



## EXPLOTACIÓN Y PROCESOS MECANIZADOS OPERATION AND MECHANIZED PROCESSES

### ARTÍCULO ORIGINAL

# Determinación de la composición racional del complejo cosecha-transporte del arroz con la aplicación de la Teoría del Servicio Masivo en el Complejo Agroindustrial Arrocero “Los Palacios”

*Determination of the rational composition of complex rice harvester-transport with the application of the Theory of Massive Service, on the Agroindustrial Rice Complex “Los Palacios”*

Ciro E. Iglesias Coronel<sup>1</sup>, Yanoy Morejón Mesa<sup>2</sup>, Ronier Llanes Díaz<sup>3</sup>

**RESUMEN.** El presente trabajo se realizó en el Complejo Agroindustrial Arrocero “Los Palacios”, en la provincia Pinar del Río. La investigación tuvo como objetivo el estudio del complejo tecnológico de cosecha-transporte del arroz con la cosechadora New Holland TC -57 y un tractor New Holland TS-6020 con dos remolques RA-6, en búsqueda de su composición racional. Para la solución del problema planteado se fundamentó la Teoría del Servicio Masivo, aplicado al fenómeno del proceso cosecha-transporte del arroz, el cual permite sobre bases probabilísticas y bajo el criterio económico de los mínimos gastos sumados por las paradas de las cosechadoras para ser servidas y del transporte en espera para brindar su servicio, así como determinar la cantidad de medios óptimos para una brigada de cosecha.

**Palabras clave:** composición racional, cosecha-transporte, teoría del servicio masivo.

**ABSTRACT.** The present research was carried out on the Agroindustrial Rice Complex “Los Palacios”, on the Pinar del Río province. The investigation had as objective the study of the technological complex of harvester-transport of the rice with the combine New Holland TC -57 and the tractor New Holland TS-6020 with two trailers RA-6, for searching his rational composition. For the solution of this problem was used the Queueing Theory, considering the harvester-transport process of the rice, this give the possibility about probabilistic basis and the economical criteria of the minimum expenses added for stopped of the combine and means of transport in service, therefore determine the optimum quantity of means of transport for a harvester brigade.

**Keywords:** rational composition, harvester-transport, queueing theory.

## INTRODUCCIÓN

El arroz es considerado el cereal que más se consume a nivel mundial. Aproximadamente 3 000 000 000 de perso-

nas lo consideran, de una forma u otra, su alimento principal. Siendo en Asia el mayor consumo per cápita, alrededor de 80 kg anuales. Este producto es también ingerido por millones de habitantes en África, diversos países de América del Sur, América Central, el Caribe y de Europa Central.

**Recibido** 29/11/10, aprobado 30/01/12, trabajo 19/12, artículo original.

<sup>1</sup> Dr. C., Prof. Titular Universidad Agraria de La Habana, Facultad de Ciencias Técnicas, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba, CP: 32700.  
E-✉: [ciro@isch.edu.cu](mailto:ciro@isch.edu.cu)

<sup>2</sup> Ing., Prof., Universidad Agraria de La Habana, Facultad. de Ciencias Técnicas.

<sup>3</sup> Egresado de la Universidad Agraria de La Habana, Facultad. de Ciencias Técnicas.

Nota: La mención de marcas comerciales de equipos, instrumentos o materiales específicos obedece a propósitos de identificación, no existiendo ningún compromiso promocional con relación a los mismos, ni por los autores ni por el editor.

De esta forma el arroz es considerado el segundo cereal de mayor importancia para la alimentación mundial después del trigo, aunque las cifras crecieron, con una producción en el año 2003 de 591 000 000 de toneladas de arroz cáscara y 354 000 000 para su consumo; siendo los países más productores: China, India, Indonesia, Bangladesh, y Vietnam los que representan el 72% de la producción mundial (Polo, 2011).

La cosecha de este cultivo presenta características muy particulares, tales como gran cantidad de materia verde, grano muy abrasivo, húmedo y delicado, que sumado a las dificultades del tránsito de la maquinaria por la escasa sustentabilidad del suelo, frecuentemente en condiciones de elevado grado de humedad, hacen de esta labor una tarea más complicada que en otros cultivos. Esta situación provoca mayores posibilidades de encontrar altas pérdidas o bajas eficiencias de cosecha (Landi, 1989).

