

## Acerca de la presencia de beta-carbolinas en tejidos biológicos de los hallazgos arqueológicos sudamericanos

Giorgio Samorini  
mayo 2015

**Resumen** – Se presentan consideraciones de naturaleza bioquímica que evidencian la pluralidad de los factores exógenos y endógenos que pueden justificar la presencia de beta-carbolinas en los tejidos humanos, con específica referencia a los casos de encuentro de estos compuestos en los hallazgos arqueológicos sudamericanos. Con este asunto, se pretende desmontar la tesis de Ogalde e coll. (2009) del antiguo uso de ayahuasca (*Banisteriopsis caapi*) en la Valle de Azapa (Chile septentrional); tesis basada sobre el hallazgo de harmina en el pelo de dos momias encontradas en esta valle.

Desde hace más de un siglo, las excavaciones arqueológicas del área andina y regiones circundantes están llevando a la luz parafernalia y documentos iconográficos atribuibles al “complejo inhalatorio” sudamericano. La principal fuente vegetal de estos polvos por inhalación fue la semilla de *Anadenanthera colubrina* (*cebil*), aún empleada como embriagante entre varias etnias sudamericanas (Altschul, 1972). Esto fue confirmado por análisis químicos realizados sobre material vegetal que se ha conservado en dos equipos de inhalación de una tumba de San Pedro de Atacama (Chile), fechada al 780 d.C., y en los cuales se encontraron N,N-dimetiltriptamina (DMT), 5-metóxi-triptamina (5-MeO-DMT) y bufotenina, que son los principios activos presentes en las semillas de *cebil*. La presencia de bufotenina es un fuerte indicio del uso como inhalatorio de las semillas de este género de plantas (Torres et al., 1991). Restos de semillas de *Anadenanthera* se encontraron también en un equipo por inhalación del sitio de Cusi Cusi, en la Puna de Jujuy de la Argentina, fechado al IX siglo a.C. (Torres & Repke, 2006: 33) y internamente a un tubo inhalatorio del sitio Alero I La Matanza, acerca de Cui-Cui, siempre en el Jujuy argentino y fechado al 1000 d.C. (Pochettino et al., 1999). Aún, restos de *Anadenanthera* se encontraron en el interior de dos pipas del sitio de Inca Cueva de la Puna de Jujuy y fechadas al 2000 a.C. Además del ser la documentación más antigua hasta la fecha de presencia antrópica de esta planta, este último dato testimonia la práctica de inhalación de vapores de las semillas alucinógenas. Análisis químicos evidenciaron la presencia de alcaloides triptamínicos (Fernández Distel, 1980).

Siguiendo los estudios arqueométricos dirigidos a la individuación de compuestos psicoactivos en contextos arqueológicos de la región andina y áreas circundantes, en el 2009 Ogalde y coll. publicaron los resultados de una investigación bioarqueológica realizada sobre los cabellos de varias momias encontradas en sitios de la Valle de Azapa, en el extremo norte del Chile. Todas las momias analizadas pertenecían al Periodo Medio Tiwanaku, y algunas eran acompañadas por uno o más equipos de inhalación. Los análisis del pelo han sido realizados a través de la cromatografía gaseosa y la espectrometría de masa por la búsqueda de 5-metóxi-triptamina (5-MeO-DMT) y harmina, siendo esto último un alcaloide beta-carbólico presente en la liana *Banisteriopsis caapi* (Spruce ex Griseb.) Morton, familia de las Malpighiaceas (Bernauer, 1964). Esta planta es una de las dos fuentes vegetales necesarias por la preparación del brebaje alucinógeno *ayahuasca* de la Amazonia (Rivier & Lindgren, 1972).

Todas las muestras analizadas resultaron negativas por el 5-MeO-DMT, y solamente dos momias

resultaron positivas por la harmina: un niño de un año de edad de sexo desconocido (AZ141, Tumba 30), y un hombre adulto (AZ141, Tumba 33), ambos asociados a equipos inhalatorios. A partir de estos resultados Ogalde y coll. llegaron a deducciones, de las cuales algunas son cuestionables. Acerca de la ausencia de 5-MeO-DMT, mientras que en un primer momento llegaron a la conclusión excesivamente perentoria que “los equipos por inhalación usados en la Valle de Azapa no fueron asociados al consumo de *Anadenanthera*” (Ogalde et al., 2009: 469), en una segunda comunicación (Ogalde et al., 2010) expusieron una conclusión más cautelosa, levantando correctamente la duda si los alcaloides triptamínicos puedan efectivamente fijarse en los cabellos de quien lo ingieren; un dato por el cual no tenemos conocimientos, faltando hasta la fecha – por cuanto conocemos – de específicos análisis sobre individuos modernos consumidores de estos alcaloides. Y efectivamente, conocemos otra investigación bioarqueológica con resultados negativos por el DMT, además de harmina, harmalina y tetra-idroharmina, realizada sobre los cabellos de 31 individuos procedentes de los sitios del Chile septentrional de Topater y Chiu-Chiu 273 y fechados al Periodo Formativo (Castro et al., 2003).

