

Artículo de revisión

Estado actual de la caracterización de los Recursos Zoogenéticos en el Ecuador

Current status of Farm Animal Genetic Resources characterization in Ecuador



Jorge Fernando Navarrete Mera
Luis Favian Cartuche Macas
Cristina Alejandra Cifuentes Castillo
José Alberto Mora Uvidia

✉ <https://orcid.org/0000-0001-7362-5157>
✉ <https://orcid.org/0000-0003-3278-1238>
✉ <https://orcid.org/0000-0002-5311-0575>
✉ <https://orcid.org/0009-0001-9683-9980>

Universidad Intercultural de las Nacionalidades y Pueblos Indígenas Amawtay Wasi, Instituto de Investigación en Biodiversidad de las Nacionalidades y Pueblos del Ecuador “Pachamamata kamak” | Quito - Ecuador | CP 240350

✉ navarretemera@gmail.com

<https://doi.org/10.26423/rctu.v10i2.755>
Páginas: 64- 77

Resumen

Los recursos zoogenéticos, en especial la diversidad de razas de animales domésticos de producción, son el principal capital biológico para el desarrollo ganadero y son vitales para la seguridad alimentaria y el desarrollo rural sostenible. La extinción de estos implica la pérdida de variedades adaptables al ecosistema local. Conservar razas locales para el futuro permitirá la respuesta a eventos imprevistos, como el cambio climático. En el Ecuador no hay un panorama claro sobre su caracterización. Este estudio pretende aclarar el estado actual de la caracterización de estos recursos, recopilando y analizando las investigaciones al respecto. Los resultados muestran un mayor desarrollo de los estudios sobre caracterización fenotípica que sobre la genética, en esta última se muestra una dependencia tecnológica de universidades extranjeras. En cuanto a las Instituciones nacionales, las universidades de grandes centros urbanos están ausentes en el trabajo relacionado a este tema. Sobre las especies estudiadas, los bovinos y los porcinos ocupan más de la mitad de las investigaciones.

Palabras clave: Conservación, razas, locales, morfología, genética. .

Abstract

Zoogenetic resources, particularly the diversity of production-oriented domestic animal breeds, represent the primary biological capital for livestock development and are crucial for food security and sustainable rural development. The extinction of these resources implies the loss of varieties adapted to the local ecosystem. Preserving local breeds for the future enables a resilient response to unforeseen events, such as climate change. In Ecuador, there is a lack of a clear overview regarding their characterization. This study aims to elucidate the current status of the characterization of these resources by compiling and analyzing existing research. The results reveal a greater emphasis on phenotypic characterization studies than on genetic studies, with the latter exhibiting a technological dependence on foreign universities. Concerning national institutions, universities in major urban centers are notably absent from research related to this subject. Regarding the species under investigation, bovines and pigs account for more than half of the research efforts.

Keywords: Conservation, breeds, local, morphology, genetics.

Recepción: 30/10/2023 | Aprobación: 13/12/2023 | Publicación: 22/12/2023

UPSE • INCYT • La Libertad, Ecuador • <https://incyt.upse.edu.ec> •
Revista Científica y Tecnológica UPSE • e-ISSN: 1390-7697 • ISSN: 1390-7638 • Vol.10 N°2 • Edición Diciembre 2023

1. Introducción

Alrededor de 12 mil años atrás comenzó la domesticación de los animales de granja, a partir de la cría selectiva de las presas que el ser humano cazaba, probablemente con el fin de garantizar el acceso a alimento y pieles, que posteriormente derivaron en fuente de lana, leche, transporte, estiércol como fertilizante y fuerza de trabajo agrícola [1]. De esta manera las primeras comunidades agrícolas consiguieron utilizar recursos vegetales que no se podían aprovechar como alimento para el humano, como el pasto y desechos de los cultivos, y convertirlo a través del ganado y las aves de corral, en importantes recursos alimenticios para los humanos [2]. Actualmente los animales de granja representan importantes fuentes de recursos alimenticios, agrícolas y económicos para las comunidades rurales [3][4]. Cerca del 40% de la tierra agrícola en países en desarrollo se dedican a la producción de forraje para ganado [5]. Los alimentos de origen animal representan el 18% de las calorías consumidas y el 25% de las fuentes de proteína en todo el mundo [6]. La ganadería también contribuye como fuente de fertilizante y en el arado de tierra para cultivos[3].

Dentro de los objetivos de desarrollo sostenible de la ONU, en el objetivo dos “Hambre cero” que plantea terminar con todas las formas de hambre y desnutrición para el 2030 velando por el acceso de todas las personas a una alimentación suficiente y nutritiva, y para promover prácticas agrícolas sostenibles a través del apoyo a los pequeños agricultores y el acceso igualitario a la tierra, la tecnología y los mercados [7]. Una de las metas de este objetivo enuncia que “Para 2020, mantener la diversidad genética de semillas, plantas cultivadas y animales de granja y domesticados... compartir los beneficios derivados de la utilización de los recursos genéticos y los conocimientos tradicionales asociados” [7].

1.1. Recursos zoogenéticos

El conjunto de la diversidad genética de los animales de granja es regularmente conocido en español como Recursos Zoogenéticos (RRZZ) [8]. Las variedades locales y regionales de estos recursos son importantes para contribuir en la seguridad alimentaria debido a su adaptabilidad al medio ambiente local [9], la cual se consiguió a través de un largo proceso de selección

natural y selección dirigida realizada por humanos [10], requiriendo un consumo menos exigente de alimentos y por tanto más sostenible. Los RRZZ también permiten acceder a una respuesta agroalimentaria para situaciones futuras inciertas como el cambio climático y el cambio en el entorno de producción[11]. Esto debido a que su diversidad genética puede ser fuente de alelos aún no caracterizados que podrían contribuir a procesos de selección dirigida para mejoramiento genético con el objetivo aumentar la sostenibilidad y productividad de estos animales [12] [13]. De esta manera proveer proteína animal de calidad en las zonas de origen de países en desarrollo y servir como medios económicos de intercambio, sin depender de germoplasma exógeno seleccionado en países desarrollados con diferentes condiciones ambientales, requerimientos alimenticios y de crianza diferentes, además, en algunos casos, económicamente restrictivos en comparación con los RRZZ locales [5]. Estas razas poseen características que les permiten hacer frente a diferentes sistemas de producción, entornos hostiles, climas cálidos o fríos, terrenos accidentados o grandes elevaciones [14]. Sin embargo, en todo el mundo, el uso generalizado de razas cosmopolitas, su consiguiente adaptación al ambiente y desvío de recursos para su mantenimiento, ha llevado a las razas locales a la extinción por reemplazo, o en el mejor de los casos, a ser conservadas como meras curiosidades [15].

1.2. Importancia de los RRZZ para los países en desarrollo

La FAO (Food and Agriculture Organization) remarca la importancia de los RRZZ para la alimentación mundial y, a partir de 1960, se comienza a trabajar en conservación y caracterización de las razas autóctonas alrededor del mundo [9]. El banco mundial de recursos zoogenéticos se forma a partir de la década de los noventa, en el contexto del cambio climático y se menciona su importancia como recursos adaptables sostenibles y sustentables [14].

1.3. Caracterización de los RRZZ

La caracterización de las razas implica recopilar información de localización geográfica, poblaciones, usos, variables e índices zoométricos, características productivas y reproductivas [16]. También implica realizar la caracterización genética, esta pretende

determinar diversidad, posición filogenética, origen y formación de subestructuras poblacionales [17]. Para esta caracterización se recomienda usar la mejor tecnología disponible en el momento [18], aunque hay un descargo en referencia a presupuesto y disponibilidad de equipos y materiales. Actualmente la tecnología más usada son los marcadores moleculares STR o microsatélites, pues están ampliamente distribuidos por laboratorios alrededor del mundo desde los años 90 y se han generado gran cantidad de datos que permiten hacer comparaciones con otras poblaciones [19][20].

