

# Un Modelo de Producción de Arroz en Venezuela A Model of Rice's Production in Venezuela

Vicente Ramírez N., PhD. y Ángel Durán A., Ing.  
Centro de Simulación y Modelos (CESIMO) de la Universidad de Los Andes  
vicente@ula.ve, angelnemesis\_01@hotmail.com

--Recibido para revisión 2012, aceptado fecha, versión final 2012--

**Resumen**— Se presenta un modelo de simulación de la producción y el consumo de arroz en Venezuela. Se estudió el sistema de producción, la importación-exportación y el consumo de arroz en Venezuela a través de los datos disponibles y la información suministrada por expertos y la Federación Venezolana de Asociaciones de Productores de Arroz (Fevearroz). Se realizó una descripción del sistema real, que permitió la construcción del modelo de simulación propuesto, el cual fue validado y probado. Se evaluaron algunos escenarios, tales como la disminución de la superficie destinada para la siembra, debido al cambio climático, lo que produciría una disminución en la producción y aumento de las importaciones; otro escenario propuesto permitió observar lo que ocurre cuando hay disminución del rendimiento por hectárea; además se observó que si la producción de arroz supera la capacidad de producción en los molinos, una gran parte del arroz tendría que ser exportada y procesada en otro lugar.

**Palabras Clave**—Simulación, Arroz, Producción, Consumo, Venezuela.

**Abstract**— This paper presents a model of the production and consumption of rice in Venezuela. The production system, imports-exports and the consumption of rice in Venezuela were studied through the available data, the information given by experts and the available documentation from Fevearroz, the Venezuelan federation of rice producers' associations. A description of the system was developed and was used to build the proposed model. It was then validated and tested. Various scenarios were evaluated, such as a decrease of land for the production of rice, due to climate change, would decrease even more the production of rice and boost rice's importation; another scenario allows us to observe what happen when there is reduction in yield per hectare; furthermore, it was observed that if rice production exceeds the production capacity in the mills, a large part of rice must be exported and processed elsewhere.

**Keywords**—Simulation, Rice, Production, Consumption, Venezuela.

## 1. INTRODUCCIÓN

Según la Federación Venezolana de Asociaciones de Productores de Arroz [1], el rubro arroz juega un papel de gran importancia como recurso esencial para la alimentación de la población y, en la actualidad, muestra una creciente demanda. Sin embargo, este rubro presenta un déficit de materia prima que se registra en la producción nacional de arroz. Este déficit está siendo suplido por importaciones. De hecho, parte de la materia prima que está procesando la industria es importada. Además, el cambio climático ha impactado la agricultura mundial. Venezuela ha sido también afectada. Por ejemplo, en el 2010 se sembró el 50% del área que se sembró en el 2009 y la producción se redujo en un 45%.

El arroz se ha establecido, en los últimos años, como un producto agrícola básico en la economía nacional y constituido como el componente principal en la alimentación de los venezolanos. Además, es un rubro importante en la agroindustria como materia prima para diversos productos [2][10].

Fevearroz [1] constató que en el 2008 lograron sembrar más de 230000 ha de arroz para el consumo de aproximadamente 28000000 de habitantes, siendo la demanda real 1512000 t entre arroz blanco y arroz paddy seco en el país.

A pesar de que en Venezuela se tuvo un crecimiento sostenido tanto en la producción de arroz paddy como en la superficie de siembra durante ocho años consecutivos, en 2009 comenzó a evidenciarse una tendencia negativa en el rendimiento del sector. Para el año 2010, producto

de la intensa sequía y de los efectos del control de precios, se produjo una pérdida considerable en la producción [3].

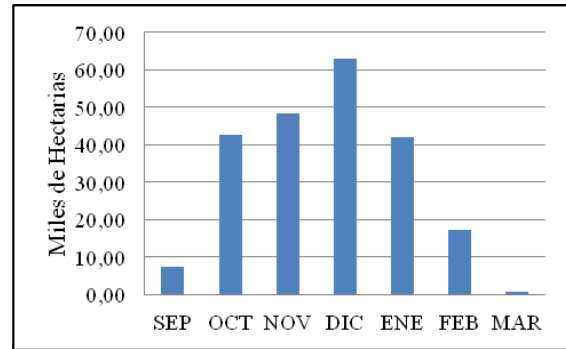
En el 2009, se sembraron 213000 ha en los dos ciclos, para una producción de alrededor de 1000000 t de arroz paddy seco, lo que representó una caída del 8% con respecto al año anterior, cuando se alcanzaron 1080000 t. Tal caída llevó a Venezuela a ser un país importador de arroz para poder satisfacer el déficit presente debido a la fuerte demanda del rubro.

El objetivo de este trabajo fue elaborar una primera versión de un modelo de simulación de producción y consumo de arroz en Venezuela que permitiera estudiar distintos escenarios sobre la dinámica actual del sector del arroz en nuestro país [4]. La metodología que se utilizó fue la descrita por Forrester [5] y Sterman [6] para la elaboración de modelos de simulación usando Dinámica de Sistemas: a) Se recolectó información con la ayuda de la Fevearroz y a través de la observación directa. Se hizo una descripción del sistema real en estudio. b) Se construyó un modelo de simulación del sector arrocero venezolano a partir de la descripción del sistema real utilizando la herramienta Vensim [7]. c) Se estimaron los parámetros para ajustar el modelo. d) Se validó el modelo con la ayuda del conocimiento de expertos en el sector y con datos históricos. e) Se realizó el análisis de sensibilidad para estudiar el comportamiento del modelo ante cambios en los parámetros que lo conforman. f) Se estudiaron distintos escenarios.