En lo que se refiere al hallazgo de harmina, Ogalde y coll. (2009: 471) llegaron a la conclusión que su presencia es una indicación cierta de consumo de la liana de *Banisteriopsis*, siendo esta la sola fuente vegetal de Sur America que produce este alcaloide, y que su empleo en el Valle de Azapa demostraría una extensa red comercial con importación de esta planta desde las lejanas áreas de la Amazonia.

Tomando el pretexto de este hallazgo de harmina, expongo en seguida los datos bioquímicos y farmacológicos que evidencian la no unicidad de la asociación harmina-*Banisteriopsis* en los hallazgos arqueológicos sudamericanos, y como la presencia de esta beta-carbolina en los tejidos biológicos antiguos y modernos puede ser justificada por diferentes factores exógenos y endógenos.

Antes todos es el caso de puntualizar sobre una consideración de carácter corológico: una red comercial a larga distancia entre las antiguas poblaciones de la Valle de Azapa y la selva amazónica sería sorprendente, si bien quizás no imposible. Sin embargo, no hay necesidad de mirar a las áreas de presencia de la liana de *B. caapi* en la Amazonia, a más de 800 km de distancia desde la Valle de Azapa, siendo que el área de difusión natural de esta planta alcanza al sur del altiplano boliviano (Gates, 1982: 117), a “solamente” 250-300 km de distancia de este valle chileno.

En segundo lugar, la liana de *Banisteriopsis* no es la única fuente vegetal de harmina en Sur America. Desde hace tiempo se conoce que diferentes especies de *Passiflora*, de la familia de las Pasifloraceas, producen alcaloides beta-carbolinas, incluida la harmina. Por citar un ejemplo fechado, en 1966 Ambhül encontró harmina, harmolo y harman en las hojas de *P. caerulea* L., especie originaria del Brasil, Paraguay y Argentina (por una reseña de los estudios bioquímicos del siglo XX sobre el genero *Passiflora* ver Festi & Samorini, 1999). Más recientemente, Abourhashed et al. (2003) realizaron un estudio sobre un grueso numero de especies de *Passiflora*, y 53 de estas resultaron contener alcaloides beta-carbolinas, siendo la harmina el compuesto más abundante. De estas especies, 25 son originarias de Sur America, y varias de ellas son originarias del Perú y de la Argentina, como *P. caerulea* L., *P. edulis* Sims, *P. laurifolia* L., *P. tucumanensis* Hook, *P. phoenicea* Lindley, *P. rubra* L., *P. tenuifolia* Killip (siguiendo las corologías propuesta por el estudio monográfico del genero de Ulmer & MacDougal, 2004).

Una planta adicional sudamericana que produce harmina es el *Tribulus terrestris* L., de la familia de las Zygophyllaceas. Es una de las especies de esta familia más difundida en el mundo, que se presenta en las regiones templadas de Asia, Africa, America Central y Meridional, Australia y Europa meridional. En Sur America está presente, entre otros, en el Chile septentrional (Muñoz Pizarro, 1959: 202) y en el Perú. En esta última nación, popularmente llamada *abrojo*, *anocar cchapi* y *estrella-casha*, es empleada en la medicina tradicional como diurético (Soukup, 1970: 407). Las partes aéreas producen diferentes beta-carbolinas, entre las cuales harmina, harmano y harmolo (cfr. por ej. Borkowski & Lutomski, 1960; por una reseña ver Festi & Samorini, 1997).

La harmina, junto con otras beta-carbolinas simples, se encuentra también en las nueces disecadas de *Anacardium occidentale* L. (familia de las Anacardiaceas), el común anacardo originario de las

regiones nord-occidentales del Brasil (Tsuchiya et al., 1999).