Aunque, la caracterización genómica es la tecnología más avanzada y, por tanto, la más recomendada, [17], Los STR cuentan con gran aceptación y disponibilidad y seguirán siendo usados hasta que la caracterización genómica sea económicamente más accesible y técnicas, equipos y materiales estén más distribuidos por el globo. Cualquiera que sea la tecnología usada, la información genética generada sirve para proceder a conservar núcleos genéticos y asegurar poblaciones genéticamente saludables y diversas [21]. Esta diversidad genética es la fuente de la que proceden los alelos que permiten la adaptación de las razas locales y eventualmente el establecimiento de programas de selección y mejoramiento [15].

1.4. *Situación de los RRZZ en el Ecuador*

En el Ecuador el primer informe de los RRZZ data del año 2003, en este se hace una descripción inicial del estado de conservación de las razas criollas hasta esa fecha [22]. A partir de este informe los trabajos relacionados a RRZZ comenzaron a aparecer en el ámbito académico del país. Un levantamiento reciente de la situación de conservación de los RRZZ bovinos de América Latina encontró una grave deficiencia de datos sobre ganado criollo ecuatoriano en comparación con otros países de la región [23]. Es probable que este escenario no difiera en las otras especies de interés zootécnico, sin embargo, en el país si se ha trabajado en la caracterización de los RRZZ, las universidades locales han tomado la posta de caracterizar y conservar las variedades locales de animales domésticos para producción, sin un ente centralizado estatal efectivo.

El propósito de este trabajo fue reunir la información sobre caracterización de RRZZ en el Ecuador, a partir de la literatura científica disponible y describir las

tendencias que sigue esta área de las ciencias pecuarias, con el fin de mostrar un panorama general claro para los esfuerzos futuros de caracterización y conservación.

2. Metodología

- Inicialmente, la información sobre recursos zoogenéticos fue colectada a través de la búsqueda en plataformas web como Google Scholar, PubMed y Web of Science. Se usaron palabras clave y combinaciones de estas para la búsqueda, por ejemplo: Ecuador, ecuatoriano, ecuatorian, criollo, creole, animal genetic resources, recursos zoogenéticos, ganado, bovino, porcino, caprino, equino, asno, gallina, cattle, bovine, swine, equine, donkey, chicken, poultry.
- En segundo lugar, la información colectada fue ordenada y analizada en la herramienta Microsoft EXCEL del Office 2019. Durante este proceso, se clasificó las siguientes variables para análisis: Tipo de publicación (tesis, artículo en revista local, regional o internacional), especie, año, localización de la población de estudio y tipo de caracterización realizada (genética y fenotípica). Se excluyó toda publicación que siendo de animales criollos, no haga ninguna descripción fenotípica morfológica o genética, es decir, publicaciones sobre estado sanitario, constantes biológicas como biometría hemática y bioquímica sanguínea, sistemas de tenencia, variables de características productivas y reproductivas. Se excluyó todo documento cuya población de estudio, no incluya al menos un grupo de animales criollos, por ejemplo, animales de razas cosmopolitas naturalizadas recientemente al entorno local, a través de la revisión y análisis del contenido de cada documento. En cuanto a la localización, se asignó la provincia de pertenencia de la población animal de cada estudio, en el caso de encontrar poblaciones de más de dos provincias se asignó "Ecuador" como localización. Además, Se consideró la Institución educativa o centro de investigación del primer autor de la publicación o en algunos casos, aquella que tuviese más autores presentes por publicación. Esto permitió encontrar patrones en las instituciones que realizan trabajos sobre RRZZ ecuatorianos.

- Finalmente, se calculó las frecuencias absolutas y relativas de las variables indicadas anteriormente, de forma individual o en conjunto. También se realizaron gráficos para facilitar la presentación visual de los datos y análisis. La información compilada y ordenada de todas las publicaciones sobre RRZZ analizadas en esta investigación se encuentra en el Anexo 1.

3. Resultados y discusión

Hasta la fecha (2023) y según los criterios indicados, se han producido 128 documentos científicos sobre los RRZZ ecuatorianos (Tabla 1). La mayor cantidad de publicaciones (95 de 128) se han enfocado en caracterización fenotípica, treinta publicaciones se han enfocado en la caracterización genética y tan solo 3 publicaciones se han ocupado de caracterización genética y fenotípica al mismo tiempo. La mayor cantidad de publicaciones son tesis de grado y postgrado (51), en segundo lugar, las publicaciones internacionales (35), en tercer lugar, las publicaciones locales (20) y muy próximo las de carácter regional.

Es importante señalar que el mismo contenido generado en tesis fue usado para crear artículos científicos internacionales, regionales y locales, lo que supone en la práctica que cada investigación experimental puede generar más de una publicación con los mismos datos [24][25], pues en este trabajo se cuantificó la existencia del documento científico, independientemente de que sus datos hayan sido publicados en inicio como tesis y posteriormente como artículo revisado por pares. Por otro lado, la caracterización genética a través de perfiles de STR de una población, también puede generar más de una publicación por investigación experimental, puesto que los datos generados pueden usarse nuevamente para comparar con nuevas poblaciones o con información existente de poblaciones con las que no se haya comparado [26][27]. Con la metodología de este artículo solo se puede acceder de forma aproximada al impacto de la investigación en caracterización de los RRZZ a través de la cantidad de publicaciones y no del número de proyectos experimentales que fueron ejecutados.

Tabla 1: Resumen de la distribución de la producción científica de RRZZ en el Ecuador

CARACTERIZACIÓN	TIPO DE PUBLICACIÓN		ESPECIES		AÑO			PROVINCIA	
Caracterización fenotípica	95	Internacional	35	Aves	20	2007	1	Azuay	2
Caracterización Genética	30	Local	20	Bovino	44	2008	2	Bolívar	2
Caracterización fenotípica y Genética	3	Nacional	4	Caprino	9	2009	4	Cañar	2
		Regional	18	Cuy	6	2010	2	Carchi	3
		Tesis	51	Equino - Asno	3	2011	4	Chimborazo	14
				Equino - Caballo	12	2012	6	Cotopaxi	3
				Llama	1	2013	3	Ecuador	30
				Ovino	4	2014	7	El Oro	1
				Peces	2	2015	17	Esmeraldas	1
				Porcino	28	2016	12	Guayas	3
						2017	7	Loja	14
						2018	10	Los Ríos	6
						2019	19	Manabí	17
						2020	12	Morona Santiago	2
						2021	15	Napo	3
						2022	1	Pastaza	3
						2023	6	Pichincha	3
								Santa Elena	17
				Santo Domingo	2				
				Tungurahua	2				

Sobre las especies domésticas investigadas, la mayor cantidad de publicaciones son de la especie bovina (44), que representan el 34,11 % del total, después la especie porcina (28) siendo un 17,27 %. Una de las publicaciones fue contada dos veces, debido a que incluye información de bovinos y porcinos. Las aves representan el 15,50 % con 20 publicaciones, aunque solamente de gallinas, habiendo total ausencia de información sobre pavos, patos, gansos y codornices. En cuanto a equinos, la mayor cantidad de información fue para el ganado caballar (12) y existe poca información generada (3) sobre asnos. Cabe destacar que los rumiantes menores tienen bajo número de investigaciones, siendo 8 para caprinos y 4 para ovinos. Los mamíferos domesticados en Sudamérica tampoco poseen demasiada información, apenas 6 publicaciones sobre cuyes y una sobre camélidos sudamericanos. Finalmente, los recursos pesqueros tienen dos publicaciones (Figura 1).

