabasco en el año 2020 con 7.98 t·ha<sup>-1</sup>. Los datos que se tomaron en cuenta para inferir la contribución a la soberanía alimentaria de esta gramínea fueron los rendimientos promedio, para el potencial productivo

diffusion and technical assistance in order to adopt certification and technology adoption schemes.

With the data from Tables 5 and 6 related to surfaces with medium and high productive potential in thousand hectares and to the medium yield per hectare in  $t\cdot ha^{-1}$ , the contribution to the food sovereignty of rice, at national level, was proposed by the state of Tabasco under three scenarios, which are described in the Table 7.

With data from the INEGI (2020) about the total population and from the FIRA (2019) about the *per capita* consumption, the total of the rice requirement at national level would be:

$$C_{nal} = P_{tot} \times c_{pc}$$

Where:  $C_{nal}$  = national consumption;  $P$  = total population and  $c_{pc}$  = *per capita* consumption

$$(126,014,024 \times 9.0) = 1,134.1 \text{ thousand tons}$$

The above leads us to the fact that when determining the rice national consumption in 2020 in 1 134.1 thousand tons, the state of Tabasco, under the third scenario could contribute with 662.3 thousand tons of rice that would have represented the 58.5 % in the reduction of rice imports, and the trade balance of this gramineae would be benefit.

alto se consideró  $5.99 t\cdot ha^{-1}$  y para potencial productivo medio se tomó  $4.14 t\cdot ha^{-1}$ . El potencial productivo bajo no se consideró por ser poco rentable para el productor arrocero de Tabasco.

Con información derivada de estudios del INIFAP (INIFAP, 2011a, 2011b, 2017), algunas de las variedades generadas por el Instituto y validadas en condiciones de temporal, tales como la de Huimanguillo A-88, Palizada A-86, Cárdenas A-80, Campeche A-80 y CICA-8, los rendimientos que se obtuvieron oscilaron entre 3.5 y  $6.0 t\cdot ha^{-1}$  y cuando se probaron bajo riego, la variedad Milagro filipino depurado y LHA-A13 llegan niveles de 4.6 a  $7.8 t\cdot ha^{-1}$  y recientemente las variedades INIFLAR RT e INIFLAR R producen  $7.0 t\cdot ha^{-1}$ . Además, SAGARPA, 2017 señala al estado de Tabasco dentro de la región 2 (Campeche y Tabasco) como una región estratégica en materia de infraestructura de arroz, tanto para el ciclo primavera-verano como para el otoño-invierno y dentro de sus motores de planeación, dicha región la ubican como productividad con enfoque de rentabilidad y como acción específica la de propiciar la difusión y asistencia técnica para la adopción de esquemas de certificación y de adopción de tecnologías.

Con los datos de los Cuadros 5 y 6 relativos a las superficies con potencial productivo medio y alto en miles de hectáreas y al rendimiento medio por hectárea en  $t\cdot ha^{-1}$ , la contribución a la soberanía alimentaria

**Table 7. Scenarios for the contribution of the state of Tabasco to the food sovereignty of rice in Mexico.**  
**Cuadro 7. Escenarios para la contribución del estado de Tabasco a la soberanía alimentaria del arroz en México.**

Scenario / Escenario	Characteristics / Características	Additional production in thousand tons / Producción adicional en miles de toneladas
1	100 % of the surface with medium productive potential / 100 % de superficie con potencial productivo medio	609.8
2	50 % of the surface with medium productive potential + 50 % of the surface with high productive potential / 50 % de superficie con potencial productivo medio + 50 % de superficie con potencial productivo alto	636.1
3	100 % of the surface with high productive potential / 100 % de superficie con potencial productivo alto	662.3



## Conclusions

Rice production in Mexico is not enough to cover the demand of this gramineae, for the reason that there is a deficit in this and under the determination of the productive potential in its high and medium modalities within the several Rural Development Districts in Tabasco, in which Cárdenas highlights and specifically, the western region of the RDD, because they were found in more than two thirds the total productive potential, in both, the medium and the high, as well as the fact that in this District there is an availability of inputs (seeds, fertilizers, agrochemicals), financial services (first level: FIRA and Financiera Rural, second level: commercial banking) and technical assistance (private offices and support from the SADER), marketing companies of gramineae and agribusiness in the benefit of rice, as well as the climatic, edaphological and hydraulic conditions, and past experiences of farmers and rice producer organizations who, in the past, demonstrated their ability to efficiently produce the rice cultivation, and the INIFAP has offices and experimental fields in the state of Tabasco which provide technical assistance and consultancy, in terms of technology packages with high yield rice varieties tested in the state and which have an acceptable financial profitability. The previous situation and its conditions would help to reach the possible food sovereignty of this cereal of the Mexican basic basket by using the area with high productive potential and a conservative medium yield per hectare, little more than a half of the demand needs would be covered and in this way, the flow of the capital would be avoided and a less unfavorable trade balance could be created.