En Cuba las pérdidas durante la cosecha de granos pueden llegar a alcanzar valores de hasta el 30%, debido al exceso de enyerbamiento, acción de los microorganismos, granos partidos o granos muy húmedos, deficiencia en la planificación de la cosecha y diferentes regulaciones de los órganos de trilla. Por otra parte, por un inadecuado manejo de los granos durante el almacenamiento, en especial cuando los granos se mantienen con un contenido de humedad superior al 13%, por lo cual pueden perderse lotes enteros (De Datta, 1986).

La presente investigación se realizó en las condiciones del Complejo Agroindustrial Arrocerero (CAI Arrocerero) "Los Pala-

cios", en el municipio Los Palacios, Pinar del Río, con el objetivo de estudiar el complejo tecnológico de cosecha-transporte del arroz con la cosechadora New Holland TC-57 y el tractor New Holland TS-6020 con dos remolques RA-6, en búsqueda de su composición racional, considerando la productividad de la cosechadora en diferentes rendimientos agrícolas y la demanda de medios de transporte durante el proceso de cosecha; partiendo para lo mismo del criterio económico de los gastos mínimos sumados por una hora de parada de las cosechadoras y medios de transporte con la utilización de la Teoría del Servicio Masivo.

## MÉTODOS

### Fundamentos teóricos para la optimización de las formas organizativas de la cosecha del arroz

**Influencia de los factores de explotación en la duración de los elementos del ciclo de transportación** En el proceso cosecha-transporte del arroz se utiliza la ruta pendular la cual se compone de dos trayectos (recorrido con carga hacia el centro de beneficio y recorrido vacío hacia el campo) (Goberman, 1975).

Durante el movimiento del medio de transporte desde el campo en cosecha hasta el centro de recepción y de retorno es consumido un tiempo, al que se denomina tiempo de ciclo. Este se determina a través de la siguiente expresión:

$$Tc = t_{ll} + t_{rcca} + t_{rcct} + t_{rvt} + t_{va} + t_{ecc} + t_{em} + t_{ed} + t_{epv} + t_{dg} + t_{pcc} + t_{pv}, h \quad (1)$$

donde:

$t_{ll}$ - tiempo de llenado del medio de transporte por la cosechadora, h;

$t_{rcca}$ - tiempo de recorrido con carga en asfalto, h;

$t_{rcct}$ - tiempo de recorrido con carga en terraplén, h;

$t_{rvt}$ - tiempo de recorrido vacío en terraplén, h;

$t_{va}$ - tiempo de recorrido vacío en asfalto, h;

$t_{ecc}$ ,  $t_{em}$ ,  $t_{ed}$ ,  $t_{epv}$  - tiempo de espera con carga, de muestreo, descarga, de pesaje vacío, respectivamente, h;

$t_{dg}$  - tiempo de descarga del grano, h;

$t_{pcc}$ ,  $t_{pv}$  - tiempo de pesaje con carga y vacío, respectivamente, h.

**Productividad de la cosechadora.** La productividad de la cosechadora se determina por:

$$W_c = 0,1 \cdot B_c \cdot V_c \cdot K_{exp}, \text{ ha/h} \quad (2)$$

$$W_c = 0,1 \cdot B_c \cdot V_c \cdot U \cdot K_{exp}, \text{ t/h} \quad (3)$$

donde:

$B_c$ - Ancho de trabajo de la cosechadora, m;

$V_c$  - Velocidad de trabajo de la cosechadora, km/h;

$K_{exp}$  - coeficiente de utilización del tiempo de explotación de la cosechadora;

$U$  - Rendimiento agrícola, t/ha.

