

Modelos de acumulación de biomasa y calidad en las variedades de hierba elefante, Cuba CT-169, OM – 22 y king grass durante la estación lluviosa en el occidente de Cuba

R. O. Martínez, R. Tuero, Verena Torres y R. S. Herrera

Instituto de Ciencia Animal, Apartado Postal 24, San José de las Lajas, La Habana.

Correo electrónico: romartinez@ica.co.cu

Se estudió el desarrollo de los clones de hierba elefante, Cuba CT-169, king grass (*Pennisetum purpureum*) y Cuba OM -22 (*Pennisetum híbrido*), para medir en diferentes momentos de corte (cada 14 d) las variables altura, rendimiento verde y seco, relación hoja-tallo, porcentaje de materia seca, fibra, digestibilidad *in vitro*, proteína y cenizas. Se hicieron 13 cortes durante 182 d del período lluvioso para estudiar la relación entre la edad al corte y las variables estudiadas. Se presentan las curvas de acumulación de biomasa, las cuales se ajustaron al modelo de Gompertz. Hasta el corte 3 (42 d), los rendimientos acumulados fueron semejantes para las tres variedades, próximos a las 5 t de MS/ha. A partir de esta edad, Cuba CT 169 aventajó al resto de los clones en rendimiento acumulado. A las 26 semanas (corte 13), las variedades Cuba CT-169 y Cuba OM-22 acumularon 27 y 28 t MS/ha respectivamente, y el king grass 23 t MS/ha. El resto de las mediciones se ajustaron a modelos lineales. Los tres clones disminuyeron su calidad al aumentar la edad, mientras aumentó la acumulación de biomasa, por lo que el productor debe elegir entre más calidad o más biomasa entre 42 y 70 d. El clon Cuba OM-22 presentó mejor proporción de hojas, por lo que se recomienda su utilización en vacas altas productoras y cerdos. Otra de sus ventajas es que no presenta vellosidades en las hojas. Por su rápido crecimiento, productividad y buen contenido proteico, se sugiere la utilización del Cuba CT-169 para propósitos generales de producción de forrajes.

Palabras clave: *Cuba CT-169, Cuba OM-22, king grass, rendimiento, calidad*

La especie *Pennisetum purpureum* Schumach (FAO 2008) es muy utilizada en la ganadería cubana, específicamente en la producción de forrajes y pastoreo. En el trópico se cultiva una amplia representación de variedades de origen africano (Burton 1993), mejoradas en diferentes regiones del mundo o cruzadas entre especies del género. En Brasil, esta especie es una de las forrajeras más importantes y promisorias, gracias a su elevado potencial productivo, calidad, versatilidad y adaptabilidad (Pereira y Léo 2008).

P. purpureum tiene la capacidad de intercambiar alelos con *P. glaucum* (Pereira *et al.* 2002). Por esta vía se logran híbridos de mayor vigor, resistentes a la sequía, con cualidades forrajeras, mayor productividad y otras características deseables (Jauhar y Hanna 1998).

En 1974, se introdujo en Cuba el cultivar de king grass, de la especie *Pennisetum purpureum*. El Instituto de Ciencia Animal y otras instituciones cubanas evaluaron este forraje y lo distribuyeron a las empresas pecuarias, hasta llegar a convertirse en una de las principales plantas destinadas a la producción de ensilajes y forraje fresco en Cuba (Herrera 1990). En la década del 80, el king grass se utilizó como planta donante en programas de fitotecnia de las mutaciones desarrollados en el Instituto de Ciencia Animal (Martínez *et al.* 1986). A partir de este programa, surgieron nuevos clones. De estos, se seleccionó el Cuba CT-115 para pastoreo por su porte bajo, y el Cuba CT-169 para corte por su alta talla y rápido crecimiento (Martínez *et al.* 1996). El clon Cuba CT-169 se utilizó en programas de cruzamiento, de donde surgió la hierba elefante Cuba OM-22, producto del cruzamiento dirigido entre Cuba CT-169 (*Pennisetum purpureum*) y el cultivar de millo perla (*Pennisetum*

glaucum) Tiffon Late, seleccionado por Gleen Burton de La Universidad de Georgia.

La calidad, resistencia a la sequía, y otras propiedades mostradas por estos clones han estimulado su utilización por parte de ganaderos cubanos y mexicanos. El objetivo de este trabajo fue describir el desarrollo de sus curvas de crecimiento y de algunos indicadores de calidad, conjuntamente con el king grass, durante el período lluvioso en el occidente de Cuba.