El mayor porcentaje de publicaciones son acerca de ganado bovino y porcino, ambas especies representan el 55,82 % de todos los documentos científicos analizados en este estudio (Figura 1). Esto podría explicarse principalmente a la disponibilidad de poblaciones de estudio, pues según el Boletín Técnico “Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua” (ESPAC) para el año 2022 en el Ecuador, el ganado bovino contaba con 3, 9 millones de cabezas, representando el 69,3 % de todo el ganado en el país, seguido por los porcinos con 943 mil

cabezas, es decir, alrededor de un 17 % del total [28]. No hay evidencia que indique que esta alta frecuencia responda al impacto de estas especies para los pequeños productores, quienes son los usuarios más comunes de los recursos los RRZZ. Este enfoque derivado de la disponibilidad poblacional puede dejar desatendidas algunas especies como las aves de corral, los caprinos, los ovinos, los camélidos sudamericanos y los cuyes, que, aunque no representan un porcentaje grande de la población total de animales de granja del país, pueden ser significativos para pequeños y medianos productores. Por ejemplo, en 2010 un estudio encontró un cambio de tendencia en los países andinos (incluyendo al Ecuador) en cuanto a la preferencia de los productores en relación al ganado que crían, siendo el ganado ovino la única especie que incrementó en frecuencia mientras las otras disminuían[29], mientras en el presente levantamiento el ganado ovino representó apenas el 3,1 % de los documentos, el estudio mencionado indica que su importancia podría aumentar debido a su adaptabilidad en el contexto del cambio climático.

En cuanto a las aves de corral, hay una clara preferencia hacia las investigaciones en gallinas[30][31], pues en el presente levantamiento todas las otras especies de aves domésticas están ausentes. Esto podría deberse a que las gallinas representan la mayor población de aves en el Ecuador, siendo que la otras especies se crían con menor frecuencia [28][32]

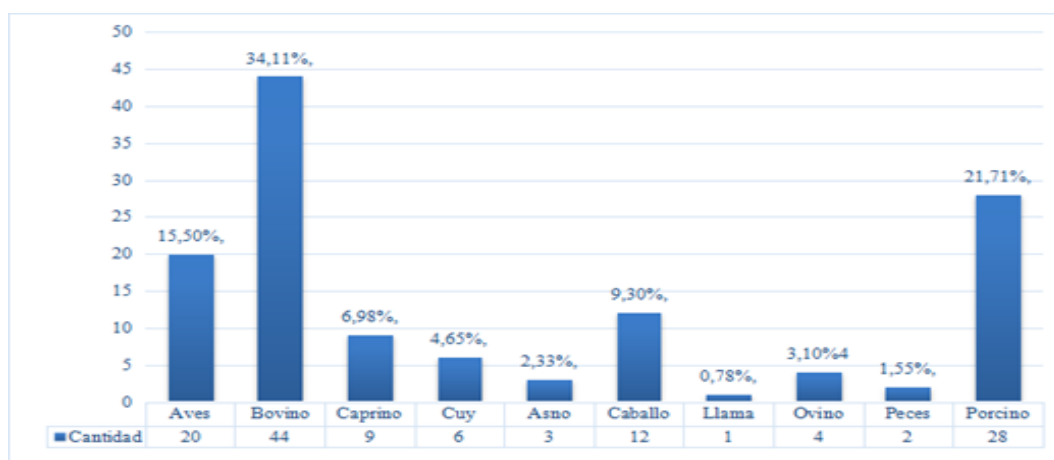


Figura 1: Número y porcentaje de publicaciones por especie sobre RRZZ del Ecuador. Existe una publicación que se cuenta dos veces por referirse a cerdos y bovinos.

En todas las especies el número de investigaciones enfocadas en caracterización genética a través de biología molecular es significativamente menor que la caracterización fenotípica, habiendo apenas un número notable en bovinos (12) y porcinos (7) (Figura 2). La caracterización fenotípica excede a la caracterización genética en número, por la facilidad para realizar estudios del primer tipo, pues los insumos son de bajo costo [16][33][34], en comparación con lo necesario para trabajar en genética, esto es, laboratorios especializados, insumos costosos y conocimientos de biología molecular [17][18].

El trabajo de investigación en caracterización molecular se sirve de la colaboración con centros de investigación extranjeros que tienen optimizados los procesos y los métodos de análisis. En la Figura 6, se muestra que las publicaciones en caracterización genética son mayoritarias en universidades extranjeras y minoritarias en universidades nacionales. Cabe destacar el papel que la Universidad de Córdoba – España ha tenido en la caracterización de los RRZZ de América Latina a través de red CONBIAND [19]. En el caso ecuatoriano, su apoyo es notorio en la

formación de personal capacitado en la conservación y caracterización de RRZZ y en la ayuda técnica para continuar produciendo información relevante.

En el Ecuador las capacidades técnicas y tecnológicas son suficientes para realizar investigaciones en biología molecular y genética de forma local. Por ejemplo, en 2015 se publicó una investigación que estandarizó el uso de marcadores STR en cóndor andino, debido al interés que suscitó en organizaciones de conservación y universidades privadas [35] El trabajo fue realizado en su totalidad por talento ecuatoriano y en el territorio nacional. Entonces, más allá de que no haya capacidad material o personal técnico capaz de realizar investigación molecular, necesaria para la caracterización genética, parece ser que la dependencia de universidades extranjeras reside en cuestiones de presupuesto y tiempo, pues es mucho más sencillo “tercerizar” el trabajo de laboratorio que enfrascarse en procesos de contratación pública para obtención de insumos que toman largo tiempo, además del tiempo para trabajo de laboratorio y las limitaciones presupuestarias.

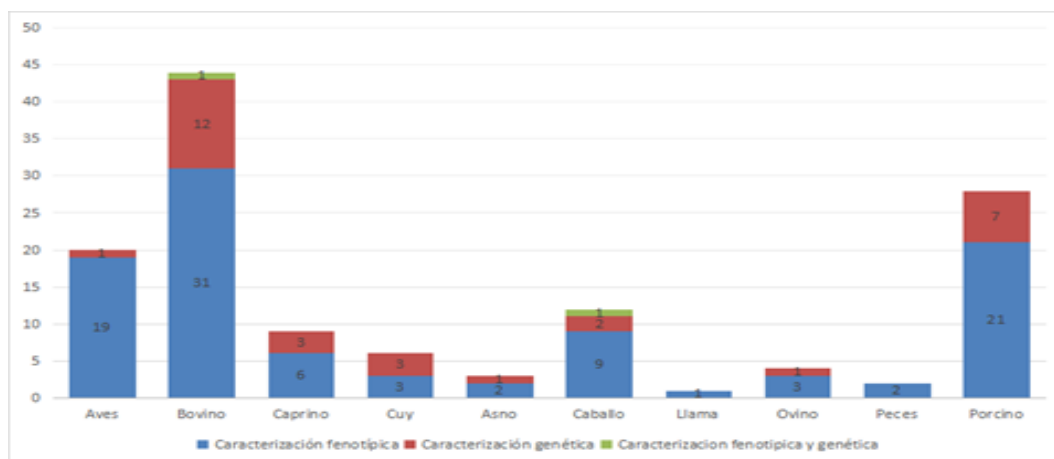


Figura 2: Investigaciones publicadas por especie y por tipo de caracterización

Según los datos recabados en este estudio, a partir de la década de los 2000 comienzan los estudios sobre caracterización fenotípica de los RRZZ (Figura 3). Los primeros trabajos fueron tesis de pregrado enfocadas en porcinos [36] y bovinos [37]. Este mismo año se publica un análisis de haplotipos en genoma mitocondrial en ganado bovino, que incluye bovinos criollos ecuatorianos [38]. A partir de aquí se marca un patrón interesante que será repetido en futuras investigaciones, la inclusión de muestras de ADN de RRZZ ecuatorianos en investigaciones transnacionales lideradas por una entidad extranjera [39] [40] [41] [42] [43] [44] (Figura 6).

