

Caracterización de la diversidad citogenética de *Physalis peruviana* L. (aguaymanto) en dos ecotipos

Characterization of the cytogenetic diversity of *Physalis peruviana* L. (aguaymanto) in two ecotypes

Olga L. Cjuno H.¹, Elena E. Madera T.¹, M. Lourdes Rosas A.¹, Luz M. Zegarra P.¹, Concepción Mariaca V.¹

¹Escuela profesional de Biología, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco. Cusco, Perú.

RESUMEN

Physalis peruviana L. (*aguaymanto*), es una solanácea, herbácea perenne, de crecimiento rápido, se distribuye desde los 1500 a 3000m de altitud, se desarrolla entre 15-20°C, característico por su gran importancia nutricional y terapéutica (anticancerígeno, antipirético e inmunomodulador) de crecimiento rápido, en terrenos bien o mal drenados con escasa demanda de nitrógeno. En el estudio se caracterizó el cariotipo de dos ecotipos de *Physalis peruviana* L, uno proveniente del gemoplasma de K'ayra (Cusco) y semillas del ecotipo Huayocari (Urubamba), las semillas en estudio alcanzaron entre 18 y 21 días de rizogénesis, a partir de las cuales se realizaron, pretratamiento, hidrólisis y coloración de meristemas. Se determinó niveles de ploidía de $2n=24$ para el ecotipo K'ayra y $2n=36$ para el ecotipo Huayocari, la dotación cromosómica metacéntrica fue agrupada en 3 grupos: Grupo A: pares 1,2,4,5,y 7, Grupo B: pares 3,6,8,9, y 10, Grupo C: pares 11 y 12, de acuerdo a la clasificación de Levan, 1964. Los ecotipos exhibieron variación citogenética, lo que se atribuiría al proceso evolutivo de la especie.

PALABRAS CLAVE: Cromosomas, ploidía, cariotipo, ecotipo.

ABSTRACT

Physalis peruviana L (aguaymanto) is a solanaceous, herbaceous perennial, fast growing, distributed from 1500 to 3000m altitude, develops between 15-20°C, characterized by its great nutritional and therapeutic importance (anticancerígeno, antipyretic and immunomodulatory), fast growing, in well or poorly drained soils with low nitrogen demand. The study characterized the karyotype of two ecotypes of *Physalis peruviana* L, one from the gemoplasma of K'ayra (Cusco) and seeds of ecotype Huayocari (Urubamba), the seeds under study reached between 18 and 21 days of rhizogenesis, from which were performed, pretreatment, hydrolysis and staining of meristems. Ploidy levels of $2n=24$ for the K'ayra ecotype and $2n=36$ for the Huayocari ecotype were determined, the metacentric chromosomal endowment was grouped in 3 groups as follows: Group A: pairs 1,2,4,5, and 7, Group B: pairs 3,6,8,9, and 10, Group C: pairs 11 and 12, according to the classification of Levan, 1964. The ecotypes exhibited cytogenetic variation, which could be attributed to the evolutionary process of the species.

KEY WORDS: Chromosomes, ploidy, karyotype, ecotype.

INTRODUCCIÓN

Physalis peruviana L., es una solanácea, posee diferentes nombres comunes, dependiendo de la región: capulí, aguaymanto, awaymanto, bolsa de amor, cereza del Perú, tomatillo, uchuva, etc., es una planta herbácea, los frutos contienen 100-200 semillas amarillas, de 1,25-2,5mm de diámetro (Repo & Enzina, 2008), inicialmente en forma herbácea, a partir del segundo año forma un arbusto perenne y semileñoso y sus hojas son simples, alternas, acorazonadas y pubescentes con un tamaño entre 5 y 15 cm de largo y 4 a 10 cm de ancho (Fischer, 2000). Sin tutorado la planta puede llegar hasta una altura de 1,0 a 1,5 m, ramificándose en forma simpodial y, en muchos casos, forma cuatro ramas reproductivas principales, mientras tutorado puede alcanzar hasta 2 m o más de altura, presenta un hábito de crecimiento indeterminado, por lo cual el desarrollo de nuevas ramas, hojas y flores ocurre simultáneamente. (Fischer et al., 2014). Posee gran importancia nutricional y terapéutica, crece normalmente normalmente apoyada en otras plantas y ese hábito es en el cultivo algo problemático, por lo tanto, no puede ser planta libre, sino requiere apoyo. La especie crece tanto en terrenos bien, como mal drenados y tiene demandas de nitrógeno bajas (Repo & Encina, 2008).

