

# DISEÑO DE SUSTRATOS DE DIFERENTE COMPOSICIÓN FÍSICO-QUÍMICA UTILIZANDO EL PROGRAMA DE MEZCLAS DE RESIDUOS AGRÍCOLAS PARA EL CULTIVO DEL HONGO *PLEUROTUS OSTREATUS*

## DESIGN OF SUBSTRATES OF DIFFERENT PHYSICO-CHEMICAL COMPOSITION USING THE AGRICULTURAL RESIDUE MIXTURES PROGRAM FOR THE CULTIVATION OF THE FUNGUS *PLEUROTUS OSTREATUS*

María Bernarda Ruilova Cueva<sup>1</sup>, Aldho Hernández<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Investigación, Universidad Estatal de Bolívar, Campus Lagucoto II, km 1 vía San Simón.  
bernardaruilova@gmail.com

<sup>2</sup>Instituto de Farmacia y Alimentos (IFAL). Universidad de la Habana, CP 13 600, La Habana, Cuba.

---

**Resumen:** *La composición del sustrato y el tipo de cepa influyen en el rendimiento del cultivo del hongo Pleurotus, por lo que es importante conocer la composición físico-química de los materiales lignocelulósicos para tener un criterio de evaluación sobre su naturaleza nutritiva potencial a la hora de emplearlos en la preparación de sustratos como ingredientes únicos o en mezclas. También se puede utilizar suplementos orgánicos nitrogenados como harina de soya, salvados de trigo, arroz, etc. para incrementar los nutrientes, sobre todo el contenido de nitrógeno en sustratos locales que son muy pobres en este componente, pero que sin embargo se producen en grandes cantidades. Este trabajo tuvo como objetivo aplicar el Programa de Mezclas de Residuos Agrícolas (Fernández et al., 2014) para formular sustratos a partir de diferentes residuos generados de las cosechas de la provincia de Bolívar para su aprovechamiento en el cultivo del hongo Pleurotus ostreatus o cualquier otra especie de hongo saprófito. Los datos de la composición físico-química de algunos residuos agrícolas de la provincia de Bolívar-Ecuador tales como: rastrojo de maíz, cascarilla de arroz, paja de cebada y trigo, rastrojo de lenteja, bagazo de caña de azúcar; entre otros, pueden ser suministrados al programa mediante el cual se diseñan las mezclas combinando diferentes porcentajes de cada uno, dando restricciones al programa para ajustar la composición a las necesidades sobre todo de la relación C/N. El sistema de cálculo de la composición de las mezclas está dada automáticamente por el programa.*

**Palabras clave:** *Programa de mezclas, diseño, composición físico-química, residuos agrícolas, suplementos*

**Abstract:** *For the cultivation of mushroom Pleurotus is important to know the physical and chemical composition of lignocellulosic materials available in the area to have an evaluation criterion its potential nutritional nature when using them in the preparation of substrates as single ingredients or mixtures, You can also use organic nitrogen supplements as soybean meal, wheat bran, rice, etc. to slightly increase the nitrogen content of striking a balance with the carbon content, to improve production yields and protein content in the fruiting bodies. This work had as objective mixtures of lignocellulosic residues design standardized in carbon-nitrogen for the cultivation of Pleurotus ostreatus mushroom, using the program mixes Agricultural residues developed for this purpose (Fernández et al., 2014). Data on physical-chemical agricultural waste in the province of Bolivar Ecuador composition: corn stover, rice hulls, barley straw, stubble lentil and sugar*

cane bagasse, were supplied to the program and the system for calculating the composition of the mixtures was made based on the balance sheet of dough, shaping Latin matrices. As a result four blends designed was obtained, with an automatically given by the program composition.