## 2. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA REAL

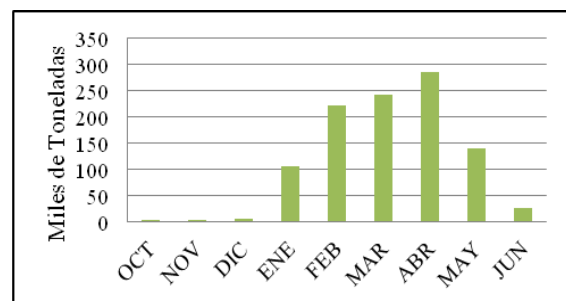
El proceso de producción del arroz comienza con la siembra en el mes de Septiembre y puede extenderse hasta la primera quincena de Octubre y, en algunos casos, hasta Noviembre. Para lograr altos rendimientos, el periodo de mayor radiación solar ocurre cuando se logra sembrar en los meses de Noviembre y Diciembre y el de menor radiación solar cuando se siembra en Junio y Julio [8].

Tomando en cuenta las fechas de siembra y los meses de más radiación solar, podemos observar en la **Figura 1**, que en los meses de Octubre a Enero fue mayor la superficie sembrada, llegando en el mes de diciembre a 63130 ha sembradas, mientras que desde Abril hasta Agosto las siembras fueron prácticamente nulas.



**Figura 1.** Superficie sembrada mensual 2008-2009  
 Fuente: Programa de seguimiento de cifras arroceras [1].

Observamos en la **Figura 2** que los meses en que se obtuvo la mayor cosecha fueron Febrero, Marzo y Abril, llegando hasta 287040 t, mientras que los meses Octubre, Noviembre y Diciembre fue poca la cosecha.



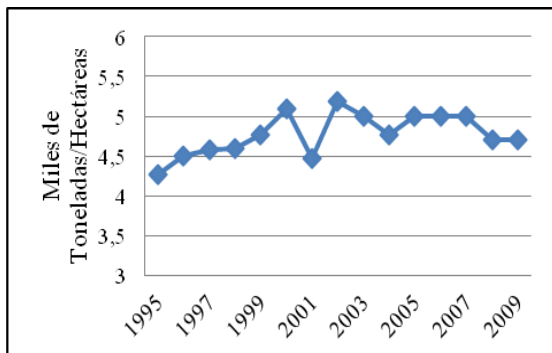
**Figura 2.** Estimación mensual de cosecha 2008-2009  
 Fuente: Programa de seguimiento de cifras arroceras [1].

Las áreas de producción agrícola y la mayor parte de las instalaciones agroindustriales y de servicios del arroz en Venezuela se localizan en los estados Portuguesa y Guárico, donde se concentra aproximadamente el 93% de la producción primaria y de la transformación industrial, así como los servicios relacionados con el rubro. Otras entidades productoras son Cojedes y Barinas, pero de tales estados sólo provienen cantidades pequeñas de producción.

Motivado al mal clima y a la desestabilización en la planificación por parte de los productores, en los años 2005 y 2006 la producción de arroz sufrió una caída de 162000 t. A partir del año 2007, se inicia el apoyo del gobierno nacional a los productores venezolanos, otorgando créditos para dar inicio a las nuevas cooperativas agrarias. En el año 2008, la producción de arroz y la superficie sembrada fue mayor a los años anteriores, gracias a la implementación del subsidio e incentivo agroindustrial. En los años 2009 y 2010, debido a la disminución del precio,

insostenibilidad económica y al impacto del cambio climático, Venezuela fue fuertemente afectada, ya que la producción se redujo en un 8% y 45,2% respectivamente. En el año 2010 se sembró el 50% del área que se sembró en el 2009.

El cultivo de arroz es el más productivo de todos los cereales, siempre y cuando el clima y disponibilidad del agua sean adecuados [9]. En la **Figura 3** se observa como el rendimiento del arroz se mantuvo durante el periodo 2005 al 2007, mientras en el periodo del 2002 al 2004 y en el 2008 hubo descensos en dicho rendimiento. El rendimiento por hectárea disminuyó 6%, al bajar de 5000 Kg/ha en el año 2007 a 4700 Kg/ha en el 2009, con lo cual estuvieron 300 Kg por debajo del rendimiento estimado.



**Figura 3.** Rendimiento arroz paddy húmedo 1995-2009

Fuente: Programa de seguimiento de cifras arroceras [1].

La industria arrocera y el agricultor centran su atención en el menor porcentaje de roturas durante la elaboración. Cuanto más elevado es el rendimiento en enteros mejor se considera la calidad del arroz cáscara, desde este punto de vista.

La humedad del producto, además de limitar la posibilidad de conservación, determina el grado de dureza del grano. El arroz a mayor humedad es más blando, es más fácil su deterioro, al ser menor la humedad, más sencillos son los cuidados, soporta el blanqueo. El arroz con cáscara almacenado no supera el 14,5% de humedad y el arroz sin cáscara el 15% [9].

Las envolturas florales del grano de arroz, eliminadas mediante la operación de

descascarado, tienen un peso bastante variable, oscilando entre el 16% y el 24% sobre el peso de arroz cáscara, del que se obtiene la cascarilla. Como consecuencia, el arroz descascarillado oscila entre el 84% y el 76%. Naturalmente, tales valores se refieren a arroz cáscara libre de impurezas, como trozos de paja, tierra u otras materias extrañas [9].

Las sucesivas acciones abrasivas a las que se somete el arroz producen la supresión de las capas celulares externas del grano. El peso mínimo de las harinas extraídas es de aproximadamente el 3% del peso del arroz cáscara; las harinas producidas están constituidas casi exclusivamente por las capas más externas del grano y toman el nombre de «salvado». El peso total de las harinas es pocas veces superior al 10% del peso del arroz cáscara [9].

Venezuela posee una capacidad de producción de unas 2000000 t al año, y almacena aproximadamente un total 300000 t de arroz [1]. Se estima que un 9% del arroz producido en el país se comercializa en la frontera de forma ilícita.

### Consumo de arroz en Venezuela

El consumo per cápita (CPC) pasó de 14,5 Kg/persona/Año a 22,6 Kg/persona/Año desde la implementación de Mercal [1]. El 60% del arroz que consume el venezolano, de la misión alimentación, proviene de las importaciones.

