



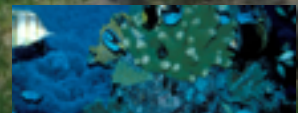
Bioagrociencias

Revista de difusión del Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la
Universidad Autónoma de Yucatán



**Frecuencias genotípicas en
bovinos lecheros en el trópico
de México**

2018: Año internacional de los arrecifes de coral



ISSN 2007-431X



Comité editorial

Editor general

Virginia Meléndez Ramírez

Coeditor

Alfonso Aguilar Perera

Editores asociados

Carmen Salazar Gómez-Varela

Edwin J. Gutiérrez Ruíz

Juan Magaña Monforte

Luís Ramírez y Avilés

Víctor Cobos Gasca

Silvia Hernández Betancourt

William May Itza

Directorio

Dr. José de Jesús Williams

Rector

Dr. Hugo Delfín González

Director

M. en C. Rosa G. Ramírez Porras

Secretaria Académica

M. en C. José Enrique Abreu Sierra

Secretario Administrativo

Dr. Carlos A. Sandoval Castro

Jefe de la Unidad de Posgrado

Fotografías de la portada

Corales, tomada de: <https://news.un.org/es/story/2018/01/1425331>- Banco Mundial

Bovinos, Fotografía de Ruíz OM ©

Armado editorial de la publicación

Virginia Meléndez Ramírez

Bioagrocencias, Año 12 (julio a diciembre de 2018), revista electrónica, es una publicación semestral editada por la Universidad Autónoma de Yucatán, a través de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, km. 15.5 carretera Mérida-Xmatkuil s/n, Mérida, Yucatán, México. Tel. 999 942 32 00

<http://www.ccba.uady.mx/>

Editor Responsable: Virginia Meléndez Ramírez, reserva del derecho al uso exclusivo 04-2017-062617313100-203, ISSN 2007 - 431X.

Responsable de la última actualización: Carlos Canul Sansores, con domicilio en Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, km. 15.5 carretera Mérida-Xmatkuil s/n, Mérida, Yucatán, México. Tel. 999 942 32 00. Fecha de última actualización: Enero 2019. Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor o de la institución. Queda totalmente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización de la dirección de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

Correo electrónico:

bioagrocencias@correo.uady.mx

La actualización de la guía para autores y acerca de la revista se encuentra en la página Web:

<http://www.ccba.uady.mx/>

Índice

Análisis de la cadena de valor de la producción de calabaza x'top (*Curcubita argyrosperma* Huber) en unidades de producción de la zona centro de Yucatán 1

Rafael Varguez Paz, Jorge Santos Flores y Luis G. Cantón Castillo

Aspectos clínicos, de diagnóstico y tratamiento del linfoma renal asociado al virus de Leucemia felina: una revisión15

María Casandra Canto Valdés, Carlos Josué Cen Cen, Manuel Emilio Bolio González y Julio José Basulto Poot

Avifauna del parque poniente Paseo Verde de Mérida, Yucatán.....24

Roberto C. Barrientos Medina, Víctor M. Cobos Gasca y Ernesto Gómez Uc

Importancia de la condición corporal al parto sobre el desempeño reproductivo del ganado bovino en el trópico.....34

Juan G. Magaña Monforte, Carlos F. Aguilar Pérez y Jorge Santos Flores

Frecuencias genotípicas de alelos del gen BoLA Clase I en bovinos Jersey y Criollo Lechero Tropical en México.....44

Maricela Ruiz Ortega, Rodolfo Ramírez Valverde, Carlos Becerril Pérez, Guadalupe García Muñiz, Adalberto Rosendo Ponce, Rafael Núñez Domínguez, Itzel Villegas Velázquez y Baldomero Alarcón Zúñiga

Valores hematológicos de referencia para la serie roja y blanca de conejos en Yucatán, México....52

Dulce A. Vivas Matos, Francisco J. Aranda Cirerol y Edwin J. Gutiérrez Ruiz

Análisis de la cadena de valor de la producción de calabaza x'top (*Curcubita argyrosperma* Huber) en unidades de producción de la zona centro de Yucatán

Rafael Varguez Paz¹, *Jorge Santos Flores¹ y Luis G. Cantón Castillo²

¹Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias y ²Campus de Ciencias exactas e ingeniería, Universidad Autónoma de Yucatán.

*sflores@correo.uady.mx

Resumen

Se presenta el análisis de la cadena de valor de la producción de calabaza variedad x'top o chihua, siguiendo la metodología del Consejo Nacional de Normalización y Certificación de Competencias Laborales. La calabaza x'top es tradicionalmente producida en Yucatán en el sistema milpa con un amplio conocimiento en su manejo y cuyas limitantes tecnológicas para incrementar el rendimiento por hectárea pueden ser abordadas mediante transferencia de la tecnología ya generada. La empresa SEPROMSA, en colaboración con el gobierno de Yucatán, establecen aprovisionamiento de insumos y seguridad de compra de la semilla de calabaza a un precio cinco veces mayor que el recibido por el kilogramo de maíz, lo cual representa una buena oportunidad para incrementar el ingreso de las familias rurales.

Introducción

La Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), a través de su Programa Integral de Desarrollo Rural (PIDR), plantea el objetivo de incrementar la producción de alimentos mediante incentivos para la adquisición de insumos, construcción de infraestructura, adquisición de equipamiento productivo, realización de obras y prácticas para el aprovechamiento sustentable de suelo y agua, proyectos integrales de desarrollo productivo, desarrollo de capacidades y servicios profesionales de extensión e innovación rural, fortalecimiento de las organizaciones rurales y esquemas de aseguramiento para atender afectaciones provocadas por desastres naturales. A su vez, el PIDR posee el Componente Extensión e Innovación Productiva (CEIP), cuyo objetivo es apoyar a los pequeños productores de las unidades económicas rurales con servicios de extensión, innovación y capacitación para incrementar la producción agroalimentaria (SAGARPA 2017).

La estructura operativa básica del CEIP es a través de Grupos de extensión e innovación territorial (GEIT) bajo la administración del Instituto Nacional para el Desarrollo de Capacidades del Sector Rural, A.C. (INCA-Rural), el cual promueve el establecimiento y fortalecimiento del denominado "Nuevo extensionismo", el cual, a través de acciones de soporte metodológico y vinculación cooperativa de instituciones del sector rural, tiene el interés de situar al extensionista y su

labor como un bien público al servicio de la población. Como parte de este objetivo, los GEIT desarrollan un diagnóstico preciso de las necesidades de capacitación y condiciones prioritarias a atender en los territorios por estado, con base en los lineamientos establecidos en el estándar de competencia EC-0810 del Consejo Nacional de Normalización y Certificación de Competencias Laborales (CONOCER) (INCA 2016).

En el contexto del “Nuevo extensionismo”, la capacitación de los extensionistas rurales en el estándar de competencia EC-0810 es para orientar metodológicamente la gestión el conocimiento que conlleve a dar o fortalecer la competitividad de las actividades económicas agrícolas, pecuarias, acuícolas y pesqueras de productores y sus organizaciones, desde la perspectiva del mercado y de la integración de cadenas de valor mediante la identificación, gestión y evaluación de innovaciones de productos, procesos, mercadotecnia y organización.

El procedimiento metodológico tiene como pieza clave el concepto de “cadena de valor”. El concepto fue planteado inicialmente por Porter (1985) definiéndolo esencialmente como “una forma de análisis de la actividad empresarial mediante la cual descomponemos una empresa en sus partes constitutivas, buscando identificar fuentes de ventaja competitiva en aquellas actividades generadoras de valor”.

En el contexto del desarrollo rural, el concepto de la cadena de valor se ha desarrollado para que los productores rurales puedan responder a las exigencias en calidad y cantidad que demanda el mercado de productos a través de la estructuración de una red estratégica de actores independientes que actúan dentro de la misma cadena productiva. El objetivo primordial de la cadena de valor es la optimización de los recursos con el fin de lograr metas que de manera individual serían difícil de lograr. (De Ferran y Grrune 2007, Dahlström y Ekins 2007).

Para las actividades agropecuarias, la estructura básica de la cadena de valor estaría conformada por: a) el mercado de abasto de los insumos y equipos, b) el sistema de producción y sus procesos característicos, c) el sistema de acopio/transformación de los productos, d) el proceso de comercialización de los productos y e) el vendedor final (INCA 2016). La metodología descrita responde al enfoque del “nuevo extensionismo”, con un sentido integrador y no solamente concentrado en los cambios para el mejoramiento al nivel del sistema de producción, situación que debe tener muy en cuenta el agente promotor del desarrollo del producto agropecuario de referencia.

En Yucatán, el consumo de la calabaza chihua (*Curcubita argyrosperma* Huber) o x'top (en lengua maya) es muy popular, ya que se utiliza para la confección de diversos platillos de la región (sikil pak, brazo de reina, pipian, entre otros) o consumida solamente con tortillas (Terán y Rasmussen 1994).

Para respaldar la economía de los pequeños productores, impulsar la transferencia de tecnología, y mejorar los niveles de producción, fue presentada la propuesta para sembrar calabaza chihua, impulsada por la secretaria de Desarrollo Rural (SEDER) Desarrollo Social (SEDESOL) e Investigación, Innovación y Educación Superior (SIIES) del gobierno del estado de Yucatán en cooperación con la empresa Semillas y Productos de México S.A. de C.V. (SEPROMSA). El proyecto ofrece al productor seguridad en el abastecimiento de semillas, comercialización del producto, garantía en el precio, apoyo con equipo de trabajo (cosechadora y secadora) y capacitación. La propuesta fue planteada a los representantes de la Unión de Ejidos de Citricultores del Sur del Estado, Sistema Producto Cítrico, Unión y cooperativas de unidades productivas y el Consejo Estatal de Productores de Chile (SEDER 2017). De esta forma, el objetivo del presente

trabajo fue analizar la cadena de valor de la calabaza x'top o chihua producida en la zona centro de Yucatán, de tal manera que se identifiquen los factores limitativos al desarrollo del proyecto que el gobierno de Yucatán y la empresa SEPROMSA han planteado.

Materiales y métodos

Se siguió la metodología del estándar de competencia EC-0818 del CONOCER del 2017, consistiendo en: 1) descripción del territorio, 2) descripción del mercado meta, 3) diferencias entre características del producto y demanda del mercado meta, 4) identificación y análisis de los problemas asociados a las dificultades para atender el mercado meta y los vinculados a las fases del proceso de trabajo a mejorar, 5) oportunidades en el entorno que son factibles de ser aprovechados, 6) innovaciones identificadas para superar los problemas o aprovechar las oportunidades, 7) resultados esperados por la adopción de innovaciones, 8) inversiones que demanda la puesta en marcha de las innovaciones priorizadas, 9) acciones de formación para el desarrollo de capacidades que requiere la puesta en marcha de innovaciones y 10) actores involucrados para lograr la puesta en marcha de las innovaciones. Como grupo de referencia para realizar el análisis de la cadena de valor del producto se trabajó con 15 productores de calabaza de la comunidad de Telchaquillo, Yucatán, quienes tradicionalmente han realizado el cultivo de calabaza x'top o chihua. El apartado 1 del EC-0818 se completó con revisión de literatura y compilación de datos estadísticos publicados por el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP, 2016). Los restantes 9 apartados fueron completados mediante entrevistas a los productores con base en cuestionarios semi-estructurados abordando aspectos relativos al inciso correspondiente. Las entrevistas se realizaron en el mes de marzo 2017.

Resultados

1. Descripción del territorio. Yucatán está situado en el extremo norte de la Península de Yucatán, al sureste de la República Mexicana. Limita al norte y noreste con el Golfo de México, formando un largo y angosto litoral arenoso de poco más o menos 342 km; hacia el oeste y suroeste colinda con el estado de Campeche y hacia el este y sureste con el de Quintana Roo. El territorio tiene una extensión de 39 mil 612 km² y se ubica en las regiones naturales del trópico seco y húmedo. Un 85.5% de la superficie del estado presenta un clima cálido subhúmedo y en una pequeña porción seco y semiseco (Duch, 1988). El estado de Yucatán está conformado por 106 municipios, de los cuales 33 de estos se dedican al cultivo de calabaza para semilla en 1,205 unidades de producción que representan 2.1% de las unidades con superficie agrícola (INEGI 2007). La superficie sembrada de calabaza chihua fue de 1685 hectáreas con una producción estatal de 219.53 t en el año 2016, con un rendimiento de 0.13 t/ha. (SIAP 2016)

2. Descripción del mercado meta. El Grupo industrial Cardín Yucatán, S.A de C.V se especializa en la producción de botanas empaquetadas. La planta procesadora se localiza en Cholul en el municipio de Mérida, Yucatán. Tiene una capacidad diaria de acopio de 4,300 kg de semilla de calabaza, contando con 8 líneas de producción y 120 unidades de reparto. La compañía compra semillas de buena calidad, limpia, de buen tamaño y seca. La entrega en la planta procesadora del

grupo industrial Cardín. El pago se realiza al momento de la entrega del producto al precio de garantía establecido de común acuerdo con productores y el gobierno del estado de Yucatán.

3. Diferencias entre características del producto y demanda del mercado meta. En cuanto a las características del producto que actualmente ofrece el productor y las que exige el mercado meta se mencionan en la Tabla 1.

Tabla 1. Características del producto (semilla) y demanda del mercado meta.

Características y condiciones del producto actual	Características y condición que demanda el mercado meta
El secado no es uniforme y se realiza entre 5 y 6 semanas, al sol.	El secado en 4 semanas y de manera uniforme.
Almacenados en costales usados adquiridos en granjas de cerdos o aves.	En bolsas biodegradables, con capacidad de 20 kg cada una.
Con partículas de basura al ser secados al aire libre en el suelo o en los techos.	Secado mediante secadores solares para evitar la contaminación de las semillas.

El tiempo exigido de secado es para evitar la deshidratación de la semilla y mantener el tamaño y humedad.

4. Identificación y análisis de los problemas asociados a las dificultades para atender el mercado meta y los que están vinculados a las fases del proceso de trabajo a mejorar. Para obtener el siguiente análisis se compararon los procesos actuales de secado de semilla de calabaza con los procesos que demanda el mercado actual, con el fin de identificar o detectar los problemas que el productor tiene al momento de realizar esta actividad, por lo cual deben ser modificados e incorporados en su proceso de trabajo para alcanzar las características y satisfacer las condiciones que demanda el mercado meta.

5. Oportunidades en el entorno que son factibles de ser aprovechados. En la Península de Yucatán, la calabaza x'top o chihua, se cultiva casi exclusivamente por semilla, la producción se obtiene en la milpa junto con el maíz y frijol. Se consumen en diversos platillos regionales, como el brazo de reina, pipian, tzikil pac, entre muchas otras. También se utiliza para la alimentación de animales empleando preferentemente la pulpa del fruto. Para su consumo doméstico y elaboración de platillos, la semilla se debe secar, tostar y moler, acciones que son realizadas por los mismos productores. Los mercados municipales son los principales centros de comercialización de esta forma del producto y los tratos comerciales se realizan “por palabra” entre productor y comerciante, en algunos casos son los mismos productores que acuden a los mercados para comercializar la semilla de calabaza molida. La demanda del producto es alta debido a la cantidad de guisos de Yucatán en los que se utiliza.

Tabla 2. Análisis de problemas asociados al incumplimiento de la demanda del mercado meta.

Proceso de trabajo	Problemática o restricción que impide lograr características del mercado meta	Plan de acción correctivo
Prácticas de postcosecha	<ul style="list-style-type: none"> - Contaminación con basura de las semillas. - Exceso en el tiempo de secado, minimiza el contenido de humedad de la semilla. - El secado no es uniforme. - Almacenamiento en bolsas inadecuadas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Aplicación de buenas prácticas de secado de acuerdo con la guía de secado solar (UNESCO, 2005). - Utilizar bolsas biodegradables y limpias para almacenamiento de semillas, después del secado.
Organización y planificación de actividades	<ul style="list-style-type: none"> - No se dispone de bitácora de trabajo. - Se desconoce el procedimiento a seguir para un secado de calidad. - No cuentan con un control de ingresos y egresos de la producción y venta. 	<ul style="list-style-type: none"> - Tener una bitácora de trabajo, para registrar fechas exactas de todas las actividades a realizar. - Contar con un manual de manejo postcosecha de semilla de calabaza de acuerdo con las instrucciones de los asesores técnicos participantes. - Llevar la contabilidad de ingresos y egresos de la producción y venta de las semillas de calabaza.

La industria de botanas ha requerido de las semillas de calabaza. Debido a que las botanas producidas son de calidad exportación, la empresa SEPROMSA plantea un proyecto de colaboración con el gobierno del estado de Yucatán y productores para obtener semillas de calabaza con la calidad (tamaño, color, sabor) que demanda el mercado internacional de sus productos. La empresa necesita 4 500 kg de semilla por día y por lo tanto se requiere de 1 642.5 t de semilla al año. La producción estatal en el año 2016 fue de 219.53 t. La producción promedio fue de 0.1 t/ha en la

región centro-oriente del estado de Yucatán, mientras que en unidades de producción de la zona sur del estado el promedio de producción por hectárea fue de 0.32 t/ha. En el año 2014 se registró en la zona sur un promedio de producción de 0.43 t/ha (SIAP 2016, resultado obtenido por los autores).

Por otra parte, la empresa SEPROMSA tiene la expectativa de exportar la semilla, con un potencial de 2 500 t anualmente para lo cual se requeriría el establecimiento de 5 000 ha anuales del cultivo asumiendo un promedio de producción de 0.5 t/ha de semilla.

Los tipos de suelos la Península de Yucatán son apropiados para el cultivo de la calabaza. Actualmente se realiza el cultivo bajo condiciones de temporal preferentemente en sistema de milpa. Sin embargo, debido al recurso hidrológico subterráneo del estado de Yucatán hace factible la utilización de sistemas de riego adecuado para el cultivo. Así mismo, la mayoría de las unidades de producción cuentan con caminos de fácil acceso.

En lo relativo al precio del producto, en el año 2016 el precio de la t de calabaza fue de \$23 595.00 pesos (MXN) mientras que el precio de la tonelada de maíz fue de \$4 015.00 pesos (MXN), lo cual pone en muy buena ventaja (5.8/1 precio por kg relación calabaza:maíz) al cultivo de la calabaza (SIAP 2016).

6. Innovaciones identificadas para superar los problemas o aprovechar las oportunidades. El análisis de la cadena de valor generó los siguientes criterios de competitividad que se requiere desarrollar en el territorio:

- Uso de bitácoras para el registro de actividades, volumen y costos de producción, aplicadas por el 100% de los productores en el primer año del proyecto.
- Buenas prácticas de manejo postcosecha de calabaza para obtención de semillas desarrolladas por el 100% de los productores de acuerdo con los requisitos del mercado meta, a lograr en el primer año del proyecto.
- Almacenamiento apropiado de semillas por el 100% de productores.
- Utilización de semilla de alta calidad para incrementar la producción por hectárea.

En la tabla 3 se detalla las acciones relativas al incremento de la competitividad del sistema y la caracterización del tipo de innovación.

7. Resultados esperados por la adopción de innovaciones. El análisis e identificación de innovaciones sirvió para priorizar las que pueden ser desarrolladas en el territorio y que resultan de manera factible de lograr considerando la situación actual y hacia donde se desea llegar en cuanto a competitividad. Los resultados se midieron mediante indicadores y en un tiempo establecido a corto (CP), mediano (MP) y largo plazo (LP) (Tabla 4). En el análisis se consideró el apoyo del GEIT y de las instituciones vinculadas con el extensionismo.