**Key words:** Mixtures Program, standards mixtures, carbon-nitrogen ratio, agricultural waste

Recibido: 13 - 12 - 2015

Aceptado: 24 - 05 - 2016

Publicado como artículo científico en Revista de Investigación Talentos III (2) 27-35

## I. INTRODUCCIÓN

La producción de grandes volúmenes de residuos generados de las cosechas constituye un grave problema ambiental. Se estima que el 80 % de estos residuos es quemado, generando emisiones gaseosas contaminantes que contribuyen al cambio climático lo cual, conjuntamente con la problemática de la seguridad alimentaria, son temas de relevante significación debatidos a nivel mundial (FAO, 2014).

Según el inventario GEI (Gases Efecto Invernadero) las emisiones gaseosas de monóxido y dióxido de carbono, metano, óxido nitroso y otros gases son las que contaminan la atmósfera y contribuyen al efecto invernadero, siendo las emisiones de metano resultantes de la actividad agrícola aproximadamente en un 81,74 % (Beltrán et al., 2001).

En la provincia de Bolívar, se generan aproximadamente 3 700 toneladas de residuos lignocelulósicos, provenientes de los cultivos más representativos como son: el maíz, cebada, trigo, lenteja, caña de azúcar, arroz, café, entre otros; por lo que el Ministerio del Ambiente del Ecuador, incluye dentro de sus propuestas para atenuar el cambio climático el uso y manejo de los residuos de las cosechas para reducir las emisiones de metano, surgiendo como una alternativa el aprovechamiento de esta biomasa para la producción de alimentos nutritivos, saludables, de bajo costo, como es el caso del cultivo del hongo *Pleurotus ostreatus*, que crece sobre una amplia gama de materiales lignocelulósicos que son la principal fuente de nutrientes, especialmente de carbono, necesario para su desarrollo y el nitrógeno, fundamental para la síntesis proteica.

Con la evaluación físico-química de estos materiales se puede tener un criterio de su composición. En la literatura, referente al nitrógeno se citan valores entre 0,5-1,5% y para la relación C/N de 30-300 (Sánchez y Royse, 2002), como los más adecuados para el cultivo de *Pleurotus. Ruilova* (2014), encontró una mayor productividad y contenido proteico para *P. ostreatus* en un rango de relación C/N entre 37-53.

Una mezcla de sustratos favorece mejor el desarrollo de los hongos incrementado la productividad y contenido proteico en los cuerpos fructíferos (Ahmed et al., 2009; Fanadzo et al., 2010; Gea, 2011), además de ser una estrategia importante para la utilización de los residuos pobres en nitrógeno producidos localmente como es el caso del rastrojo de maíz, procedente del cultivo de mayor producción en la provincia de Bolívar (Ruilova et al., 2014). El programa de mezclas permite de una forma fácil y versátil diseñar diferentes mezclas de residuos lignocelulósicos de composición conocida utilizando o no suplementos nitrogenados, facilitando el trabajo y permitiendo conocer la composición química del sustrato, ajustado los requerimientos nutricionales para cada especie de hongo, asegurando una mayor producción y valor nutritivo de los cuerpos fructíferos fúngicos.

## II. MATERIALES Y MÉTODOS

Para el diseño de las mezclas estandarizadas en la relación C/N, se utilizaron los datos analíticos de la composición físico-química (entradas) de los residuos agrícolas de la provincia de Bolívar, Ecuador: rastrojo de maíz, cascarilla de arroz, paja de cebada y trigo, rastrojo de lenteja y bagazo de caña de azúcar. Los datos de la composición fueron introducidos al

Programa de Mezclas de Residuos Agrícolas (Fernández et al., 2014), desarrollado para este propósito. Se incorporó la composición de la harina de soya como suplemento nitrogenado.

Haciendo uso del programa (procesos), en la ventana “mezcla restricciones en productos” (figura 1), se dieron los valores máximos y mínimos para cada uno de los componentes (residuos y suplemento en %). El rango de movilidad de las restricciones las decide el usuario de tal forma que se adapte a las necesidades en la conformación de las mezclas. Así mismo en la ventana referente a la “mezcla final”, se manipularon los porcentajes de cada producto para conformar las mezclas dentro de los intervalos establecidos en las restricciones, llevando la mezcla al 100 %, caso contrario aparece una señalización en rojo si esta se encuentra por debajo o por arriba de los valores prefijados.