En los siguientes años el número de investigaciones sobre caracterización morfológica y molecular fueron

incrementando (Figura 3), probablemente como una consecuencia de los becarios retornados del programa de becas del gobierno ecuatoriano, como las Becas de Convocatoria Abierta y las Becas a Universidades de Excelencia, entre 2012 y 2018 [45], pues los años de mayor producción científica en cuanto a RRZZ (2014 - 2021) coinciden con la época de retorno de los becarios.

Las investigaciones cuyas poblaciones de estudio proceden de tres o más provincias o cuya población fue designada como Ecuador, son las más frecuentes dentro del universo en estudio, con 30 investigaciones publicadas. En cuanto a las provincias, Santa Elena y Manabí presentan un mayor número de investigaciones, con 17 publicaciones.

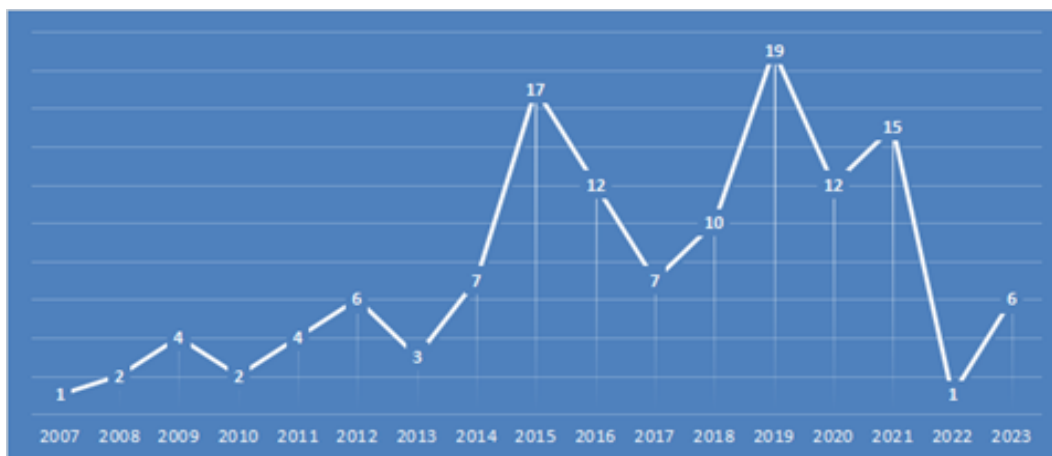


Figura 3: Cantidad de investigaciones de RRZZ ecuatorianos por año, desde el primer año con publicaciones (2007) hasta la actualidad (2023).

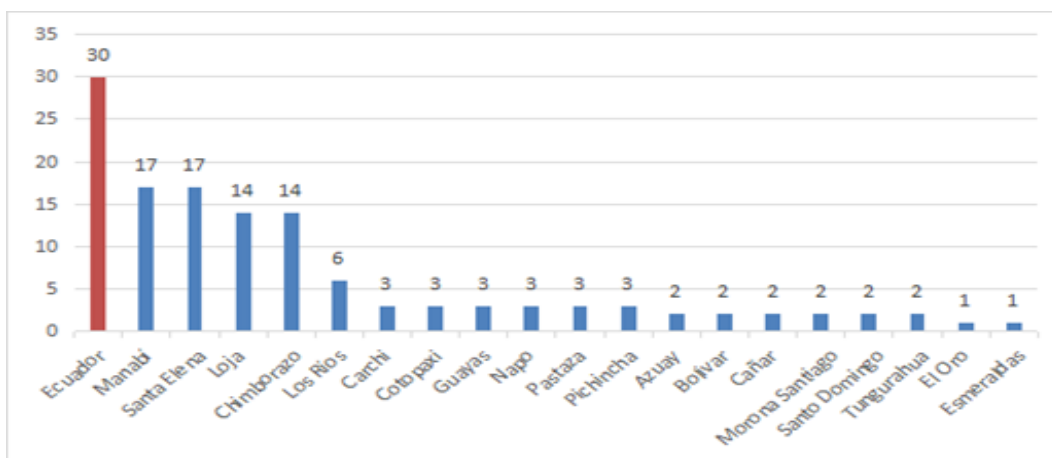


Figura 4: Número de investigaciones publicadas de RRZZ ecuatorianos según el origen de la población de estudio. Existen publicaciones que son contadas en dos categorías debido a que presentan poblaciones de dos provincias.

Chimborazo y Loja están en la siguiente posición con 14 publicaciones. El resto de las provincias presentar números bajos de investigaciones realizadas en ellas. No hay trabajos específicos de Imbabura, Sucumbíos, Orellana, Zamora Chinchipe y Galápagos, aunque sobre esta última existe información en dos publicaciones internacionales sobre el origen de cabras criollas latinoamericanas [43][41].

La frecuencia de aparición de provincias con poca población en este levantamiento se debe principalmente a la presencia de Universidades públicas que han tomado la posta en el proceso de caracterización de los RRZZ (Figura 5).

El centro de investigación principal de desarrollo de las investigaciones en RRZZ por documento científico es una variable difícil de establecer. La filiación del primer autor y la filiación más frecuente de cada artículo como filtro para asignar un centro investigativo a cada documento, puede llegar a subrepresentar

la presencia de algunos centros. Sin embargo, la tabulación de los datos siguiendo este método muestra algunas tendencias. La Universidad de Córdoba de España, aparece 21 veces como filiación del primer autor o como filiación más frecuente. Los centros de investigación nacionales que aparecen en seguida son: la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, La Universidad Estatal de la Península de Santa Elena, La Universidad Nacional de Loja y la Universidad Amazónica. Estos ocupan los primeros puestos nacionales y aparecen en más de la mitad de los documentos científicos sobre RRZZ ecuatorianos (75) (Figura 5) Las cinco primeras universidades nacionales que aparecen en este estudio se han encargado de realizar trabajos sobre RRZZ en su provincia de localización y en otras provincias cercanas. Las universidades de provincias con mayor tamaño e incluso con mayores recursos, han desatendido la investigación en RRZZ en sus propias áreas de influencia y/o en otros lugares.