Tabla 3. Listado de acciones según innovación identificada para el sistema productivo.

Prioridad de atención	Innovación	Tipo de innovación			
		De producto	De proceso	De mercadotecnia	De organización
1	Uso de semilla mejorada	x			
1	Buena práctica de secado de semillas		x		
1	Secado uniforme de semillas		x		
1	Tiempo adecuado de secado de semillas		x		
1	Uso de bolsas adecuadas para el		x		
1	Cumplir acuerdo con mercado meta y entrega del producto			x	
2	Registros productivos y económicos				x

8. Inversiones que demanda la puesta en marcha de las innovaciones priorizadas. El mayor monto de inversión se realizará para la construcción de secadores solares y la compra de bolsas biodegradables para el almacenamiento y transporte de semillas. El diseño de los secadores solares puede ser variado (ver Fig. 1). Las partes componentes principales son: estructura del techo, contenedores de semilla y soportes del contenedor.

La estructura de los secadores solares, contenedores y sus soportes pueden ser construidos con materiales (madera) de la región, o bien, adquirirlos en el comercio local. También se puede utilizar una lona tendida en el piso del secador para colocar la semilla. Dada su fácil construcción, los productores pueden construir el secador solar y sus componentes, o bien, contratar la construcción. La decisión sobre lo anterior y el diseño seleccionado hará variar el costo.

Para el techo del secador solar deberá utilizarse polietileno transparente calibre 600 por 3m de ancho. Para la base de los contenedores se puede utilizar bolsa de rafia de desecho limpia o malla

plástica de mosquitero. El precio del m² de polietileno es de \$6.50, y para la malla de mosquitero es de \$65.00 m².

Tabla 4. Matriz de resultados esperados, indicadores de logro y meta.

Resultado esperado por las mejoras	lo lograremos en:			Indicador	Como lo contabilizamos:	Meta
	CP	MP	LP			
Bitácoras de producción y registros económicos	x			% Productores que productores que utilizan bitácoras de trabajo	Número de productores que aplican bitácoras/ total de productores X 100	100%
Buenas Prácticas postcosecha de calabaza ajustadas a los requerimientos del mercado meta.		x		% Productores que aplican buenas practicas postcosecha mejoradas.	Número de Productores que aplican buenas practicas postcosecha al año/ total de productores X 100	100%
Almacenamiento adecuado de semillas.		x		% Productores que implementan almacenamiento adecuado de semillas.	Número de Productores que implementan un buen almacenamiento de semillas/ total de productores X 100	100%
Uso de semillas mejoradas		x		% de productores que utilizan semilla mejora	Número de Productores que utilizan semillas mejorada/ total de productores X 100	100%



A



B

Figura 1. A y B Diseños de secadores solares para semilla de calabaza.
Fotografías de Varguez PR ©

9. Acciones de formación para el desarrollo de capacidades que requiere la puesta en marcha de innovaciones. Además de las acciones de formación que requieren los productores para el desarrollo de las innovaciones, se definieron las capacidades a desarrollar tal y como se describe a continuación en la Tabla 5.

Tabla 5. Innovaciones identificadas y propósito de las capacidades a desarrollar con los productores.

Mejora o Innovación	Capacidades a desarrollar	Propósito
Adquisición de semillas mejoradas	Comprar semilla mejorada con proveedores confiables y serios.	Incrementar el número de kg producido por ha ⁻¹ .
Utilización de bitácoras y registros económicos	Capacitación en organización y manejo administrativo.	Estimar la producción de semilla por ha ⁻¹ y los costos de producción y poscosecha asociados.
Utilización de secadores solares	Buenas prácticas poscosecha.	Obtención de producto con la calidad requerida por el mercado meta.

10. Actores involucrados para lograr la puesta en marcha de las innovaciones. Los actores son aquellos individuos cuya participación es indispensable y obligada para el logro del propósito, objetivos y metas del proyecto en cuestión. Tienen el poder, la capacidad y los medios para decidir e influir en campos vitales que permitan o no el desarrollo del proyecto. En algunos casos, pueden manifestar un interés directo, explícito y comprometido con los objetivos y propósitos del mismo (Tabla 6).

Existe tecnología para el mejoramiento del rendimiento por hectárea, elaborada por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), en el Campo Experimental Edzná, pero la desconocen los productores de calabaza chihua (INIFAP, 2014), por lo que es necesario motivar procesos de capacitación al respecto.

Discusión

La producción de calabaza x'top o chihua (*C. argyrosperma*) en las unidades de producción agrícolas de Yucatán (Fig. 2) es una actividad tradicional debido a que la semilla molida es utilizada en diversos platillos típicos de la región. Las condiciones del suelo son también apropiadas para

el cultivo mismo que se realiza en sistema de milpa bajo temporal. La disponibilidad y fácil acceso a agua subterránea sobre todo en la región centro-oriente del estado de Yucatán, que es donde

Resultado a lograr	Mejoras a incorporar	o Actores a institucionales	Instrumentos de apoyo	Datos del contacto
Semillas de la mejor calidad	Semilla mejorada y certificada	Productores certificados	Asesores agrícolas	Humberto Caamal 9997454367
Semillas limpias y sin impurezas	Proceso de limpieza en campo separando impurezas.	de Fideicomiso instituido en relación con la agricultura (FIRA), Banco de México	Extensionistas	Contacto oficina central Mérida 01 800 999 3472
Selección de semillas buena calidad	Métodos de selección	de SAGARPA-INIFAP	Técnicos agrícolas	Domicilio conocido colonia Díaz Ordaz, Mérida.
Registros productivos (bitácoras) económicos	Manejo de bitácoras y registros económicos	de SAGARPA-INIFAP	Técnicos agrícolas	Domicilio conocido colonia Díaz Ordaz, Mérida.

se localizan la mayor cantidad de las unidades de producción de calabaza x'top, podría orientar a

Tabla 6. Acciones de innovación y actores involucrados para el logro.

la intensificación del sistema de cultivo con sistemas de riego, aunque deben realizarse los análisis financieros correspondientes para evaluar la viabilidad financiera de los proyectos. Lo anterior se señala ya que hay un amplio interés de la SEDER y de la empresa SEPROMSA por fomentar la producción de calabaza x'top debido a que hay una gran demanda del producto en el mercado local y nacional, así como para exportación. Para satisfacer la demanda actual del mercado la empresa necesita 1 642 t de semilla al año; mientras que el potencial de exportación es de 3 358 toneladas de semilla al año, dando un total de requerimiento de producción de 5 000 t al año. La producción estatal de semilla de calabaza x'top en el año 2016 fue de 219.53 t, por consecuencia se requiere producir 4 780.47 t.

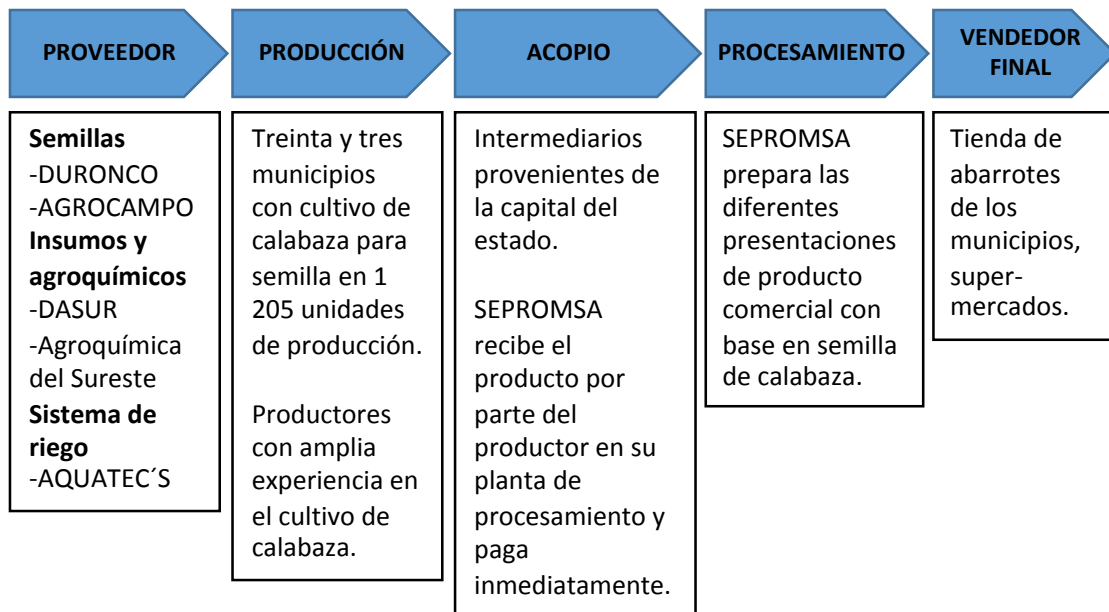


Figura 2. Cadena de valor de la calabaza x'top o chihua en Yucatán.

La estrategia del SEpromsa y la SEDER para incrementar la producción estatal de semilla de calabaza x'top es mediante la incorporación de más unidades de producción y mejorar el rendimiento por ha. El objetivo es lograr 0.5 toneladas/ha⁻¹ y conseguir el cultivo de 2 500 ton/ha. El rendimiento estatal por hectárea registrado en 2016 fue de 0.13, aunque se han registrado rendimientos de hasta 0.45 toneladas por ha⁻¹ en el 2014 (SIAP, 2016). El uso de semillas mejoradas o la selección apropiada de las que disponen los productores, son la alternativa para incrementar el rendimiento.

Para fomentar la participación de más productores, la empresa SEpromsa firma contrato con los productores en donde se establecerá el compromiso y el precio de compra del producto, contrato avalado por la SEDER. Así mismo, la SEDER fomenta la producción a través de financiamiento para la adquisición de insumos y equipo. Se enfatiza sobre la necesidad de financiamiento para la adquisición de semilla mejorada y para la construcción de secadores solares de semillas.

El precio en el mercado de la semilla de calabaza x'top siempre ha sido mayor que el precio del maíz en una relación de 5.8/1 (SIAP, 2016; cálculos del autor). Ireta, Pérez, Bautista y Rosas (2018), realizaron un estudio sobre la cadena de valor de la calabaza chihua en Campeche, Méxi-

co, el análisis financiero realizado llevó a la conclusión de que sistemas de producción de calabaza chihua bajo temporal era rentable, entre un 22 a 64% dado el nivel de precios por tonelada

que se conseguía en el mercado. La variación en la rentabilidad del estudio citado se debió a las condiciones de producción, y consecuentemente a los costos, y tamaño de la unidad de producción.

Las innovaciones identificadas son bastantes sencillas de instrumentar. Los proveedores de semilla mejorada están identificados (DURONCO, AGROCAMPO). Para el caso de la construcción y uso de los secadores solares de semillas se requiere de capacitación misma que puede ser ofrecida y supervisada por personal de la SAGARPA-INIFAP y para el abastecimiento de bolsas para almacenaje se cuenta con una amplia cantidad de proveedores localizados en la ciudad de Mérida.

Aunque en el presente estudio se concentró en SEPROMSA como mercado meta, los mercados municipales locales y sobretudo la central de abastos de la ciudad de Mérida, pueden ser mercados alternativos para la venta de los productos, aunque el establecimiento de un contrato de producción-compra-precio, ofrece seguridad a los actores involucrados.

Conclusión

Las estadísticas de precios de compra y demanda del producto en los mercados locales proporcionan amplio margen de seguridad sobre la rentabilidad del sistema de producción de calabaza x'top. El establecimiento de un contrato entre los productores y SEPROMSA da seguridad a los productores sobre la venta y precio del producto, y la empresa puede expandir su mercado. Así mismo, el trabajo colaborativo entre productores y comercializadores propicia mayor certidumbre para la instrumentación de innovaciones tecnológicas, ya que los productores tienen oportunamente los recursos para el desarrollo de las innovaciones y los comercializadores tienen seguridad que van a obtener el producto de acuerdo con la calidad que demanda el mercado.

Referencias

- Dahlström K y Ekins P. 2007. Combining economic and environmental dimensions: value chain analysis of UK aluminium flows. *Resources, Conservation and Recycling*. 51: 541-560.
- De Ferran F y Grrune K. 2007. French fair trade coffee buyers-purchasing motives: an exploratory study using means-end chains analysis. *Food quality and preferences* 18: 218-229.
- Duch GJ.1988. La conformación territorial del estado de Yucatán. Universidad Autónoma de Chapingo. México.
- INCA 2016. La visión del nuevo extensionismo. Fecha de consulta 16/10/2018 en <https://www.gob.mx/incarural/articulos/la-vision-del-nuevo-extensionismo?idiom=es>
- INEGI 2007. Censo Agropecuario. Fecha de consulta 17/10/2018 en http://www.inegi.org.mx/inegi/contenidos/espanol/eventos/sinergia/12_dic/G_Leyva_Mexico_censoagro2007.pdf

- INIFAP (Instituto Nacional de Investigaciones, Forestales, Agrícolas y Pecuarias) 2014. Paquete tecnológico de producción de calabaza (chihua) para la obtención de pepita. Ciclo primavera-verano 2014. Campo Experimental Edzná. Campeche, México. 18 p.
- Ireta PA, Pérez HP, Bautista OJ y Rosas HL. 2018. Análisis de la red de valor calabaza chihua (*Cucurbita argyrosperma* Huber) en Campeche, México. *Agrociencia*, vol 52, num. 1.
- Porter ME. 1985. *The Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance*. New York, Free Press.
- SAGARPA 2017. Programas SAGARPA. Fecha de consulta 16/10/2018 en <http://www.sagarpa.gob.mx/ProgramasSAGARPA/Paginas/default.aspx#>
- SEDER 2017. Producción de semillas de calabaza, opción viable para el campo yucateco. Fecha de consulta 18/10/2018 en <http://www.desarrollorural.yucatan.gob.mx/noticia/ver/581>
- SIAP 2016. Cierre agrícola. Fecha de consulta 18/10/2018 en <https://www.gob.mx/siap>
- Terán S y Rasmussen C. 1994. *La milpa de los mayas: la agricultura de los mayas prehispánicos y actuales en el noreste de Yucatán*. Mérida, Yucatán.
- UNESCO 2005. *Guía de uso de secadores solares para frutas, legumbres, hortalizas, plantas medicinales y carnes*. UNESCO, Asunción, Paraguay.

Aspectos clínicos, de diagnóstico y tratamiento del linfoma renal asociado al virus de Leucemia felina: una revisión

*María Casandra Canto Valdés¹, Carlos Josué Cen Cen¹, Manuel Emilio Bolio González¹ y Julio José Basulto Poot²

¹Departamento de Salud Animal y Medicina Preventiva, Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad Autónoma de Yucatán.

²Clínica Veterinaria Planeta Animal

*casandracanto@outlook.com

Resumen

El linfoma es la neoplasia maligna más común en gatos domésticos, y dentro de su clasificación extranodal, el de tipo renal es el segundo más frecuente. Por otro lado, el virus de la leucemia felina (ViLeF) posee una distribución mundial y prevalencias variables. La principal vía de transmisión es la saliva, y el compromiso inmunológico del animal determina la patogenia de la leucemia felina. La oncogénesis inducida por este virus es un proceso patológico de importancia, donde un 25% de los animales positivos presentan linfoma renal con pronóstico desfavorable. El objetivo del presente artículo de revisión es proporcionar información sobre los aspectos clínicos, de diagnóstico y tratamiento del linfoma renal asociado al virus de Leucemia felina.

Introducción

El linfoma es el tipo de neoplasia maligna más común en gatos domésticos, y la clasificación depende de la localización anatómica (Palmero y Carballés 2012). El linfoma nasal es la forma extranodal más común en esta especie, debajo de éste se encuentra el de tipo renal como el segundo más frecuente. El origen celular para el linfoma renal generalmente corresponde a linfocitos B. Éste presenta un importante riesgo de metástasis hacia el sistema nervioso central (SNC) (Vail 2013). Por otro lado, el virus de la leucemia felina (ViLeF), es un retrovirus con distribución mundial y prevalencias que van desde el 18 al 21%, en gatos enfermos (Costa y Norsworthy, 2011, Palmero y Carballés 2012). La principal vía de transmisión es la saliva, sin embargo, también se puede eliminar en cantidades menores por heces, orina y leche (Costa y Norsworthy, 2011, Kennedy y Little 2012). Una vez que es transmitido, tiene como células blanco, linfocitos y macrófagos tonsilares localizados en la orofaringe. El compromiso inmunológico del animal, juega un papel importante para la presentación de las distintas fases patogénicas de la leucemia felina (Palmero y Carballés 2012, Hartmann 2017). Una de éstas es la oncogénesis o formación de tumores, donde el mecanismo descrito, es la mutación por recombinación del subgrupo ViLeF-

A con otro retrovirus endógeno no patogénico que está presente de forma natural en todos los gatos domésticos (Ortíz, 2011, Kennedy y Little 2012). Aproximadamente un 25% de los animales positivos a este virus, presentan linfoma renal, donde esta asociación crea un pronóstico desfavorable (Palmero y Carballés, 2012). El objetivo del presente artículo de revisión es proporcionar información sobre los aspectos clínicos, de diagnóstico y tratamiento del linfoma renal asociado al virus de Leucemia felina.

Linfomas renales

Los linfomas son los tumores más comunes en gatos y son clasificados dependiendo de su localización anatómica. Palmero y Carballés (2012), describen que de un 5-30% de los linfomas corresponden al de tipo renal, y que de éstos, 25% estarían asociados con el ViLeF. Aunque otros autores (Helfer-Hungerbuehler *et al.* 2015, Valli *et al.* 2016) señalan que 80% de los Linfomas han sido asociado con el ViLeF, mientras que 70% de los felinos que resultan ser positivos al virus, podrían presentar este tipo de tumor. Macy y Henry (2013) mencionan que pese a que no todos los linfomas son causados por este patógeno, el riesgo de desarrollo de esta neoplasia es 62 veces más grande en pacientes positivos al virus. No obstante, pacientes negativos con exposición previa al ViLeF, también tienen cierto riesgo de desarrollar linfomas.

El linfoma de tipo renal es el segundo linfoma extranodal más común en gatos, donde aproximadamente un 25% de los casos son positivos al ViLeF. Generalmente tiene a los linfocitos B como origen celular. Es común que exista metástasis a sistema nervioso central (SNC), ya que es un tumor maligno (Vail 2013).

Diagnóstico

Este tumor suele ser bilateral y produce azotemia renal debido a la afectación directa al riñón. Los signos clínicos más frecuentes son anorexia, vómitos, poliuria, polidipsia y renomegalia palpable (Palmero y Carballés 2012, Vail 2013, Clifford y Mullin 2015). Otros signos clínicos, descritos por White y Brearley (2011), son dolor abdominal, pérdida de peso y letargia.

Radiológicamente el parámetro normal de longitud renal va de 1.9-2.6 o 2.1-3.2 veces el largo de la segunda vértebra lumbar (L2), en gatos castrados y enteros respectivamente. En felinos con linfoma renal, es posible confirmar renomegalia debido a que las radiografías mostrarían un aumento considerable de esta longitud renal (Moon 2012). Por otro lado, al realizar una urografía excretora, es posible observar un nefrograma irregular, mismo que corresponde a alteraciones en la opacidad del parénquima renal (Pollard y Phillips 2017).