En el Perú se cultiva comercialmente en Cajamarca, Cusco, Huancayo, La Libertad,

Ancash, Ayacucho, Arequipa, etc. más que todo para abastecer un mercado interno, y en algunas localidades para fruta fresca y procesar productos con miras a la exportación. (Peláez, 2016). Para el Cusco no existe documentación detallada de las variaciones citogenéticas en los ecotipos, que permitan determinar la diversidad genética de la especie.

A nivel citogenético las plantas de *Physalis peruviana* son variables, lo cual se atribuye al proceso evolutivo en el que se encuentra la especie por ser relativamente nueva en su domesticación. Menzel, 1951 encontró 24 y 48 cromosomas en una revisión de 25 especies del género *Physalis* y concluyó que 12 es el número básico para el género *Physalis*, siendo los materiales con 48 cromosomas tetraploides. Otros autores hacen referencia a la variabilidad, por ejemplo, Bracamonte *et al.*, 1997 en su estudio reportan una dotación cromosómica $2n = 16$ para *P. peruviana* que se distribuye y comercializa en Perú. Bala y Gupta, 2011, reportan citotipos poliploides intraespecíficos diploides, tetraploides y octaploides, de la India y otras partes del mundo y además, citotipos hexaploides que solamente se encuentran en la India. Lagos, 2006 reporta 24, 32, 36, 48, 52 y 54 cromosomas, además mixoploidías. Rodríguez y Bueno, 2006, mencionan un material silvestre con 24 cromosomas y, los ecotipos: Colombia $2n = 32$ y Kenia $2n = 48$. (Rodríguez & Bueno, 2006).

En esta investigación se determinó la variación citogenética existente en dos ecotipos de *Physalis peruviana* L (aguaymanto) el ecotipo: K'ayra-Cusco y Huayocari-Urubamba. Desde el punto de vista citogenético se desconoce si otros ecotipos silvestres diferentes y cultivados en nuestro país presenten o no variaciones cromosómicas numéricas o estructurales, de ahí la importancia de evaluar la riqueza intraespecífica que permitirían diseñar programas de mejoramiento.

METODOLOGIA

La investigación es de corte experimental descriptivo y relacional se utilizó la siguiente metodología:

Muestreo y obtención de semillas de *Physalis peruviana* L.

Se realizó muestreo de semillas a partir de frutos secos de *Physalis peruviana* L, del ecotipo Huayocari, Huayllabamba-Urubamba, durante los meses de Junio-Agosto del 2015. Las semillas del Ecotipo K'ayra fueron proporcionadas del Germoplasma, CICA – Granja K'ayra, UNSAAC, de fecha de cosecha julio 2014.

Obtención de raíces meristemáticas de *Physalis peruviana* L.

Según Talledo et al., (Valladolid et al., 2004) con modificaciones para la investigación.

Previo al análisis citogenético, las semillas de ambos ecotipos, se sometieron a procesos de escarificación durante la noche a 4°C, inmediatamente después de la recolección y obtención.

Luego se procedió a la rizogénesis *in vitro*, en placa de Petri con papel absorbente del diámetro de la placa en doble capa,

Se colocaron 30 semillas por placa y se añadió 5ml de agua.

Se taparon las placas y se mantuvieron a 18-20°C aprox., durante 18-21 días, hasta observar raíces meristemáticas de 0.5cm de longitud.

Tratamiento radicular: Según (Rodríguez & Bueno, 2006)

A las raíces de 0.5cm de longitud se le sometió a pre tratamiento con 8-hidroxiqúeolona 0.002M durante 8 horas.

Luego se fijaron las raíces en Carnoy por 24 horas, se lavaron con agua destilada.

Y se sometieron a hidrólisis ácida con HCl 5N durante 10 minutos.

Luego se lavó con agua destilada.

Coloración: Según Rondon et al., 2013, (Técnica de Tjio & Levan)

Se colocaron varias raíces meristemáticas tratadas, en colorante de orceína acética clorhídrica al 2%, en luna de reloj, se flameó en un mechero hasta que el colorante emita vapores, enseguida es colocado sobre la mesa hasta que enfríe totalmente, se repitió el proceso dos veces más, en la última vez se dejó reposar por 20 minutos. La raíz coloreada se colocó en un portaobjetos con una gota de Orceína acética clorhídrica al 2%. y se realizó el corte del ápice a 1 - 2 milímetros.

Se cubrió con un cubreobjetos, luego realizar golpeteos con un lápiz de punta y se procedió al "Squash", colocando dobleces de papel filtro o absorbente entre el dedo pulgar y la preparación, presionar fuertemente en plano perpendicular de tal manera que las células queden en un solo plano.