### III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para el diseño de las mezclas, se utilizó el Programa de Mezclas de Residuos Agrícolas para el Cultivo del Hongo *Pleurotus ostreatus* (Fernández et al., 2014). Como resultado se obtuvo cada una de las mezclas diseñadas, donde se puede apreciar la composición final de la mezcla en forma gráfica y tabular (Figura 2, 3, 4 y 5). Como puede observarse en la fila “Mezcla final %” aparece la combinación de cada uno de los componentes en porcentaje (residuos y suplemento), en la columna de la izquierda los componentes y los minerales en % (macronutrientes) y en mg/kg (micronutrientes) y finalmente en la columna de la derecha los resultados de la composición final de la mezcla diseñada (salidas). Se considera muy importante obtener la composición físico-química completa de la mezcla, fundamentalmente del contenido de nitrógeno y de la relación (C/N). Cada mezcla obtenida es considerada como un sustrato específico para el cultivo del hongo *Pleurotus* o cualquier otro tipo de hongo

Productos	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	Prom	%
	Residuo de Maíz	Cascarilla de Arroz	Paja de Cebada	Residuo de Lenteja	Paja de Trigo	Bagazo de Caña	Cascarilla de Café	Servado de Trigo	Harina de Soya	Carbonato de Calcio		
<b>Composición</b>												
Humedad	10,11	9,12	13,81	13,61	13,77	13,91	10,00	10,00	11,00	0,00	11,70	0,13
Materia seca (%)	89,89	90,88	86,19	86,39	86,23	86,09	90,00	90,00	89,00	0,00	88,30	1,00
<b>Componentes</b>												
(Nitrógeno) C1	0,38	0,77	0,84	1,29	0,51	1,11	1,30	7,81	7,81	0,00	2,42	0,03
(Lignina) C2	7,02	22,53	10,53	16,12	10,69	14,40	13,25	18,00	13,00	0,00	13,95	0,16
(Celulosa) C3	42,48	36,53	47,14	40,32	51,78	44,87	34,00	34,00	23,00	0,00	38,35	0,45
(Hemicelulosa) C4	26,73	18,41	21,35	10,27	20,42	16,99	21,00	17,00	29,00	0,00	20,13	0,23
(Azúcar) C5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
(Otros) C6	13,28	12,64	6,33	18,39	2,83	8,72	20,45	13,19	16,19	0,00	12,45	0,14
<b>Otros componentes globales</b>												
(Carbono) C7	54,54	50,12	52,35	54,85	51,64	56,55	0,00	0,00	0,00	12,00	53,34	0,604
(Calcio) C8	0,23	0,06	0,29	0,29	0,14	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,19	0,002
(Fósforo) C9	0,04	0,07	0,14	0,05	0,03	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,001
(Magnesio) C10	0,15	0,06	0,06	0,22	0,03	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,001
(Potasio) C11	1,88	0,11	2,96	0,99	0,92	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	1,16	0,013
(Cobalto) C12	7,67	7,00	6,47	6,90	12,55	24,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,77	0,122
(Hierro) C13	185,00	135,00	461,00	185,00	416,89	189,00	0,00	0,00	0,00	0,00	262,15	2,969
(Cinc) C14	12,33	11,00	22,11	7,90	17,88	70,00	0,00	0,00	0,00	0,00	23,54	0,267
(Manganeso) C15	126,40	98,00	59,00	98,00	63,40	123,00	0,00	0,00	0,00	0,00	94,63	1,072
<b>Mezcla restricciones en productos</b>												
Mínimos (%)	0,0	0,0	0,0	20,0	15,0	20,0	5,0	0,0	0,0		6,67	
Máximos (%)	20,0	20,0	38,0	50,0	55,0	50,0	12,0	12,0	12,0		29,89	
Recorrido (%)	20,0	20,0	38,0	30,0	40,0	30,0	7,0	12,0	12,0		23,22	
<b>Mezcla</b>												
Mezcla final (%)	11,00	11,00	9,00	22,00	8,00	20,00	10,00	0,00	0,00	2,00	13,00	93,00
<b>Masa mezcla Kg</b>												
Masa total	400,0											
Por producto	44,0	44,0	36,0	88,0	32,0	80,0	40,0	0,0	0,0	8,0		

Fig. 1. Diseño de la mezcla.