En cuanto al diagnóstico por ultrasonido, Clifford y Mullin (2015), señalan que éste puede mostrar cambios corticales nodulares difusos, así como también espesamiento subcapsular o presencia de líquido, y también confirma la renomegalia. Sin embargo, Syme y Jepson (2017), mencionan que el engrosamiento subcapsular hipoeoico, aunque es un hallazgo común en gatos con este tipo de tumores, asemeja, pero no confirma presencia de líquido. Al realizar un ultrasonido Doppler es posible demostrar que existe flujo sanguíneo subcapsular, el cual corresponde

a presencia de acumulación celular y no de líquido. El uso de técnicas de imagen avanzadas, como tomografía computarizada o resonancia magnética, para el diagnóstico de linfoma renal no es tan común, y su aplicación se limita para descartar metástasis en SNC (Biller *et al.* 2016).

Para llegar al diagnóstico es necesario realizar en conjunto: citología por aspirado con aguja fina, histopatología e inmunohistoquímica (Clifford y Mullin, 2015). De acuerdo con Vail (2013), en estos pacientes se recomienda el aspirado con aguja transabdominal y/o biopsia central para citología e histopatología, respectivamente. Wolfesberger *et al.* (2016), mencionan que el diagnóstico definitivo es exclusivamente por histopatología, y que la asociación absoluta entre el virus y el tumor, aún con alto porcentaje de relación, es mediante inmunohistoquímica. Complementario a lo anterior, Vail (2013) y Clifford y Mullin (2015), mencionan que la técnica de inmunohistoquímica es capaz de diferenciar el origen celular de la neoplasia, y permite saber si proviene de linfocitos B. De acuerdo con Vail (2013), la clasificación del estadio del proceso neoplásico, una vez que se integran e interpretan todas las pruebas diagnósticas, es importante para predecir la respuesta e iniciar un tratamiento (Tabla 1).

Tabla 1.- Clasificación general de los estadios en los linfomas felinos, de acuerdo al grado de extensión o metástasis (Modificada de Vail, 2013) Est=Estadio.

	Est 1	Est 2	Est 3	Est 4	Est 5
Tumor único, sin metástasis	X			X	X
Tumor único con extensión a linfonodos cercanos		X		X	X
Extensión generalizada en linfonodos			X	X	X
Metástasis a hígado o bazo				X	X
Metástasis a SNC o médula ósea					X

Tratamiento y prognosis

El tratamiento quirúrgico no se recomienda en pacientes con linfoma renal. De acuerdo con Fowler (2012), Scherk (2012) y Vail (2013), los protocolos de quimioterapia para linfomas, en general, abarcan algunos de los siguientes fármacos:

- 1.- Vincristina 0.5-0.75mg/m² IV semanal.
- 2.- Ciclofosfamida 200-300mg/m² PO o IV; 10mg/kg IV.
- 3.- L-asparaginasa 400 UI/kg; 10,000 UI/m² SC o IM.
- 4.- Doxorubicina 1mg/kg; 25mg/m² IV cada 2-3 semanas.
- 5.- Metotrexato 0.8mg/kg PO o IV; 2.5mg/m² PO.
- 6.- Prednisolona 2mg/kg PO cada 24 horas; 50mg/m² PO cada 24 horas.

Sin embargo, es importante que, antes de iniciar un protocolo quimioterapéutico, el paciente esté estable e hidratado, y que no exista una disminución grave de neutrófilos. Además, se debe considerar que los fármacos empleados no posean excreción renal, por ejemplo, se pueden emplear de inicio L-asparaginasa, prednisolona y vincristina, y hasta que la función renal se normalice es posible incluir doxorubicina o ciclofosfamida (Palmero y Carballés 2012). En la Tabla 2 se presentan tres protocolos comunes para el tratamiento de linfomas renales en gatos.

Si existe metástasis al SNC, es recomendable añadir al protocolo, arabinósido de citosina, a una dosis de 600mg/m² SC cada 12 horas por 2 días, debido a su capacidad de alcanzar dosis terapéuticas para este sistema (Fowler, 2012; Palmero y Carballés, 2012). También se ha descrito que este fármaco reduce el riesgo de metástasis a SNC, cuando se utiliza en conjunto con el protocolo ciclofosfamida, más vincristina y prednisolona (COAP) (Choy y Bryan 2012).

La prognosis es pobre con supervivencia media de 3 meses, aunque en algunos estudios, los gatos con respuesta completa al tratamiento sobrevivieron hasta 6 meses. Sin embargo, aún con tratamiento la presencia del virus empeora el cuadro clínico y disminuye la supervivencia (Palmero y Carballés 2012, Clifford y Mullin 2015). El rango de tiempo entre una infección experimental con este virus y la formación del linfoma va de 1 a 23 meses (Macy y Henry 2013). Sin embargo, el tiempo del desarrollo del tumor será más corto mientras más temprana es la edad de infección por el ViLeF (Palmero y Carballés 2012, Clifford y Mullin 2015).

Leucemia viral felina

El virus de Leucemia Felina (ViLeF) pertenece a la familia *Retroviridae*, subfamilia *Orthoretrovirinae*, y actualmente se le conoce como un gammaretrovirus. Es un virus con envoltura externa y nucleocápside interna, su información genética viene en forma de una simple cadena de Ácido Ribonucleico (ARN). Ésta se transcribe a Ácido Desoxirribonucleico (ADN) a través de la enzima transcriptasa inversa, y finalmente, se integra en el genoma celular como un provirus (Costa y Norsworthy 2011). Estructuralmente el virus tiene una proteína p15E para mediar la inmunosupresión, mientras que la glicoproteína 70 permite el ingreso a las células y puede ser detectada en pruebas serológicas (Ortíz 2011, Kennedy y Little 2012). La variabilidad del virus comprende los siguientes subgrupos, ViLeF-A que es el único capaz de ser infeccioso, ViLeF-B está asociado a linfomas, ViLeF-C con anemias no regenerativas y ViLeF-T con inmunosupresión. Presenta distribución mundial, y se han descrito prevalencias del 1-8% en gatos sanos o asintomáticos y del 18-21% en animales con alguna enfermedad compatible (Palmero y Carballés 2012). En Mérida, Yucatán, se ha estimado un 7.5% en pacientes clínicamente sanos (Ortega-Pacheco *et al.* 2014).

Se ha podido apreciar que la principal vía de transmisión horizontal es la saliva, pero también es posible que sea eliminado en heces y orina (Costa y Norsworthy 2011, Kennedy y Little 2012). En la vía transplacentaria, pueden ocurrir abortos o nacimientos efectivos con infección progresiva o ausencia de viremia hasta meses o semanas después de una latencia (Calle-Restrepo *et al.* 2013). Otras vías posibles de contagio son la lactancia o mediante ectoparásitos como la pulga *Ctenocephalides felis* (Palmero y Carballés 2012, Calle-Restrepo *et al.* 2013). Una vez transmitido, el ViLeF se replica en linfocitos y macrófagos tonsilares de la orofaringe y pueden ocurrir

distintas fases dependiendo de la respuesta inmune (Fig. 1) (Palmero y Carballés 2012, Hartmann 2017).

Tabla 2.- Protocolos quimioterapéuticos CHOP, COP y COAP para el tratamiento de remisión en caso de linfoma renal felino. Para cada protocolo sólo se menciona por primera vez la dosis del fármaco, y si cambia se indica (Palmero y Carballés 2012; Vail, 2013).

Protocolo	Especificaciones
CHOP	Semana 1.- Vincristina (0.5-0.7mg/m ² IV) + L-Asparaginasa (400 UI/kg SC) + Prednisolona (2mg/kg PO cada 24 horas).
	Semana 2.- Ciclofosfamida (200mg/m ² IV) + Prednisolona.
	Semana 3.- Vincristina + Prednisolona.
	Semana 4.- Doxorrubicina (25mg/m ² IV) + Prednisolona (Cambia a 1mg/kg PO cada 24 a 48 horas).
	Semana 6.- Vincristina + Prednisolona.
	Semana 7.- Ciclofosfamida (Se cambia a Arabinósido de citosina 600mg/m ² SC cada 12 horas por 2 días, si hay linfoma renal o de SNC) + Prednisolona.
	Semana 8.- Vincristina + Prednisolona.
	Semana 9.- Doxorrubicina + Prednisolona.
	Semana 11.- Vincristina + Prednisolona.
	Semana 13.- Ciclofosfamida (Se cambia a Arabinósido de citosina) + Prednisolona.
	Semana 15.- Vincristina + Prednisolona.
	Semana 17.- Doxorrubicina o Metotrexato (0.5-0.8mg/kg IV) + Prednisolona.
	Semana 19.- Vincristina + Prednisolona.
	Semana 21.- Ciclofosfamida (Se cambia a Arabinósido de citosina) + Prednisolona
	Semana 23.- Vincristina + Prednisolona.
Semana 25.- Doxorrubicina + Prednisolona	
COP	Ciclofosfamida (300mg/m ² PO) cada 3 semanas un día después de la vincristina.
	Vincristina (0.5-0.75mg/m ² IV) semanal por 4-6 semanas.
	Prednisolona (50mg/m ² PO) diario por 7 días. Posteriormente cambia a 25mg/m ² PO cada 48 horas por 6 semanas.
COAP	Ciclofosfamida (200-300mg/m ² IV o PO) cada 3 semanas.
	Vincristina (0.5mg/m ² IV) semanal por 6 semanas
	Arabinósido de citosina (100mg/m ² IV) cada 12 horas por dos días.
	Prednisolona (40-50mg/m ² PO cada 24 horas) por 1 semana. Posteriormente disminuye a 20-25mg/m ² PO cada 48 horas por 6 semanas.

Oncogénesis inducida por el virus de Leucemia Felina

El ViLeF-B surge por mutación recombinacional del ViLeF-A más un retrovirus endógeno, y finalmente, el producto se integra al genoma celular (Ortíz 2011, Kennedy y Little 2012). Se cree que cada recombinación es única y que pueden resultar distintas cepas del ViLeF-B (Macy y Henry 2013). Powers *et al.* (2018), mencionan que este retrovirus endógeno es defectuoso en la

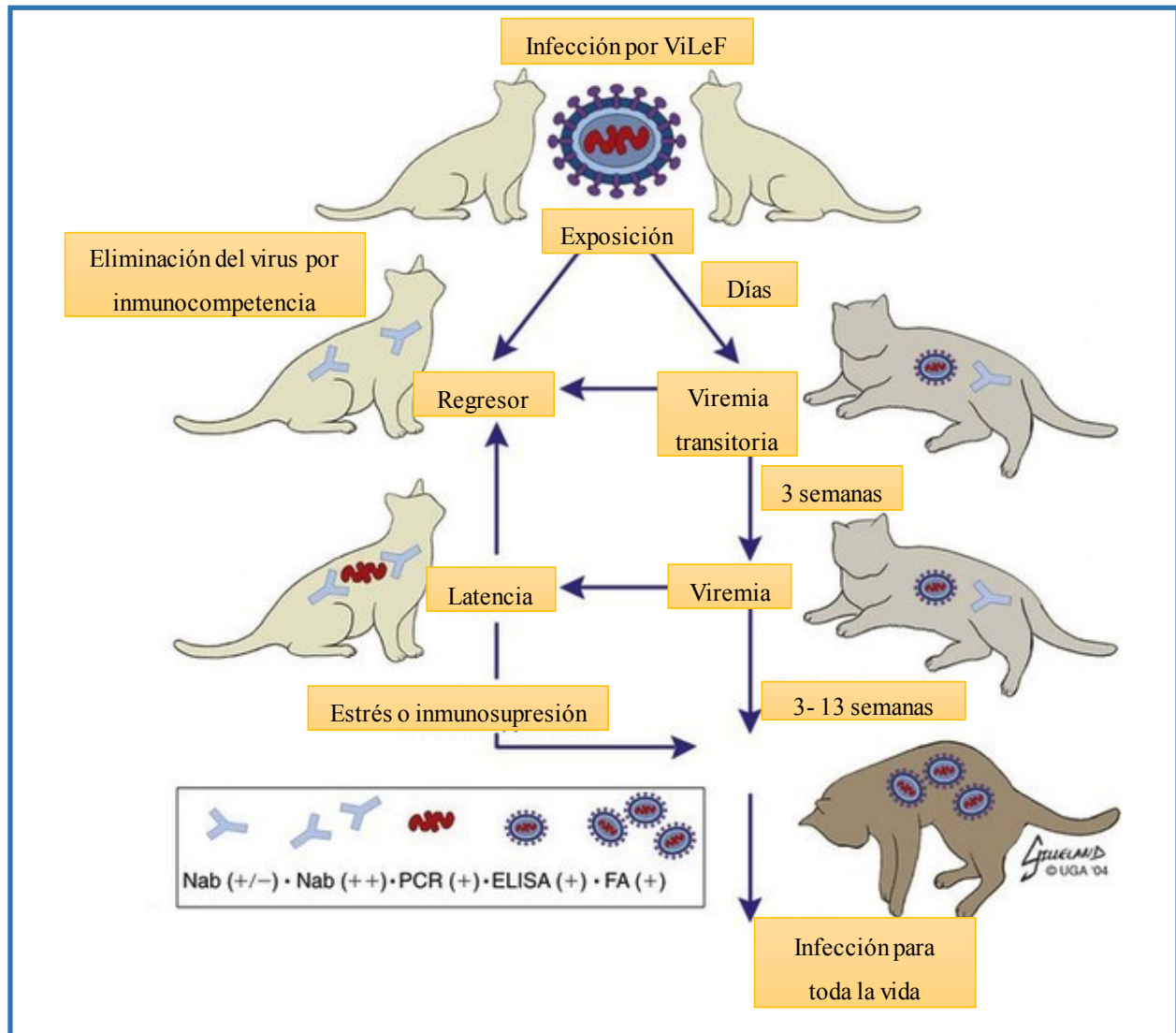


Figura 1. Fases de la Leucemia Viral felina dependiendo de la respuesta inmune del hospedador, indicando las posibilidades diagnósticas en cada fase. Nab: Anticuerpo neutralizante; PCR: Reacción en cadena de la polimerasa; ELISA: Ensayo por inmunoabsorción ligado a enzimas; FA: Anticuerpos por inmunofluorescencia (Tomado y traducido de Brad Gilleland © 2004, University of Georgia Research Foundation Inc.).

replicación y se encuentra en los animales del género *Felis*, incluyendo al gato doméstico. De acuerdo con lo reportado por la Paleovirología, el retrovirus endógeno es un residuo o remanente genómico de una infección ancestral por algún gammaretrovirus (Kawasaki y Nishigaki 2018).

El provirus resultante de la mutación se inserta en la secuencia del proto-oncogen c-myc, pero la dirección transcripcional de éste es opuesta a la de la transcripción de c-myc. El potenciador de la expresión de c-myc, en este caso, es la secuencia terminal repetida larga 5' (LTR 5') del ADN proviral (Uren *et al.* 2005, Argyle y Khanna 2013). El c-myc actúa como un factor de transcripción y regula el ciclo celular, y cuando su funcionalidad se altera, en consecuencia, hay una proliferación clonar celular incontrolada que no induce una respuesta inmune (Ospina y Muñetón 2011). Adicionalmente, es posible que exista un mecanismo de inhibición de la apoptosis celular como un requerimiento importante para la formación de linfomas, en células con sobreexpresión del proto-oncogen c-myc (Uren *et al.* 2005, Argyle y Khanna 2013). En la Figura 2 se presenta un resumen de lo mencionado anteriormente en este apartado. Se ha estimado hasta un 50% de presencia del ViLeF-B en gatos infectados naturalmente por el ViLeF-A (Ahmad y Levy 2010, Macy y Henry 2013). Y como se ha mencionado anteriormente, un 70% de los pacientes infectados con el ViLeF podrían desarrollar linfoma (Helfer-Hungerbuehler *et al.* 2015, Valli *et al.* 2016).

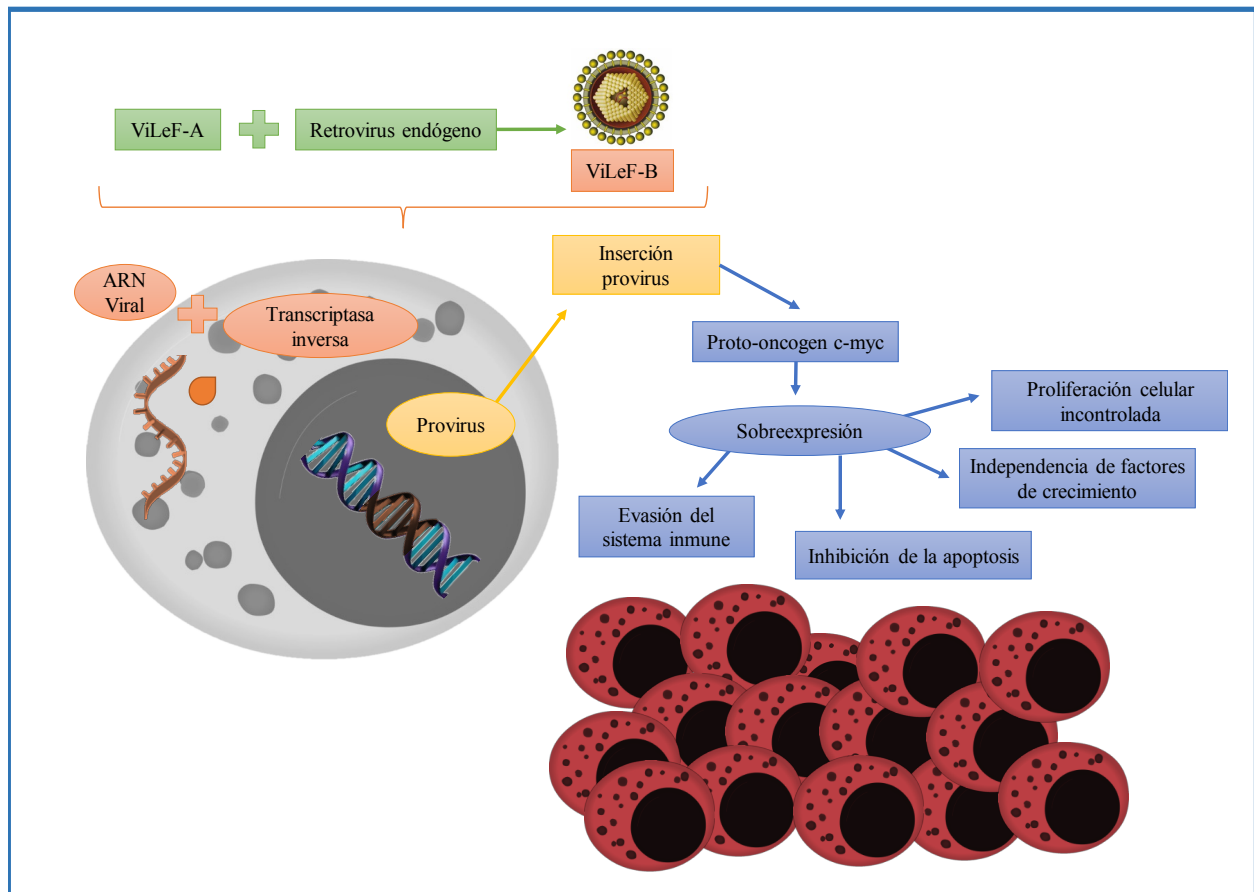


Figura 2.- Integración del mecanismo de oncogénesis y formación de linfomas a través del ViLeF-B (Figura de Canto VMC ©).