Materiales y Métodos

El experimento se desarrolló en áreas del Instituto de Ciencia Animal, situado en el municipio San José de las Lajas, provincia La Habana, entre los 22° 53' LN y los 82° 02' LW, a 92 msnm, donde ocurren precipitaciones entre 900 y 1000 mm en la época lluviosa. Se utilizaron 12 surcos, de 40 m de largo y uno de ancho para cada clon estudiado. De cada variedad, cada 14 d se cortaron seis parcelas, de 5 m de largo por uno de ancho. Estas constituyeron seis repeticiones de cada edad para promediar las mediciones de altura, rendimiento verde y seco, relación hoja-tallo, porcentaje de materia seca, fibra, digestibilidad *in vitro*, nitrógeno y cenizas en la materia seca de los pastos. Los análisis de laboratorio se hicieron según los métodos descritos por la AOAC 1995. Se trabajaron 13 cortes en el período lluvioso para estudiar las curvas de crecimiento durante 26 semanas. Los clones se cortaron a 10 cm de altura el mismo día, bajo las mismas condiciones. Se tomó una muestra de hoja y tallo para los análisis de laboratorio. Se obtuvieron ecuaciones de regresión entre el número del corte y la variable estudiada.

El experimento se ejecutó en un suelo ferrálico rojo típico después de la siembra. A los 45 d se dio un corte de establecimiento y se aplicó una fertilización única de 70 kg de N/ha. El período evaluado fue del 15 de mayo al 15 de noviembre.

Análisis estadístico. Se probaron distintos modelos matemáticos lineales y no lineales para representar el comportamiento de las variables estudiadas a diferentes edades (número del corte). Se usaron los criterios estadísticos R², CM del error y significación para seleccionar el modelo de mejor ajuste.

Resultados y Discusión

En la figura 1 se muestran las curvas de acumulación del rendimiento de MS/ha/corte (1 a 13 en el modelo) en las variedades estudiadas, entre los 14 y 182 d de edad. A partir de 140 d, disminuyó la intensidad en el incremento de la fitomasa acumulada en las tres variedades, aunque el crecimiento continuó después de los 180 d. Este ciclo es característico de la especie *Pennisetum purpureum* en áreas tropicales durante períodos lluviosos.

En la tabla 1 se ofrecen las ecuaciones correspondientes a la figura 1. Los datos se ajustaron a la curva de Gompertz, con coeficientes de determinación (R²) entre 0.80 y 0.82. En los tres casos, la significación del modelo fue para P < 0.001. En estas curvas, al multiplicar el número de cortes por 14 d, se obtiene el rendimiento esperado para cada una de las edades en cada uno de los clones.

Hasta el corte 3 (42 d), los rendimientos acumulados fueron semejantes para las tres variedades, próximos a las 5 t de MS. A partir de esta edad, Cuba CT-169 aventajó en rendimiento acumulado al resto de los clones. A las 26 semanas (corte 13), las variedades Cuba CT-169 y Cuba OM-22 acumularon 27 y 28 t MS respectivamente, y el king grass 23 t MS. A los 56 d de

edad, el rendimiento acumulado de las tres variedades osciló entre 7.2 t de MS para OM-22 y 9.15 para CT-169. Por tanto, se podría esperar que tres cortes a esta edad, durante el período lluvioso, produjeran entre 22 y 27 t de MS de un material de mayor calidad.

No es común encontrar en la literatura rendimientos acumulados durante un período lluvioso de 180 d. La mayoría de la información disponible corresponde a cortes o acumulados anuales con varios cortes.

En Cuba, en la empresa ganadera Valle del Perú, ubicada en la provincia La Habana, se obtuvieron datos interesantes, con la utilización de 870 ha de king grass, con cinco cortes al año y edades entre uno y cinco años, para producir forrajes con riego, con la aplicación de 200 kg de N/ha/año. El rendimiento promedio por año (de tres) fue de 89 t de forraje fresco/ha, con contenido promedio de 25 % de MS. Esto equivale a 22.25 t MS/ha/año. A pesar del riego, solo se produjo 35 % del rendimiento anual de MS en el período poco lluvioso.