### Planteamiento del problema de organización en flujo del proceso tecnológico de cosecha mecanizada del arroz

Durante la cosecha mecanizada en flujo son utilizadas distintos tipos de máquinas como las cosechadoras, medios de

transportación y centros de recepción del producto cosechado. Las condiciones de continuidad sin interrupción del flujo es la igualdad de las productividades de cada eslabón mecanizado de dicha brigada, es decir:

$$n_1 W_1 = n_2 W_2 = \dots = n_i W_i \quad (4)$$

donde:

$n_i$  - cantidad de conjuntos en un eslabón  $i$  dado;

$W_i$  - productividad horaria del conjunto en  $i$  eslabón productivo.

### Determinación de la composición óptima de la brigada cosecha-transporte por la Teoría del Servicio Masivo

Los métodos de organización en flujo de los procesos tecnológicos en cualquier tipo de producción son altamente progresivos. Estos métodos han encontrado en la agricultura

moderna un amplio empleo en los procesos productivos mecanizados.

El trabajo efectivo de todo el complejo de cosecha-transporte en un grado importante depende de la organización del servicio de transporte, en lo que la determinación racional de estos medios presenta algunas dificultades en la práctica productiva.

En condiciones de producción, el momento de llenado de la tolva de la cosechadora con el grano y de la llegada al campo del medio de transporte no se corresponde. Por esta razón la duración del tiempo de turno, depende de la velocidad del movimiento, tiempo de pesaje y de descarga en el centro de recepción, la situación de la cosechadora en el campo y la guardarraya. También en el tiempo de llenado de la tolva de la cosechadora influye: el relieve, el rendimiento agrícola del cultivo, la humedad del grano en el transcurso de la jornada de trabajo, etc. Todo esto trae consigo el inevitable paro improductivo de la cosechadora y medios de transporte (Amu, 2009; Iglesias, 2007a; Iglesias, 2007b; Server *et al.*, 2002).

Económicamente es conveniente que la relación en cantidad de cosechadora y medios de transporte sea mínima (Ramírez e Iglesias, 1993). Este criterio se logra en la función objetivo siguiente:

$$S = C_{PC} \cdot \lambda \cdot t_{esp} + C_t \cdot n \longrightarrow \min, \text{ peso/h} \quad (5)$$

donde:

$C_{PC}$ -Pérdidas en una hora de parada de la cosechadora en espera del medio de transporte para el servicio, peso;  
 $\lambda$ -Cantidad media de tolvas llenadas (solicitud de servicio en una hora);  
 $t_{esp}$ -Tiempo medio de espera de cada solicitud, h;  
 $C_t$ -Gasto horario en el mantenimiento de un medio de transporte (gasto directo), peso/h;  
 $n$ -Cantidad de medios de transporte para el servicio de un grupo de cosechadoras.

La cantidad de medios de transporte para un grupo de cosechadoras, sin tener en cuenta el carácter probabilístico de interrelación del sistema cosecha-transporte se determina de manera siguiente:

$$n = \frac{\sum W_c}{\sum w_t} = \frac{0.1 \cdot B_c \cdot V_c \cdot U \cdot \tau_c}{\frac{Q}{T_c}} \quad (6)$$

donde:

$B_c$ -Ancho de trabajo de la cosechadora, m;  
 $V_c$ -Velocidad de la cosechadora, km/h;  
 $U$ -Rendimiento del campo, t/ha;  
 $\tau_c$ - Coeficiente de utilización del tiempo de explotación de la cosechadora;  
 $Q$  Capacidad nominal del medio de transporte, t;  
 $T_c$ - Tiempo de ciclo del medio de transporte, h.

Por el sistema tradicional de cálculo se puede obtener la cantidad de medios de transporte, pero es imposible determinar la cantidad media de cosechadoras en cola para ser servidas, y la duración media del tiempo de espera de los medios de transporte. Por esto evaluar las pérdidas por las paradas de

las cosechadoras no es posible por una u otra comparación cuantitativa del eslabón de transporte.

Por lo que se debe ver el proceso del complejo cosecha-transporte como un servicio masivo.

Durante los trabajos en grupos de cosechadoras constantemente surgen solicitudes de servicio cuando sus tolvas están llenas. Después de la descarga de la tolva, la cosechadora comienza a trabajar nuevamente. De esta manera el sistema cosechadora-medio de transporte debe verse como un sistema cerrado de servicio masivo, en el cual como promedio surgen ( $\lambda$ ) solicitudes de servicio en una unidad de tiempo. A su vez cada medio de transporte (canal de servicio) tiene la capacidad de satisfacer ( $\mu$ ) solicitudes en una unidad de tiempo.