Sin embargo existe otra planta que produce harmina más cercana al área geográfica y a la cronología asociadas a las momias estudiadas por Ogalde y coll.: *Oxalis tuberosa* Molina, de la familia de las Oxalidaceas, un conocido cultígeno de las regiones andinas, llamado popularmente *oca*, *apilla*, *cuiba*, cuyos tubérculos, ricos en carbohidratos y proteínas, representan desde hace mucho tiempo una importante fuente alimenticia para las poblaciones andinas. Crece a las altitudes de los 2500-4000 m. y no produce semillas, sino es reproducida por propagación de sus tubérculos. Estos, de diferentes colores según la variedad de horticultura, son cocidos frescos, pero más frecuentemente son previamente sujetos a un proceso de deshidratación, como en el caso de los preparados de *cabi* y *caya* (Hodge, 1951). La ausencia de producción de semillas es indicio de una grande antigüedad de su cultivo a través de la propagación, y estudios genéticos efectivamente evidenciaron como esta especie ha sido creada antiguamente por el hombre después de cultivo y selección de especies silvestres de *Oxalis* (Emshwiller & Doyle, 2002).

Las raíces de esta planta exudan un compuesto que Bais y coll. (2002) determinaron como una mezcla de harmina y harmalina. Estudios de laboratorio evidenciaron como la planta produce estos alcaloides que tienen propiedades antimicrobicas como defensa desde la rhizoesfera circundante las raíces y el tubérculo de la planta, y como esta actividad sea regulada por la irradiación UV de la luz diurna (Bais et al., 2003). Aunque el equipo de Bais haya en seguida retractado los resultados de su publicación del 2002, por aparentes motivaciones de irregularidad de protocolo (Bais et al., 2010), otros estudiosos confirmaron la presencia de harmina y harmalina en las partes radicales de *O. tuberosa*, y también internamente a su tubérculo – que es la parte usada como alimento – evidenciando como estos compuestos, además de ser dotados de propiedades antimicrobicas, podrían desarrollar una defensa natural de la planta frente el más común insecto dañino de este cultígeno, el *gorgojo de la oca*, *Aristidius tuberculatus* Voss (Bocanegra et al., 2005).

Siendo un antiguo cultígeno de las poblaciones andinas, restos de esta planta se encuentran en los hallazgos arqueológicos, aunque raramente, por causa de su bajo potencial de conservación.

Entre los hallazgos más antiguos, cito la presencia de semillas de *O. tuberosa* a partir del Formativo Arcaico en los sitios antrópicos de la región del lago Titicaca, en Bolivia (Bruno, 2014), y huellas de almidón de *O. tuberosa* encontradas en cuatros sitios de la Puna meridional de la Argentina, con fechas comprendidas entre el 2500 y el 1200 a.C. En estos últimos hallazgos, encontrados entre los residuos de molienda, no ha sido posible evaluar si se trataba de la especie ya totalmente domesticada o en estado avanzado de selección. Se entendió que los tubérculos habían sido deshidratados antes de la molienda, como sucede hoy en día en la preparación del *cabi* y del *caya* a partir de los tubérculos frescos (Babot, 2011).

Se conocen hallazgos arqueológicos relativos a *O. tuberosa* también por la región septentrional de Chile, en un área cercana a la de las momias estudiadas por Ogalde y coll. Como en varios sitios del Formativo Arcaico (Temprano) del área de Tulán, en el sur-est de la Cuenca de Atacama, correspondientes a las fases Tarajne y Tilocalar, con fechas del 1500-400 a.C. (Nuñez et al., 2009). Además, en un coprólite pre-incaico del Valle Lluta se encontró almidón de *O. tuberosa* (Vinton, 1997), así como en coprólites del periodo incaico del Desierto de Atacama (Vinton et al., 2009). Pero el dato probablemente más decisivo concierne la presencia de *O. tuberosa* propio en la Valle de Azapa durante el Periodo Medio, que corresponde a la fase de ocupación Tiwanaku, entonces a la misma fase cronológica de las momias estudiadas por Ogalde y coll. Este cultígeno, junto a la quinoa y al ají, fue probablemente traído a este valle del Pacífico por la misma cultura Tiwanaku (Muñoz Ovalle, 2008: 58).

Es cierto que la planta de *O. tuberosa* no parece crecer fácilmente bajo los 2500 m de altitud, pero su comprobada presencia en los dichos hallazgos arqueológicos a las altitudes inferiores del Valle de Azapa (500 m.) y de la Cuenca de Atacama, puede ser justificada a través de aquella red de intercambios comerciales entre la cordillera y la pre-cordillera ya evidenciada por Nuñez et al. (2009:

69).