El cálculo del rendimiento esperado de las variedades en estudio, entre 34 y 40 t MS/ha para un año (asumiendo que en el período lluvioso se produce el 65% del año) permite comparar los resultados obtenidos con lo informado en la literatura.

Duke (1981) revisó algunos datos disponibles en la literatura para la producción anual de MS, y encontró rangos entre 20 y 85 t MS/ha/año. Los valores más altos correspondieron a Australia, con 79 t MS/ha/año; le siguieron Brasil y Costa Rica, con 66 y 58 t MS/ha/año. Al Salvador y Kenia correspondieron cifras de 85 y 48 t MS/ha/año, respectivamente. En Pakistán y Puerto Rico, se informaron 64 y 84 t MS/ha/año, y en Tailandia y Uganda 76 y 30 t MS/ha/año, respectivamente. Este mismo autor (Duke 1983), en una revisión acerca de los rendimientos logrados por esta especie en regiones

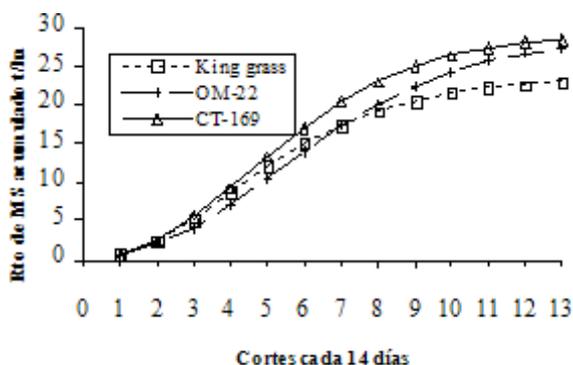


Figura 1. Rendimiento de MS de 14 a 182 días

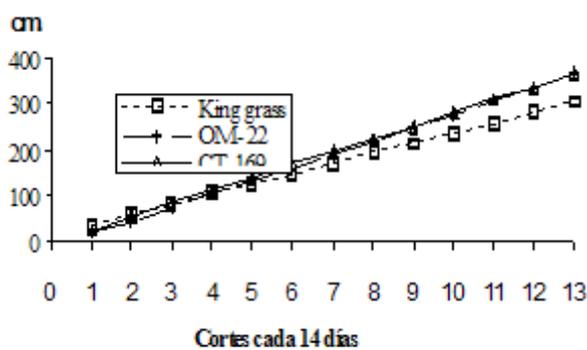


Figura 2. Alturas entre 14 y 182 días

Figura 1. Curvas de acumulación del rendimiento de MS/ha/corte y de las alturas

Tabla 1. Ecuaciones obtenidas entre el número de corte (cada 14 d) y el rendimiento de materia seca/ha de los clones estudiados.

Clon	Ecuación	R ²	cme
King grass	Y=23.55 exp (-4.98 exp(-0.40 corte))	0.82	14.01
Cuba OM-22	Y=29.61 exp (-5.08 exp(-0.32 corte))	0.80	22.90
Cuba CT-169	Y=29.51 exp (-5.35 exp(-0.38 corte))	0.81	24.56

similares a la nuestra, con 1250 mm de precipitaciones al año, calculó rangos de producción promedio entre 4.85 y 7.28 t MS/ha, para intervalos de rebrote entre 45 y 60 d, con lo que se acumulan rendimientos anuales entre 27.3 y 37.1 t/ha en suelos fértiles. Estos rendimientos coinciden con los obtenidos en este estudio.

Martínez *et al.* (1994) obtuvieron producciones de MS de 18.1 t/ha/año, en cuatro años de trabajo con CT-169, que en iguales condiciones aventajó al king grass en 2.3 t de MS/ha/año. Al analizar el ciclo de crecimiento de 180 d, estas tendencias se mantienen.

En la figura 1 se muestra que los clones Cuba OM-22 y CT-169 superaron en altura al king grass después del corte 5 (70 d). Un aspecto distintivo del clon OM-22 fue su mayor proporción de hojas durante todo el período de crecimiento (figura 2).

En los primeros 90 d de crecimiento, el clon Cuba CT-169 presentó mayor proporción de hojas que el king grass. El contenido de materia seca (MS) de los clones durante los 13 cortes se muestra en la figura 2. El king

grass y el CT-169 tuvieron un comportamiento semejante, mientras que el OM-22 presentó menor contenido de MS, a partir de los 70 d.