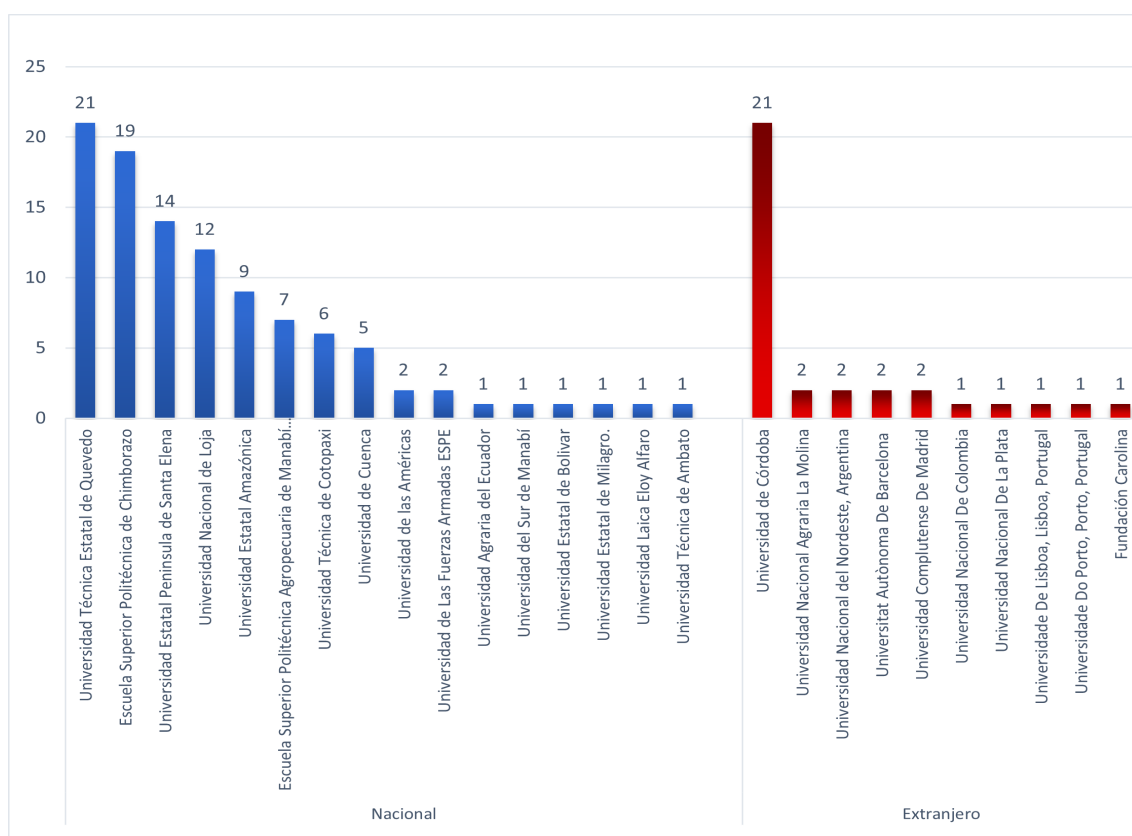


Figura 5: Publicaciones científicas sobre RRZZ ecuatorianos según el centro de investigación. Se cuenta la filiación del primer autor, en el caso que la mayoría de los autores pertenezcan a una misma institución diferente a la del primer autor, también es considerada.

Existe también una tendencia clara sobre el tipo de investigación que cada centro realiza (Figura 6). Los centros extranjeros parecen estar más enfocados hacia la investigación genético-molecular, mientras que los centros nacionales tienen una preferencia hacia la caracterización fenotípica o morfológica.

Es importante resaltar que la mayor parte de caracterización molecular se lleva a cabo a través de marcadores moleculares neutros conocidos como microsatélites o STR (single tandem repeat) los cuales han sido ampliamente utilizados desde la década de los 90, está es una de las razones que llevan a colaborar asiduamente con la red CONBIAND y la Universidad de Córdoba, pues tienen bases de datos de STR de razas criollas de toda Iberoamérica y de razas cosmopolitas, lo que permite realizar las

comparaciones poblacionales necesarias para cualquier caracterización genética. Esta es también la razón por la que otras instituciones que también han trabajado y manejado bases de datos de STR, aparecen en el listado de este levantamiento como son la Universidad Autónoma de Barcelona o la Universidad Complutense de Madrid (Figura 5).

Este desvío de las preferencias también se nota en el tipo de publicaciones en las cuales se presentan estas investigaciones. Las revistas internacionales, usualmente en lengua inglesa, presentan una tendencia a aceptar mayormente artículos sobre caracterización genética, mientras que las publicaciones de carácter local, regional o nacional publican principalmente investigaciones sobre caracterización fenotípica o morfológica (Figura 7).

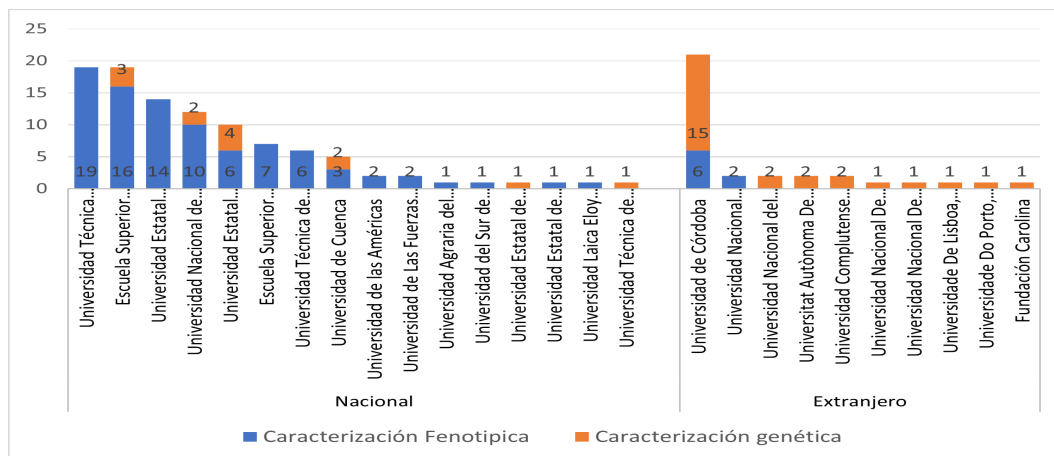


Figura 6: . Comparación del tipo de investigación (genética o fenotípica) por centro de investigación y segmentada en centros nacionales y extranjeros.

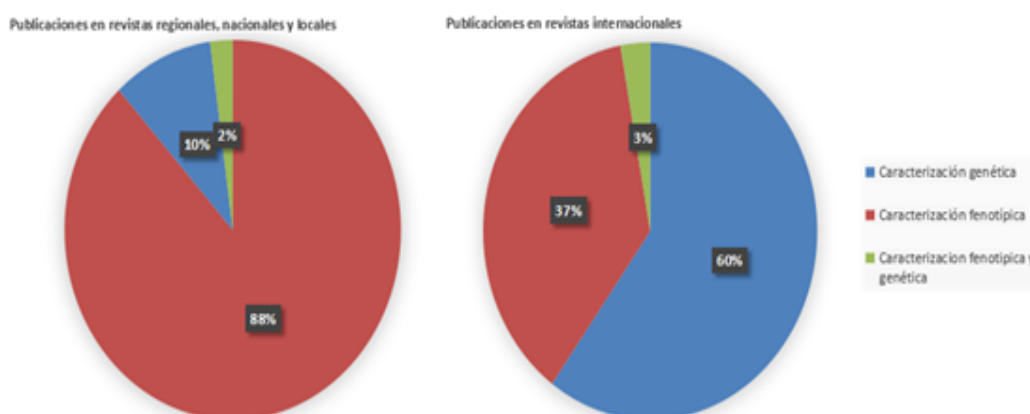


Figura 7: Comparación entre publicaciones en revistas internacionales y no internacionales, sobre el tipo de investigación en RRZZ que se publican.

4. Conclusiones

En el primer informe sobre los RRZZ del Ecuador ya se alerta sobre la pérdida de diversidad de las poblaciones autóctonas, debido al reemplazo paulatino de estas, por razas transfronterizas o cosmopolitas durante el siglo XX. Pues la idea de mejoramiento genético se limita a la exportación de germoplasma exógeno, limitando el desarrollo de los RRZZ adaptados a las condiciones ambientales diversas del territorio. Si bien la producción de estos animales seleccionados es superior a la de las razas criollas, sus requerimientos alimenticios, sanitarios y ambientales suelen ser más costosos y en muchos casos privativos para el poblador rural acostumbrado a la crianza de traspatio.