En el sistema de servicio masivo esta difundido mayormente el flujo simple estacionario de Poisson, el cual se caracteriza por ser ordinario, estacionario y libre de consecuencias. Esto significa que al mismo tiempo la solicitud de servicio de dos o más es un fenómeno poco probable.

El estado estacionario del flujo se determina en la continuidad del surgimiento probabilístico de solicitudes de servicio en un tiempo determinado. La no existencia de consecuencia, surge cuando la probabilidad del surgimiento de determinada cantidad de solicitudes no depende de las cantidades de esta.

$$\lambda = \frac{1}{t} \quad (7)$$

donde:

$t$ -Esperanza matemática del tiempo entre dos servicios vecinos (tiempo medio de llenado de la tolva de la cosechadora), h.

La capacidad del canal de servicio es igual a,

$$\mu = \frac{n}{T_c} \quad (8)$$

donde:

$T_c$ - Tiempo del ciclo del medio de transporte, h,  
 $n$ -Cantidad de medios de transporte.

En la producción agrícola ha tenido mayor repercusión el sistema de servicio masivo con espera. Este es un sistema, en el cual la solicitud llega en el momento (todos los canales de servicio están ocupados), se ponen en cola las cosechadoras y esperan hasta que quede un canal libre. Así la cosechadora con la tolva llena no deja el sistema y espera al transporte correspondiente para la entrega del grano.

La probabilidad de condiciones para el sistema con espera se describe a través de las siguientes dependencias:

Las condiciones probabilísticas, que todos los canales de servicios (transporte) se paren, es decir en el sistema no existen solicitudes de servicios (ni una de las cosechadoras están preparadas para la entrega del grano) es igual a:

$$P_0 = \frac{1}{\sum_{C_0}^n \frac{\varphi^C}{C!} + \frac{\varphi^n}{n!(1-\varphi_x)}} \quad (9)$$

donde:

$n$ -Cantidad de medios de transporte que existen en el eslabón de transporte (canales de servicio existentes en el sistema);

$\phi$ -Coeficiente de densidad transferida del flujo de solicitudes, o coeficiente de carga del sistema para  $n=1$ ,  
 $\phi_x$ -coeficiente de densidad transferida del flujo de solicitudes o coeficiente de carga del sistema para  $n \neq 1$ , se determina por la relación de la cantidad media de solicitudes, las cuales están en condiciones de satisfacer:

$$\phi = \frac{\lambda}{n \cdot \mu} \quad (10)$$

La probabilidad de que en el servicio estén ocupadas exactamente K canales ( $0 \leq K \leq n$ ).

$$P_C = \frac{\phi^C \cdot P_0}{C!} \quad (11)$$

La probabilidad de que exista una cola en el servicio de las combinadas, se determina de la siguiente manera:

$$P_{cola} = 1 - \sum_{k=1}^n P_c \quad (12)$$

En base a la expresión de  $\mu$  se puede escribir  $\mu = \frac{n}{T_C}$ . El parámetro  $\phi$  para un sistema de un solo canal se corresponde al tiempo en el cual el sistema está ocupado cumpliendo solicitudes. Para la diferencia  $1-\phi$  se corresponde al tiempo de paro del sistema. Para un sistema multicanal el parámetro  $\phi$  es igual a la cantidad media de canales constantemente ocupados brindando servicio, y la diferencia  $n-\phi$  son las cantidades de canales parados.

La magnitud  $\phi$  puede ser cualquiera. Un régimen estable existe cuando  $\phi < n$  en caso contrario  $\phi \geq n$  el sistema no puede satisfacer las solicitudes, y la cola va a crecer indefinidamente.