En la tabla 2 se ofrecen las ecuaciones que describen las relaciones entre el número de cortes y las mediciones altura y porcentajes de hojas y MS.

No hubo muchas diferencias en la calidad de los clones. Las relaciones para la digestibilidad y la ceniza fueron semejantes. La fibra bruta (FB) fue inferior en el OM-22, mientras que el Cuba CT-169 presentó hasta los 90 d superioridad en el contenido de proteína bruta. La figura 3 presenta los resultados obtenidos para FB y PB.

A los 60 d, el contenido de proteína de las tres variedades osciló entre 12.7 y 14 % de MS, lo que es normal para la especie cuando se aplica fertilización. Sin embargo, el rendimiento del corte a esta edad osciló entre 7.2 y 9.2 t de MS/ha, lo que equivale a rendimientos de PB para un corte entre 914 y 1180 kg/ha para el contenido más bajo.

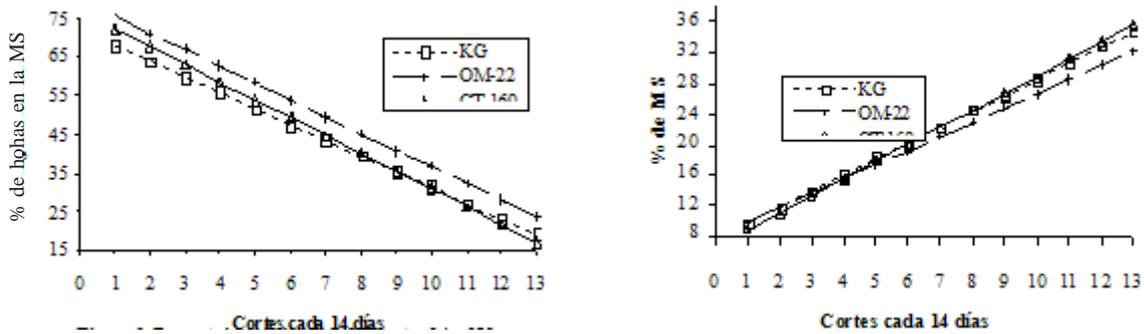


Figura 2. Porcentaje de hojas en la MS y contenido de MS, entre 14 y 182 d

Tabla 2. Ecuaciones obtenidas entre el número del corte (cada 14 d) y la altura, el porcentaje de MS y el porcentaje de hojas en base seca de los clones

Clon	Alturas	% de hojas	% de MS
King grass	$Y=14.6+22.42X$ $R^2=0.92***$	$Y=71.86-4.07x$ $R^2=0.60**$	$Y=7.67+2.10x$ $R^2=0.92***$
Cuba OM-22	$Y=-12.85+29.28x$ $R^2=0.98***$	$Y=79.74-4.31x$ $R^2=0.71***$	$Y=8.00+1.88x$ $R^2=0.91***$
Cuba CT-169	$Y=8.65+8.59x$ $R^2=0.99***$	$Y=76.83-4.58x$ $R^2=0.67**$	$Y=6.65+2.24x$ $R^2=0.86***$

** P < 0.01 ***P < 0.001

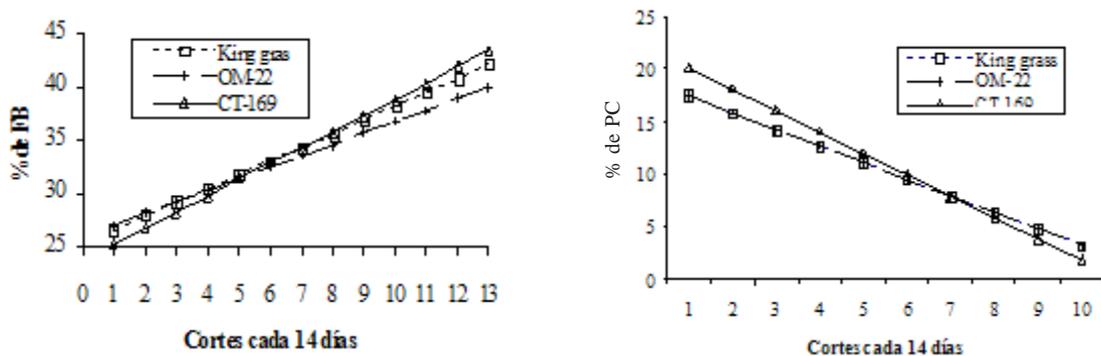


Figura 3. Contenido de FB y PB entre 14 y 182 d

Tabla 3. Ecuaciones obtenidas entre el número de corte (cada 14 d) y fibra, digestibilidad, proteína y ceniza en MS de los clones estudiados