Referencias

- Ahmad S y Levy LS. 2010. The frequency of occurrence and nature of recombinant feline leukemia viruses in the induction of multicentric lymphoma by infection of the domestic cat with FeLV-945. *Virology*. 403: 103-110
- Argyle DJ y Khann C. 2013. Tumor Biology and Metastasis. En: Withrow SJ, Vail DM y Page RL (eds.) *Withrow and Macewen's Small Animal Clinical Oncology*. 5ta edición. Elsevier Saunders. St. Louis, Missouri. pp. 30-50
- Biller B, Berg J, Garrett L, Ruslander D, Wearing R, Abbott B, Patel M, Smith D y Bryan C. 2016. AAHA Oncology guidelines for dogs and cats. *Journal of the American Animal Hospital Association*. 52(4): 181-20
- Calle-Restrepo JF, Fernández-González L, Morales-Zapata LM y Ruiz-Sáenz J. 2013. Virus de la leucemia felina: un patógeno actual que requiere atención en Colombia. *Veterinaria y Zootecnia*. 7 (2): 117 - 138
- Choy K y Bryan JN. 2012. Lymphoma. Chapter 28: Oncology. En: Little SE (ed.) *The Cat Clinical Medicine and Management*. Elsevier Saunders. St. Louis, Missouri. pp. 782-786.
- Clifford C y Mullin C. (Julio 2015). Feline Lymphoma. *Clinician's brief*. Malvern, Pennsylvania: HOPE Veterinary Specialists. Fecha de consulta: 24/08/2018. En: <https://www.cliniciansbrief.com/article/feline-lymphoma>
- Costa FVA y Norsworthy GD. 2011. Feline Leukemia Virus Diseases. En: Norsworthy GD, Fooshe GS, Crystal MA y Tilley LP (eds.) *The Feline Patient*. 4th Ed. Wiley-Blackwell. pp. 184-186
- Fowler B. 2012. Basic approach to the feline cancer patient. Chapter 28: Oncology. En: Little SE (ed.) *The Cat Clinical Medicine and Management*. Elsevier Saunders. St. Louis, Missouri. pp. 768-782
- Hartmann K. 2017. Regressive and progressive feline leukemia virus infections-clinical relevance and implications for prevention and treatment. *The Thai Journal of Veterinary Medicine*. Supplement 47: S109 - S112
- Helfer-Hungerbuehler AK, Widmer S, Kessler Y, Riond B, Boretti F.S, Grest P, Lutz H y Hofmann-Lehmann R. 2015. Long-term follow up of feline leukemia virus infection and characterization of viral RNA loads using molecular methods in tissues of cats with different infection outcomes. *Virus Research*. 197 (2): 137 - 150
- Kawasaki J y Nishigaki K. 2018. Tracking the continuous evolutionary processes of an endogenous retrovirus of the domestic cat: ERV-DC. *Viruses*. 10: 179
- Kennedy M. y Little SE. 2012. Viral Diseases. Chapter 33 Infectious Diseases. En: Little SE (ed.) *The Cat Clinical Medicine and Management*. Elsevier Saunders. St. Louis, Missouri. pp. 1029-1070.
- Macy DW y Henry CJ. 2013. Section C: Cancer-Causing Viruses. The Biology and Pathogenesis of Cancer. En: Withrow SJ, Vail DM y Page RL (eds.) *Withrow and Macewen's Small Animal Clinical Oncology*. 5ta edición. Elsevier Saunders. St. Louis, Missouri. pp. 20-29.
- Moon LM. 2012. The kidneys and ureters. En: O'Brien R y Barr F (eds). *BSAVA Manual of Canine and Feline Abdominal Imaging*. British Small Animal Veterinary Association. Replika Press Pvt. Ltd, India pp. 185-204

- Ortega-Pacheco A, Aguilar-Caballero AJ, Colín-Flores RF, Acosta-Viana KY, Guzmán-Marín E, Jiménez-Coello M. 2014. Seroprevalence of feline leukemia virus, feline immunodeficiency virus and heartworm infection among owned cats in tropical Mexico. *Journal of Feline Medicine and Surgery*. 16 (6): 460-464
- Ortíz AJF. 2011. Three clinical cases of Feline leukemia associated with aregenerative anemia, breast carcinoma, or peritonitis. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*. 24: 55-62
- Ospina PM y Muñetón PCM. 2011. Alteraciones del gen c-Myc en la oncogénesis (C-Myc gene alterations in oncogénesis). *Iatreia*. 24 (4): 389-401
- Palmero CML y Carballés PV. 2012. Enfermedades Infecciosas felinas. Servet Editorial. Grupo Asís Biomedica S.L. Zaragoza, España. pp. 5-93
- Pollard RE y Phillips KL. 2017. Diagnostic imaging of the urinary tract. En: Elliot J, Grauer GF y Westropp JL. *BSAVA Manual of Canine and Feline Nephrology and Urology*. British Small Animal Veterinary Association. 3ra edición. Cambrian Printers. Aberystwyth UK. pp. 84-115
- Powers JA, Chiu ES, Kraberger SJ, Roelke-Parker M, Lowery I, Erbeck K, Troyer R, Carver S y VandeWoude S. 2018. Feline leukemia virus (FeLV) disease outcomes in a domestic cat breeding colony: relationship to endogenous FeLV and other chronic viral infections. *Journal of Virology*. 92: e00649-18
- Scherk M. 2012. The upper urinary tract. Chapter 32: Urinary tract disorders. En: Little SE (ed.) *The Cat Clinical Medicine and Management*. Elsevier Saunders. St. Louis, Missouri. pp. 935-980
- Syme HM y Jepson R. 2017. Chapter 321: Clinical Approach and Laboratory Evaluation of Renal Disease. En: Ettinger SJ, Feldman EC y Côté E (eds.) *Textbook of Veterinary Internal Medicine*. 8va edición. Elsevier Saunders. St. Louis, Missouri. pp. 4603-4649
- Uren AG, Kool J, Berns A, y van Lohuizen M. 2005. Retroviral insertional mutagenesis: past, present and future. *Oncogene*. 24: 7656-7672
- Vail DM. 2013. Section B: Feline Lymphoma and Leukemia. Hematopoietic Tumors. En: Withrow SJ, Vail DM y Page RL (eds.) *Withrow and Macewen's Small Animal Clinical Oncology*. 5ta edición. Elsevier Saunders. St. Louis, Missouri. pp. 638-653
- Valli VEO, Kiupel M, Bienzle D y Wood RD. 2016. Hematopoietic System. En: Grant MM (ed.) *Jubb, Kennedy, and Palmer's Pathology of Domestic Animals*. Vol. 3. 6ta edición. Elsevier Saunders. St. Louis, Missouri. pp. 213-243
- White RN y Brearley M. 2011. Tumours of the urogenital system. En: Dobson JM y Lascelles BDX (eds.) *BSAVA Manual of Canine and Feline Oncology*. Third Edition. British Small Animal Veterinary Association. Parkson Graphics. India. pp. 248-250
- Wolfesberger B, Skor O, Hammer SE, Flickinger I, Kleiter M, Rütgen BC, Schwendenwein I, Tichy A, Hittmair KM, Degasperi B y Fuchs-Baumgartinger A. 2016. Does categorisation of lymphoma subtypes according to the World Health Organization classification predict clinical outcome in cats? *Journal of Feline Medicine and Surgery*, S/V: 1-10.

Avifauna del parque poniente Paseo Verde de Mérida, Yucatán

*Roberto C. Barrientos Medina¹, Víctor M. Cobos Gasca¹ y Ernesto Gómez Uc²

¹Departamento de Ecología, Cuerpo Académico de Ecología Tropical. Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad Autónoma de Yucatán, ²Pronatura Península de Yucatán, A.C. Programa de Conservación de Aves.

*rcarlos@correo.uady.mx

Resumen

Las áreas verdes son importantes dentro de las ciudades pues constituyen un hábitat alternativo para la fauna, especialmente para las aves. En este trabajo se describe la avifauna del Paseo Verde, parque lineal ubicado al poniente de Mérida, Yucatán. Con base en un muestreo observacional no probabilístico, se registraron 28 especies de aves. De acuerdo con las características biológicas de las especies, la mayoría corresponden con ambientes muy urbanizados, como *Quiscalus mexicanus* y *Zenaida asiatica*, pero también se encuentran especies de hábitats más conservados o con altos valores de vulnerabilidad, como *Cyanocorax yucatanicus*, *Eumomota superciliosa*, *Icterus auratus* e *I. cucullatus*. Se resalta la necesidad de realizar estudios más detallados para caracterizar la composición y diversidad de la avifauna presente en el parque.

Introducción

Los inventarios avifaunísticos en áreas urbanas son necesarios ya que estos ambientes, aunque sean producto de las actividades antrópicas ligadas a la urbanización, proporcionan espacios que pueden funcionar como corredores biológicos, sitios de descanso o como fuente de alimentación, al menos de manera temporal (Ramírez-Albores 2008).

En México, esta clase de estudios se ha llevado a cabo principalmente en ciudades del centro del país, en algunas entidades del Pacífico (Oaxaca, Michoacán y Sinaloa) y algunas de la región del Golfo, como Tamaulipas y Veracruz (Castro-Torreblanca y Blancas 2014).

La Ciudad de Mérida, Yucatán, ha entrado a un acelerado ritmo de crecimiento y urbanización en las últimas décadas (García y Ruiz 2011, García *et al.* 2012), lo que ha repercutido en la pérdida de un gran porcentaje de la cobertura vegetal y en una gran reducción de la cantidad de hábitat disponible para las aves. Sin embargo, aún se cuenta con áreas que presentan una mezcla de vegetación original e introducida, como parques y jardines, que ofrecen un hábitat alternativo para las aves. A pesar de lo anterior, únicamente existe una referencia sobre las comunidades de aves de cuatro de estos ambientes urbanos (Adrián Vidal 2016).

El objetivo de este trabajo fue describir la avifauna en el Paseo Verde, parque en línea ubicado al poniente de Mérida, que sirva de base para futuras y más detalladas investigaciones sobre la dinámica de las aves de esta área verde.

Materiales y métodos

El parque Paseo Verde es un parque lineal que consta de siete secciones o módulos y se ubica al poniente de Mérida, Yucatán cerca del Anillo Periférico (Figura 1). Este parque, a cargo de la Comisión Metropolitana del Estado de Yucatán (COMHEY), se erigió en un terreno de unos 1,100 m de longitud y 110 m de ancho (Castillo Rendón, 2014), y cubre desde el Fraccionamiento Tixcacal-Opichén hasta el Fraccionamiento Nora Quintana.

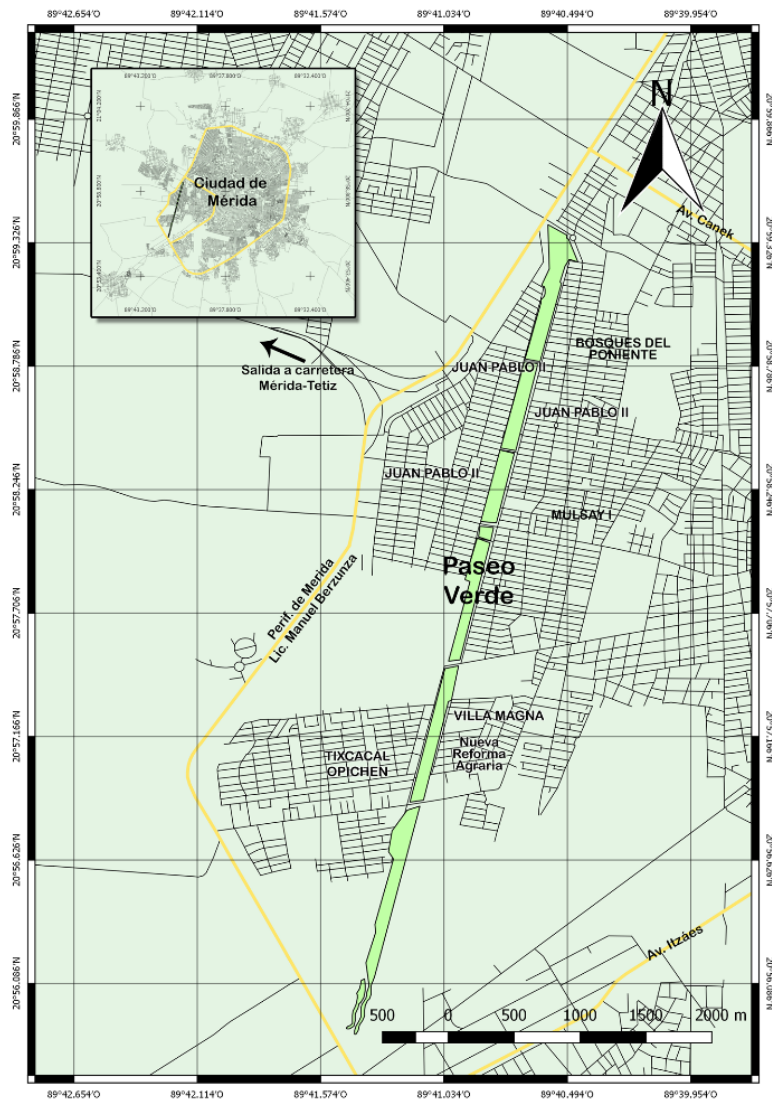


Figura 1. Ubicación del Parque Verde, al poniente de Mérida. Elaborado por Juan M. Arana Ravell ©.

Se utilizó un diseño observacional no probabilístico, sin asignación de tratamientos ni control sobre la selección de unidades de muestreo (en este caso, temporales) y en la que los avistamientos de las aves se realizaron con una modificación del transecto en línea, sin bandas de confianza (Smith y Sugden 1988, Gregory et al. 2004). Se realizaron 30 recorridos entre enero de 2017 y julio de 2018, sobre el andador del parque (Fig. 2), abarcando en cada recorrido del módulo cuatro al módulo séptimo (ubicados en el Fraccionamiento Juan Pablo II), que cubren una distancia de 3.3 km lineales, en dirección norte-sur. Estos recorridos fueron principalmente diurnos (25, de 7:00 a 8:30 am), con intervalos de tiempo entre uno y otro que van de una a cuatro semanas. El resto de los recorridos fueron vespertinos (5:00 a 6:30 pm), con las mismas consideraciones que los diurnos. Se dispuso de 45 horas de observación en 99 km recorridos.



Figura 2. Izquierda: Mapa que muestra los módulos recorridos durante los avistamientos (señalados con el recuadro rojo). Derecha: Vista del andador del parque, desde donde se realizaron las observaciones. Obtenido de Google Earth On-line ® y fotografía de Barrientos MRC ©.

Resultados

En cada recorrido se identificó a las aves que estaban a los costados del andador, de manera visual y sin instrumentos de apoyo, con ayuda de la guía de MacKinnon (2017). A partir de los avistamientos, se conformó una lista de especies y se creó una matriz de datos en Excel®, con información biológica de la avifauna, la mayor parte de la cual fue tomada de la literatura (Tabla 1).

Tabla 1. Información biológica relevante de las especies observadas en el Paseo Verde. Se incluye una breve descripción de las características y la fuente de información utilizada.

Característica	Descripción	Fuente
Frecuencia de avistamiento	Se refiere al porcentaje de ocurrencia de las especies presentes dividido entre el número de recorridos	Este trabajo
Hábitat preferente	Se refiere al tipo de ambiente en el que se ha registrado principalmente la especie en la península (ambientes acuáticos costeros, ambientes acuáticos interiores, áreas abiertas, áreas semiabiertas y ambientes cerrados).	MacKinnon 2017
Estacionalidad	Época del año en la que es posible observar a la especie en la península de Yucatán: residente permanente, residente invernal, residente de verano, transeúnte).	MacKinnon 2017
Abundancia relativa	Es la probabilidad de observar a una especie en el hábitat adecuado: abundante, común, relativamente común, poco común y rara.	MacKinnon 2017
Gremios tróficos	Grupos de especies que se alimentan de los mismos recursos: granos, insectos, etc.	DeGraaf et al. 1985
Distribución	Se refiere al origen de la especie, que incluye las categorías de <i>semiendémica</i> (su población completa se distribuye en México durante ciertas épocas), <i>cuasiendémica</i> (su distribución se extiende ligeramente fuera de México, debido a la continuidad de los hábitats), <i>exótica</i> (su distribución natural no incluye México) y nativa.	Berlanga et al. 2017
Valor de vulnerabilidad	Nivel de vulnerabilidad de la especie, que va de menos vulnerable (4) a mayor vulnerabilidad (20).	Berlanga et al. 2017

Se determinó la presencia de 28 especies de aves en el Paseo Verde, en 24 géneros, 14 familias y 6 órdenes (Tabla 2). Destacan por su diversidad las familias Tyrannidae (cuatro géneros, cuatro especies), Columbidae (tres géneros, tres especies), Icteridae (dos géneros, cuatro especies), Parulidae (dos géneros, tres especies), Cardinalidae y Thraupidae, ambas representadas por dos géneros y dos especies.

Tabla 2. Diversidad taxonómica de la avifauna en el Paseo Verde. El orden de aparición de las especies se basa en Berlanga et al. (2017).

Orden	Familia	Especie
Columbiformes	Columbidae	<i>Streptopelia decaocto</i>
		<i>Columbina talpacoti</i>
		<i>Zenaida asiatica</i>
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Crotophaga sulcirostris</i>
Apodiformes	Trochilidae	<i>Amazilia rutila</i>
Coraciiformes	Momotidae	<i>Eumomota superciliosa</i>
Piciformes	Picidae	<i>Melanerpes aurifrons</i>
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiarchus tuberculifer</i>
		<i>Pitangus sulphuratus</i>
		<i>Myiozetetes similis</i>
		<i>Tyrannus couchii</i>
Passeriformes	Corvidae	<i>Cyanocorax yncas</i>
		<i>Cyanocorax yucatanicus</i>
	Turdidae	<i>Turdus grayi</i>
		Mimidae
	Fringillidae	<i>Spinus psaltria</i>
	Icteridae	<i>Quiscalus mexicanus</i>
		<i>Icterus cucullatus</i>
		<i>Icterus auratus</i>
		<i>Icterus gularis</i>
		Parulidae
	Cardinalidae	<i>Setophaga petechia</i>
		<i>Setophaga dominica</i>
		<i>Piranga olivacea</i>
		<i>Pheucticus ludovicianus</i>
<i>Passerina cyanea</i>		
Thraupidae	<i>Volatinia jacarina</i>	
	<i>Saltator coerulescens</i>	

Las especies con mayor frecuencia de avistamiento (100%) fueron la Paloma de Alas Blancas (*Zenaida asiatica*), el Carpintero Chejé (*Melanerpes aurifrons*), el Centzontle Tropical (*Mimus gilvus*) y el Zanate Mayor, *Quiscalus mexicanus* (Fig. 3). Por otra parte, se tienen especies que se pueden considerar raras, por su baja frecuencia de avistamiento (6.7%), como el Momoto Cejas Azules (*Eumomota superciliosa*, Fig. 4).