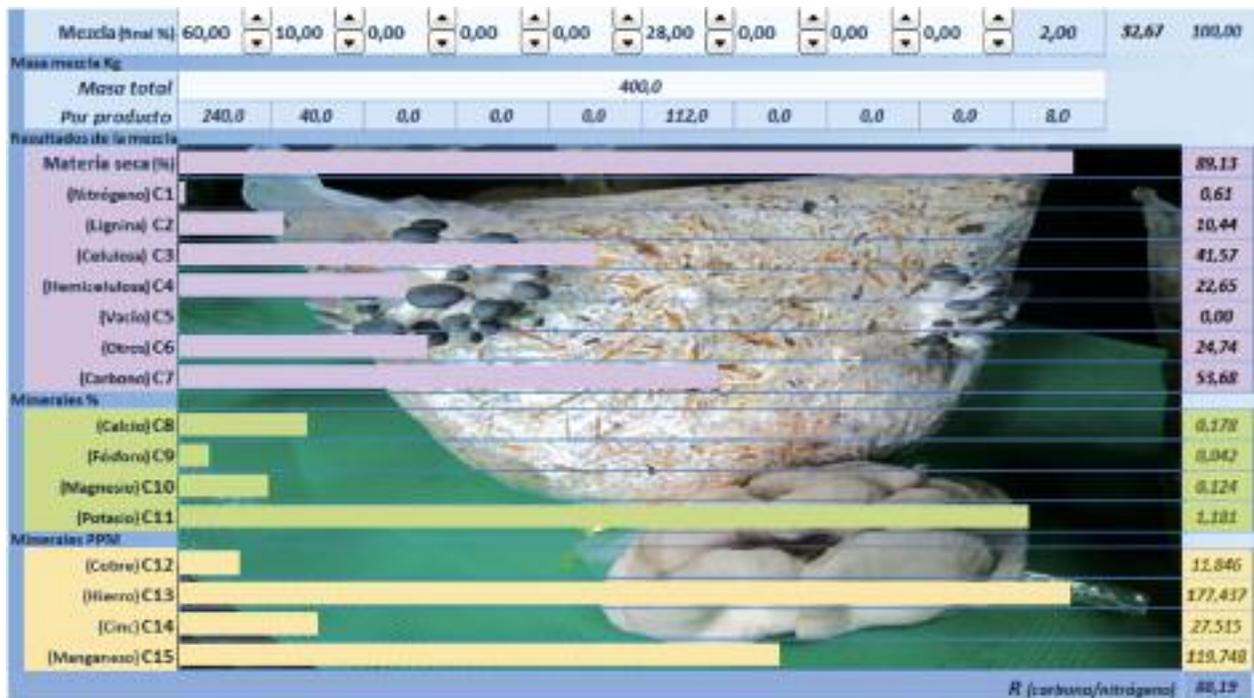


Fig. 2. Resultado final de la composición de la mezcla 1

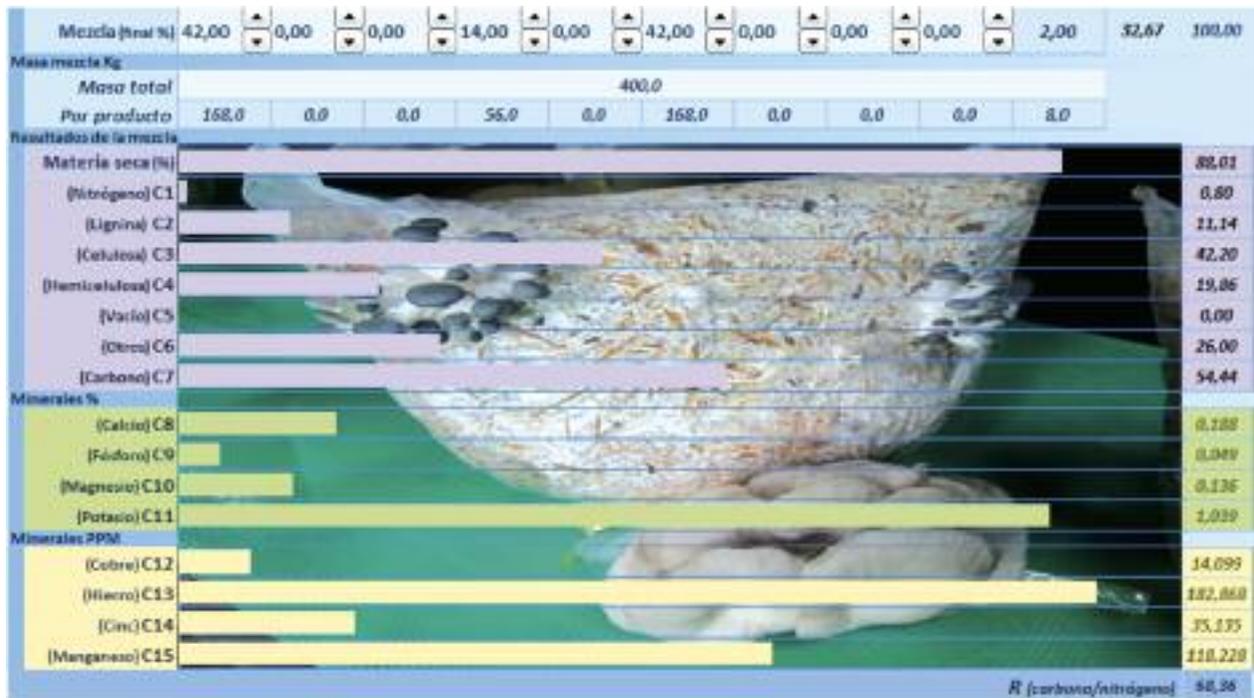