Según el INE [10], el 44% de las personas prefiere los supermercados y cadenas de automercados para comprar, mientras que la red de bodegas subsidiadas del Gobierno tiene el favoritismo del 37%, seguido de abastos y bodegas con 13%, y otros un 6%.

### 3. MODELO PROPUESTO

El modelo está compuesto por tres estructuras: Producción de arroz, agroindustria y mercado y consumo. Siendo el modelo propuesto agregado a nivel sectorial, se requiere hacer algunas suposiciones que ayuden a simplificar la complejidad inherente. Estos supuestos permiten además considerar elementos del sistema real de los cuales no se consigue información estadística:

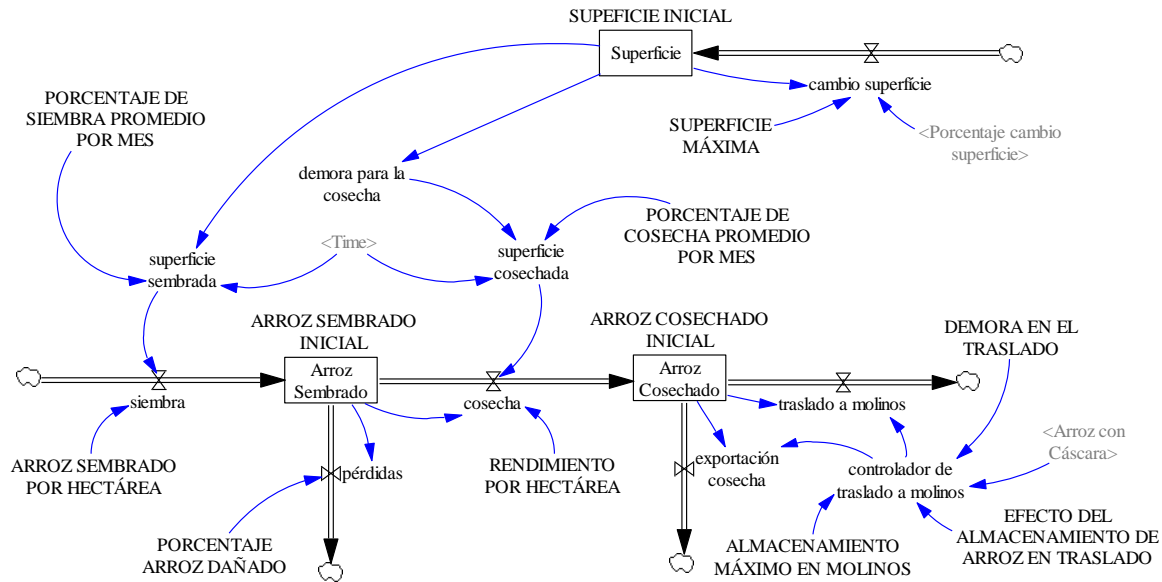


Figura 4. Producción de arroz

- Los porcentajes de siembra y cosecha promedio por mes son considerados constantes.
- Las condiciones iniciales para *Arroz en Mercal* y *Arroz en Mercado* son iguales a 21000 t y 79000 t, esto debido a que mercal cubre el 21% del consumo del país y el resto del mercado el 79%.
- Al superar la capacidad de almacenamiento se exporta.
- La demora de importación y exportación es de un mes.
- Se considera que un 9% del arroz producido en el país se comercializa en el mercado ilícito.
- Se exporta arroz cuando la producción nacional cubre con todo el consumo y ciertas reservas deseadas.
- Los consumidores acuden bien a mercal o al resto del mercado, pero si no lo consiguen en uno, van al otro.

### 3.1 PRODUCCIÓN DE ARROZ

La Figura 4 muestra la estructura del proceso de la producción de arroz, desde su siembra hasta el traslado a los molinos. El nivel *Superficie* tiene como flujo único el *cambio de superficie* (ha/Mes) el cual depende de la *SUPERFICIE MÁXIMA* (ha) para la siembra del arroz y el *Porcentaje cambio superficie* (1/Mes). La *SUPERFICIE MÁXIMA* corresponde al valor máximo de superficie que puede ser destinada para la siembra de arroz en Venezuela.

El *Porcentaje cambio superficie* es una función ruido rosa [6], es decir el nivel *Superficie* en el modelo va a tener un comportamiento aleatorio con cierta tendencia, ya que la conducta futura de este nivel es impredecible, por los cambios climáticos principalmente.

El flujo *siembra* (t/Mes) es calculado por medio de *ARROZ SEMBRADO POR HECTÁREA* (t/(ha\*Mes)) por *superficie sembrada* (ha), que a su vez es calculada a través del *PORCENTAJE DE SIEMBRA PROMEDIO POR MES*.

*PORCENTAJE DE SIEMBRA PROMEDIO POR MES* es una función tipo tabla que contiene los promedios de los porcentajes de superficie sembrada en cada mes durante un año. El flujo *siembra* es acumulado en el nivel de *Arroz Sembrado* (t) donde permanece en promedio cuatro meses debido a la *demora para la cosecha*, tiene dos flujos de salida, *cosecha* (t/Mes) y *pérdidas* (t/Mes) que es una pequeña parte del nivel *Arroz Sembrado* que se daña.

El flujo *cosecha* se calcula a partir del arroz que se encuentre sembrado (valor mínimo entre el arroz que se encuentra acumulado en el nivel *Arroz Sembrado* y *RENDIMIENTO POR HECTÁREA* de la *superficie cosechada*).

EL *RENDIMIENTO POR HECTÁREA* (t/ha/Mes) es la cantidad de arroz cosechado por superficie sembrada.