*O. tuberosa* parece encontrarse también en la iconografía de varios hallazgos arqueológicos peruanos (Vargas, 1962), y la imagen de la planta entera habría sido identificada en un *keru* inca precedente de Cuzco (Vargas, 1981, fig. 7).

Estos datos confirman la presencia de una fuente alimenticia que contiene harmina en el mismo contexto cronológico y geográfico de las dos momias de la Valle de Azapa en cuyo pelo se encontró harmina. Presupuesto que tal presencia haya sido causada por la introducción en el cuerpo de algún vegetal, es entonces presumible que haya sido responsable de esto *O. tuberosa*, más bien que la lejana liana de *Banisteriopsis*.

Sin embargo, hay que observar que la presencia de harmina en los tejidos biológicos puede ser causada por otras fuentes alimenticias que no conciernen directamente los vegetales. Es un dato adquirido desde hace tiempo que en diferentes comidas cocidas a alta temperaturas se forman beta-carbolinas simples – entre las cuales harmano y norharmano – y tetrahidro-beta-carbolinas. Carne y pez frito o cocidos a la parrilla contienen las concentraciones más altas de estos compuestos (por una reseña ver Pfau & Skog, 2004), los cuales son presentes también en la comida ahumada (Papavergou & Herraiz, 2003) y en el humo de tabaco (Poindexter & Carpenter, 1962).

Manteniendo la observación a las solas fuentes en las cuales se presenta la harmina, también en los brebajes alcohólicos se forman alcaloides beta-carbolinas y tetra-hidro-beta-carbolinas, por unas específicas reacciones bioquímicas que tienen lugar en el curso de los procesos de fermentación, así como durante el almacenamiento de estos brebajes. La harmina, junto con harmalina y harmano, se forman en el vino de uva, en las cervezas de cereales y en otros fermentados por la concurrente presencia de L-triptófano y formaldeído, que reaccionan entre ellos a través de la reacción de condensación Pictet-Spengler. (Agüí et al., 2007). Quien escribe no ha individuado eventuales estudios realizados sobre las beta-carbolinas presentes en los varios brebajes fermentados alcohólicos sudamericanos, cuales la *chicha* de maíz, la *chicha de molle*, el *cauim*, etc., pero la probabilidad que también estos brebajes, que tienen orígenes antiguos (por la *chicha de molle* ver Goldstein & Coleman, 2004), puedan contener harmina, harmano y harmalina, es bastante elevada, averiguada la difusa presencia de formaldeído en los brebajes alcohólicos (Jendral et al., 2011).

Existe una posibilidad más por la presencia de harmina en los tejidos biológicos, que no involucra necesariamente la introducción exógena de este compuesto, es decir a través de la metabolización en el cuerpo humano de otras beta-carbolinas, cuales harmalina y harmano. Estudios realizados sobre animales de laboratorios demostraron que el 13% del harmano absorbido por el cuerpo se transforma en harmina a través de procesos enzimáticos hepáticos (Guan et al., 2001), mientras que la harmalina se transforma en parte en harmina a través de un proceso de dihidroxigenación oxidativa (Zhao et al., 2012). Es entonces probable que también en el hombre harmalina y harmano introducidas en el cuerpo a través plantas, comidas, humo de tabaco y brebajes alcohólicos, sean en parte metabolizadas en harmina, la cual puede entonces fijarse en los tejidos queratínicos de los cabellos.

Con todo esto creo de haber demostrado como la presencia de harmina en los tejidos biológicos pueda ser causado por un conjunto de factores, exógenos como endógenos, y no ser una exclusiva indicación de asunción de plantas del género *Banisteriopsis*. Si se podrían desarrollar análisis sobre los cabellos por la búsqueda de beta-carbolinas – incluida la harmina – en diferentes tipologías de hombres modernos, desde los fumadores a los bebedores de alcohol, a los consumidores de comidas fritas o cocinadas a la parrilla – estudios que serían deseables y que aquí se sugieren – podrían presentarse resultados sorprendentes. Ogalde y coll., en su investigación sobre los cabellos de las momias chilenas, emplearon como datos de control muestras de cabellos de tres individuos modernos, entre los cuales una adolescente de 12 años y su madre de 45 años de edad. También estas últimas resultaron positivas a la harmina, un hecho que ha sido explicado con el empleo, por parte de ambas, del mismo colorante por cabellos que contenía harmina.