*End of English version*

## References / Referencias

- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). (2004). Mapa nacional edáfico. Unidades de suelo clasificadas por FAO/UNESCO. Escala 1:250,000. México.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). (2020). Censo Nacional de Población y Vivienda. México. INEGI.
- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). (2012). Potencial productivo de especies agrícolas de importancia socioeconómica en México. Publicación especial No. 8. México: INIFAP.
- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). (2011a). Precipitación anual histórica acumulada (mapa digital). Raster. 90 metros. México.

de arroz, a nivel nacional, por parte del estado de Tabasco se planteó bajo tres escenarios, mismos que se describen en el Cuadro 7.

Con el dato de INEGI (2020) de la población total y de FIRA (2019) del consumo *per capita*, el total de requerimiento de arroz a nivel nacional sería:

$$C_{\text{nal}} = P_{\text{tot}} \times c_{\text{pc}}$$

Donde: C nal = consumo nacional; P = Población total y c pc = *consumo per capita*

$$(126,014,024 \times 9.0) = 1,134.1 \text{ miles de toneladas}$$

Lo anterior nos lleva a que, al determinar el consumo nacional de arroz en el año 2020 en 1 134.1 miles de toneladas, el estado de Tabasco, bajo el escenario tres podría contribuir con 662.3 miles de toneladas de arroz que hubiesen representado el 58.5 % en la reducción de las importaciones de arroz y se beneficiaría la balanza comercial de esta gramínea.

## Conclusiones

La producción de arroz en México es insuficiente para cubrir la demanda de esta gramínea, ya que se identifica un déficit en la misma y bajo la determinación de potencial productivo en sus modalidades de medio y alto en los diversos Distritos de Desarrollo Rural Tabasco, en el cual destaca el de Cárdenas y en específico la parte occidente del DDR, en razón de que se detectaron en más de las dos terceras partes el total del potencial productivo, tanto el medio como el alto, así como el hecho de que en este Distrito se cuenta con disponibilidad de insumos (semillas, fertilizantes, agroquímicos), servicios financieros (de primer piso: FIRA y Financiera Rural de segundo piso: banca comercial) y de asistencia técnica (despachos privados y soporte de la SADER), empresas comercializadoras de gramíneas y agroindustria en el beneficio del arroz, así como condiciones climáticas, edafológicas e hidráulicas, así como la experiencia pasada de agricultores y organizaciones de productores arroceros que en el pasado demostraron su capacidad para producir de manera eficiente el cultivo del arroz y el INIFAP cuenta oficinas y campo experimental en el estado de Tabasco que otorgan asistencia técnica y asesoría en materia de paquetes tecnológicos con variedades arroceras de alto rendimiento probadas en la entidad y que tienen una rentabilidad financiera aceptable. La anterior situación y sus condiciones aportarían a que se alcance la posible soberanía alimentaria de este alimento de



- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). (2011b). Mapa digital de temperatura media anual histórica (mapa digital). Raster. 90 metros. México.
- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). (2017). Agenda Técnica Agrícola. Estado de Tabasco. México: INIFAP.
- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). (2018). Programa de Desarrollo del INIFAP 2018 – 2030. Mayor productividad en armonía con el medio ambiente. México: INIFAP.
- Moctezuma, L. G., E., Ortiz, C., J. M., Hernández, C. V. H., Díaz, F. & L., Velázquez, F. (2017). Evaluación financiera de plantaciones de hule [*Hevea brasiliensis* (Wild ex A. Juss) Mull. Arg.] en el trópico húmedo mexicano. Folleto Técnico No. 25. México: INIFAP.
- Rosset, P. 2004. Soberanía Reclamo Mundial. Recuperado de [https://www.researchgate.net/publication/267623543\\_Soberania\\_Alimentaria\\_Reclamo\\_Mundial\\_del\\_Movimiento\\_Campesino](https://www.researchgate.net/publication/267623543_Soberania_Alimentaria_Reclamo_Mundial_del_Movimiento_Campesino)
- Ruiz C., J. A., G. Medina G., I. J. González A., H. E. Flores L., G. Ramírez O.,..., Martínez, R. A. (2013). Requerimientos agroecológicos de cultivos. Segunda Edición. Libro Técnico Núm. 3. INIFAP. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias-CIRPAC-Campo Experimental Centro Altos de Jalisco. Tepatitlán de Morelos, Jalisco, México. 564 p.
- Ruiz C., J. A., Medina G., G., González A., I. J., Ortiz T., C., Flores L., H. E.,..., Byerly M., K. F. (1999). Requerimientos agroecológicos de cultivos. INIFAP. CIRPAC. Libro Técnico Núm.3. Guadalajara, México. 324 p.
- Saaty, T. L. (1997). Toma de decisiones para líderes. El Proceso Analítico Jerárquico: La Toma de Decisiones en un mundo complejo. Estados Unidos de América: RWS.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. (2017). Planeación Agrícola Nacional 2017-2030. Arroz Mexicano. Benito Juárez, CDMX. México. 20 pp.
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). (2020). Sistema de Información Agroalimentaria y de Consulta (SIACON). Bases de Datos 2003 – 2020. México: SIAP.
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). (2020). Panorama Agroalimentario 2020. Datos de un campo que avanza sin dejar a nadie atrás. México: SIAP.

*Fin de la versión en español*