El largo medio de las colas (cantidad de solicitudes en espera de ser satisfechas)

$$m_s = \frac{\phi^n \cdot \phi_x \cdot P_0}{n! (1 - \phi_x)^2} + \phi \quad (13)$$

El tiempo medio de espera del comienzo de las solicitudes es igual a la relación de la cantidad media de solicitudes en espera (cola) con relación a la intensidad del flujo de solicitudes.

$$t_{esp} = \frac{m_s}{\lambda} \quad (14)$$

### Determinación del costo económico por una hora de parada de la cosechadora y el medio de transporte durante el proceso de cosecha en espera

Como criterio de optimización para determinar la variante más económica de composición del eslabón de cosecha se tomará el del mínimo de los costos sumados por paradas en espera de ser servida la cosechadora, y el tiempo de espera del medio de transporte para comenzar a cumplir una solicitud de servicio de la cosechadora en una hora, se determina por la expresión 15.

Tales costos, para su análisis, se dividen en dos categorías: Costos Fijos ( $C_f$ ) y Costos Variables ( $C_v$ ) y la suma de los

costos fijos y los costos variables dan lugar a los costos totales o de explotación ( $C_{exp}$ ), es decir:

$$C_{exp} = \sum_{i=1}^n C_{fi} + \sum_{i=1}^n C_{vi}, \text{ peso/h} \quad (15)$$

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Determinación de los principales parámetros de la cosechadora que influyen en el proceso de cosecha-transporte

La productividad en tiempo de explotación de la cosechadora New Holland TC-57, se determinó a partir de los datos obtenidos durante su cronometraje, considerando la incidencia de los gastos de tiempos improductivos determinados, según se muestra en la Figura 1.

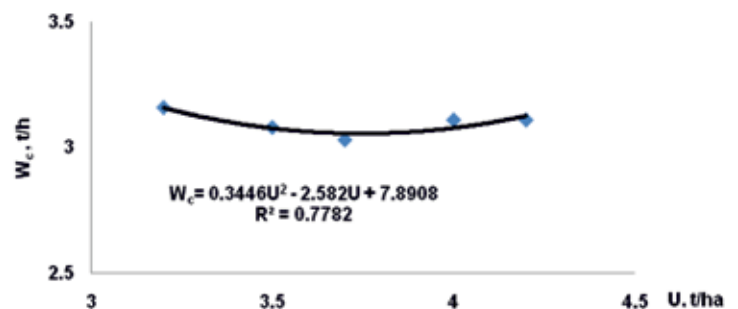


FIGURA 1. Productividad de la cosechadora New Holland TC-57 en tiempo de explotación ( $W_c$ ) en función del rendimiento agrícola del grano ( $U$ ).

La velocidad de la cosechadora ( $V_c$ ) se determinó según los tiempos cronometrados en cada rendimiento ( $U$ ) y la distancia de los campos correspondientes, la Figura 2 muestra el comportamiento de la cosechadora según el rendimiento agrícola.

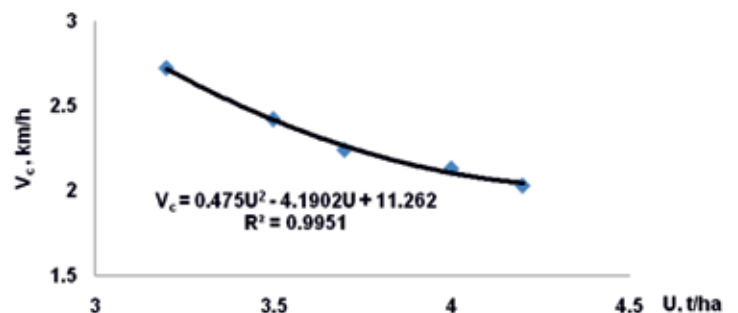


FIGURA 2. Velocidad de la cosechadora New Holland TC-57 ( $V_c$ ) en función del rendimiento agrícola del grano ( $U$ ).

### Determinación de la composición óptima de medios de transporte de la brigada de cosecha

Para la determinación de la cantidad óptima de medios de transporte se tomó como ejemplo una brigada conformada por tres cosechadoras New Holland TC-57 y un eslabón de transporte conformado por tractores New Holland TS-6020, cada uno con dos remolques RA-6. El campo de arroz cosechado tuvo un rendimiento agrícola promedio de 3,7 t/ha, y

la distancia de transportación es de 13 km por asfalto y 5 km por terraplén desde el campo en cosecha hasta el centro de beneficio.