## Bibliografía

- Abourashed E.A., J. Vanderplank & I.A. Khan, 2003, High-Speed Extraction and HPLC Fingerprinting of Medicinal Plants. II. Application to Harman Alkaloids of Genus *Passiflora*, *Pharm.Biol.*, 41(2): 100-6.
- Agüí L. et al., 2007, Determination of beta-carboline alkaloids in foods and beverages by high-performance liquid chromatography with electrochemical detection at a glassy carbon electrode modified with carbon nanotubes, *Anal.Chim.Acta*, 585: 323-330.
- Altschul S.R., 1972, *The genus Anadenanthera in Amerindian cultures*, Botanical Museum Harvard University, Cambridge.
- Ambühl H., 1966, *Anatomische und chemische Untersuchungen an Passiflora coerulea L. und Passiflora incarnata L.*, Dissertation ETH Zurich Nr 3830.
- Babot M.P., 2011, Cazadores-Recolectores de los Andes Centro-Sur y procesamiento vegetal. Una discusión desde la Puna Meridional Argentina (ca. 7000-3200 años A.P.), *Chungara*, 43, N. Especial, :413-432.
- Bais H.P. Et al., 2002, Exudation of fluorescent beta-carbolines from *Oxalis tuberosa* L. roots, *Phytochem.*, 61: 529-543.
- Bais H.P. et al., 2003, Root specific elicitation and exudation of fluorescent beta-carbolines in transformed root cultures of *Oxalis tuberosa*, *Plant Physiol.Biochem.*, 41: 345-353.
- Bais H.P. et al., 2010, Retraction notice to: Exudation of fluorescent beta-carbolines from *Oxalis tuberosa* L. roots, *Phytochem.*, 71: 123.
- Bernauer K., 1964, Notiz über die Isolierung von Harmin und (+)-1,2,3,4-Tetrahydro-harmin aus einer indianischen Schnupfdroge, *Helv.Chim.Acta*, 47: 1075-7.
- Bocanegra C. et. al., 2005, Evaluación de alcaloides radicales fluorescentes de la oca (*Oxalis tuberosa* Mol) y su posible acción en el gorgojo de la oca (*Aristidius tuberculatus* Voss), Paper presented at the *III Congreso Internacional de Científicos Peruanos*, 27-30 agosto 2005, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima.
- Bruno M.C., 2014, Beyond Raised Fields: Exploring Farming Practices and Processes of Agricultural Change in the Ancient Lake Titicaca Basin of the Andes, *Am.Anthrop.*, 116(1): 130-145.
- Borkowski B. & J. Lutomski, 1960, Chromatographic examination of the alkaloid fraction from the herb and seeds of *Tribulus terrestris*, *Biul.Inst.Roslin Lecznicych*, 6: 220-7.
- Castro M.M. et al., 2003, Hallucinogenic compounds identification in Ancient human hair, in: N. Lynnerup et al. (Eds.), *Mummies in a New Millennium, Proceedings of the 4th World Congress on Mummy Studies*, Greenland National Museum & Archives and Danish Polar Center, Copenhagen, pp. 75-78.
- Emshwiller E. & J.J. Doyle, 2002, Origins of Domestication and Polyploidy in oca (*Oxalis tuberosa*, Oxalidaceae). 2. Chloroplast-Expressed Glutamine Synthetase Data, *Am.J.Bot.*, 89: 1042-56.
- Fernández Distel A., Hallazgo de pipas en complejos Precerámicos del Borde de la Puna Jujeña (Republica Argentina) y el empleo de alucinógenos por parte de las mismas culturas, *Est.Arqueol.*, 5: 55-75.
- Festi F. & G. Samorini, 1997, *Tribulus terrestris* L (caltrop), *Eleusis*, 7: 24-32.
- Festi F. & G. Samorini, 1999, The genus *Passiflora*, *Eleusis*, n.s., 2: 70-81.
- Gates B., 1982, *Banisteriopsis, Diplopterys (Malpighiaceae)*, Flora Neotropica Monograph N. 30, New York Botanical Garden, New York.
- Goldstein J.D. & R.C. Coleman, 2004, *Schinus molle* L. (Anacardiaceae) *chicha* Production in the Central Andes, *Econ.Bot.*, vol. 58, pp. 523-9.
- Guan Y., E.D. Luis & W. Zheng, 2001, Toxicokinetics of Tremorgenic Natural Products, Harmaline and Harmine, in Male Sprague-Dawley Rats, *J.Toxicol.Envirnom.Health A*, 64: 645-660.
- Hodge W.H., 1951, Three Native Tuber Foods of the High Andes, *Econ.Bot.*, 5(2): 185-201.