En términos del hábitat preferente que ocupan, el 85.7% (n=24) de las aves registradas son de áreas semiabiertas, tres especies (10.7%) son de áreas abiertas y solamente el Chipe Dorado (*Protonotaria citrea*) se considera de ambientes cerrados, más conservados.

En cuanto a la estacionalidad de las especies, la mayor proporción (78.6%) corresponde a la categoría de residentes permanentes, cuatro (14.3%) se ubican como residentes invernales y solamente dos, el Chipe Dorado y la Piranga Escarlata (*Piranga olivacea*), son consideradas como transeúntes.



Figura 3. Especies con mayor frecuencia de avistamiento en el Paseo Verde. De izquierda a derecha y de arriba abajo: *Quiscalus mexicanus*, *Zenaida asiatica*, *Mimus gilvus* y *Melanerpes aurifrons*. Fotografías de Barrientos MRC ©.

Considerando la abundancia relativa de las especies en la región (Península de Yucatán), las especies comunes (75%, n=221) y relativamente comunes (17.9%, n=5) son las categorías mejor representadas. El Zanate Mayor (*Quiscalus mexicanus*) fue la única especie ubicada como abundante, mientras que la Chara Verde (*Cyanocorax yncas*) se considera muy común.

La mayoría de las especies se consideran omnívoras (50%, n=14) seguidas de las insectívoras (25%, n=7) y cinco (17.9%) se consideran granívoras. El Saltador Gris (*Saltator coerulescens*) es la única especie con hábitos frugívoros, mientras que el Colibrí Canelo (*Amazilia rutila*) es la única nectarívora.



Figura 4. Momoto Cejas Azules (*Eumomota superciliosa*). Fotografía de Gómez UE ©.

Tomando en cuenta la distribución de las especies en el territorio nacional, la mayor proporción de especies son nativas (85.7%, n=24), la Chara Yucateca (*Cyanocorax yucatanicus*) y la Calandria Dorso Naranja (*Icterus auratus*) son cuasiendémicas. Por otra parte, la Calandria Dorso Menor Negro (*Icterus cucullatus*) es la única especie semiendémica y la Paloma de Collar Turca (*Streptopelia decaocto*) es el único taxón considerado exótico o introducido.

En cuanto al valor de vulnerabilidad de las especies, el mínimo fue de cuatro (correspondiente a *V. jacarina*), mientras que el valor máximo fue de 14, donde se ubican *E. superciliosa*, *I. auratus* y *Protonataria citrea*.

Discusión

La riqueza de la avifauna registrada en el Paseo Verde (28 especies) es baja tomando en cuenta los valores obtenidos en otros parques de Mérida, donde el número de especies oscila entre las 60 y las 84 especies (Adrián Vidal 2016). Las principales razones de esta discrepancia se encuentran en el muestreo y en las condiciones propias del Paseo Verde.

En el primer caso, resulta evidente que la forma de obtener los registros visuales presenta un sesgo importante hacia las especies más comunes y llamativas, no se han cubierto todas las zonas del parque y se tienen diferentes intervalos de tiempo entre una unidad de muestreo y la siguiente. En el segundo caso, el Paseo Verde es prácticamente un área abierta en la que no hay cuerpos de agua permanente, además de que a lo largo de este se encuentra un número considerable de líneas

de transmisión eléctrica de alta tensión (Fig. 6). También hay que considerar la elevada densidad de casas habitación, así como las numerosas calles y avenidas cruzan por el parque. Todas estas características influyen en la riqueza de la avifauna en las áreas urbanas (González Oreja *et al.* 2007, Jiménez y Mendoza 2010).



Figura 6. Las líneas de transmisión eléctrica que atraviesan el Paseo Verde. Fotografías de Barrientos MRC ©.

A pesar de las limitaciones del estudio, se determinaron algunos patrones de interés. Por ejemplo, la composición de la avifauna refleja el efecto de la urbanización sobre esta área que anteriormente era un área verde sin uso (Castillo Rejón, 2014). La mayoría de las especies son propias de ambientes perturbados, residen en la región todo el año, son de hábitos generalistas o son propias del país. Algunas de ellas, como el Zanate Mayor (*Q. mexicanus*) o la Paloma de Alas Blancas (*Zenaida asiatica*) han sido evidentemente favorecidas por la urbanización, como se ha determinado para especies semejantes en otras regiones del país (González Oreja *et al.* 2007, Ramírez Albores 2008, Castro-Torreblanca y Blancas 2014). De hecho, hay evidencia de que algunas especies como el Luisito Común (*Myiozetetes similis*) y la Calandria Dorso Negro Mayor (*Icterus gularis*), junto con la Paloma de Alas Blancas (*Z. asiatica*), anidan en el parque (Figura 7).

Junto con estas especies indicadoras de perturbación, dentro del Paseo Verde también se encuentran algunos ejemplos que señalan el importante papel ecológico de las áreas verdes en las urbes, al proveer de espacios alternativos para la avifauna (Cupul Magaña 1996). Entre las especies se encuentran especies de distribución restringida en el país, de alta vulnerabilidad o con ambas características (*Cyanocorax yucatanicus*, *Eumomota superciliosa*, *Icterus auratus*, *I. cucullatus*).



Figura 7. Nidos de *Myiozetetes similis* (izquierda), *Zenaida asiatica* (centro) e *Icterus gularis* (derecha), observados en el Paseo Verde. Fotografías de Barrientos MRC ©.

Es importante resaltar la presencia de la Paloma de Collar Turca (*Streptopelia decaocto*), la cual posiblemente está desplazando a la Paloma de Alas Blancas y a la Tortolita Canela (*Columbina talpacoti*), que son especies nativas, en algunos sitios de la región (MacKinnon 2017). En el Paseo Verde se le ha avistado con una frecuencia (90%), perchando en los cables o árboles y es posible que también anide en el parque, ya que al parecer lo hace en un área relativamente cercana, el parque zoológico Animaya de acuerdo con Chablé-Santos et al. 2012. Aunque no se tiene claro el crecimiento poblacional de esta especie, se considera que se encuentra en franca expansión con registros a lo largo del estado con más de 2,462 observaciones (eBird 2012) y en regiones que previamente no se habían registrado de acuerdo con estos mismos autores.

En conclusión, se puede señalar que este trabajo representa una línea de base para el desarrollo de una evaluación más profunda de la avifauna del Paseo Verde, que permita determinar con mayor precisión la composición y riqueza de especies de esta, su dinámica espaciotemporal y su contribución a la diversidad biótica en las áreas verdes de la ciudad de Mérida. En esta evaluación futura se debe considerar el empleo de estrategias basadas en diseños probabilísticos que permitan extender el alcance de las inferencias ecológicas y contemplar la inclusión de otras áreas semejantes de la ciudad de Mérida.

Agradecimientos

Al P. de Biól. Juan Manuel Arana Ravell por la elaboración del mapa del área de estudio. A los revisores y editores por las sugerencias que permitieron mejorar la calidad del manuscrito.

Referencias

- Adrián Vidal, W 2016. Diversidad de aves dentro de la zona urbana de la ciudad de Mérida, Yucatán, México. Tesis Profesional. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad Autónoma de Yucatán.
- Berlanga H, Gómez de Silva H, Vargas-Canales VM, Rodríguez-Contreras V, Sánchez-González LA, Ortega-Álvarez R y Calderón-Parra R. (2017). Aves de México: Lista actualizada de especies y nombres comunes. CONABIO, México D.F. Fecha de última consulta 27/10/2018 en: https://www.biodiversidad.gob.mx/especies/scripts_aves/docs/lista_actualizada_aos_2017.pdf
- Castillo Rendón M. 2014. Parque Lineal Metropolitano. Fecha de última consulta: 27/10/2018 en: <http://www.meridadeyucatan.com/parque-lineal-metropolitano/>.
- Castro-Torreblanca M y Blancas Calva E. 2014. Aves de Ciudad Universitaria Campus Sur de la Universidad Autónoma de Guerrero, Chilpancingo, Guerrero, México. Huitzil 15(2): 82-92.
- Chablé-Santos J, Gómez-Uc E y Hernández-Betancourt S. 2012. Registros reproductivos de la paloma de collar (*Streptopelia decaocto*) en Yucatán, México. Huitzil 13(1): 1-5.
- Cupul Magaña F. 1996. Incidencia de la avifauna en un parque urbano de Los Mochis, Sinaloa, México. Ciencia Ergo Sum 3(2): 193-200.
- De Graaf RM, Tilghman NG y Anderson SH. 1985. Foraging guilds of North American birds. Environmental Management 9(6): 493-536.
- eBird. 2012. eBird: Una base de datos en línea para la abundancia y distribución de las aves [aplicación de internet]. eBird, Ithaca, New York. Consulta: 22/12/2018 en: <https://ebird.org/species/eucdov/MX-YUC>.
- Jiménez Moreno FJ y Mendoza Cuamatzi R. 2010. Aves urbanas en Ciudad Universitaria de la BUAP. Elementos 79: 23-27.
- García Gil G, Oliva Peña Y y Ortiz Pech R. 2012. Distribución espacial de la marginación urbana en la ciudad de Mérida, Yucatán, México. Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM 77: 89-106.
- García Gómez C y Ruiz Salazar OTC. 2011. La segregación territorial y el rezago en el sur de la ciudad de Mérida, como el resultado del crecimiento urbano descontrolado. Quivera 2011-1: 122-138.
- González Oreja JA, Bonache Regidor C, Buzo Franco D, De la Fuente Díaz Ordaz AA y Hernández Satín L. 2007. Caracterización ecológica de la avifauna de los parques urbanos de la Ciudad de Puebla (México). Ardeola 54(1): 53-57.
- Gregory RD, Gibbons DW y Donald PF. 2004. Bird census and survey techniques. En: Sutherland WJ, Newton I y Green RE (eds.) Bird Ecology and Conservation, A Handbook of Techniques. Oxford University Press. pp: 17-55.
- MacKinnon B. 2017. Sal a pajarear Yucatán (Guía de Aves). Segunda Edición. La Vaca Independiente. México. 311 pp.
- Ramírez-Albores JE. 2008. Comunidad de aves de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza campus II, UNAM, Ciudad de México. Huitzil 9(2): 12-19.
- Smith TMF y Sugden RA. 1988. Sampling and assignment mechanisms in experiments, surveys and observational studies. International Statistical Review 56: 165-180

Importancia de la condición corporal al parto sobre el desempeño reproductivo del ganado bovino en el trópico

*Juan G. Magaña Monforte¹, Carlos F. Aguilar Pérez² y Jorge Santos Flores²

¹Departamento de Reproducción y Mejoramiento Genético Animal en el Trópico, ^{1,2}Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad Autónoma de Yucatán.

*jmagana@correo.uady.mx

Resumen

Se revisó la importancia de la condición corporal sobre el desempeño reproductivo del ganado bovino en los trópicos para promover el uso de la calificación de la condición corporal como herramienta de campo en la toma de decisiones en el manejo nutricional de la vaca. Se observó que el desempeño reproductivo de las vacas en los trópicos es pobre y uno de los principales factores responsables es el balance energético negativo (BEN) durante el postparto temprano, que se refleja en una baja condición corporal. Una estrategia para evitar o aminorar el BEN es la suplementación de la vaca durante el periodo de transición (tres semanas previas y tres semanas posteriores al parto) para asegurar que ésta cuente con las reservas corporales (condición corporal) suficientes que le garanticen afrontar las demandas nutricionales de la lactancia y el reinicio temprano de la actividad ovárica. La evaluación de la condición corporal es entonces una herramienta poderosa y sin costo, al alcance de cualquier productor, que permite conocer la necesidad de suplementar en mayor o menor medida a las vacas, en un momento determinado. Se sabe que vacas que paren con pobre condición corporal (< de 5, en la escala 1-9) tienen probabilidades de concepción menores al 50% y que la condición corporal meta para lograr concepciones mayores al 70% es de cuando menos seis grados al parto. También se señala la metodología para la calificación de la condición corporal y se concluye que una buena condición corporal al parto y la prevención del BEN en el posparto temprano son determinantes para mejorar la fertilidad de vacas de carne y de doble propósito en el trópico.

Introducción

La eficiencia reproductiva es uno de los principales factores que determinan el nivel de productividad y rentabilidad de los sistemas de producción de carne y leche bovina. Cerca del 80% de la variación en el desempeño reproductivo se debe a factores ambientales, de los cuales, aproximadamente el 50% es debido a la nutrición; en hatos de carne y doble propósito el amamantamiento es otro de los factores relevantes (Anta *et al.* 1989). Un pobre estado nutricional de la vaca y la presencia permanente de la cría provocan periodos prolongados de anestro postparto, lo que es más crítico en sistemas de pastoreo a temporal, característicos de las regiones tropicales del mundo (Montiel y Aluja, 2005).

El desempeño reproductivo de un hato se mide a través de varios indicadores que obedecen al tipo de apareamiento que utiliza monta natural durante todo el año y época de empadre con monta libre o controlada o inseminación artificial. En hatos comerciales, por lo general se utiliza la monta libre durante todo el año y los principales indicadores reproductivos son la edad al primer parto y el intervalo entre partos. Con respecto al segundo, la meta es que cada vaca tenga un parto al año. Sin embargo, lo observado en los trópicos son intervalos entre partos de más de 14 meses, lo que indica que más del 50% de las vacas concibe después de los cinco meses postparto dando como resultado una baja eficiencia reproductiva (Anta *et al.* 1989, Delgado *et al.* 2004, Magaña-Monforte y Segura-Correa 2012).

Una herramienta de campo utilizada como indicador del estado nutricional de la vaca es la condición corporal (CC). Esta herramienta ha sido utilizada por más de 40 años (Lowman *et al.* 1976) para determinar las reservas corporales de bovinos de carne y leche de tipo europeo. Más recientemente se han diseñado escalas para calificar la CC en el ganado Cebú (Nicholson y Butterworth 1989) y sus cruza con europeo (Ayala *et al.* 1995).

Aun cuando la calificación de la CC es una metodología sin costo y no invasiva, son pocos los ganaderos, particularmente en el sureste de México, que la han adoptado como herramienta de apoyo en la planeación estratégica de la alimentación de sus vacas, con la intención de mejorar el desempeño reproductivo y productividad de sus hatos.

El objetivo de este trabajo es destacar la importancia de la CC sobre el desempeño reproductivo de las vacas en los trópicos y de promover el uso de la calificación de la CC, como herramienta de campo para diseñar estrategias de alimentación, que conduzcan a lograr mayor probabilidad de concepción durante el postparto temprano.

Comportamiento reproductivo del ganado en el trópico

La eficiencia de los sistemas de producción animal depende de la fertilidad y producción de la hembra, así como del crecimiento de la cría. Otros factores aunados a dicha eficiencia se relacionan con la fertilidad del macho, la tasa de desecho anual y la salud del hato. La expresión buena, regular o mala del comportamiento reproductivo del ganado depende de la armonía entre el genotipo animal y su ambiente de producción, que incluye los recursos y las prácticas de manejo. En la vaca, una alta eficiencia reproductiva se logra con periodos parto-concepción cortos y altos índices de concepción. Como resultado, los intervalos entre partos (IEP) serán cortos y la productividad por vida útil de las vacas será mayor, al incrementarse la producción de leche y de destetes, repercutiendo ello en mayores ingresos económicos para el productor.

La ganadería bovina del trópico mexicano se caracteriza por ser extensiva, con alimentación basada en el pastoreo a temporal, con mínima suplementación durante los meses de sequía (febrero a mayo). El apareamiento es con monta libre durante todo el año, con una relación macho: hembra entre 1:25 a 1:40. Bajo esas condiciones, los indicadores mayormente utilizados para evaluar la eficiencia reproductiva son la edad al primer parto (EPP) y el IEP. Otra característica de la ganadería en los trópicos es el escaso o nulo registro de los eventos reproductivos y productivos, así como la baja utilización de tecnologías ganaderas.

En la Tabla 1 se resume la información de algunos indicadores reproductivos del ganado en el trópico de México, generada entre 1970 y 1986, bajo diferentes condiciones de manejo. La mejora en el manejo de la alimentación se vio reflejada en la precocidad y pronto reinicio de la actividad ovárica postparto, traduciéndose en menor EPP y menor intervalo parto-primer estro (IPPE). Anta *et al.* (1989), en una amplia revisión sobre la reproducción del ganado bovino en el trópico, notificaron que la pubertad del ganado *Bos indicus* se alcanza alrededor de los 22 meses de edad y, en las cruza con *Bos taurus*, principalmente del tipo lechero, a los 15 meses (Tabla 1). La fertilidad anual es del 50% y en hatos mejor manejados es posible lograr el 75% de pariciones al año, información que coincide con lo reportado por otros estudios recientes en el trópico mexicano (Delgado *et al.* 2004, Aguilar-Pérez *et al.* 2009, Magaña-Monforte y Segura-Correa 2012).

Tabla 1. Valores promedio de algunos indicadores reproductivos del ganado bovino manejado bajo diferentes condiciones en el trópico mexicano.

Indicador	Sistema de manejo		
	Pastoreo	Pastoreo más suplementación	Estabulación
Edad al primer parto (EPP, días)	1080 ^a	1080 ^a	688 ^b
Intervalo entre partos (IEP, días)	438 ^a	459 ^a	437 ^a
Intervalo parto-primer estro (IPPE, días)	94 ^a	63 ^b	59 ^b
Intervalo parto-primer servicio (IPPS, días)	119 ^a	84 ^a	-
Intervalo parto-concepción (IPC, días)	150 ^a	160 ^a	140 ^a
Adaptado de Anta <i>et al.</i> 1989			

Con respecto a los sistemas de producción de destetes, Magaña-Monforte y Segura-Correa (2012) resumieron la información sobre el desempeño reproductivo de vacas Cebú y sus cruza con algunas razas europeas utilizadas en el trópico mexicano. El rango de la EPP fue de 950 a 1200 días, para vacas Nelore y cruza de Charolais x Cebú, respectivamente, lo que sugiere que la primera concepción fue entre 690 y 900 días de edad.

Con relación al IEP, éste fue entre 420 y 540 días para las cruza de Suizo x Cebú y los cruces entre las razas cebuínas (Cebú Comercial), respectivamente. Ello indica que la concepción postparto promedio ocurrió entre los cinco y nueve meses, respectivamente.

La EPP e IEP señalados corroboran el pobre desempeño reproductivo del ganado bovino para carne en el trópico mexicano y, al mismo tiempo, indican grandes oportunidades para su mejora. Cabe destacar que los indicadores reproductivos citados fueron producto de estudios retrospectivos, que sólo incluyen hembras que registraron uno o dos partos, pero no incluyen a las novillas expuestas que no gestaron o a las vacas que no volvieron a parir y se desecharon. En otras palabras, son mediciones del desempeño reproductivo de vacas fértiles.

Con respecto a los sistemas dedicados a la producción de leche y de doble propósito en el trópico mexicano, la EPP promedio es de 37 meses, con un rango entre 32 y 43 meses de edad y el IEP reportado fluctúa de 385 hasta 555 días (López-Ordaz *et al.* 2009).

Se ha señalado que los principales factores que influyen sobre el pobre desempeño reproductivo del ganado en el trópico son el grado de condición corporal al parto, el estímulo del becerro, la raza de la vaca, la época del año y sus posibles interacciones (Anta *et al.* 1989; Delgado *et al.* 2004; Abán *et al.* 2008).