Clon	Fibra	Digestib.	Proteína	Ceniza
King grass	Y=23.74+1.50x R ² =0.74	Y=79.97-1.70x R ² =0.58	Y=22.19-2.04x R ² =0.76	Y=14.28-0.72x R ² =0.62
Cuba OM-22	Y=25.91+1.08x R ² =0.73	Y=78.98-1.51x R ² =0.61	Y=19.08-1.59x R ² =0.78	Y=13.97-0.59x R ² =0.69
Cuba CT-169	Y=25.24 +1.28x R ² =0.86	Y=80.18-1.78x R ² =0.51	Y=19.08-1.58x R ² =0.82	Y=13.36-0.57x R ² =0.72

Duke (1983) también calculó rangos promedio entre 403.55 y 487.09 kg/ha, para pasto elefante cortado entre 45 y 60 d.

Por el mayor contenido de hojas y menor contenido de fibra, se esperaba también un mejor contenido proteico en el híbrido OM-22. Las curvas se mantuvieron más altas en Cuba CT-169. No era pretensión del diseño hacer análisis de varianza en cada corte, por lo que en otras condiciones, a edades de corte específicas, los resultados podrían tener diferencias en el orden de las variedades, en cuanto al contenido de PB.

Pereira *et al.* (2000) evaluaron la variación de la calidad de la hoja en cultivares de *Pennisetum purpureum* e híbridos a diferentes edades. Estos autores demostraron el potencial del *Pennisetum glaucum* como germoplasma para el mejoramiento de la calidad forrajera de híbridos de pasto elefante.

Barreto *et al.* (2001) estudiaron el valor nutritivo de tres cultivares de pasto elefante, Cameroon, Roxo de Botucatu, Mott, y el híbrido MV-241, cultivados a diferentes niveles de humedad (con estrés hídrico y sin él). Mediante el análisis de las curvas de calidad bromatológica concluyeron que la mejor respuesta la tuvieron Cameroon y Mott, a pesar de las bondades del híbrido.

En la tabla 3 se presentan las ecuaciones correspondientes a la relación entre los cortes y las mediciones de calidad. En todos los casos, el ajuste del modelo fue $P < 0.001$.

Las curvas de crecimiento de los clones Cuba CT-169 y Cuba OM-22 demuestran que cada uno de ellos tiene elementos que aventajan al king grass. Ambos clones se caracterizan por tener hojas más largas y anchas con respecto al king grass, y por tanto, mayor proporción de hojas en el material que llega al animal con igual edad de corte.

Herrera y Martínez (2006) describieron las características del clon Cuba CT-169. Como promedio de cinco cortes al año, las hojas fueron 12 cm más largas y 0.5 cm más anchas que las de king grass. Estos resultados coinciden con los obtenidos en todo el ciclo de crecimiento, al tener el CT-169 mayor proporción de hojas que el king grass. Por su rápido crecimiento, productividad y buen contenido proteico, la variedad Cuba CT-169 se recomienda para la producción de forrajes y ensilajes a mayor escala.

El híbrido Cuba OM-22 es el que mejor proporción de hojas presenta, por lo que se sugiere su utilización donde se necesite mayor cantidad de nutrientes digestibles, por ejemplo en la alimentación de vacas lecheras y cerdas. También se recomienda por no tener vellosidades en las hojas para el corte manual en pequeñas fincas.

Los resultados obtenidos podrán ser diferentes en otros ambientes. No obstante, permitirán caracterizar estos clones para el período lluvioso en el occidente cubano, lo que es de utilidad para los productores que introducen estos pastos.