Es necesario determinar la cantidad óptima de medios de transporte en el proceso de cosecha-transporte, utilizando como criterio económico de optimización el mínimo costo de la suma por paradas de la cosechadora y medios de transporte para lo cual se emplea la Teoría del Servicio Masivo.

Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

La productividad de la cosechadora en tiempo de explotación para un rendimiento agrícola de 3,7 t/ha fue de 3,03 t/h determinándose por la expresión (3).

El tiempo de llenado del remolque, se determinó partiendo del tiempo de descarga del grano de la cosechadora al medio de transporte ( $t_{dc}$ ) el cual fue cronometrado y considerando que la cantidad de tolvas de la cosechadora requeridas para llenar el remolque es dos y que el número de remolques a llenar para conformar el eslabón de transporte es dos, obteniéndose un tiempo de llenado del medio de transporte de 1,33 h.

El tiempo de ciclo de transportación se determinó por la expresión (1), obteniéndose un valor de 4,02 h, esto se debe fundamentalmente a las condiciones que presentan los viales, lo que dificulta la traficabilidad de los medios de transporte.

La cantidad necesaria de medios de transporte se determinó por la expresión (6) obteniéndose como resultado que el número de medios de transporte requerido es 4,56 tomándose cuatro medios de transporte según el método de cálculo utilizado para las condiciones de transportación por terraplén y asfalto desde el campo en cosecha hasta el centro de recepción, teniendo en cuenta los distintos elementos que conforman el tiempo de ciclo de transportación.

El tiempo medio de llenado de la cosechadora para este rendimiento agrícola es igual a 0,45 h. Entonces se tiene que en una hora el canal  $\lambda$  puede satisfacer 2,22 conjuntos de transporte, esto se puede determinar mediante la expresión (7).

La capacidad del canal de servicio en una hora ( $\mu$ ) es de 0,99 y se determina mediante la expresión (8).

La densidad de solicitudes del sistema ( $\phi$ ) se determina por la expresión (10) obteniéndose como resultado 2,24; siendo  $2,24 < 4$ , por lo que el régimen de funcionamiento del sistema de servicio es estable y el sistema puede satisfacer las solicitudes.

La probabilidad que en el sistema no existan solicitudes de servicio, o sea todos los medios de transporte estén en espera ( $P_0$ ) es 0,097 según la expresión (9).

La probabilidad de que estén ocupados de 1...4 conjuntos de transporte ( $P_j$ ) se determina a través de la expresión (11), obteniéndose un valor de 0,63.

La probabilidad de que exista una cola en el servicio de las cosechadoras ( $P_{cola}$ ) se determinó por la expresión (12), obteniéndose como resultado 0,37.

El largo medio de la cola de las combinadas o cantidad de solicitudes en espera de ser satisfechas ( $m_s$ ) es 2,54; este se determinó por la expresión (13).

El tiempo medio de espera de la cosechadora esperando el comienzo de ser serviciadas es ( $t_{esp}$ ) se determinó por la expresión (14), obteniéndose como resultado 1,14 h.

El costo por paradas de la cosechadora y medios de transporte (S), se determinó empleando la expresión (5), estos cálculos se realizaron en el mismo orden para dos, tres, cuatro, cinco y seis conjuntos de transporte respectivamente los cuales se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Resultado del cálculo para la determinación de la variante racional de organización de la brigada de cosecha-transporte

Indicadores	Cantidad de medios de transporte				
	2	3	4	5	6
Cantidad media de cosechadoras en espera de ser servidas ( $m_s$ ).	-	3,93	2,54	2,30	2,25
Tiempo medio de espera en cola de las cosechadoras ( $t_{esp}$ ), hora.	-	1,77	1,14	1,03	1,01
Pérdidas por paradas de la cosechadora, peso/h.	-	104,6	67,36	60,86	59,68
Pérdidas por paradas de los medios de transporte, peso/h.	-	6,36	8,48	10,60	12,72
Pérdidas sumadas de las paradas, peso/h.	-	110,96	75,84	71,46	72,4

CONCLUSIONES

- Las investigaciones experimentales realizadas en rendimientos agrícolas de 3,2...4,2 t/ha permitieron obtener ecuaciones del comportamiento de la cosechadora New Holland TC -57 y el tractor New Holland TS-6020 con dos remolques RA-6.
- La cantidad racional de conjuntos de transporte para tres cosechadoras es de cinco con un costo de 71,46 peso/h, lo

cual en comparación con la actual composición de cuatro conjuntos con un costo de 75,84 peso/h, se obtiene un efecto económico de 43,8 peso en una jornada de trabajo.