Fig. 3. Resultado final de la composición de la mezcla 2

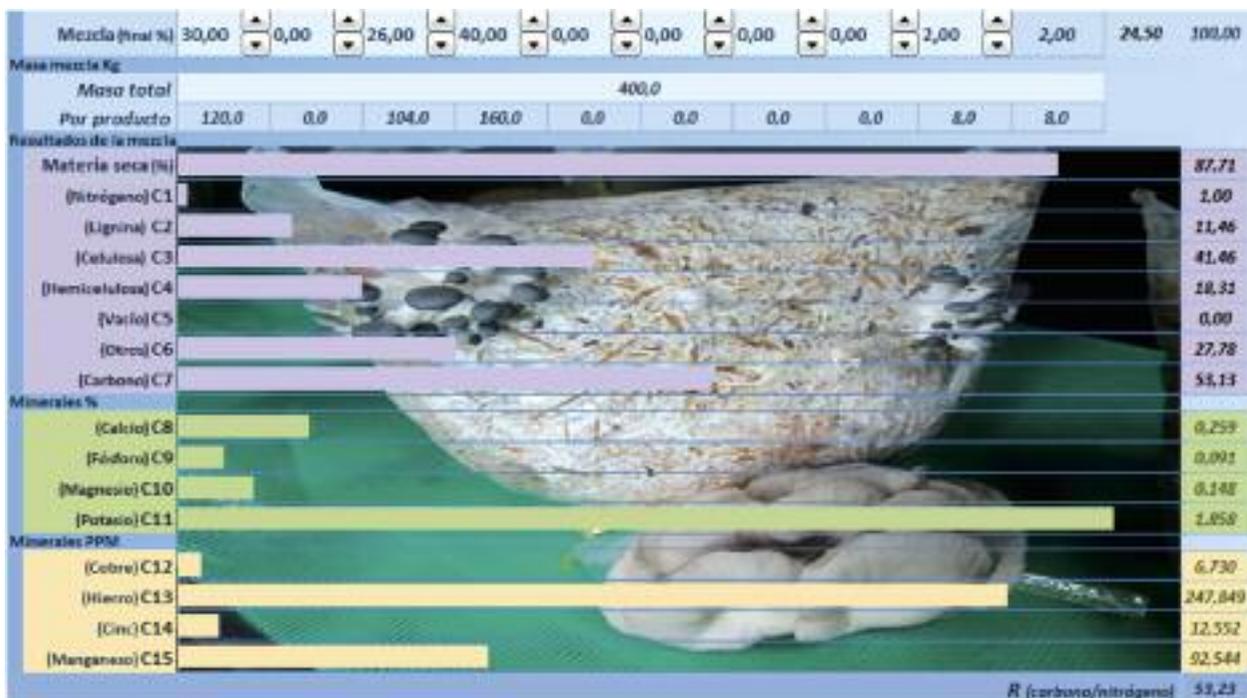


Fig. 4. Resultado final