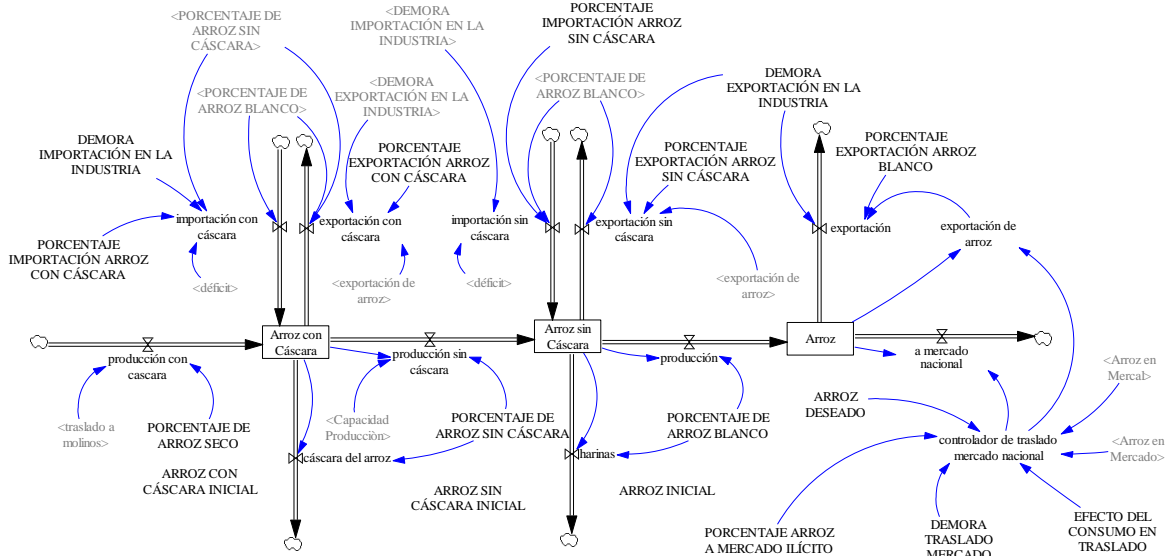


Figura 6. Agroindustria

La *superficie cosechada* (ha) es calculada a través del *PORCENTAJE DE COSECHA PROMEDIO POR MES*, función tipo tabla que contiene los promedios de los porcentajes de superficie cosechada por mes en un año.

El nivel *Arroz Cosechado* (t) tiene como flujo de entrada la *cosecha* y tiene dos flujos de salida: *traslado a molinos* (t/Mes) y *exportación cosecha* (t/Mes) que corresponden a un porcentaje del nivel *Arroz Cosechado*, que depende del *controlador de traslado a molinos* (1/Mes), el cual varía según el nivel de *Arroz con Cáscara* (t) acumulado. El *EFFECTO DEL ALMACENAMIENTO DE ARROZ EN TRASLADO* es una función tipo tabla que regula el traslado de arroz dependiendo de la capacidad de almacenamiento disponible en los molinos.

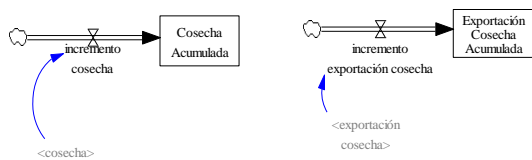


Figura 5. Cosecha acumulada y exportación cosecha acumulada

La *DEMORA EN EL TRASLADO* es el tiempo para el traslado de arroz a los molinos.

La **Figura 5** muestra dos niveles *Cosecha Acumulada* (t) y *Exportación Cosecha Acumulada* (t). Estos niveles son utilizados para comparar datos reales anuales con los valores arrojados por

el modelo. Ambos niveles poseen un flujo de entrada que corresponde al incremento por unidad de tiempo de la variable que se va a acumular. Se utilizan valores acumulados debido a que la unidad de tiempo utilizada es mes, y se necesitan valores anuales para realizar comparaciones con los datos disponibles. La *Cosecha Acumulada* (t) representa el arroz cosechado total en un año. La *Exportación Cosecha Acumulada* (t) corresponde a la exportación total anual.

### 3.2 AGROINDUSTRIA

En la **Figura 6** se muestran las diferentes transformaciones que sufre el arroz en los molinos, observando tres niveles. Por razones de espacio no se describe en detalle.

### 3.3 MERCADO Y CONSUMO

La **Figura 7** muestra la estructura conformada por dos niveles que representan los lugares en que se comercializa el arroz blanco empaquetado. Por razones de espacio no se describe en detalle.

### 3.4 ESTIMACIÓN DE PARÁMETROS

En una **Tabla 1** se muestran los valores de los parámetros del modelo. Para la estimación de dichos parámetros se usó la información obtenida de las diferentes asociaciones de productores sobre la producción y consumo del arroz para el año 2008.