La importancia de los RRZZ y la necesidad de su conservación se ha hecho presente debido a los esfuerzos por parte de la comunidad académica en ausencia una labor central del Estado. Lo que por un lado ha dado cierta libertad de acción, también ha causado diferencias en la información disponible en especies como equinos, cuyes, camélidos y aves que no sean gallinas. Es imperativo que el manejo de los RRZZ se deba a una institución de investigación que reúna a la academia y al Estado, para atender las necesidades nacionales, similar a como el INIAP lo hace con los recursos fitogenéticos.

El aporte de las universidades públicas de provincias con poca población al estudio de RRZZ ha sido fundamental, a pesar de contar con presupuestos menores que las universidades de centros urbanos grandes. Sin embargo, la dependencia tecnológica que presenta el país en cuanto a caracterización genética es una falencia notable, que podría ser solventada a través de la cooperación de entidades públicas y privadas, y, a futuro establecer mejoras en áreas como: la actualización de los registros en el sistema DAD-IS de la FAO, establecimiento de centros de conservación de germoplasma criollo, investigación en genética cuantitativa aplicada al mejoramiento genético y en el desarrollo de estudios genómicos basados en tecnologías de secuenciación masiva.

5. Financiamiento

Los autores expresan que no ha sido necesario financiamiento para realizar esta obra de investigación.

6. Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

7. Referencias

- FRANTZ, Laurent A. F.; BRADLEY, Daniel G.; ORLANDO A LUDOVIC, Greger Larson. Animal domestication in the era of ancient genomics. *Nature Reviews Genetics* **21**, 449–460. ISSN 1471-0056. Disponible en: doi : 10.1038/s41576-020-0225-0 (2020).
- VAN ZANTEN, Hannah H.E.; HERRERO, Mario ; VAN HAL, Ollie; RÖÖS, Elin; MULLER, Adrian; GARNETT, Tara; GERBER, Pierre J.; Christian SCHADER, a Imke J.M. DE BOER. *Defining a land boundary for sustainable livestock consumption*, B.m.: Blackwell Publishing Ltd. 1. záfí. ISSN 13652486. Disponible en: doi : 10.1111/gcb.14321 (2018).
- BALTENWECK, Isabelle; Dolapo ENAHORO; Aymen FRIJA a Shirley TARAWALI. Why Is Production of Animal Source Foods Important for Economic Development in Africa and Asia? *Animal Frontiers* **10**, 22–29. ISSN 2160-6056. Disponible en: doi : 10.1093/af/vfaa036 (2020).
- BANDA, Liveness Jessica a Jonathan TANGANYIKA. Livestock provide more than food in smallholder production systems of developing countries. *Animal Frontiers* **11**, 7–14. ISSN 2160-6056. Disponible en: doi : 10.1093/af/vfab001.
- MOHAMMED, Jemal. The Role of Genetic Diversity to Enhance Ecosystem Service. *American Journal of Biological and Environmental Statistics* **5**, 46. ISSN 2471-9765. Disponible en: doi : 10.11648/j.ajbes.20190503.13 (2019).
- KIM, Sung Woo; John F LESS; Li WANG; Tianhai YAN; Viswanath KIRON; Sadasivam J KAUSHIK a Xin Gen LEI. Annual Review of Animal Biosciences Meeting Global Feed Protein Demand: Challenge, Opportunity, and Strategy. *Annu. Rev. Anim. Biosci* **7**, 221-243.

- Disponible en: doi : 10 . 1146 / annurev - animal-030117 (2019).
7. UNITED NATIONS. *The 2030 Agenda and the Sustainable Development Goals An opportunity for Latin America and the Caribbean Goals, Targets and Global Indicators*. Disponible en: www.issuu.com/publicacionescepal/stacks (2018).
 8. CONDORI, Genaro. CLASIFICACIÓN DEL RECURSO ZOOGENÉTICO LLAMA (*Lama glama* Linnaeus) RESPECTO A LA APTITUD PRODUCTIVA DE FIBRA O CARNE EN EL ALTIPLANO XEROFÍTICO Y MESOFÍTICO DE BOLIVIA. *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales* **6**, 57–69 [vid. 2023-12-03]. ISSN 2409-1618. Disponible en: http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2409-16182019000100009&lng=es&nrm=iso&tlng=es (2019).
 9. FAO. *GLOBAL PLAN OF ACTION FOR ANIMAL GENETIC RESOURCES and the INTERLAKEN DECLARATION* (2007).
 10. ZEDER, Melinda A. THE DOMESTICATION OF ANIMALS. *JOURNAL OF ANTHROPOLOGICAL RESEARCH. (Formerly Southwestern Journal of Anthropology)* **68**. Disponible en: <http://www.journals.uchicago.edu/t-and-c> (2012).
 11. CASSANDRO, Martino. Animal breeding and climate change, mitigation and adaptation. *Journal of Animal Breeding and Genetics* **137**, 121–122. ISSN 0931-2668. Disponible en: doi: 10.1111/jbg.12469 (2020).
 12. KOMPAN, Drago. *THE IMPORTANCE OF ANIMAL GENETIC RESOURCES: GLOBAL, REGIONAL AND NATIONAL PERSPECTIVE* (2012).
 13. GIL, Ángel Vázquez a Guillermo E GUEVARA-VIERA. La genética molecular en la conservación de los recursos zoogenéticos. *Revista de Producción Animal* **33**, [vid. 2023-12-09]. Disponible en: <https://revistas.reduc.edu.cu/index.php/rpa/article/view/e3878> (2021).
 14. FAO. *The second report on the state of the world's animal genetic resources for food and agriculture*, [vid. 2023-09-23]. Disponible en: <https://www.fao.org/documents/card/en/c/fea3da3d-d6ed-4a27-8f58-2d83222b29d9> (2015).
 15. GIBSON, John. Livestock Genetic Resources: Preserving Genetic Adaptations for Future Use. In: Julius Herman Josef VAN DER WERF, Hans-Ulrich GRASER, Richard FRANKHAM a Cedric GONDRO, ed. *Adaptation and Fitness in Animal Populations*, Armidale, NSW Australia: Springer Science+Business Media B.V. 229-232. ISBN 9789290437123 (2009).
 16. FAO. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations. *Phenotypic characterization of animal genetic resources*, ISBN 9789251071991 (2012).
 17. AJMONE-MARSAN, P, P. J BOETTCHER, L COLLI, C GINJA, j KANTANEN a J.A LENSTRA. *Genomic characterization of animal genetic resources- Practical guide*. Rome: FAO Animal Production and Health. Disponible en: doi:10.4060/cc3079en (2023).
 18. FAO. ANIMAL PRODUCTION AND HEALTH GUIDELINES. *Molecular genetic characterization of animal genetic resources*, [vid. 2023-09-19]. ISSN 1810-0708. Disponible en: <https://www.fao.org/3/i2413e/i2413e.pdf> (2011).
 19. MARTÍNEZ MARTÍNEZ, A, V LANDI PERIATI, C BARBA CAPOTE, E BONILLA, Ja CARRIL GONZÁLEZ-BARROS, FJ FORERO VIZCAÍNO, R GALÍNDEZ, M GÓMEZ, Ma DOMÍNGUEZ MARTÍNEZ, Y MÉNDEZ TUR, B PEINADO RAMÓN, E PÉREZ PINEDA, Ap PONCE, A PONS, Á POTO REMACHA, Ma REVIDATTI, A SIERRA VASQUEZ, P SPONENBERG, JL VEGA-PLA, JV DELGADO BERMEJO, Alberto MAS FERRER a San SALVADOR. CONBIAND Network: Following the genetic contributions of the Iberian pigs in the American Creole breeds using microsatellites. In: E, J DE PEDRO a A,B CABEZAS, ed. *7th International Symposium on the Mediterranean*