de la composición de la mezcla 3

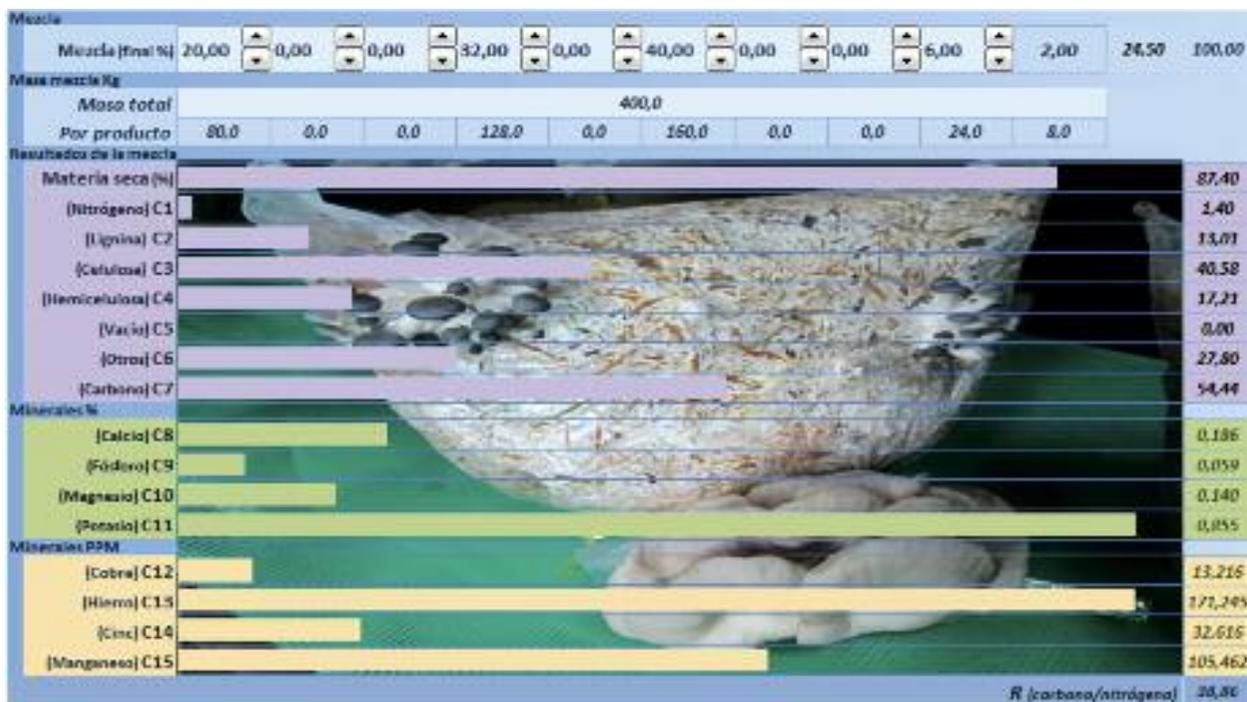


Fig. 5. Resultado final de la composición de la mezcla 4.