En sentido estricto, la baja eficiencia reproductiva de la vaca se debe sobre todo a prolongados periodos de anestro y pobres tasas de concepción posparto (Delgado *et al.* 2004; Aguilar-Pérez *et al.* 2009), y los principales factores relacionados con la duración del anestro posparto son el estado nutricional de la vaca y el estímulo del becerro (Montiel y Aluja 2005).

Efectos de la condición corporal al parto sobre la fertilidad

Como resultado de la evolución, los mamíferos están diseñados para convertir las reservas corporales de energía, es decir, grasa, en leche durante la lactancia. Ello hace posible que la madre pueda satisfacer las necesidades nutricionales de la cría, aún en temporadas en que los alimentos son escasos, como en las épocas de seca para los rumiantes. La vaca lechera, de carne o de doble propósito depende de una combinación de reservas corporales y alimento disponible para satisfacer las demandas de producción de leche. Durante la lactancia temprana, la vaca es capaz de producir hasta un tercio del total de sólidos de la leche a partir de sus reservas corporales, lo que es equivalente a 12 kg en una vaca que produce 36 kg de leche al día (Bauman y Currie 1980).

La leche que produce la vaca es para la sobrevivencia de su ternero. El ser humano, a través de la selección, ha cambiado el patrón de la producción de la vaca lechera y ha ejercido presión para que ésta desvíe una gran porción de los nutrientes que ingiere hacia la glándula mamaria. En la vaca, durante el posparto temprano, su capacidad de consumo de materia seca está limitado, por lo que para satisfacer los altos requerimientos nutricionales que la lactancia exige, la vaca tiene que hacer uso de sus reservas corporales. Durante esta etapa, la salida de nutrientes para la producción es mayor que la entrada (consumo), entonces la vaca entra en *balance energético negativo* (BEN), mismo que se exagera alrededor de las seis semanas posparto, cuando se alcanza el pico de producción de leche. Se ha reportado que, al igual que las vacas lecheras de alto mérito, las vacas cruzadas de doble propósito (con menor potencial lechero), también sufren de BEN en las primeras semanas posparto (Aguilar-Pérez *et al.* 2009). La mayoría de los autores coinciden que el BEN es la principal causa del anestro posparto en las vacas lecheras (Beam y Butler 1999). En los trópicos, la estacionalidad de las lluvias provoca periodos de escasez de forrajes y las vacas pueden permanecer en balance energético negativo durante un buen tiempo, prolongando con ello la duración del anestro posparto. En los sistemas de producción que implican el amamantamiento del becerro, esto también repercute en anestros posparto de mayor duración. A mayor duración del anestro, peor es el desempeño reproductivo y la productividad anual de la vaca.

Una de las estrategias para aminorar o tratar de evitar el BEN en el posparto temprano es el manejo nutricional de la vaca durante del periodo seco, y en especial durante el llamado *periodo de transición*. El periodo de transición es el tiempo entre tres semanas antes y tres semanas después del parto (Drackley 1999). La importancia de este periodo radica en la relación que se establece entre la nutrición, el estado metabólico de la vaca y la duración del anestro postparto y la lactancia temprana.

El monitoreo de la CC durante el periodo seco (que incluye parte del periodo de transición) es determinante, ya que la CC de la vaca al parto dará como resultado efectos severos o leves del balance energético negativo sobre la fertilidad (Figura 1), muestra las diferencias en las probabilidades de concepción a 120 días postparto a distintos grados de CC al parto, en vacas cebú y sus cruizas con europeo. Como se puede apreciar, la menor probabilidad de concepción fue en vacas que al parto tuvieron una CC de 3 grados (escala de 1 a 9, Ayala *et al.* 1995). Las vacas de 4 y 5 grados de CC tuvieron probabilidades de concepción intermedias (40 a 60%), y las de 6 y 7 grados de CC fueron las que tuvieron la mayor probabilidad de concepción (70 a 85%).

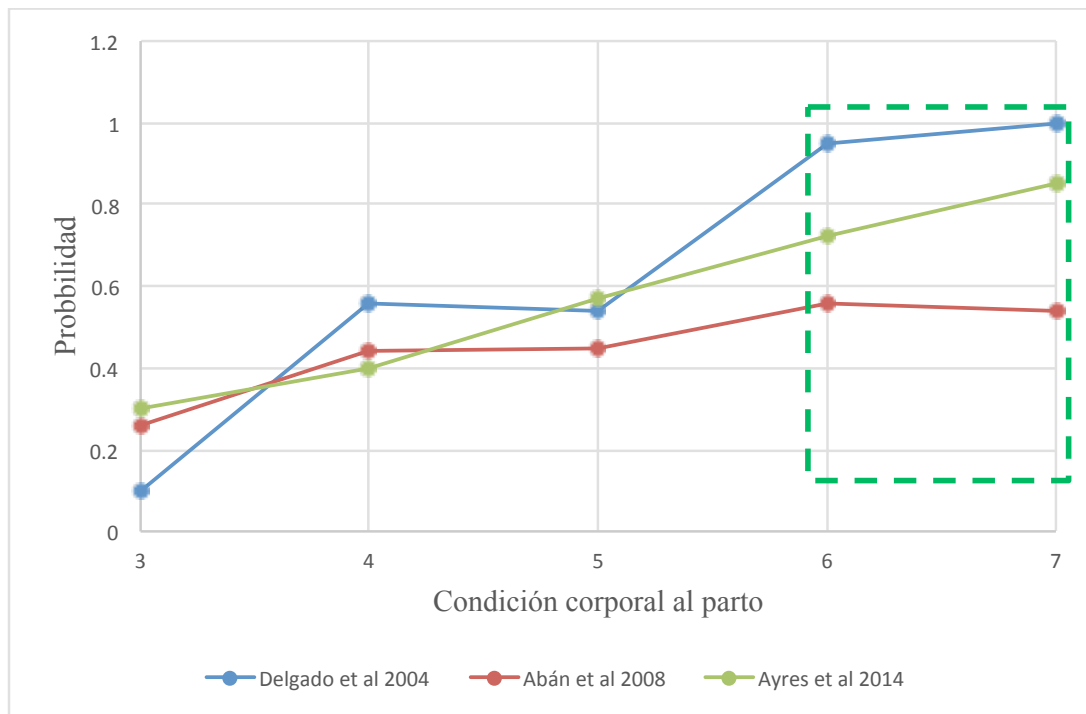


Figura 1. Efecto de la condición corporal al parto sobre la concepción a 120 días postparto.

En vacas de doble propósito, con 5 grados de CC al parto (escala 1-9) y con pérdidas de 0.5 o de 1.3 grados de CC a 90 días postparto, se observó 42 y 33% de concepción, respectivamente, concluyéndose que, a mayor pérdida de CC, mayor balance energético negativo y menor fertilidad (Aguilar-Pérez *et al.* 2009). De igual forma, en vacas de doble propósito, la suplementación con concentrados ha resultado ser efectiva para aminorar el BEN posparto y mejorar el desarrollo folicular, la ovulación y la tasa de gestación a 90 días postparto (Aguilar-Pérez *et al.* 2009). Ande

pendientemente del sistema de producción, se han reportado porcentajes de concepción a 120 días mayores al 65%, en vacas que paren con 6 o más grados de CC, aun perdiendo un grado de CC durante ese periodo (López-Gatiús *et al.* 2003, Montiel y Aluja 2005, Ayres *et al.* 2014).

Es importante insistir al ganadero para procurar que sus vacas paran con 6-7 grados de CC (en la escala 1-9) y evitar en lo posible los extremos. Vacas con menos de 4 grados de CC (flacas) al parto, serán sin duda vacas que presentarán menor ciclicidad, menor tasa de concepción y mayor intervalo entre partos. El conseguir que las vacas paran con 8 o 9 grados de CC (gordas) tampoco es deseable, pues además de ser una estrategia cara, existirá el riesgo de mayor probabilidad de partos distócicos y el padecimiento de enfermedades metabólicas como acidosis y cetosis. Además, estas vacas tienden a padecer de un mayor descenso en el consumo de alimento y mayor BEN en el posparto temprano, con las implicaciones negativas ya señaladas.

Condición corporal

La condición corporal se define como la proporción entre la cantidad de grasa y la cantidad de materia no grasa en el cuerpo del animal vivo. Por tanto, la condición corporal es un mejor estimador del estado nutricional y de gordura del animal que el peso vivo. A pesar de ser un estimador subjetivo del estado nutricional del animal, diversos estudios han planteado y validado técnicas para calificar los distintos grados de condición corporal para ganado europeo de carne y leche (Lowman *et al.* 1976, Eversole *et al.* 2009), así como para el ganado Cebú (Eversole *et al.* 2009, Nicholson y Butterworth 1989) y de doble propósito, producto de cruza entre Cebú y europeo (Ayala *et al.* 1995). En esos estudios se ha observado una alta repetitividad entre las calificaciones de las personas evaluadoras de la condición corporal (> 0.7), así como una alta correlación entre los puntajes asignados en el mismo animal (> 0.8), por lo que se concluye que la técnica de calificación de la condición corporal es confiable y mejor predictor del nivel de gordura que el peso vivo.

Otros estudios han cuantificado y relacionado los grados del puntaje de la CC con el total de energía contenida por kilogramo de peso vivo o en la canal de vacas y novillos, así como su relación con la proporción de grasa en el cuerpo (Schöder y Staufenbiel 2006). Además de ser un método barato y no invasivo, la calificación de la CC es una herramienta precisa y útil, que nos permite tomar decisiones para el diseño de estrategias de alimentación, sobre todo en el periodo de transición de la vaca, con el fin de mejorar su desempeño reproductivo en el post-parto temprano (Bewly y Schutz 2008, Moore *et al.* 2014).

Los sistemas de calificación de la CC se basan en la evaluación visual y/o palpación, de lugares anatómicos precisos, donde se acumulan las reservas de grasa. Existen varias escalas numéricas para calificar la condición corporal del ganado; las más comunes son las que van del 1-5 y del 1-9. En ambas, el puntaje más bajo (1) corresponde a un animal subnutrido (“extremadamente flaco”), mientras que el puntaje máximo en las dos escalas (5 o 9) correspondería a un animal obeso (“extremadamente obeso”). La condición corporal está íntimamente relacionada con la producción de leche y aspectos reproductivos, por lo que su evaluación debe ser una práctica de manejo rutinaria en los ranchos.

Se ha determinado que la condición corporal óptima con la que una vaca debe llegar al parto es de 6-7, en la escala de 1-9. Ello daría oportunidad de que la vaca pudiera perder hasta un punto de condición corporal (por efecto de la lactancia), sin afectar severamente su desempeño productivo y reproductivo.

Procedimiento para calificar la condición corporal

Es importante situarse por detrás del animal, de preferencia en un sitio elevado (como en las varengas del corral). Después, observando las regiones anatómicas clave señaladas en la Figura 2, y con la ayuda de la guía primaria (Fig. 3) se procede a clasificar al animal en la categoría de: flaca, moderada o gorda. Una vez realizado esto, con ayuda del esquema de la Figura 4, se procede a fijar la calificación que le correspondería a una vaca flaca (1,2,3), magra (4,5,6) o gorda (7,8,9). Para decidir la calificación final a asignar dentro de cada categoría, nos basamos en si la vaca está más próxima hacia la categoría superior o inferior. En la Figura 5 se pueden apreciar ejemplos de vacas con los dos grados extremos de condición corporal.

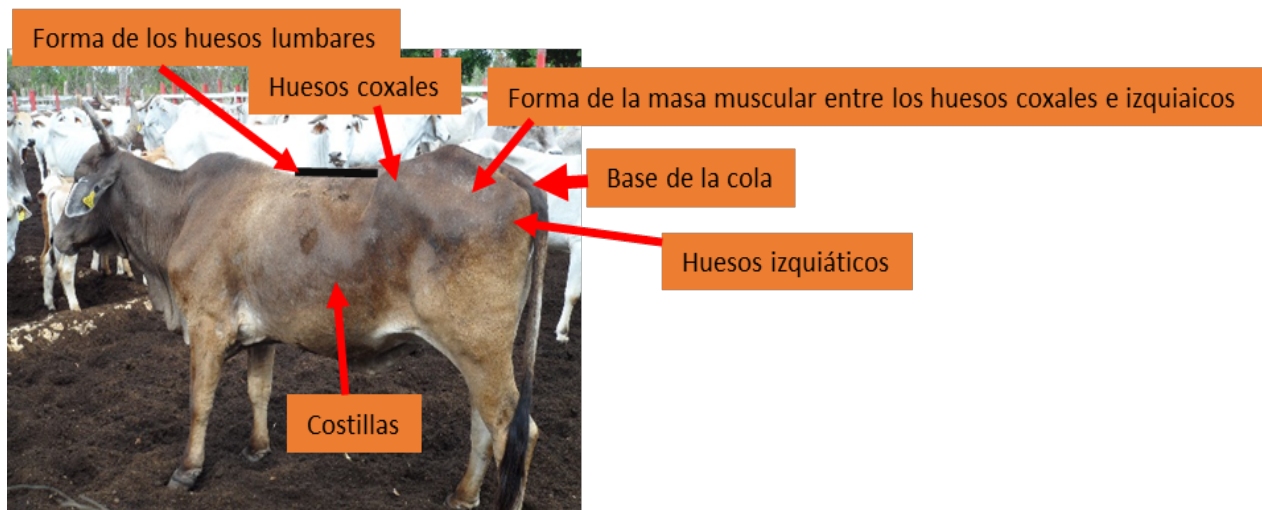


Figura 2. Puntos anatómicos a observar para medir la condición corporal.

Fotografía de Magaña MJG ©.



Figura 3. Esquema primario para la clasificación de vacas según su condición corporal: I Flaca, II Moderada o III Gorda. Fotografía de Magaña MJG ©.

Procedimiento para la calificación

Observación inicial: I Flaca, II Moderada o III Gorda.

Observación final: puntos de referencia

Calificación final: Asignar puntaje de acuerdo a categoría 1, 2.... 9

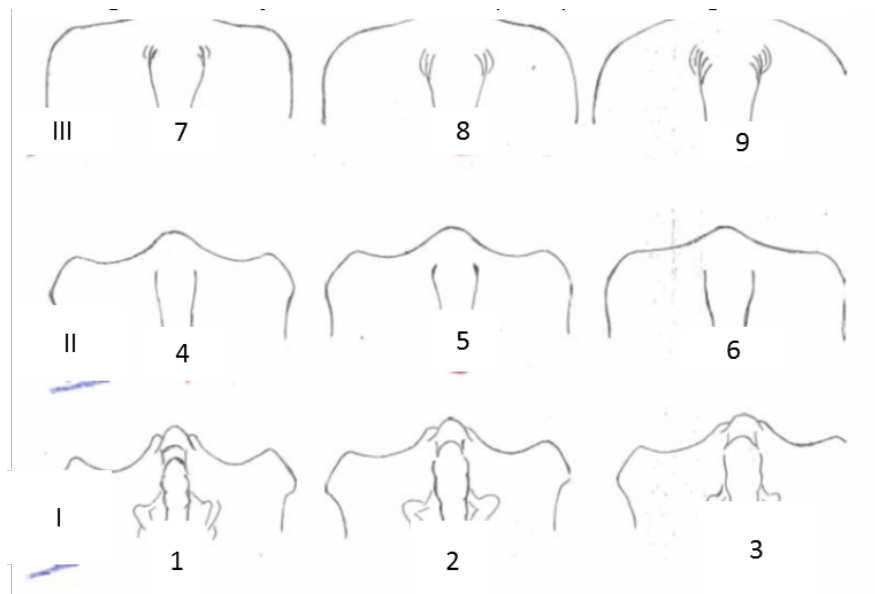


Figura 4. Puntaje de condición corporal para las categorías. Esquema de Magaña MJG ©.



Figura 5. Ejemplo de vaca con grado de condición corporal 1 (izquierda) y 9 (derecha).
Fotografía de Magaña MJG ©.

Conclusiones

El desempeño reproductivo de la vaca en el trópico es pobre y es atribuido principalmente al anestro posparto prolongado, como consecuencia del balance energético negativo y a su interacción con el estímulo del becerro (amamantamiento). Vacas que paren con seis y siete grados de condición corporal tienen mayor probabilidad de concepción durante el postparto temprano que vacas que paren con cinco o menos grados. El manejo de la condición corporal durante el periodo de transición puede contribuir a mejorar el desempeño reproductivo postparto. La medición de la condición corporal es una herramienta de campo sin costo, no invasiva y precisa, que permite diseñar estrategias de alimentación que garanticen un mejor desempeño reproductivo de las vacas en el trópico.

Referencias

- Abán J, Delgado R, Magaña JG y Segura JC. 2008. Factores que afectan el porcentaje de gestación a 120 días posparto en vacas Cebú y cruzadas con europeo en el sureste de México. *Avances en Investigación Agropecuaria*. 12 (1): 45-56
- Aguilar-Pérez CF, Ku-Vera JC and Garnsworthy PC. 2009. Effects of bypass fat on energy balance, milk production and reproduction in grazing crossbred cows in the tropics. *Livestock Science*. 121: 64-71

- Anta E, Rivera JA, Galina C, Porras A y Zarco L. 1989. Análisis de la información publicada en México sobre eficiencia reproductiva de los bovinos. II. Parámetros reproductivos. *Veterinaria México*. 20: 11-18
- Ayala A, Honhold N, Delgado R y Magaña J. 1995. A visual body condition scoring scheme for *Bos indicus* and crossbred cattle. "Dual purpose cattle research" Eds. S Anderson and J Wadsworth. IFS/FMVZ-UADY. Proceeding of an International Workshop, March 1992. Mérida, México; 119-128
- Ayres H, Ferreira FM, Torres-Júnior JRS, Demétrio GCB, SáFilho MF, Gimenes LU, Penteado L y Baruselly PS. 2014. Influences of body energy reserves on conception rate of suckled zebu beef cows subjected to timed artificial insemination followed by natural mating. *Theriogenology* 82:529-536
- Bauman DE y Currie B. 1980. Partitioning of nutrients during pregnancy and lactation: A review of mechanisms involving homeostasis and homeorhesis. *Journal of Dairy Science*. 63:1514-1519
- Bewley JM y Schutz MM. 2008. Review: An interdisciplinary review of body condition scoring of dairy cows. *The Professional Animal Scientist*. 24:507-529
- Delgado R, Magaña JG, Galina C y Segura JC. 2004. Effect of body condition at calving and its changes during early lactation on postpartum reproductive performance of zebu cows in a tropical environment. *Journal of Applied Animal Research*, 26:23-28.
- Drackey JK. 1999. Biology of dairy cows during the transition period: the final frontier? *Journal of Dairy Science*. 82: 2259-2273.
- Eversole DE, Brown MF, Hall JB y Dietz RE. 2009. Body condition scoring beef cows. Virginia Cooperative extension. Publication 400-791
- López-Gatius F, Yániz J y Madriles-Helm D. Effects of body condition score and score change on the reproductive performance of dairy cows: a meta-analysis. *Theriogenology* 2003. 59:801-12
- López-Ordaz R, Vite-Cristobal C, García-Muñiz JG y Martínez-Hernández PL. 2009. Reproducción y producción de leche de vacas con distinta proporción de genes *Bos Taurus*. *Archivos de Zootecnia*. 58 (224):683-694
- Lowman BG, Scott NA, y Somerville SH. 1976. Condition scoring of cattle. Bull. No.6. East of Scotland College of Agriculture, Animal Production, Advisory and Development Department.
- Magaña-Monforte JG y Segura-Correa JC. 2012. Genetic parameters and crossbreeding among Zebu and European beef breeds in the tropics of Mexico. *Recent Research Development in Genetics* 4: 1-24. Research Signpost 37/661 (2), Fort P. O. Trivandrum-695 023, Kerala, India. ISBN: 978-81-308-0496-5
- Montiel F. y Aluja C. 2005. Body condition and suckling as factors influencing the duration of postpartum anestrus in cattle: a review. *Animal Reproduction Science*. 85:1-26
- Moore SG, Fair T, Lonergan P y Butler ST. 2014. Genetic merit for fertility traits in Holstein cows: IV. Transition period, uterine health, and resumption of cyclicity. *Journal of Dairy Science*. 97: 2740-2752
- Nicholson MJ y Butterworth MH. 1986. A guide to condition scoring of Zebu cattle. ILCA, Addis Ababa.
- Schröder UJ y Staufenbiel R. 2006. Invited review: Methods to determine body fat reserves in the dairy cow with special regard to ultrasonographic measurement of backfat thickness. *Journal of Dairy Science*. 89:1-8

Frecuencias genotípicas de alelos del gen BoLA Clase I en bovinos Jersey y Criollo Lechero Tropical en México

*Maricela Ruiz Ortega¹, Rodolfo Ramírez Valverde¹, Carlos Becerril Pérez², Guadalupe García Muñiz¹, Adalberto Rosendo Ponce³, Rafael Núñez Domínguez¹, Itzel Villegas Velázquez¹ y Baldomero Alarcón Zúñiga¹

¹Programa de Posgrado en Producción Animal, Departamento de Zootecnia, Universidad Autónoma Chapingo, ²Programa de ganadería, campus Montecillo y ³Campus Veracruz, Colegio de Postgraduados.