Referencias

- AOAC 1995. Official Methods of Analysis. 15 Ed. Ass. Off. Anal. Chem. Washington D.C. p. 1298.
- Barreto, G.P., de Andrade, M., Ferreira Mércia, V. & Batista, J.C. 2001. Avaliação de Clones de Capim-Elefante (*Pennisetum Purpureum* Schum.) e de um Híbrido com o Milheto (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.) Submetidos a Estresse Hídrico. 2. Valor Nutritivo. Rev. Bras. Zootec. 30:7
- Burton, G.W. 1993. African grasses. In: J. Janick and J.E. Simon (eds.), New crops. Wiley, New York. pp. 294
- Duke, J.A. 1981. The gene revolution. Paper 1. En: Office of Technology Assessment, Background papers for innovative biological technologies for lesser developed countries. USGPO. Washington. pp. 89-150
- Duke, J.A. 1983. Handbook of Energy Crops. Disponible: <http://www.hort.purdue.edu/newcrop>. Consultado: 3/11/2008
- FAO. 2008. *Pennisetum purpureum* Schum. Disponible: <http://www.fao.org/ag/AGP/AGPC/doc/Gbase/data/pf000301.htm>. Consultado: 3/11/2008
- Jauhar, R.P. & Hanna, W.W. 1998. Cytogenetics and genetics of peral Mollet. En: Advances Agronomy. New York, v. 64. p. 26
- Herrera, R.S. 1990. Utilización del King Grass en Cuba. En: King grass. Plantación, establecimiento y utilización en Cuba». Ed. R.S. Herrera. Instituto de Ciencia Animal, La Habana, Cuba
- Herrera, R.S. & Martínez, R.O. 2006. Mejoramiento genético por vías no clásicas. En: *Pennisetum purpureum* para la ganadería tropical. (Versión electrónica). Eds. R. S. Herrera; G. J. Febles y G. J. Crespo. Instituto de Ciencia Animal, Cuba.
- Martínez, R. O., Herrera, R.S., Cruz, R. & Torres, V. 1996. Cultivo de tejidos y fitotecnia de las mutaciones. *Pennisetum purpureum*: otro ejemplo para la obtención de nuevos clones Rev. Cubana Cienc. Agríc. 30:11
- Martínez, R. O., Herrera, R., Cruz, R., Tuero, R. & García, M. 1994. Producción de biomasa con hierba elefante (*Pennisetum*

- purpureum*) y caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) para la producción animal en el trópico. I. Rendimientos. Rev. Cubana Cienc. Agríc. 28. 221
- Martínez, R. O., Herrera, R.S., Monzote, M. & Cruz, R. 1986. El cultivo de tejidos y la obtención y selección de mutantes. En: Los pastos en Cuba. Tomo 1. Producción. Ed. Instituto de Ciencia Animal, La Habana, Cuba
- Pereira, A. V., Cruz, C.D., Ferreira, R.P., Botrel, M.A. & Olivera, J. S. 2002. Influencia da estabilização de genotipos de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* schum.) sobre a estimativa da repetibilidade de características forrageiras. Ciencia e Agrotecnología. Larvas. 26:164
- Pereira, A.V. & Lédo, F. J. 2008. Melhoramento genético de *Pennisetum purpureum*. En Melhoramiento de Forrageiras Tropicais. Eds. R.M. Simeao, C. Borges, L. Jank. Embrapa Gado de Corte, Campo Grande, MS. p. 89
- Pereira, A.V., De Paula, R., Paixao, L., De Paula, V., Silva, R., Bertola, R. & De Paula, C.E. 2000. Aritacao da qualidade de folhas em cultivares de capim-elefante (*Pennisetum purpureum*) e híbridos de capim-elefante x milho (*P. purpureum* x *P. glaucum*), em função da idade da planta. Ciencia y Agrotecnología. 24:02

Recibido: 16 de junio de 2009



Instituto de Ciencia Animal

Escuela de Postgrado

Programas de postgrado

Estudios conducentes a grado científico

Doctorado

➤ **Programa Doctoral Colaborativo en Producción Animal**

Coordinador: Dra. Elaine Valiño Cabrera

Correo electrónico: evalino@ica.co.cu

➤ **Programa Doctoral Colaborativo en Biometría**

Coordinador: Dra. Verena Torres Cárdenas

Correo electrónico: vtorres@ica.co.cu

➤ **Doctorado tutelar**

Estudios conducentes a grado académico

Maestría

➤ **Maestría en Producción Animal para la Zona Tropical**

Coordinador: Dra. Esmeralda Lon Wo

Correo electrónico: elonwo@ica.co.cu

Requisitos de ingreso

Los puede encontrar en la web del Instituto
www.ica.inf.cu

Para mayor información:

Nidia Fernández Ontivero

nfernandez@ica.co.cu