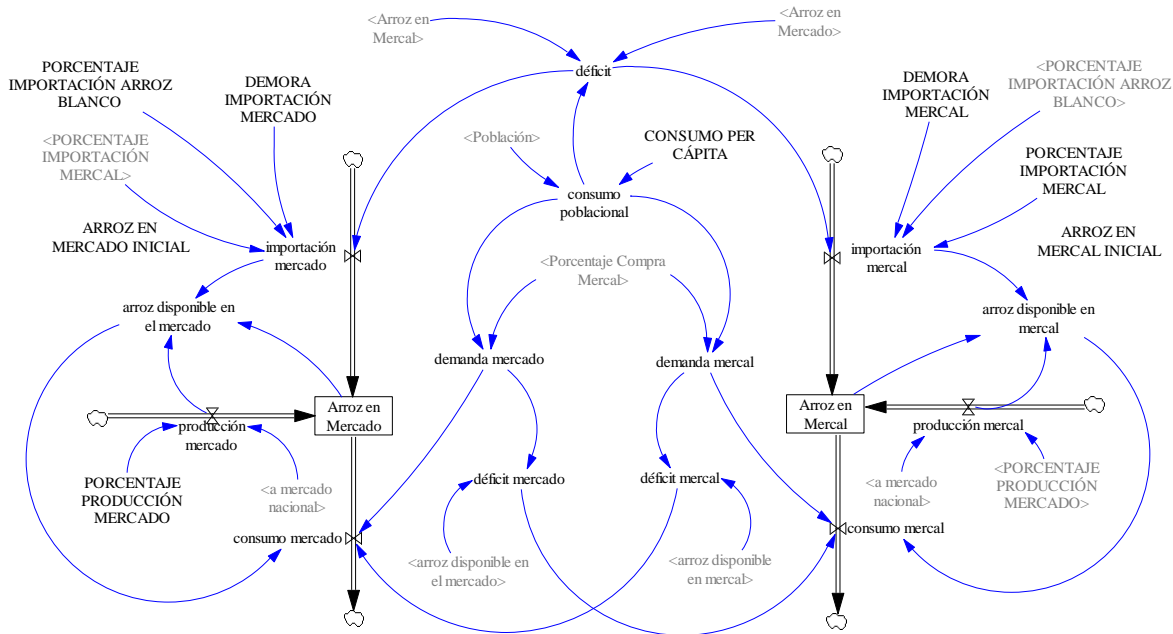


Figura 7. Mercado y consumo

Tabla 1. Parámetros del model.

Variable	Valor	Unidades
ARROZ SEMBRADO POR HECTÁREA	5000	t/ha/Mes
RENDIMIENTO POR HECTÁREA	4850	t/ha/Mes
PORCENTAJE ARROZ DAÑADO	0,012	1/Mes
PORCENTAJE DE ARROZ SECO	0,850	Sin unidades
ALMACENAMIENTO MÁXIMO EN MOLINOS	300000	t
PORCENTAJE DE ARROZ SIN CÁSCARA	0,800	Sin unidades
PORCENTAJE DE ARROZ BLANCO	0,875	Sin unidades
NIVEL DESEADO DE ARROZ	300000	t
PORCENTAJE ARROZ A MERCADO ILÍCITO	0,090	1/Mes
PORCENTAJE EXPORTACIÓN ARROZ BLANCO	0,862	Sin unidades
PORCENTAJE EXPORTACIÓN ARROZ CÁSCARA	0,073	Sin unidades
PORCENTAJE EXPORTACIÓN ARROZ SIN CÁSCARA	0,065	Sin unidades
PORCENTAJE IMPORTACIÓN ARROZ CÁSCARA	0,315	Sin unidades
PORCENTAJE IMPORTACIÓN ARROZ SIN CÁSCARA	0,018	Sin unidades
PORCENTAJE IMPORTACIÓN ARROZ BLANCO	0,667	Sin unidades
PORCENTAJE IMPORTACIÓN MERCAL	0,600	Sin unidades
PORCENTAJE TRASLADO MERCADO	0,890	Sin unidades
CONSUMO PER CÁPITA	0,00175	t/Persona/Mes

#### 4. SIMULACIÓN BASE Y VALIDACIÓN DEL MODELO

Se utilizaron datos del 2008 para la corrida base y datos del 2009 para validar un año más de simulación. Los datos del 2010 se utilizaron como escenario ya que por razones climatológicas la producción de arroz tuvo un descenso de aproximadamente un 50%. Luego, por medio de un conjunto de pruebas, tales como condiciones extremas, análisis de sensibilidad y consistencia dimensional, se evaluó y validó el modelo con respecto a los datos obtenidos.

La unidad de tiempo usada es el Mes, motivado a que en el periodo de tiempo de simulación (un año) podemos apreciar el proceso desde la siembra y la cosecha, la transformación en los molinos y el consumo de arroz en el mercado nacional. El modelo se corrió usando Runge Kutta 4. El paso de tiempo utilizado fue de 0,25.

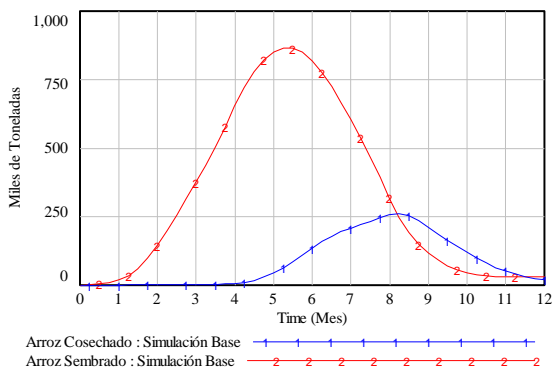
La corrida base comienza en el mes de agosto debido a que en este mes inician las siembras en el país. Las condiciones iniciales para los niveles Arroz Sembrado y Arroz Cosechado son iguales a 0 ya que son prácticamente nulos para el mes en que se comienza la simulación. Para la condición inicial del nivel Superficie se utilizaron los valores registrados para el 2008 de 230000 ha, al igual que para las condiciones iniciales de los niveles Arroz con Cáscara, Arroz sin Cáscara y Arroz en

los cuales se distribuyeron las toneladas almacenadas en los silos (315000 t).

#### 4.1 ARROZ SEMBRADO Y COSECHADO

Se puede observar en la **Figura 8** que el arroz sembrado comienza a acumularse en los primeros meses de la siembra, llegando a un valor máximo en el mes de Enero de más de 850000 t sembradas, desde ese mes en adelante comienza a disminuir el nivel de arroz sembrado, alcanzando su valor mínimo en los meses de Junio y Julio cuando, por motivo de la poca radiación y poco rendimiento, la siembra en estos meses es nula.

La cosecha del arroz se realiza cuatro meses después de su siembra, ya que es el tiempo que tarda en crecer la planta. Los datos reales y los resultados obtenidos por el modelo presentan comportamientos similares tanto para el arroz sembrado como para el cosechado. La cosecha de arroz comenzó en el mes de Noviembre y debido a que la siembra en los primeros meses es pequeña, también lo es la cosecha. Este nivel alcanza su valor máximo en el mes de Abril en que se realiza la mayor cosecha y la de mayor rendimiento de más de 250000 t.