- Pig, 89-92. Zaragoza: Zaragoza: CIHEAM Options Méditerranéennes: Série A. Séminaires Méditerranéens, n. Disponible en: <http://rosenberglab.bioinformatics.med.umich.edu/distruct.html> (2018).
20. JORDANA, J., A. FERRANDO, J. MIRÓ, F. GOYACHE, A. LOARCA, O. R. MARTÍNEZ LÓPEZ, J. L. CANELÓN, A. STEMMER, L. AGUIRRE, M. A.C. LARA, L. A. ÁLVAREZ, S. LLAMBÍ, N. GÓMEZ, L. T. GAMA, M. F. NÓVOA, R. D. MARTÍNEZ, E. PÉREZ, A. SIERRA, M. A. CONTRERAS, A. M. GUASTELLA, D. MARLETTA, G. ARSENOS, I. CURIK, V. LANDI, A. MARTÍNEZ a J. V. DELGADO. Genetic relationships among American donkey populations: Insights into the process of colonization. *Journal of Animal Breeding and Genetics* **133**, 155-164. ISSN 14390388. Disponible en: doi : 10.1111/jbg.12180 (2016).
 21. FAO. *IN VIVO CONSERVATION OF ANIMAL GENETIC RESOURCES*. (2013).
 22. HARO OÑATE, Rubén. Quito, Ecuador: Ministerio de Agricultura y Ganadería, Subsecretaría de Fomento Agroproductivo, Dirección para la Implementación del Desarrollo Agropecuario, Agroforestal y Agroindustrial. *I Informe sobre recursos zoogeneticos Ecuador*. (2003).
 23. PARRA CORTES, Rosa Ines, Germán MARTÍNEZ CORREAL a Marino VALDERRAMA-RODAMENDELSON. Situación actual y perspectivas de la ganadería de bovinos criollos en América Latina. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal* **29**, 79-90. ISSN 1022-1301. Disponible en: doi : 10.53588/alpa.293401 (2021).
 24. TOALOMBO, Paula Alexandra. CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA, PRODUCTIVA Y GENÉTICA DE LA GALLINA CRIOLLA DEL ECUADOR. *Cordoba*, Universidad de Córdoba. Disponible en: <https://www.uco.es/ucopress/index.php/es/ucopress@uco.es> (2019).
 25. TOALOMBO, P A, C A CAMACHO, R BUENAÑO, S JIMÉNEZ, F J NAVAS-GONZÁLEZ, V LANDI a DELGADO J V. Efecto socioeconómico sobre las características fanerópticas de gallinas autóctonas de Ecuador. *Arch. Zootec* **68**, 416-421. (2019).
 26. AGUIRRE RIOFRIO, L., G. APOLO, L. CHALCO a A. MARTÍNEZ. Caracterización genética de la población bovina criolla de la Región Sur del Ecuador y su relación genética con otras razas bovinas. *Animal Genetic Resources/Ressources génétiques animales/Recursos genéticos animales* **54**, 93-101. ISSN 2078-6336. Disponible en: doi : 10.1017/S2078633613000313 (2014).
 27. DELGADO BERMEJO, Juan Vicente, Cecilio José BARBA CAPOTE, Edgar Lenin AGUIRRE RIOFRÍO, Ronald CABEZAS CONGO, Orly Fernando CEVALLOS FALQUEZ, Lauden Geobakg RIZZO ZAMORA, Julio Cesar VARGAS BURGOS, Francisco Javier NAVAS GONZÁLEZ, Luz Ángela ÁLVAREZ FRANCO, Consorcio BIOBOVIS a Amparo MARTÍNEZ MARTÍNEZ. Molecular inference in the colonization of cattle in Ecuador. *Research in Veterinary Science* **132**, 357-368. ISSN 15322661. Disponible en: doi : 10.1016/j.rvsc.2020.07.011 (2020).
 28. INEC. Boletín técnico: Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua. (ESPAC) (2023).
 29. SEO, S. Niggol, Bruce A. MCCARL a Robert MENDELSON. From beef cattle to sheep under global warming? An analysis of adaptation by livestock species choice in South America. *Ecological Economics* **69**, 2486-2494. ISSN 09218009. Disponible en: doi : 10.1016/j.ecolecon.2010.07.025 (2010).
 30. TOALOMBO VARGAS, Paula Alexandra, Francisco Javier NAVAS GONZÁLEZ, Vincenzo LANDI, José Manuel LEÓN JURADO a Juan Vicente DELGADO BERMEJO. Sexual dimorphism and breed characterization of creole hens through biometric canonical discriminant analysis across ecuadorian agroecological areas. *Animals* **10**, ISSN 20762615. Disponible en: doi : 10.3390/ani10010032 (2020).

31. ANDRADE-YUCAILLA, V, L ISUIZA, A RAMÍREZ, VIAMONTE M I, SÁNCHEZ J, ANDRADE-YUCAILLA S, TOALOMBO P a VARGAS-BURGOS J C. DESCRIPCIÓN FENOTÍPICA DE LA GALLINA (*Gallus domesticus*) DE TRASPATIO DEL PUEBLO ORIGINARIO KICHWA DE SARAYAKU EN LA AMAZONIA ECUATORIANA PHENOTYPICAL DESCRIPTION OF BACKYARD HENS (*Gallus domesticus*) OF THE ORIGINAL PEOPLE KICHWA OF SARAYAKU IN ECUADORIAN AMAZONIA. *Actas Iberoamericanas en Conservación Animal AICA*. **10**, 263-269. (2017).
32. SÁNCHEZ, Ana María, Tatiana VAYAS, Fernando MAYORGA a FREIRE CAROLINA. Sector Avícola Ecuador. *Universidad Técnica de Ambato*, [vid. 2023-10-28]. Disponible en: <https://obest.uta.edu.ec/wp-content/uploads/2020/09/Sector-avicola-Ecuador.pdf> (2019).
33. TIBADUIZA CASTAÑEDA, Leidy Patricia, Hugo Rodolfo JIMÉNEZ SABOGAL, Luisa Alejandra RUGELES BARANDICA, Dubert Yamil CAÑAR SERNA, Carolina GONZÁLEZ ALMARIO, Steffany AZCÁRATE RODRIGUEZ, Carlos MANRIQUE PERDOMO, Henry Alberto GRAJALES LOMBANA, Carlos Edmundo LUCERO CASANOVA, Luis TELO DA GAMA, Oscar CORTES GARDYN, Andreia de Jesus AMARAL GOMES BARBOSA FONSECA a Maria Antonia REVIDATTI. Recursos zoogenéticos: Conservación, caracterización y gestión de su biodiversidad. *B.m.: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Agrosavia)*, ISBN 9789587405033. Disponible en: doi : 10.21930/agrosavia.analisis.7405033 (2021).
34. SOLÍS-LUCAS, L.A., M.R. LANARI a M.I. OYARZABAL. Caracterización fenotípica de la población caprina de la provincia de Santa Elena, Ecuador. *Archivos de Zootecnia* **69**, 22–29. ISSN 1885-4494. Disponible en: doi : 10.21071/az.v69i265.5035 (2020).
35. PAZ-Y-MIÑO, C., J. NAVARRETE, M.E. SÁNCHEZ, A. GAVIRIA, P.E. LEONE, A. CABRERA-ANDRADE, A. LÓPEZ-CORTÉS a G. BURGOS. Development of a multiplex system for identifying individuals of Andean Condor (*Vultur gryphus*). *Forensic Science International: Genetics Supplement Series* **5**, e228-e230. ISSN 18751768. Disponible en: doi : 10.1016/j.fsigs.2015.09.091 (2015).
36. RIVERA ESCOBAR. JUAN CARLOS. CARACTERIZACIÓN Y SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE LOS CERDOS CRIOLLOS DEL CANTÓN CHAMBO. *Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.*, Riobamba-Ecuador (2007).
37. ALVEAR, Franklin Benjamin. VALORACIÓN BIOTIPOLOGICA Y CARACTERIZACIÓN ZOOMETRICA DEL GRUPO GENETICO AUTOCTONO BOVINO PIZAN. *Riobamba - Ecuador. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo*. (2008).
38. LIRÓN, J P, D M POSIK, M D MACNEIL, V A MIROL, A ROGBERG-MUÑOZ, A MARTÍNEZ-MARTÍNEZ, S MACIEL, C R TERÁN-POLO, P PERAL-GARCÍA a O HANOTTE. Origen histórico y afinidad filogeográfica de los bovinos criollos americanos a través del estudio del ADN mitocondrial. *IX Simposio Iberoamericano sobre Conservación y Utilización de Recursos Zoogenéticos. Mar del Plata. Buenos Aires. Argentina.*, 10-12. (2008).
39. CORTÉS, O., S. DUNNER, L. T. GAMA, A. M. MARTÍNEZ, J. V. DELGADO, C. GINJA, L. M. JIMÉNEZ, J. JORDANA, C. LUIS, M. M. OOM, D. P. SPONENBERG, P. ZARAGOZA, J. L. VEGA-PLA, Lenin AGUIRRE RIOFRÍO, Lenin AGUIRRE RIOFRÍO, Claudia BRANDARIZ, Juan CALDERÓN, Javier CAÑÓN FERRERAS, María ROSA COSTA, José RIBAMAR MARQUES, Carlos DOMINGUEZ SANCHEZ, Sarah FARMAN, Ainhoa FERRANDO, Mayra GÓMEZ CARPIO, Vincenzo LANDI, Inmaculada MARTÍN-BURRRIEL, Clemetina RODELLAR, Fernando MÚJICA, Lorena NÚÑEZ, M. CECILIA a Fabiana Tavares Pires DE SOUZA SERENO. The legacy of Columbus in American horse populations assessed by