Determinación del número cromosómico y cariotipos.

En cada ecotipo estudiado se seleccionaron metafases de buena calidad y dispersión, para identificar la morfología de los cromosomas, siguiendo las normas propuestas por Levan et al. 1964, citadas en (Rodríguez & Bueno, 2006)

Se registraron las mejores metafases con cámara Olympus SP 320, adaptada a un microscopio Olympus CX31.

Posteriormente se elaboraron los cariotipos para cada ecotipo..

RESULTADOS

Obtencion de raices meristematicas de physalis peruviana l.

La rizogénesis en las semillas de los dos ecotipos se pudo establecer que entre los 18-21 días, habiéndose obtenido raíces de 0.5cm, con una tasa de germinación de 50-60%.

Determinacion del numero cromosomico y cariotipos

De cada ecotipo estudiado se seleccionaron metafases de buena calidad y dispersión, para identificar la morfología de los cromosomas, siguiendo las metodología propuesta por Levan et al. 1964, citadas en Rodriguez & Bueno, 2006. Y se registraron con una cámara fotográfica Olympus SP 320, adaptada a un microscopio Olympus CX31 y analizada en Photoshop CS5.

Caracterizacion citogenetica

Se analizaron 120 placas metafásicas para *Physalis pevuviana*, de ambos ecotipos de donde se determinó. De las 120 placas metafásicas contadas 90.8% corresponden a un conteo de 24 cromosomas, para el ecotipo K'ayra. Y de las 120 placas metafásicas contadas 92.5% corresponden a un conteo de 36 cromosomas, para el ecotipo Huayocari. (Tablas 1 y 2). El estudio citogenético se inició desde el periodo de división (metafase), lo que permitió la identificación del número de cromosomas, también se determinó el índice mitótico, para el ecotipo K'ayra fue de 2.3% y de 3% para el Ecotipo Huayocari, que sirvió de referencia para la elaboración del cariotipo correspondiente.

Tabla 1.

Numero de cromosomas de *Physalis peruviana*, Ecotipo K'ayra, en conteo de 120 placas metafásicas seleccionadas al azar.

N° de cromosomas por metafase	N° de cromosomas en placas metafásicas	
	cantidad	%
22	4	3.3
23	2	1.7
24	109	90.8
25	1	0.8
26	4	3.3
Total	120	100.0

Tabla 2.

Numero de cromosomas de *Physalis peruviana*, Ecotipo Huayocari, en conteo de 120 placas metafásicas seleccionadas al azar

N° de cromosomas por metafase	N° de cromosomas en placas metafásicas	
	cantidad	%
32	3	2.5
34	2	1.7
36	111	92.5
38	3	2.5
40	1	0.8
Total	120	100.0

Análisis comparativo de la composición cromosómica de Physalis peruviana L., en los ecotipos k'ayra y huayocari.

Se determinó como característica general de ambos ecotipos una composición de tres grupos cromosómicos formado por cromosomas: Grupo A, B y C, según nomenclatura de Levan et al. 1964, así se tiene el siguiente análisis:

Ecotipo k'ayra

El Ecotipo K'ayra exhibió una dotación cromosómica de 12 pares de cromosomas ($2n=24$), figura 1 y 2, clasificándose en los siguientes grupos, con los siguientes pares cromosómicos:

Grupo A: Metacéntricos son: 1,2, 4, 5 y 7

Grupo B: Submetacéntricos: 3, 6, 8, 9,10

Grupo C: Acrocéntricos: 11 y 12

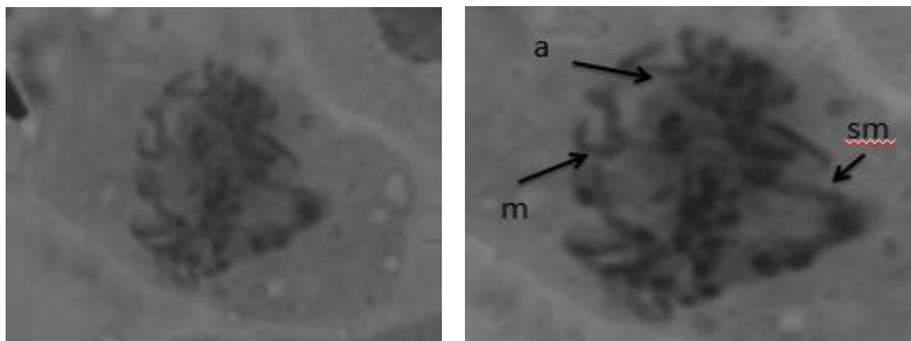


Figura 1. Observaciones microscópicas a 1000x, para el ecotipo K'ayra

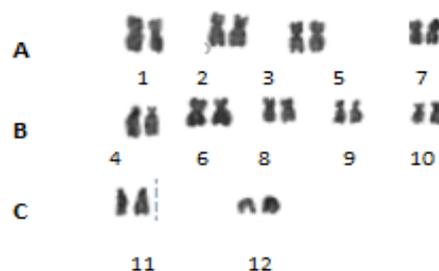


Figura 2. Cariotipo para el ecotipo K'ayra ($2n=24$)

Estos resultados coinciden los resultados realizados por Rodríguez & Bueno, 2006, para el ecotipo silvestre de *Physalis peruviana* L, con $2n=24$, el ecotipo Colombia $2n = 32$ y el ecotipo Kenia $2n = 48$, lo que se correlaciona con el ecotipo estudiado proveniente del germoplasma de K'ayra, ya que las semillas provenientes del germoplasma son semillas silvestres. Por otro lado Liberato et al., 2014 reporta *Physalis peruviana* con $2n=24$ para algunos genotipos provenientes de Polonia.

Ecotipo huayocari

El Ecotipo Huayocari exhibió una dotación cromosómica de 36 cromosomas ($2n+n=36$) en aneuploidia, figuras 3 y 4, distribuidos en los siguientes grupos, con los siguientes pares cromosómicos:

Grupo A: Los pares metacéntricos son: 1, 2, 4, 5, y 7

Grupo B: Submetacéntricos: 3, 6, 8, 9,10

Grupo C: Acrocéntricos: 11 y12

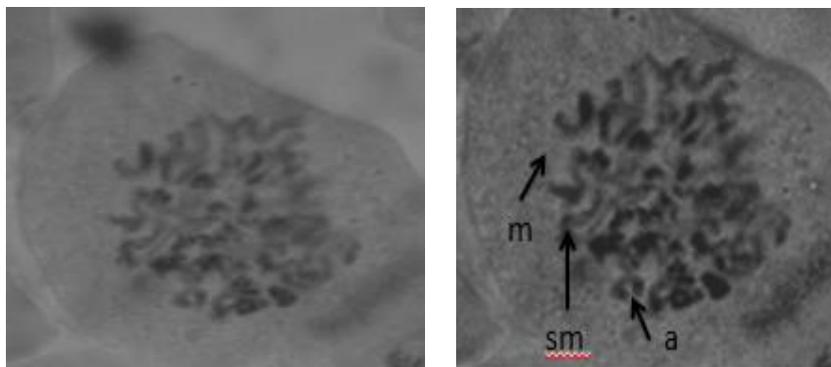


Figura 3. Observaciones microscópicas a 1000x, para el ecotipo Huayocari

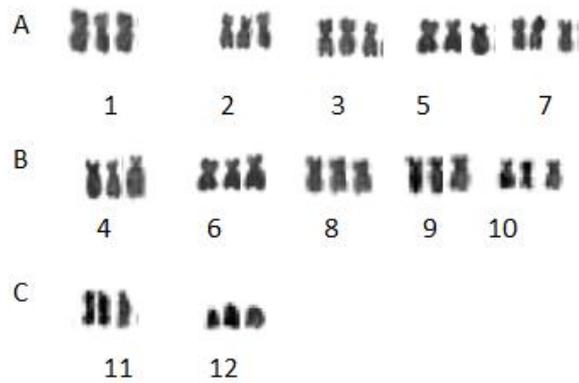


Figura 4. Cariotipo para el ecotipo Huayocari ($2n=36$)

El ecotipo Huayocari, presenta una dotación de 36 cromosomas, que no coincide con los reportados en ninguno de los trabajos, sin embargo, Menzel, 1951 encontró 24 y 48 cromosomas en una revisión de 25 especies del género *Physalis* y concluyó que 12 es el número básico para el género *Physalis*, siendo los materiales con 48 cromosomas tetraploides. Otros autores hacen referencia a la variabilidad, por ejemplo, Bracamonte *et al.*, 1997 en su estudio reportan una dotación cromosómica $2n = 16$ para *P. peruviana* o “capulí de la costa” que se distribuye y comercializa en Perú. Bala y Gupta, 2011 reportan citotipos poliploides intraespecíficos diploides, tetraploides y octaploides, de la India y otras partes del mundo. (Rodríguez & Bueno, 2006)

Este hecho se entiende en que el ecotipo Huayocari, comprende semillas cultivables a diferencia del ecotipo K’ayra que proviene de un germoplasma.