- Jendral J.A., Y.B. Monakhova & D.W. Lachenmeier, 2011, Formaldehyde in Alcoholic Beverages: Large Chemical Survey Using Purpald Screening Followed by Chromotropic Acid Spectrophotometry with Multivariate Curve Resolution, *Int.J.Anal.Chem.*, : 1-11.
- Muñoz Pizarro Carlos, 1959, *Sinopsis de la flora chilena*, Universidad de Chile, Santiago.
- Muñoz Ovalle I., 2008, Formaciones aldeanas tempranas en el Desierto de Atacama: Nuevos indicadores bioculturales para el Valle de Azapa, *Reunión Anual de Etnología*, 22: 45-73.
- Muñoz Pizarro C., 1959, *Sinopsis de la flora chilena*, Ediciones de la Universidad de Chile, Santiago.
- Núñez L., V. McRostie & I. Cartajena, 2009, Consideraciones sobre la recolección vegetal y la horticultura durante el Formativo Temprano en el sureste de la Cuenca de Atacama, *Darwiniana*, 47(1): 56-75.
- Ogalde J.P., B.T. Arriaza & E.C. Soto, 2009, Identification of psychoactive alkaloids in ancient Andean human hair by gas chromatography/mass spectrometry, *J.Arch.Sci.*, 36: 467-472.
- Ogalde J.P., B.T. Arriaza & E.C. Soto, 2010, Uso de plantas psicoactivas en el Norte de Chile: evidencia química del consumo de ayahuasca durante el Periodo Medio (500-1000 d.C.), *Latin American Antiquity*, 21: 441-450.
- Papavergou E. & T. Herraiz, 2003, Identification and occurrence of 1,2,3,4-tetrahydro-beta-carboline-3-carboxylic acid: the main beta-carboline in smoked foods, *Food Res.Intern.*, 36: 843-8.
- Pfau W. & K. Skog, 2004, Exposure to beta-carbolines norharman and harman, *J.Chromat.B*, 802: 115-126.
- Pochettino M.L., A.R. Cortella & M. Ruiz, 1999, Hallucinogenic Snuff from Northwestern Argentina: Microscopical Identification of *Anadenanthera colubrina* var. *cebil* (Fabaceae) in Powdered Archaeological Material, *Econ.Bot.*, 53: 127-132.
- Poindexter E.H. & R.D. Carpenter, 1962, The isolation of harmane and norharmane from tobacco and cigarette smoke, *Phytochem.*, 1(3): 215-221.
- Rivier L. & J.-E. Lindgren, 1972, "Ayahuasca", the South American Hallucinogenic Drink: an Ethnobotanical and Chemical Investigation, *Econ.Bot.*, 26: 101-129.
- Soukoup J., 1970, *Vocabulario de los nombres vulgares de la flora peruana y catalogo de los generos*, Editorial Salesiana, Lima.
- Torres C.M. et al., 1991, Snuff Powders from Pre-Hispanic San Pedro de Atacama: Chemical and Contextual Analysis, *Curr.Anthrop.*, 32(5): 640-9.
- Torres M.C. & D.P. Repke, 2006, *Anadenanthera. Visionary Plant of Ancient South America*, The Haworth Herbal Press, New York.
- Tsuchiya H. et al., 1999, Quantitative Analysis of all Types of beta-carboline Alkaloids in Medicinal Plants and Dried Edible Plants by High Performance Liquid Chromatography with Selective Fluorometric Detection, *Phytochem.Anal.*, 10: 247-253.
- Ulmer T. & J.M. MacDougal, 2004, *Passiflora. Passionflower of the World*, Timber Press, Portland.
- Vargas F.C., 1962, Phytomorphic Representations of the Ancient Peruvians, *Econ.Bot.*, 16(2): 106-115.
- Vargas F.C., 1981, Plant motifs on Inca ceremonial vases from Peru, *Bot.J.Linn.Soc.*, 82: 313-325.
- Vinton S.D., 1997, *Dietary analysis of coprolites from the Lluta Valley in Arica, Chile*, M.A. Thesis, University of Nebraska-Lincoln, Lincoln.
- Vinton S.D. et al., 2009, Impact of Empire Expansion on Household Diet: The Inka in Northern Chile's Atacama Desert, *PLoSone*, 4(11): 1-5.
- Zhao T. et al., 2012, Metabolic pathways of the psychotropic-carboline alkaloids, harmaline and harmine, by liquid chromatography/mass spectrometry and NMR spectroscopy, *Food Chem.*, 134: 1096-1105.