- microsatellite markers. *Journal of Animal Breeding and Genetics* **134**, 340-350. ISSN 14390388. Disponible en: doi:10.1111/jbg.12255 (2017).
40. MARTÍNEZ, Amparo M., Luis T. GAMA, Javier CAÑÓN, Catarina GINJA, Juan V. DELGADO, Susana DUNNER, Vincenzo LANDI, Inmaculada MARTÍN-BURRIEL, M. Cecilia T. PENEDO, Clementina RODELLAR, Jose Luis VEGA-PLA, Atzel ACOSTA, Luz A. ÁLVAREZ, Esperanza CAMACHO, Oscar CORTÉS, Jose R. MARQUES, Roberto MARTÍNEZ, Ruben D. MARTÍNEZ, Lilia MELUCCI, Guillermo MARTÍNEZ-VELÁZQUEZ, Jaime E. MUÑOZ, Alicia POSTIGLIONI, Jorge QUIROZ, Philip SPONENBERG, Odalys UFFO, Axel VILLALOBOS, Delsito ZAMBRANO a Pilar ZARAGOZA. Genetic Footprints of Iberian Cattle in America 500 Years after the Arrival of Columbus. *PLoS ONE* **7**, ISSN 19326203. Disponible en: doi:10.1371/journal.pone.0049066 (2012).
 41. SEVANE, N., O. CORTÉS, L. T. GAMA, A. MARTÍNEZ, P. ZARAGOZA, M. AMILLS, D. O. BEDOTTI, C. BRUNO DE SOUSA, J. CAÑÓN, S. DUNNER, C. GINJA, M. R. LANARI, V. LANDI, P. SPONENBERG a J. V. DELGADO. Dissection of ancestral genetic contributions to Creole goat populations. *Animal* **12**, 2017-2026. ISSN 1751732X. Disponible en: doi:10.1017/S1751731117003627 (2018).
 42. GAMA, L. T., A. M. MARTINEZ, C. GINJA, J. CAÑÓN, I. MARTIN-BURRIEL, M. A. REVIDATTI, M. N. RIBEIRO, J. JORDANA, O. CORTES, N. SEVANE, V. LANDI a J. V. DELGADO. Genetic Diversity and Structure of Iberoamerican Livestock Breeds. In: Antonio FREITAS-DUARTE a Luís LOPES DA COSTA, ed. *Advances in Animal Health, Medicine and Production* **40**, Cham: Springer International Publishing. 52-68. Disponible en: doi:10.1007/978-3-030-61981-7_3 (2020).
 43. GINJA, C., L. T. GAMA, A. MARTÍNEZ, N. SEVANE, I. MARTIN-BURRIEL, M. R. LANARI, M. A. REVIDATTI, J. A. ARANGUREN-MÉNDEZ, D. O. BEDOTTI, M. N. RIBEIRO, P. SPONENBERG, E. L. AGUIRRE, L. A. ALVAREZ-FRANCO, M. P.C. MENEZES, E. CHACÓN, A. GALARZA, N. GÓMEZ-URVIOLA, O. R. MARTÍNEZ-LÓPEZ, E. C. PIMENTA-FILHO, L. L. DA ROCHA, A. STEMMER, V. LANDI a J. V. DELGADO-BERMEJO. Genetic diversity and patterns of population structure in Creole goats from the Americas. *Animal Genetics* **48**, 315-329. ISSN 13652052. Disponible en: doi:10.1111/age.12529 (2017).
 44. DELGADO, J. V., A. M. MARTÍNEZ, A. ACOSTA, L. A. ÁLVAREZ, E. ARMSTRONG, E. CAMACHO, J. CAÑÓN, O. CORTÉS, S. DUNNER, V. LANDI, J. R. MARQUES, I. MARTÍN-BURRIEL, O. R. MARTÍNEZ, R. D. MARTÍNEZ, L. MELUCCI, J. E. MUÑOZ, M. C.T. PENEDO, A. POSTIGLIONI, J. QUIRÔZ, C. RODELLAR, P. SPONENBERG, O. UFFO, R. ULLOA-ARVIZU, J. L. VEGA-PLA, A. VILLALOBOS, D. ZAMBRANO, P. ZARAGOZA, L. T. GAMA a C. GINJA. Genetic characterization of Latin-American Creole cattle using microsatellite markers. *Animal Genetics* **43**, 2-10. ISSN 02689146. Disponible en: doi:10.1111/j.1365-2052.2011.02207.x (2012).
 45. CAICEDO, Melba Zoraida. SITUACIÓN ACTUAL DE LOS BENEFICIARIOS DE BECAS Y CRÉDITOS EDUCATIVOS OTORGADOS POR EL GOBIERNO ECUATORIANO. *Quito. Ecuador, Universidad de las Américas*. (2018).



Artículo de **libre acceso** bajo los términos de una **Licencia Creative Commons Reconocimiento – NoComercial – CompartirIgual 4.0 Internacional**. Se permite que otros remezclen, adapten y construyan a partir de su obra sin fines comerciales, siempre y cuando se otorgue la oportuna autoría y además licencien sus nuevas creaciones bajo los mismos términos.