- La variante tecnológica estudiada afirma la validez de la aplicación de la Teoría del Servicio Masivo para la racionalización del complejo cosecha-transporte del arroz bajo criterios probabilísticos y económicos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AMU, L. G.: Modelo de optimización y asignación de equipos de transporte y cosecha en el sistema de abastecimiento de caña, En: **VIII Congreso de la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar**, Tecnicaza, Colombia, 2009.

2. DE DATTA, S.: *Principles and of Rice production*, 688pp., Editor Wiley & Sons, Editorial Limusa, México, 1986.

3. GOBERMAN, V. A.: *Manual de explotación del transporte en la agricultura*, Rosseljoizdat, Moscú, (en Ruso), 1975.

4. IGLESIAS, C.: Composición óptima de la brigada cosecha-transporte del arroz a través de la teoría del servicio masivo, En: **Agromec**, Edición magnética ISSN-1607-6281, La Habana, Cuba, 2007a.

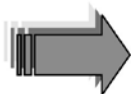
5. IGLESIAS, C.: Carácter probabilístico del trabajo de los medios de cosecha de la caña de azúcar. En: **Agrociencias**, Edición magnética ISBN- 978-959-282-053-1, La Habana, Cuba, 2007b.
6. LANDI, M.: *El arroz en la provincia de Entre Ríos, Argentina*, pp. 41-54, Informe INGER para Aca. Latina., Argentina, 1989.
7. POLO VIAMONTES, M.: *El arroz en el mundo*, Infomed, La Habana, Cuba, (monografía), 2011.
8. RAMÍREZ, J. y C. IGLESIAS: *Evaluación tecnológico-explotativa de la combinada de granos John Deere 7720*, Universidad Autónoma Chapingo, Dpto. de Ingeniería Mecánica Agrícola, Chapingo, México, 1993.
9. SERVER, P.; R. DIEGUEZ Y R. FERNÁNDEZ: "El transporte de la caña de azúcar utilizando la modelación", Ciego de Ávila, Cuba, *Revista Universitaria*, 3(1): 2002.



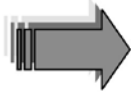
Universidad Agraria de La Habana

## **CENTRO DE MECANIZACIÓN AGROPECUARIA**

*El Centro Rector de la Ingeniería Agrícola en Cuba*



**Investigación de la Mecanización Agrícola, utilizando  
Sistemas Conservacionistas y Sustentables.**



**Cursos y Entrenamientos de Posgrado, Maestrías y  
Doctorados en Ingeniería Agrícola;**



**Editor de la Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias,  
publicación trimestral en idioma español;**



**Servicios  
Científico-  
Técnicos:**



**Solicitudes de ofertas a:**

M.Sc. Héctor de las Cuevas Milán  
Centro de Mecanización Agropecuaria  
Autopista Nacional y Carretera de  
Tapaste. km 23, San José de las Lajas,  
Mayabeque, Cuba. Apdo. 18-19  
Tel.: (53)(47) 864346  
E\_mail: hector@isch.edu.cu

### **Maquinaria Agrícola & Instrumentos de Medición:**

- Balanza Electrónica para el Pesaje de Ganado;
- Balanzas para Cerdos y Ovinos.

### **Laboratorio de Oleohidráulica:**

- Descontaminación de Aceites;
- Fabricación de Equipos Portátiles de Filtraje de Aceites;
- Recuperación (Emboquillado) & Fabricación de Mangueras;
- Diagnóstico y Evaluación de Circuitos Oleohidráulicos y sus Componentes;
- Cursos y Entrenamientos de Capacitación en Olehidráulica.