Por otra parte Fischer *et al.*, 2014 expresa que *Physalis peruviana* L, presenta pocas variedades y más bien genotipos, que se han seleccionado en los diferentes países y que se adaptan también a los diferentes climas de las regiones específicas (ecotipos). Esto básicamente está relacionado con el color del fruto y las características fenológicas de la planta, así también Mendoza & Rodríguez, 2012 correlacionan la influencia de la altitud en la cantidad y calidad de frutos que fueron cultivados a 2300 y 2690m de altitud, en menor altitud se incrementa el valor de beta caroteno y un incremento de alfa-caroteno y beta criptoxantina. La altitud no tuvo influencia en el contenido de vitamina C, ni en el contenido de los ácidos estudiados. A mayores altitudes se demostró una disminución en la producción de frutos.

Liberato *et al.*, 2014, por citometría de flujo detectó variación en el contenido de ADN nuclear en *Physalis peruviana* con 2.33 pg en el genotipo $2n=24$ y entre 5.77 y 8.12 pg para los genotipos $2n=48$.

CONCLUSIONES

Physalis peruviana L. (aguaymanto), presenta diversidad citogenética en los ecotipos K'ayra y Huayocari, según el nivel de ploidía de *Physalis peruviana* L. (aguaymanto) realizados para dos ecotipos K'ayra $2n = 24$ y Huayocari $2n = 36$. En *Physalis peruviana* L. del ecotipo K'ayra presenta una dotación cromosómica de $2n = 24$ cromosomas de tipos morfológicos: metacéntrico, sub metacéntrico y acrocéntrico, agrupados por pares cromosómicos, en Grupo A: pares 1,2,4,5,y 7, Grupo B: pares 3,6,8,9, y 10, Grupo C: pares 11 y 12, mientras que para el ecotipo Huayocari, presenta una dotación cromosómica de $2n = 36$ cromosomas, agrupados por pares cromosómicos en Grupo A: pares 1,2,4,5,y 7, Grupo B: pares 3,6,8,9, y 10, Grupo C: pares 11 y 12.

Autor corresponsal:

Olga Libia Cjuno Huanca, ORCID 0000-0002-6419-5834

Correo electrónico: olga.cjuno@unsaac.edu.pe

Teléfono celular: 942876099

REFERENCIAS

- Fischer, G., Almanza-Merchán, P. J., & Miranda, D. (2014). Importancia y cultivo de la uchuva (*Physalis peruviana* L.). *Revista Brasileira de Fruticultura*, 36(1), 01-15. <https://doi.org/10.1590/0100-2945-441/13>
- Liberato, S., Sánchez-Betancourt, E., Cárdenas, J. H. A., González, C., & Núñez, V. (2014). Citogenética de genotipos de uchuva, *Physalis peruviana* L., y *Physalis floridana* Rydb., con respuesta diferencial a *Fusarium oxysporum*. *Ciencia & Tecnología Agropecuaria*, 15(1), 51-61. https://doi.org/10.21930/rcta.vol15_num1_art:396
- Mendoza, H., & Rodríguez, A. (2012). Caracterización físico química de la uchuva (*physalis peruviana*) en la región de Silvia Cauca. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial: BSAA*, 10(2), 188-196.
- Peláez, F. M. I. (2016). Control Biológico del *Meloidogyne* incognita en Aguaymanto (*Physalis peruviana* L) por Bacterias promotoras de crecimiento y Hongos. Tesis para optar título de Biólogo. Universidad Nacional Agraria La Molina, 128.

Repo, R., & Encina, C. R. (2008). Determinación de la capacidad antioxidante y compuestos bioactivos de frutas nativas peruanas. *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 74(2), 108-124.

Rodriguez, N., & Bueno, M. (2006). Estudio de la diversidad citogenética de *Physalis peruviana* L. (Solanaceae) | *Acta Biológica Colombiana*. *Acta Biológica Colombiana*. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/actabiol/article/view/63322>

Rondon, H. R., Cardenal, L. R., & Pacheco, J. P. (2013). Cariotipo de *Espeletiopsis muiska*. *Revista MVZ Córdoba*, 18(3 (septiembre-diciembre)), 3868-3876.

Valladolid, A., Blas, R., & Gonzáles, R. (2004). Introducción al recuento de cromosomas. *CIP*, 5.