Se diseñaron 4 mezclas (Tabla I). Como puede apreciarse cada mezcla está conformada por tres residuos con diferentes porcentajes de participación en la mezcla,

se utilizó harina de soya como suplemento para equilibrar el nitrógeno y obtener las mezclas estandarizadas en la relación C/N.

**TABLA I.**  
**MEZCLAS DISEÑADAS PARA EL CULTIVO**  
**DEL HONGO *PLEUROTUS OSTREATUS***

Mezcla	RM	CA	PC	RL	BCA	HS	CC	C/N
M1	60	10	0	0	28	0	2	89,13
M2	42	0	0	14	42	0	2	88,01
M3	30	0	26	40	0	2	2	87,71
M4	20	0	0	32	40	6	2	47,99

Leyenda: RM (rastrajo de maíz), CA (cascarilla de arroz), PC (Paja de cebada), RL (rastrajo de lenteja), BCA (bagazo de caña de azúcar), HS (harina de soya), CC (carbonato de calcio), N (nitrógeno) y C/N (relación carbono nitrógeno). El intervalo de dispersión de los valores está en relación a la composición de los residuos agrícolas utilizados.

#### IV. CONCLUSIONES

El Programa de Mezclas de Residuos Agrícolas desarrollado, permite diseñar mezclas estandarizadas en la relación C/N, introduciendo los datos de la composición de los materiales que van a ser utilizados para el cultivo del *Pleurotus* o cualquier otro tipo de hongo comestible.

Se podrá aprovechar los residuos provenientes de las cosechas agrícolas de la región de acuerdo a su disponibilidad como sustratos únicos o en mezclas utilizando o no suplementos nitrogenados

#### V. REFERENCIAS

Ahmed, A.; J. Kadam, V. Mane, S. Patil, and V. Baing. (2009): Biological efficiency and Nutritional content of *Pleurotus florida* singer cultivated on different Agro wastes. *J. nature and science*; 7 (1): 510 – 515

Beltrán, K., P. Rodríguez, y J. Rodríguez. (2001): *Proyecto Ecu/99/g 31. GEI-PNUD. Cambio climático, inventario nacional de emisiones gaseosas que producen el efecto invernadero en el sector agrícola*. Ministerio del Ambiente y Ministerio de Agricultura y Ganadería, Quito, Ecuador

Fanadzo, M., D. Zireva, E. Dube, and mashingaidze, (2010): Evaluation of various substrates and supplements for biological efficiency of *Pleurotus sajor caju*

and *Pleurotus ostreatus*. South Africa. *African Journal of Biotechnology*. 9 (19): 2756-2761.

Fernández, F.; M. Ruilova, A. Hernández. (2014): Programa para el diseño de mezclas de residuos agrícolas para el cultivo del hongo *Pleurotus ostreatus*. *Rev. Tecnología Química, Cuba*. Vol. XXXIV (2): 128-136.

Gea, F. (2011). Cultivo de setas *Pleurotus*. Instituto de Ecología, México. 431-452

Ruilova, M. (2015): Evaluación de mezclas de residuos lignocelulósicos estandarizadas para el cultivo de *Pleurotus ostreatus* y su empleo en un producto cárnico saludable. Tesis doctoral, Universidad de La Habana, Cuba.

Sánchez, A. y B. Royse. (2002): *La biología y el cultivo de Pleurotus spp.* Editorial Limusa S. A. Ciudad México. 288 p.