**Figura 8.** Arroz sembrado y cosechado

#### 4.2 COSECHA E IMPORTACIÓN ACUMULADA

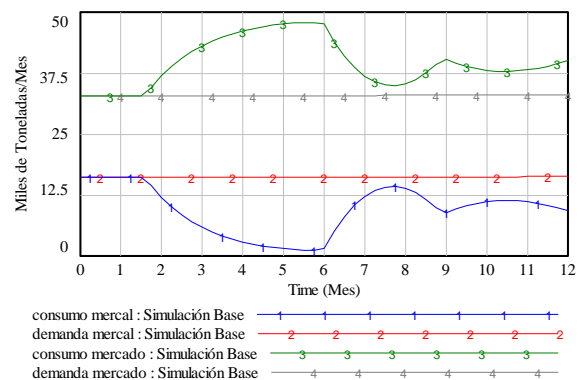
Los valores de cosecha acumulada arrojados por el modelo son muy similares tanto en el comportamiento como en su valor acumulado final, en el que los valores reales son sólo 1,41% superior a los valores del modelo.

Para la importación acumulada se utilizaron valores acumulados del déficit de arroz para comparar con los datos reales de las importaciones del país, obteniendo como resultado una

importación menor a los datos reales. Esto podría deberse principalmente a que en nuestro país se destina una gran cantidad de arroz al mercado ilícito del cual no se tienen registros estadísticos.

#### 4.3 CONSUMO DE ARROZ

En la **Figura 9** se muestran la demanda y el consumo tanto en merca como en el resto del mercado. Se observa como las personas al no conseguir arroz en su lugar preferido de compra, ya sea en merca o en el mercado, intentan conseguirlo en el otro, es decir, si intentan comprar en merca y no lo consiguen, entonces, se dirige al mercado y viceversa. Se observa además como la demanda merca es superior al consumo merca, esto debido a que merca no cuenta con el arroz suficiente para cubrir toda su demanda, lo contrario se observa en el consumo y demanda mercado.



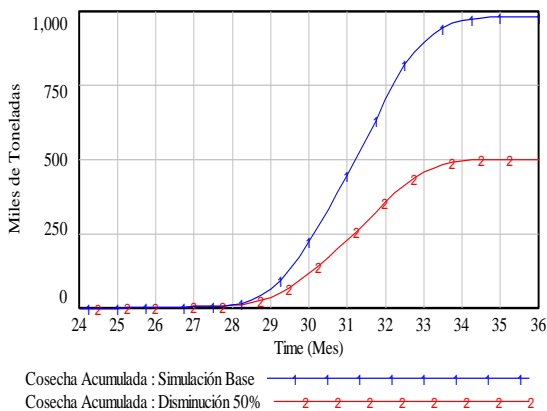
**Figura 9.** Demanda y consumo merca y mercado

### 5. ESCENARIOS

Las condiciones iniciales, para cada uno de los escenarios, son las correspondientes a los valores generados por el modelo al final del segundo año de simulación, es decir en el mes 24 de la simulación base. Se utilizaron las figuras arrojadas por la herramienta de simulación Vensim [7], las cuales comienzan en el mes 24 de la simulación, (Agosto) y finalizan en el mes 36 (Julio).

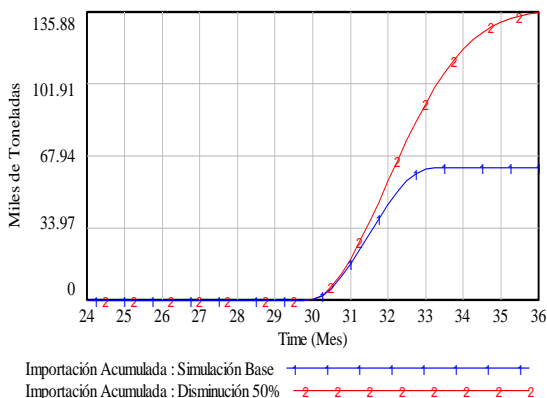
**Escenario 1:** Imaginemos que se repite lo acaecido en el año 2010, es decir, la superficie destinada para la siembra del arroz disminuye en un 50%, gracias a la baja del precio, la insostenibilidad económica, por la regulación de precios implementada por el gobierno nacional, o debido al impacto del cambio climático que afectó el crecimiento de la planta.

La **Figura 10** muestra como al disminuir en un 50% la superficie destinada para la siembra, el arroz cosechado en un año disminuye en un 48,9% respecto a los valores obtenidos en la simulación base, esto debido a que el nivel Superficie afecta directamente la cosecha de arroz. Al comparar los resultados arrojados por el modelo se obtuvo una diferencia de 8,3% con respecto a los valores reales del 2010.



**Figura 10.** Cosecha de arroz acumulada

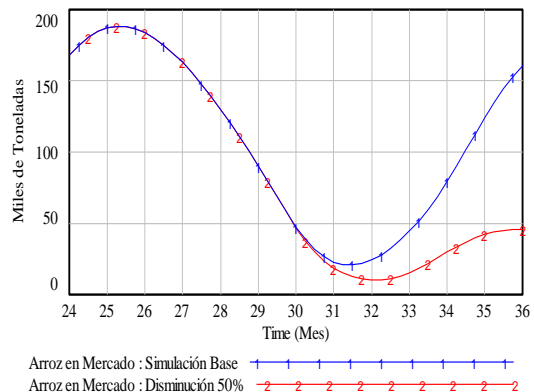
En la **Figura 11** se observa que con la disminución de la superficie, las importaciones de arroz aumentan en más del 100% con respecto a las obtenidas en la simulación base, esto debido a que la producción en los molinos venezolanos también disminuye.