*nora_leida@hotmail.com

Resumen

El alto nivel polimórfico observado en loci del complejo mayor de histocompatibilidad, conocido como antígeno de leucocitos bovino en el ganado (BoLA), es atribuido a las consecuencias evolutivas entre las interacciones de los patógenos y el sistema inmune. Varios estudios demuestran asociaciones entre alelos específicos y las resistencia o susceptibilidad a enfermedades infecciosas en ganado. El objetivo del presente estudio fue estimar las frecuencias genotípicas de los alelos del gen BoLA Clase I en bovinos Jersey (J) y Criollo Lechero Tropical (CLT). Se colectaron 92 muestras sanguíneas de J y 51 de CLT. Se utilizaron siete marcadores moleculares (SNP) (polimorfismo de nucleótido simple) para BoLA Clase I, los cuales se encuentran disponibles en la base de datos del genoma bovino. Ji-Cuadrada indicó que no hubo asociación significativa ($p > 0.05$) entre razas y marcadores. Solo dos de los SNP (BoLA1 y BoLA4) presentaron diferencias significativas ($p < 0.05$) entre razas. Los resultados obtenidos sugieren mayor variabilidad genotípica en la raza CLT. Sin embargo, estos resultados deben interpretarse con precaución y continuar con futuras investigaciones para confirmar el hallazgo mediante el incremento de la muestra para lograr un mayor acercamiento estadístico.

Introducción

El complejo mayor de histocompatibilidad (CMH) consiste en un conjunto de genes responsables del rechazo de tejidos trasplantados o de la detección de elementos extraños en los animales vertebrados. Se le considera altamente polimórfico, debido a que existen formas alternativas múltiples de un solo gen, por lo tanto, las proteínas codificadas también son diferentes entre individuos de una misma especie. Este grado de polimorfismo observado puede atribuirse a las interacciones entre patógenos y el sistema de defensa del huésped (Behl *et al.* 2012).

El CMH está organizado en tres regiones clasificadas como Clase I, II y III, las cuales se han conservado entre especies de mamíferos. Las regiones Clase I y II, codifican una serie de glicoproteínas en la superficie celular con funciones en células T, las cuales regulan la vigilancia del sistema inmune. Las moléculas de Clase I están presentes en todas las células nucleadas, mientras

que las moléculas de Clase II se expresan en linfocitos B, macrófagos, células dendríticas y endoteliales (Milinski *et al.* 2006).

Algunos estudios han documentado una asociación del CMH y la resistencia genética a enfermedades, presentando los genes del CMH niveles elevados de polimorfismo; razón por lo que se considera un marcador genético viable en la selección de ejemplares destinados a la reproducción de individuos con resistencia y susceptibilidad a enfermedades infecciosas en humanos, ratones, aves y bovinos. En bovinos, el CMH se conoce como antígeno de leucocitos bovino (BoLA), del cual se han determinado diferentes asociaciones entre la presencia de diferentes polimorfismos del complejo BoLA y la resistencia o susceptibilidad a algunas enfermedades infecciosas o parásitos. En Latinoamérica, el ganado criollo, es conocido por su variabilidad polimórfica en los conjuntos de genes que le confieren características adaptativas al medio ambiente. Uno de los marcadores utilizados en la identificación de estas variantes es el SNP (Polimorfismos de nucleótidos simples) (Hernández *et al.* 2015).

Existen diferencias importantes en el reconocimiento antigénico de las moléculas de clase I y II por parte de las células T. En general, las moléculas de clase I están presentes en todas las células nucleadas. La restricción de clase I del MHC por parte de los linfocitos T se correlaciona más con la presencia de moléculas correceptoras en la membrana celular (CD4, CD8) que con las características funcionales de las mismas. La célula presentadora de antígenos de clase I son reconocidas por células CD8 (López-Martínez *et al.* 2005).

Fernández *et al.* (2008) demostraron que el ganado criollo de Chihuahua y Tamaulipas presenta un alto grado de polimorfismo en el alelo BoLA-DRB. El alelo DRB es un loci de la región Clase II del BoLA, este polimorfismo dispone de amplia información sobre los niveles de diversidad genética. Lo cual coincide con lo encontrado para el bovino criollo americano (Hernández *et al.* 2015), razas Europeas (Sharif *et al.* 1998) y para la raza Gyr (Behl *et al.* 2012). El alelo DRB3.2*24 es altamente frecuente (0.38) en el ganado criollo de Chihuahua, con frecuencias 0.1 mayores que en otras poblaciones *Bos taurus* (Sharif *et al.* 1998).

Existe una asociación entre el loci DRB y la susceptibilidad a patógenos, además de relacionarse significativamente con la respuesta inmune (Ballingall *et al.* 2004). En estudios con Holstein, Jersey, Shorthorn Japonés, Criollo Argentino, Holstein Iraní, y ganado nativo de Filipinas se han encontrado polimorfismos, utilizando la metodología SBT (tipificación basada en secuencia), lo cual sugieren que el origen del polimorfismo puede deberse en parte al origen de las diferentes razas (Hernández *et al.* 2015).

En otra región se ubican los genes clase I, relacionados con la presentación antigénica a células T. Entre las regiones de clase I y II se encuentra un grupo heterogéneo de genes que codifican algunas de las proteínas del sistema como lo son: el gen de la enzima 21-hidroxilasa, genes de las proteínas de choque térmico y genes de la familia del factor de necrosis tumoral, entre otros (López-Martínez *et al.* 2005).

En ganado lechero, la selección genómica tiene el potencial de doblar la ganancia genética en comparación con el mejoramiento convencional, debido a una reducción substancial en los intervalos de generación (Moser *et al.* 2010). Sin embargo, no existe información sobre las variaciones genéticas en los alelos BoLA Clase I en razas en México como Jersey (J) y en Criollo Lechero Tropical (CLT). El objetivo del presente estudio fue estimar las frecuencias genotípicas y comparar la presencia de los alelos del gen BoLA Clase I en bovinos Jersey (J) y Criollo Lechero Tropical (CLT).

Materiales y métodos

El estudio se realizó en dos establos. El primer establo en la Unidad Experimental del Campus Veracruz del Colegio de Postgraduados, en Jalapa-Veracruz. Se recolectaron muestras sanguíneas de 51 animales CLT (Fig. 1). El segundo muestreo se realizó en el rancho Framboyanes ubicado en la carretera Tuxtla Gutiérrez, (Chiapas) y se recolectaron muestras sanguíneas de 92 bovinos raza Jersey.



Figura 1. Ejemplar de la raza Criollo Lechero Tropical. Fotografía de Ruiz OM ©.

Para la extracción de ADN, se tomaron 500 μ L de sangre y se colocaron en microtubos etiquetados de forma individual, utilizándose para la extracción de ADN, la técnica de Fenol-Cloroformo. Al final el ADN se colocó en microtubos con Tris-EDTA (TE) para su resuspensión y almacenamiento a -20 °C.

Los marcadores moleculares SNPs utilizados para las muestras se diseñaron utilizando el programa OligoAnalyzer 3.1 ® (Integrated DNA Technologies, 2012, Iowa, USA), correspondientes al gen BoLA Clase I, reportados en la base de datos del Genoma bovino (bovinegenome.org). El nucleótido de cambio se marcó con diferentes fluoróforos en la posición del SNP para distinguir cada uno durante la identificación alélica por PCR (Reacción en Cadena de la Polimerasa) en tiempo real. La secuencia reversa y sus complementos, los coeficientes de formación de horquillas, la autodimerización y la creación de heterodímeros, el porcentaje de cada nucleótido y el punto de fusión de cada secuencia necesaria para diseñar el protocolo de termociclado, se deter-

minó con el mismo software. Se seleccionaron siete marcadores moleculares SNP para genotipar el gen BoLA Clase I (Tabla 1) y se sintetizaron por Kbioscience (Massachusetts, USA). La validación molecular se realizó por amplificación de los marcadores moleculares previamente diseñados para corroborar su desarrollo *in silico*. Se verificó la resolución de la curva de los marcadores moleculares SNP, y se seleccionaron únicamente los que amplificaron perfectamente para garantizar la adecuada determinación de los resultados.

Tabla 1. Cambio en la secuencia de los SNP de los genes BoLA Clase I en ganado Criollo Lechero Tropical y Jersey.

Nombre	SNP ^a	Cambio	Posición
BoLA1	rs109024026	C/G	378
BoLA2	rs209241856	A/G	302
BoLA3	rs211450392	G/T	348
BoLA4	rs211306040	C/T	409
BoLA5	rs385967024	C/T	221
BoLA6	rs385839109	C/T	315
BoLA7	rs385543498	A/G	272

^aLos números hacen referencia a la base de datos de los SNP GenBank (ncbi.nlm.nih.gov/snp/).

La amplificación de la PCR se realizó con 5.11 µL de solución de reacción (KASPar V4.0 Master Mix, KBioscience, USA) y 5 µL de ADN genómico a 20 ng µL⁻¹; para el control negativo se utilizaron 5 µL de agua grado biología molecular. El polimorfismo se identificó con el termociclador CFX 96, Bio-Rad (California, USA). Diferentes fluorescencias de los marcadores moleculares SNP se utilizaron para detectar el cambio de nucleótido. El protocolo del termociclador fue: un ciclo a 94 ° C durante 15 min; 10 ciclos a 94 ° C durante 20 s y 61 ° C con un decremento de 0.6 ° C por ciclo durante 1 min; seguido de 35 ciclos a 94° C durante 20 s, 55 ° C durante 20 s durante 1 min y finalmente a 37 ° C durante un minuto donde se realizó la lectura de las fluorescencias.

La diversidad alélica, número efectivo y las frecuencias de los siete SNP loci por raza se determinaron por conteo directo de las amplificaciones. Las pruebas de equilibrio Hardy-Weinberg (H-W), así como las frecuencias alélicas y genotípicas fueron determinadas mediante el software GenAIEx versión 6.4 y se contrastaron grupos a través de la prueba Chi-Cuadrada en SAS. En todas las pruebas se consideró un alfa de <0.05.

Resultados

Los resultados de las frecuencias genotípicas del gen BoLA en ganado CLT y J se presentan en la Tabla 2.

Tabla 2. Frecuencia alélica y genotípica del gen BoLA Clase I en razas de Criollo Tropical Lechero (CLT) y Jersey (J).

SNP	Genotipo	Raza		Total*	P
		CLT*	J*		
BoLA1	CC	0.24(12)	0.043(4)	0.11(16)	0.0291
	CG	0(0)	0(0)	0(0)	
	GG	0.04(2)	0.043(4)	0.041(6)	
	Otros	0.73(37)	0.913(84)	0.846(121)	
BoLA2	AA	0(0)	0.011(1)	0.008(1)	0.3505
	AG	0(0)	0(0)	0(0)	
	GG	0.25(13)	0.315(29)	0.293(42)	
	Otros	0.75(38)	0.674(62)	0.69(100)	
BoLA3	GG	0.02(1)	0(0)	0.008(1)	0.1376
	GT	0(0)	0(0)	0(0)	
	TT	0.2(10)	0.239(22)	0.223(32)	
	Otros	0.78(40)	0.761(70)	0.769(110)	
BoLA4	CC	0.1(5)	0.033(3)	0.055(8)	0.0337
	CT	0(0)	0(0)	0(0)	
	TT	0(0)	0.022(2)	0.013(2)	
	Otros	0.9(46)	0.946(87)	0.93(133)	
BoLA5	CC	0.06(3)	0.033(3)	0.041(6)	0.7539
	CT	0(0)	0(0)	0(0)	
	TT	0.06(3)	0.043(4)	0.048(7)	
	Otros	0.88(45)	0.924(85)	0.090(130)	
BoLA6	CC	0(0)	0(0)	0(0)	0.9567
	CT	0(0)	0(0)	0(0)	
	TT	0.02(1)	0.011(1)	0.01(2)	
	Otros	0.98(50)	0.989(91)	0.98(141)	
BoLA7	AA	0.02(1)	0.011(1)	0.013(2)	0.8564
	AG	0(0)	0(0)	0(0)	
	GG	0.35(18)	0.25(23)	0.28(41)	
	Otros	0.63(32)	0.739(68)	0.69(100)	

*Entre paréntesis se encuentra el número de unidades experimentales que presentaron cada genotipo.



Figura 2. Ganado Criollo Lechero Tropical en pastoreo. Fotografía de Ruiz OM ©.

Se amplificaron siete alelos del complejo BoLA Clase I, BoLA1 a BoLA7, en 143 muestras. En ambas razas, los genotipos heterocigotos para los marcadores SNP fueron de baja frecuencia o no se detectaron. Se encontraron diferencias entre las razas para las frecuencias genotípicas para los marcadores moleculares BoLA1 C/G y BoLA4 C/T. En el CLT, el genotipo AA de BoLA2, TT de BoLA4 y CC de BoLA6 no se identificaron en las muestras. El alelo G de BoLA7 se encontró predominantemente en CLT (Fig.2) y J (35.2% y 25%). Las frecuencias genotípicas para los polimorfismos BoLA1 y BoLA4, fueron estadísticamente diferentes entre CLT y J de acuerdo con la prueba Chi-cuadrada (Tabla 2).

Discusión

No se han realizado estudios comparativos para medir la diversidad de CMH Clase I en poblaciones naturalizadas y convencionales de bovinos en América. Estos estudios son obstaculizados por tratarse de poblaciones pequeñas, por lo cual se clasificaron sólo por diferencias y similitudes de razas amplias.

El ganado Chillingham es un ejemplo de una población muy pequeña que está geográficamente aislada y que ha experimentado endogamia por cientos de años (Ellis y Hammond, 2014). Estudios para evaluar la diversidad de CMH han corroborado esta aseveración (Ellis y Hammond, 2014), lo que sugiere que el ganado Chillingham es homocigoto para todos los loci CMH Clase I y Clase II; los mismos resultados se han identificado en J y CLT, en nuestra base de datos.

En este estudio, CLT y J no mostraron diversidad para los polimorfismos en los siete SNPs. Solamente 3 SNP resultaron homocigotos en un loci para CLT y J. Para los estudios de asociación es recomendable contar con muestras de mayor tamaño que permitan una mejor resolución estadística en investigaciones con CMH Clase I y los genes relacionados, los cuales se podrían utilizar en próximas investigaciones (Ellis y Hammond, 2014). Esto se debe a que sólo un haplotipo se transfiere a la siguiente generación. Varios ciclos de selección natural también pueden fijar alelos en una población pequeña de criollos, como ocurrió en el SNP gen Bola Clase I (Hernández *et al.* 2015).

El complejo BoLA es altamente polimórfico en diferentes poblaciones criollas (Dietz *et al.* 1997). Sin embargo, es importante resaltar que es el primer tipo de estudio realizado en la región y razas criollas en Latino América, por lo que resulta relevante reportar las tendencias identificadas.

La raza criolla de Chihuahua tiene el menor número de alelos efectivos (5.5), inferior al de Holstein (7.4) y Jersey (8.2), conocidos por presentar una fuerte selección y endogamia (Fernández *et al.* 2008). Al considerar las relaciones entre el número de alelos efectivos y los alelos totales, los criollos de Argentina y Uruguay mostraron un alto rango (0.8 y 0.72, respectivamente), mientras que el criollo de Chihuahua fue bajo (0.3) al igual que nuestra investigación, en donde solo se difiere en el número y locus de los marcadores utilizados. Esto podría ser resultado de la selección natural en un alelo en particular de todos los posibles, permitiendo la emergencia a la resistencia de enfermedades infecciosas locales (Fernández *et al.* 2008).

Conclusión

En conclusión, la prueba de Chi cuadrada indicó que no existe una asociación estadísticamente significativa entre las razas y los alelos en general. Estos resultados sugieren que solamente el SNP BoLA1 y BoLA4 pueden ser genes candidatos atractivos para la resistencia a enfermedades infecciosas. No obstante, considerando las limitaciones en la población estudiada, como son el número de animales, estos resultados deben interpretarse con precaución y continuar en la misma línea de investigaciones futuras, para confirmar los datos reportados en esta población.

Referencias

- Ballingall KT, Luyia A, Rowlands GL, Sales J, Musoke AJ, Morzaria SP y Mckeever DJ. 2004. Bovine leukocyte antigen major histocompatibility complex class II DRB3*2703 and DRB*1501 alleles are associated with variation in levels of protection against *Theileria parva* challenge following immunization with sporozoite p67 antigen. *Infection and Immunity*. 72 (5): 2738-2741
- Behl JD, Verma NK, Tyagi N, Mishra P, Behl R, y Joshi BK. 2012. The major histocompatibility complex in bovines: a review. *Int. Scholar. Res. Network* 2012: 1-2
- Dietz AB, Cohen ND, Timms T y Kehrl ME. 1997. Bovine lymphocyte antigen class II alleles as risk factors for high somatic cell counts in milk of lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 80 (2): 406-412

- Ellis AS y Hammond JA. 2014. The functional significance of cattle major histocompatibility complex class I genetic diversity. *Ann. Rev. Anim. Biosci.* 2: 285-306
- Fernández IG, Ríos-Ramírez JG, Gayosso-Vázquez A, Ulloa-Arvizu R y Alonso-Morales RA. 2008. Polymorphism of locus DRB3.2 in populations of Criollo Cattle from Northern Mexico. *Genet. Mol. Biol.* 31 (4): 880-886
- Hernández HDY, Muñoz JEF y Franco LA. 2015. Genetic diversity of BoLA-DRB3 gene in Colombian creole Hartón del Valle cattle. *Ces. Med. Vet. Zootec.* 10 (1): 18-30
- López-Martínez A, Chávez-Muñoz C y Granados J. 2005. Función biológica del complejo principal de histocompatibilidad. *Revista de investigación clínica.* 57 (2): 132-141
- Milinski M. 2006. The major histocompatibility complex, sexual selection, and mate choice. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics.* 37: 159-186
- Moser G, Khatkar MS, Hayes BJ y Raadsma HW. 2010. Accuracy of direct genomic values in Holstein bulls and cows using subsets of SNP markers. *Genetics Selection Evolution.* 42: 37-52

Valores hematológicos de referencia para la serie roja y blanca de conejos en Yucatán, México

Dulce A. Vivas Matos, Francisco J. Aranda Cirerol y *Edwin J. Gutiérrez Ruiz

Departamento de Salud Animal, Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad Autónoma de Yucatan.