**Figura 11.** Importación de arroz acumulada

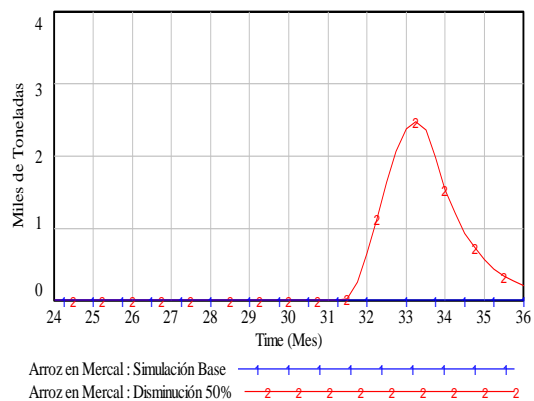
En **Figura 12** se observa cómo al disminuir la superficie destinada para la siembra en un 50%, los valores del nivel Arroz en Mercado en los primeros meses de la simulación permanecen iguales a los valores obtenidos en la simulación base. En los meses que comienza la producción de arroz (29 y 30 en la **Figura 8**) los valores del

nivel Arroz en Mercado disminuyen en 43,4% con respecto a los obtenidos en la simulación base.



**Figura 12.** Arroz en mercado

Con respecto al nivel Arroz en Mercal, como se muestra en la **Figura 13**, al disminuir la superficie en 50%, los valores de este nivel aumentan alcanzando un valor máximo de 2485 t en el mes de Mayo (33 en la **Figura 13**), debido a que una disminución de la superficie sembrada ocasionaría un aumento en las importaciones.



**Figura 13.** Arroz en mercal

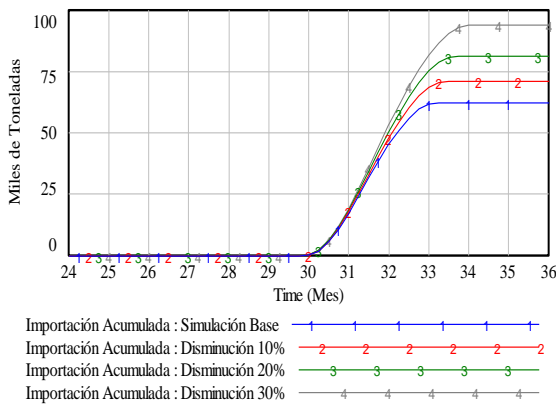
**Escenario 2:** Imaginemos ahora que ocurre una disminución en el rendimiento por hectárea del 10%, 20% y 30%, debido a falta de inversión en infraestructura (principalmente apoyada por los entes gubernamentales) y al mantenimiento de maquinaria y equipos utilizados tanto para sembrar y cosechar el arroz como para evitar las plagas en el grano. Esta disminución podría darse también por las bajas temperaturas del agua que afectan de forma directa el crecimiento y desarrollo de la planta.

El rendimiento por hectárea disminuye en un 10%, 20% y 30%, la producción de arroz cosechado



disminuye en un 9,7%, 19,6% y en un 29,4% con respecto a los valores obtenidos en la simulación base respectivamente, esto debido a que la cosecha de arroz depende directamente de su rendimiento y de la superficie.

En cuanto a la importación de arroz, como se muestra en la **Figura 14**, al disminuir el rendimiento por hectárea del arroz en un 10%, 20% y 30%, las importaciones aumentan en un 13,6%, 30,16% y en un 50,8% con respecto a las obtenidas en la simulación base respectivamente.



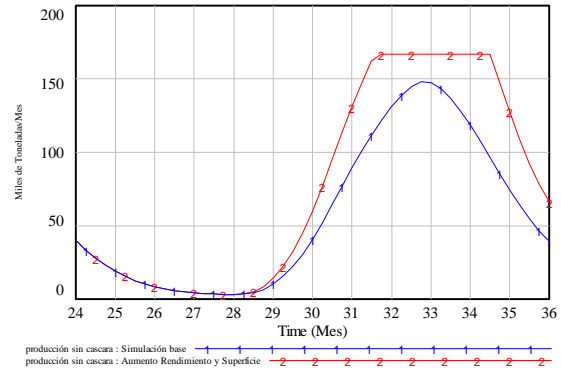
**Figura 14.** Importación acumulada

**Escenario 3:** Debido a que la recolección de arroz se hace más eficiente, es decir, sin pérdida del grano, ya sea por causa de pocas plagas o que al sembrar el clima sea el más adecuado influyendo en el crecimiento de la planta y se destina una mayor cantidad de superficie para la siembra del arroz en el país, ocurre que la producción de arroz supera la capacidad de producción de los molinos.

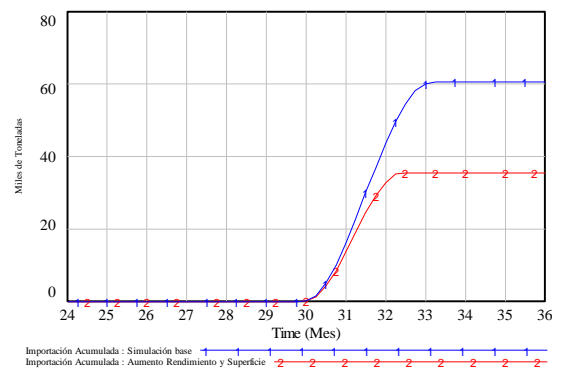
Si la producción de arroz supera la capacidad de producción en los molinos, llegaría a un punto máximo como se observa en la **Figura 16**, en que la producción de arroz sin cáscara desde mediados del mes de Febrero hasta mediados del mes de Mayo (31 y 35 en la **Figura 15**) trabajaría a su máxima capacidad. También podemos observar que las importaciones disminuyen casi a la mitad con respecto a las obtenidas en la simulación base y sólo se importa en los meses de Febrero y Marzo (30 y 31 en la **Figura 16**) debido a que allí comienza la producción de arroz.

En la **Figura 17** se observa como una gran cantidad de arroz cosechado es exportado, esto debido a que la producción de arroz supera la capacidad de almacenamiento en los molinos y todo este arroz que no puede ser trasladado a los molinos es exportado (206250 t), también se

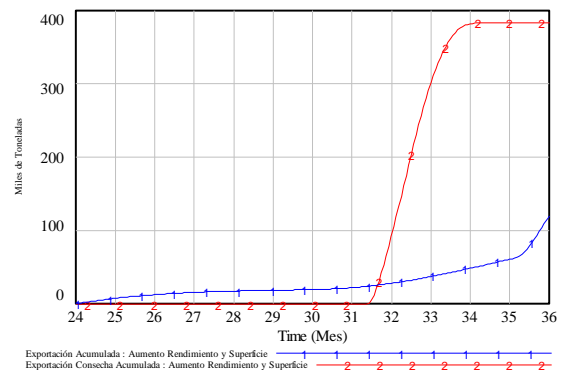
puede observar que en el último mes de la simulación se comienza a exportar arroz en la agroindustria, no sólo por el exportado de forma ilícita, sino porque la producción nacional cubre la demanda, llegando a un valor de 80420 t.



**Figura 15.** Producción sin cáscara



**Figura 16.** Importación acumulada



**Figura 17.** Exportación acumulada

## 6. NOTAS FINALES

Se presentó un modelo de simulación de la producción y el consumo de arroz en Venezuela, utilizando la metodología de la Dinámica de Sistemas y el programa de simulación Vensim. A

partir de la descripción del sistema real, se propuso la estructura del modelo (compuesta por las ecuaciones que lo rigen y el diagrama de niveles y flujos). Los resultados del modelo nos mostraron que efectivamente la demanda de arroz en el país es superior a la producción del mismo, teniendo el país que recurrir a las importaciones para cubrir este déficit.

Se presentaron distintos escenarios que pudiesen ocurrir o pudiesen estar ocurriendo. Gracias a estos análisis se establecen situaciones para dar sentido a las diferentes versiones que se han pronunciado sobre la producción y consumo de arroz en Venezuela.

Cuando la superficie sembrada se redujo a la mitad, debido a los cambios climáticos que han sido ya experimentados en el pasado, la consecuencia es una disminución en la producción en casi 50%, un aumento en las importaciones en más de 100% y la disminución del arroz en los lugares de comercialización del rubro. Un modelo como el aquí presentado podría ser utilizado para estimar el desabastecimiento tanto en mercal como en el resto del mercado nacional, permitiendo tomar las decisiones que coadyuven a mitigar sus efectos.

En el último escenario se mostró otra situación que puede afectar la producción de arroz en el país, pues si ocurriese un aumento en la superficie destinada para la siembra o un aumento en el rendimiento, los molinos trabajarían a su máxima capacidad de producción y una gran parte del arroz en cáscara tendría que ser exportada y procesada en otro lugar.

## 7. REFERENCIAS

- [1] Fevearroz, Federación Venezolana de Asociaciones de Productores de Arroz, Innovaven (Asociación para la Innovación Tecnológica), <http://www.innovaven.org>. Fecha de consulta: 01 Abril 2011.
- [2] J. Montilla, A. Badillo, E. Quintana, H. Silva, y W. Jaffé, "Importancia del arroz en el sistema agro-alimentario mundial y venezolano", Alcance, vol. 39, 1990, pp. 3-39.
- [3] Radio Mundial, <http://www.radiomundial.com.ve/>. Fecha de consulta: 01 Diciembre 2010.
- [4] Durán A. Un modelo de simulación de producción y consumo de arroz en Venezuela [Pregrado]. Mérida, Venezuela: Universidad de Los Andes, 2012.

[5] J. Forrester, *Industrial Dynamics*, MIT Press, Boston: EEUU, 1961, p. 464.

[6] J. Sterman, *Business Dynamics: Systems Thinking and Modeling for a Complex World*, primera edición, McGraw-Hill, Boston: EEUU, 2000, p. 982.

[7] Vensim PLE (Personal Learning Edition) Ventana Systems Inc, <http://www.vensim.com/>. Fecha de consulta: 01 Marzo 2011.

[8] R. Alvarado y S. Hernaiz, *Arroz manejo tecnológico*, Publicaciones del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Caracas, 2007, p. 171.

[9] Infoagro, Arroz, <http://www.infoagro.com>. Fecha de consulta: 01 Diciembre 2010.

[10] INE, Instituto Nacional de Estadísticas, <http://www.ine.gov.ve>. Fecha de consulta: 15 Marzo 2011.

[11] L. Molina, "Notas sobre la situación de la producción primaria de arroz en Venezuela", *Agroalimentaria*, No. 6, Junio 1998, pp. 45-55.

## 8. AGRADECIMIENTOS

Al CDCHTA de la Universidad de Los Andes, por haber financiado parcialmente este trabajo bajo el proyecto I-1257-11-02-F.

## 9. CURRÍCULUM

Vicente Ramírez es Ingeniero de Sistemas de la Universidad de Los Andes (ULA), Mérida-Venezuela; *MSc in Economics* de la *London School of Economics*, Londres-Inglaterra; *PhD. in Economics* de la *Università della Svizzera italiana*, Lugano-Suiza. Profesor Titular del Departamento de Investigación de Operaciones de la Escuela de Ingeniería de Sistemas de la ULA y Coordinador del Postgrado en Modelado y Simulación de Sistemas del Centro de Simulación y Modelos (CESIMO) de la ULA.

Angel Durán es Ingeniero de Sistemas de la Universidad de Los Andes. Profesor Instructor de la Universidad Experimental Politécnica de la Fuerza Armada Nacional.



Vicente Ramírez



Angel Durán



[www.dinamica-de-sistemas.com](http://www.dinamica-de-sistemas.com)

## Libros

## Cursos Online



[Ejercicios](#)



[Curso Básico Intensivo en Dinámica de Sistemas](#)



[Avanzado](#)



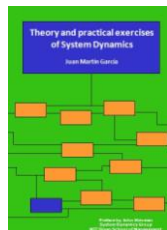
[Curso Superior en creación de modelos de simulación](#)



[Conceptos](#)



[Modelos de simulación en ecología y medioambiente](#)



[English](#)



[Planificación de empresas con modelos de simulación](#)



[Português](#)



[System Thinking aplicado al Project Management](#)