*gruiz@correo.uady.mx

Resumen

Los conejos son cada vez más populares en Yucatán, México, no solo como animales productores de proteína sino también como animales de compañía o mascotas. Los dueños de mascotas las consideran más importantes dentro de las relaciones familiares estando dispuestos a erogar recursos para que sus animales estén sanos y demandan servicios de calidad por parte de los profesionales. Los cuidados clínicos incluyen la detección de problemas de salud tanto evidentes como subclínicos, es aquí donde las pruebas hematológicas son de gran importancia para coadyuvar al diagnóstico de problemas de salud. No existen valores hematológicos de referencia para conejos en Yucatán, por lo que el objetivo del presente trabajo fue determinar algunos valores hematológicos en conejos domésticos del estado de Yucatán, México. Se obtuvo sangre de 30 conejos clínicamente sanos, y de estas se obtuvieron los valores hematológicos de la serie roja y la serie blanca. El valor promedio de los eritrocitos fue de $4.7 \text{ (mil/mm}^3) \pm 0.53 \text{ DS}$. con un intervalo de $3.75\text{-}5.56 \text{ (mil/mm}^3)$. En los leucocitos, el número absoluto que se obtuvo, arrojó un promedio de $8.9 \times 10^3/\text{mm}^3 \pm 2.1 \text{ DS}$, y un intervalo de $6,200\text{-}13,900/\text{mm}^3$. Se observaron diferencias con resultados de diversos autores lo que se atribuye a diferencias en los factores ambientales, como el clima y el estrés. Se concluye que existen diferencias entre los valores hematológicos obtenidos en este estudio y los reportados por otros autores, que predominan las células linfocíticas las que en la fórmula blanca en conejos y que existe un valor eritrocitario mínimo bajo en comparación con otros estudios en conejos clínicamente sanos.

Introducción

En los últimos años el conejo doméstico (*Oryctolagus cuniculus*) ha tenido un aumento como especie para el uso como mascota y como productor de carne en el estado de Yucatán. Así, la cunicultura es considerada una práctica benéfica en el ámbito económico para familias de bajos recursos, además de ser una opción de alimentación en las zonas más marginadas, ya que la carne de conejo es una fuente importante de proteína para el consumo humano por sus cualidades nutricionales como el aporte de vitaminas, minerales y que es una carne magra baja en grasas lo que la hace apta para cualquier integrante de la familia (SAGARPA-SENASICA 2015).

De acuerdo a un productor de la ciudad de Mérida, él comercializa aproximadamente 300 animales al año destinados como mascotas y es un mercado en evidente expansión. Cada día que pasa los dueños de mascotas las consideran más importantes dentro de las relaciones familiares y están dispuestos a erogar recursos para que sus animales estén sanos y demandan servicios de calidad por parte de los profesionales. Los cuidados clínicos incluyen la detección de problemas de salud tanto evidentes como subclínicos, es aquí donde las pruebas hematológicas son de gran importancia como una herramienta más en el diagnóstico de problemas de salud.

La hematología se refiere al estudio del número y morfología de los elementos celulares de la sangre que incluyen eritrocitos (células rojas), leucocitos (células blancas) y trombocitos (plaquetas), para el posterior uso de esta información en el diagnóstico y monitoreo de enfermedades (Kahn *et al.* 2007).

En Yucatán y en México no se han realizado trabajos relacionados a los valores sanguíneos de esta especie, aunque existen valores generados en otros países donde las condiciones ambientales son diferentes (Mehrdad 2011). En Yucatán principalmente se manejan cruza de las razas California, Chinchilla, Nueva Zelanda y Mariposa, estas cruza resultan en animales con pesos similares a la edad adulta, que circulan entre los 3.5 y 4 kg.

Es importante conocer los valores de referencia hematológicos de los conejos en las condiciones de este medio, para tener las bases que ayuden en el ámbito clínico a evaluar el estado de salud de los animales (Nakyinsige *et al.* 2013). Por la anterior, el objetivo del presente trabajo es obtener valores hematológicos de la serie roja y serie blanca en conejos domésticos del estado de Yucatán, México.

Materiales y métodos

Sitio de estudio. El presente estudio fue realizado en las instalaciones del Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias (CCBA) de la Universidad Autónoma de Yucatán (UADY). Ubicada en el Km. 15.5 carretera Mérida – Xmatkuil, Mérida, Yucatán, México.

Sujetos de estudio. Se utilizaron 30 conejos de tipo comercial para producción de carne de las cruza de razas California, Nueva Zelanda, Chinchilla, Mariposa y Holandés, entre hembras y machos de 6 a 9 meses de edad que se determinaron clínicamente sanos después de realizarles un examen físico general. Los animales se encontraban en jaulas individuales con alimento comercial y agua fresca *ad-libitum*.

Obtención de muestras. Se tomaron 30 muestras de sangre mediante la utilización de jeringas de 3ml con agujas de calibre 23G x 1 pulgada a las que se les agregó 0.05 ml aproximadamente del anticoagulante EDTA. El sitio de punción fue la vena auricular marginal de los animales de donde se colectó un mínimo de 1 ml de sangre completa, la que se depositó en tubos de ensayo de 7 ml, las muestras fueron procesadas en el laboratorio de análisis clínicos de la unidad de diagnóstico del CCBA - UADY en un tiempo máximo de 24h después de su obtención.

Pruebas de Laboratorio. El Número total de los eritrocitos y los leucocitos fueron contados si-

guiendo la técnica de conteo manual usando la cámara de Neubauer y para determinar el diferencial de los leucocitos se realizó el frotis sanguíneo de cada muestra, los cuales fueron preparados de acuerdo a la técnica de extensión en portaobjetos y teñidos con la tinción de Wright como se describe en el manual de técnicas de análisis clínicos en veterinaria de la UADY (Aranda *et al.* 2016).

La hemoglobina se determinó mezclando 20 μ l de sangre homogenizada con reactivo de Drabkin, dejando reposar durante 10 minutos y se tomo la lectura en el espectrofotómetro contra un blanco reactivo, expresando el resultado en gr/dl (Aranda *et al.* 2016).

El hematocrito se midió mediante el uso de tubos capilares lisos (75 mm X 1.0 mm) llenándolo con la muestra de sangre, centrifugando por 5 minutos a 10,000 rpm y obteniendo el porcentaje del volumen del paquete globular con el lector para microhematocrito (Aranda *et al.* 2016).

Los índices eritrocitarios, el volumen corpuscular medio y concentración de hemoglobina corpuscular media se calcularon mediante las siguientes formulas (Aranda *et al.* 2016):

- VCM(Volumen Corpuscular Medio)
$$\text{VCM} = \text{Hto} \times 10 / \text{Glóbulos rojos}$$
- CMHC(Concentración Media de la Hemoglobina Corpuscular).
$$\text{CMHC} = \text{Hb} \times 100 / \text{Hto}$$

Análisis estadísticos. Se realizaron cálculos de estadística descriptiva como datos de tendencia central, para los diferentes tipos de células sanguíneas calculando valores promedio, una desviación estándar así como los valores mínimos y máximos, tanto para serie roja como para la serie blanca.

Resultados

En las 30 muestras de conejos clínicamente sanos, se obtuvieron los valores hematológicos de la serie roja y la serie blanca. El valor promedio de los eritrocitos fue de 4.7 (mil/mm³) \pm 0.53 DS, con un mínimo de 3.75 y un máximo de 5.56 mil/mm³. En los leucocitos, el número absoluto que se obtuvo, arrojó un promedio de 8.9 $\times 10^3$ /mm³ \pm 2.1 DS, y un mínimo de 6 200 y máximo de 13 900/mm³.

En la cuenta leucocitaria se observaron las distintas familias como son: heterófilos, linfocitos, monocitos, eosinófilos y basófilos.

En cuanto al porcentaje mayoritario de células blancas, se observó que es de tipo linfocitaria ya que los linfocitos representaron un 62% del total de células leucocíticas.

Los valores referenciales encontrados en este estudio, para la serie roja y la serie blanca se presentan en las Tablas 1 y 2 respectivamente.

Tabla 1. Valores hematológicos de la serie roja obtenidos en *Oryctolagus cuniculus* de Mérida, Yucatán México (n= 30).

Parámetros (mil/mm ³)	Promedio Absolutos /mm ³	DesvEst	Min-Max / mm ³
Leucocitos	8980	2132	6,200-13,900
Heterófilos	3110	928	1980-5170
Neutrofilos Band	55	72	0-196
Linfocitos	5575	1506	3685-9313
Monocitos	132	117	0-556
Eosinofilos	87	85	0-278
Basofilos	18	47	0-192

Tabla 2. Valores hematológicos de la serie blanca obtenidos en *Oryctolagus cuniculus* de Mérida, Yucatán México (n= 30).

Parámetros	Promedio	DesvEst	Min-Max
Eritrocitos (mill/mm³)	4.729	0.53	3.75-5.56
Hemoglobina (gr/dl)	12.85	0.73	10.64- 14.18
Hematocrito (%)	37.77	2.47	30-42
VCM* (fl)	80.62	8.68	65.93-97.69
CMHG* (gr/dl)	34.06	1.22	31.48-36.47

VCM: Volumen corpuscular medio, CMHG: Concentración media de hemoglobina globular

Discusión

Los valores hematológicos de laboratorio disponibles para conejos han sido estudiados en otros países como Nigeria, la República Checa, y España (Chineke *et al.* 2006, Jeklova *et al.* 2009, Gallego 2017). Los resultados presentados en esta investigación son los primeros en obtenerse y reportarse en Yucatán, México.

En el presente estudio se obtuvo como promedio de la cuenta eritrocítica $4.72 \text{ mill/mm}^3 \pm 0.53 \text{ mm}^3$, un mínimo de 3.75 y un máximo de 5.56 mill/mm^3 siendo menor que el reportado por Jeklova *et al.* (2009) quienes obtuvieron un valor promedio de $5.41 \text{ mill/mm}^3 \pm 0.48$, dejando el mínimo y máximo de igual manera por de bajo en relación con el obtenido en España por Gallego (2017) quien reportó un mínimo de 4.6 y máximo de 7.4 mill/mm^3 . La diferencia eritrocitaria puede deberse a influencias ambientales como la altitud de la ciudad en la que se encontraban los animales que fueron estudiados, cabe mencionar que la altura a la que se encuentra Yucatán es de 10m snm, mientras que para la República Checa es de 237m. snm. y en España se encuentran a 655m snm, el mayor número de células rojas puede explicarse en relación a grandes altitudes sobre el nivel del mar que puede generar una eritrocitosis por la demanda elevada de eritrocitos que se requiere para una adecuada oxigenación de la sangre (Villiers y Blackwood 2012).

El resultado promedio de hematocrito reportado por Mehrdad (2011) de $43.6 \% \pm 1.7$ es mayor comparado con el obtenido en este trabajo de 37.7 %. Uno de los parámetros que se ve influenciado por la cuenta eritrocítica es el hematocrito (Hto) ya que es el reflejo del recuento de eritrocitos y tiende a elevarse cuando los animales se encuentran en situaciones de estrés, el factor más común es el calor, lo que igual puede generar deshidratación ya sea por diarrea, reducción en la ingesta de agua o una diuresis excesiva. Otra de las causas que puede estar relacionada con este aumento es la altitud de la ciudad en la que se encuentra el animal ya que para oxigenar de manera adecuada la sangre necesita un mayor número de eritrocitos (Villiers y Blackwood 2012).

El valor promedio del VCM aquí obtenido fue de 80.62 que es mayor al resultado de Mehrdad (2011) quien reporta $66.7 \text{ fl} \pm 2.38$. En el caso de la CMHC se obtuvo un promedio de 34.06 gr/dl siendo mayor que el reportado por Mehrdad (2011) con un promedio de 31.43 ± 0.97 . En el estudio realizado por Nakyinsige *et al.* (2013) se midieron los valores hematológicos de conejos antes y después de ser transportados a una temperatura ambiental de 28°C y teniendo en este proceso diversos factores de estrés entre los que principalmente se menciona el calor. El valor promedio antes de la transportación en el caso de eritrocitos fue de 4.701 mill/mm^3 .

En comparación con los resultados obtenidos en este estudio, los valores hematológicos correspondientes a la serie roja son similares ya que el promedio de eritrocitos totales es de 4.72 mill/mm^3 con una mínima diferencia al que reportan Nakyinsige *et al.* (2013) antes del transporte de los animales, sin embargo, pasadas las 3 h de someterlos a dicha actividad reportan un aumento en el total de eritrocitos teniendo como resultado 5.314 mill/mm^3 sin dejar de lado que durante este tiempo los animales estuvieron sometidos a estrés por calor, supresión de agua y una posible deshidratación a causa de lo antes mencionado, sin embargo, ese valor entra en el valor de referencia aceptado y obtenido en este estudio con un mínimo de 3.75 y un máximo de 5.56 mill/mm^3 teniendo en consideración que en Yucatán los conejos están expuestos constantemente al calor ambiental y eso podría ocasionar que tengan un mayor número de eritrocitos en comparación con los de otros países.

Para el caso del valor total de leucocitos aquí obtenidos (8,980 /mm³) este resultó mayor en comparación con los reportados por Jecklova *et al.* (2009) (6 160/mm³) y los de Chineke *et al.* (2006) quien reportó 7 250/mm³.

En el estudio realizado por Nakyinsige *et al.* (2013), los valores se midieron antes y después de que los animales fueron transportados a una temperatura ambiental de 28°C y se reportaron como medición inicial para leucocitos 5 108 /mm³. Durante el proceso de transporte existen diversos factores de estrés entre los que principalmente se menciona el calor. Después de 3h de transporte, en los animales del experimento de Nakyinsige *et al.* (2013), se reportan 7 625 /mm³ de leucocitos totales que es mayor en comparación con su valor inicial, esto puede ser un efecto de la privación al agua y/o al estrés por calor que sufrieron los conejos al estar varias horas sometidos al proceso. En el caso de la serie blanca el total de leucocitos reportados en el presente trabajo es mas elevado que el valor inicial e incluso que los valores reportados después de 3h de transporte en el estudio antes mencionado.

La célula con el conteo mas elevado en los resultados de la serie blanca es el linfocito que tiene un total de 5 575 mil/mm³, seguida por los heterofilos con 3 110 mil/mm³. Lo que concuerda con la literatura ya que afirma que en esta especie las células predominantes son linfocitos y heterofilos (Mehrdad 2011).

Comparando con otros autores el total de cada una de las células se encontraron diferencias significativas. El total de heterofilos obtenidos en este estudio fue de 3110 mil/mm³, siendo un valor elevado al compararlo con los reportados por Mehrdad (2011), quien reporta un total de 1 590 mil/mm³ y los encontrados en el estudio realizado por Jeklova *et al.* (2009) quienes reportan 1 060 mil/mm³. Esta variación puede estar relacionada a la liberación de adrenalina que genera el estrés emocional que pasan los conejos al estar expuestos a temperaturas elevadas o forcejeo en el manejo (Villiers y Blackwood 2012). La neutrofilia fisiológica puede estar acompañada de una linfocitosis ya que igual es regulada a causa de la adrenalina que se libera cuando los animales se ven en situaciones de miedo y se considera normal encontrar linfocitosis a causa del estrés (Villiers y Blackwood 2012), lo anterior puede explicarse considerando que durante estos periodos de estrés se liberan encefalinas y endorfinas (neuropeptidos) que promueven la generación de linfocitos (Tizard 2009).

En los resultados para linfocitos aquí obtenidos el total fue de 5 575 mil/mm³ siendo esta la célula predominante en el conteo leucocitario, sin embargo, se encuentran por debajo en comparación con los resultados de Mehrdad (2011) quien reporta 7 450 mil/mm³, se podría asociar esta variación al estrés, ya que genera la liberación de corticoides endógenos y estos hacen que los linfocitos se desvíen de la circulación.

En Yucatán las temperaturas son mucho más altas que las reportadas en Europa y alcanzan los 40°C y algunas veces un poco más, por lo anterior se puede considerar que los conejos en clima tropical como el de Yucatán, se encuentran en periodos constantes de estrés debido a la exposición a altas temperaturas ambientales, en cada uno de los países en los que fueron desarrollados los estudios, hay variaciones en el clima y la temperatura. En un caso de 20°C (Chineke *et al.* 2006) y otro de 21°C (Jeklova *et al.* 2009).

Conclusiones

1. Se obtuvieron valores hematológicos correspondientes a la serie roja y serie blanca de conejos domésticos de Yucatán.
2. Son las células linfocíticas las que predominan en la fórmula blanca en conejos.
3. Se puede considerar que existe un valor mínimo eritrocitario bajo en comparación con otras razas de conejos clínicamente sanos.

Referencias

- Aranda-Cirerol F, Rejon-Magaña AM y Evia-Pech VG. 2016. Manual de técnicas de análisis clínicos en veterinaria. Mérida, Yucatán.: CCBA. Fecha de consulta 10/10/2018 en www.ccba.uady.mx/sgc/spp/M-CCBA-LAC-01.docx
- Chineke CA, Ologun AG y Ikeobi, CO. 2006. Haematological Parameters in Rabbit Breed and Crosses in Humid Tropics. *Pakistan Journal of Biological Sciences*. 2102-2106
- Gallego, M. 2017. Laboratory reference intervals for systolic blood pressure, rectal temperature, haematology, biochemistry and venous blood gas and electrolytes in healthy pet rabbits. *Open Veterinary Journal*. 203-207
- Jeklova E, Leva L, Knotigova P y Faldyna M. 2009. Age-related changes in selected haematology parameters in rabbits. *Veterinary Science*. 525-528
- Kahn CM, Line S. 2007. Manual de Merck de Veterinaria. Barcelona, España.
- Mehrdad HA. 2011. Stability of hematologic analytes in monkey, rabbit, rat, and mouse blood stored at 4°C in EDTA using the ADVIA 120 hematology analyzer. *Veterinary Clinical Pathology*. 188-193
- Nakyinsige AQ. 2013. Changes in Blood Constituents of Rabbits Subjected to Transportation under Hot, Humid Tropical Conditions. *Asian Australas. Journal Animal Science*. 874-878
- SAGARPA-SENASICA. 2015. Manual de Buenas Prácticas de Producción de Carne de Conejo. URL. Fecha de consulta 14/11/2018 en <http://sistemaproductocunicola.org.mx/descargas/ManualdeBuenasPracticasdeProducciondeCarnedeConejo.pdf>
- Tizard IR. 2009. Introducción a la inmunología veterinaria, Barcelona España, ELSEVIER.
- Villiers E y Blackwood L. 2012. Manual de Diagnóstico de Laboratorio en Pequeños Animales. Barcelona, España: Ediciones S.