

estudio con algunas nuevas observaciones y descripciones con el propósito de aclarar conceptos sobre la taxonomía, origen, habitat y cualidades químicas y farmacológicas de esta especie.

Es mi propósito que este estudio sea un aporte que estimule futuras investigaciones dedicadas al aspecto farmacodinámico y de reproducción animal y humana, como también que estimule el cultivo de esta valiosa especie vegetal andina y su producción en las diferentes regiones de nuestro país así como también en otros países interesados que podrá conseguirse en base a los primeros experimentos de aclimatación realizado en 1961 y 1989, evitándose así la extinción de esta especie de la flora peruana.

ANTECEDENTES

Acorde con estudios arqueológicos más recientes, el cultivo de la MACA en la región andina data desde hace 800 años A.C. De los escritos de la época hispánica citados por la etnohistoriadora *María Rostworowski de Diez Canseco* (1975) se desprende que a mediados del siglo XVI "existían plantaciones bastante extensas de MACA" en la región de Chinchaycocha.

Hipólito Ruiz, botánico, circunscribe el cultivo de la MACA a la región de la Meseta de Chinchaycocha. La antropóloga *Mercedes Castro de León* del Instituto Indigenista Peruano, afirmó en el curso de una entrevista con *Modesto Montoya*, periodista (1987) que las actividades agrícolas en el Tahuantinsuyo estuvieron lo suficientemente desarrolladas como para asegurar con sus productos la supervivencia de once millones de habitantes a fines del siglo XV. Entre estos productos se encontraba la MACA, especie vegetal a la que la población le atribuye hasta el presente "propiedades sorprendidas".

La llegada de los españoles trastornó la agricultura local y en el curso de los siglos siguientes varios de los productos agrícolas tradicionales de los antiguos peruanos se extinguieron, pero la MACA no corrió esta suerte.

De acuerdo con los hallazgos arqueológicos relacionados con el uso de las tierras altas para cultivos, la MACA ha sido una de las primeras plantas domesticadas en el Perú (*Elisabeth Bonnier*, 1986). Ello quiere decir que su valor como alimento y otras de sus propiedades han sido reconocidas desde hace largo tiempo. Sin embargo, su importancia ha variado en el transcurso de los siglos.

En efecto, en la época prehispánica, esta planta ha ocupado un lugar muy importante en la economía de subsistencias en particular en la Pampa de Junín. *Cobo B.* se

refiere a la MACA en su obra "Historia del Nuevo Mundo" escrita en 1653 y reeditada en 1956 en los siguientes términos: "Nace esta planta en el más aspero y frío de la Sierra, donde no se da otra planta alguna de las que se cultivan para sustento de los hombres (Tomo I, pág. 170).

En la época colonial, durante casi un siglo la MACA formó parte del tributo que los campesinos tuvieron que pagar al Encomendador. Sobre este aspecto resultan valiosos los estudios realizados en nuestro país por *María Rostworowski* (1975) sobre los documentos referentes a la "Visita a Chinchaycocha" en 1549, en los cuales encontró datos interesantes sobre la MACA. Uno de ellos permite deducir que el cultivo de la MACA se hizo ampliamente a lo largo del siglo XVI; tanto es así que en uno de los documentos se menciona un aumento de la tributación en los siguientes términos: "... Dareys en cada un año trezientas cargas de maca, cada carga de la misma medida, es decir tres veces más MACA que papa". En otro documento, referente a una visita en 1634, las cantidades de papa y MACA se equiparan, al establecer que se tributarán ... "doscientas y veinte y dos fanegas de papas ... y si los dichos yndios lo quisieran pagar en MACA en todo o en parte lo pueden hacer". Esta disposición permite deducir: (1ro.) que se ha intensificado el cultivo de la papa, o (2do.) que han disminuido las plantaciones de MACA en la provincia de Chinchaycocha.

El arqueólogo peruano *Cardich A.* (1975) considera que los cercos alrededor de las pequeñas parcelas en que se cultivaba la MACA servían para proteger las plantas contra la acción de un clima difícil. Se trataba de una ingeniosa solución destinada a garantizar la formación de microclimas mucho más favorables para el desarrollo de las plantas.

Al respecto cabe mencionar que en 1960 cuando estuve en San Juan de Jarpa obtuve la MACA de una pequeña parcela con cercos alrededor, como se puede apreciar en la Foto 11.

Elisabeth Bonnier (1986) al tratar el problema del uso que se daba al suelo en la época prehispánica, particularmente, en la cuenca de Shaka-Palcamayo, (Andes Centrales), se ocupó de los factores que afectaron los sistemas ecológicos existentes a diferentes altitudes entre 1,200 y 4,300 metros, mencionando como más importante: el medio geográfico con diversidad ecológica variada, el clima, probablemente más benigno que en la actualidad, el hombre andino que ha conseguido desde hace mucho tiempo desarrollar una perfecta adaptación al ambiente ecológico de la puna y la organización sociopolítica de los grupos étnicos. A este conjunto se puede agregar el descubrimiento, domesticación y perfeccionamiento del cultivo de la MACA y alguna que otra especie de papa, capaces de vivir en las condiciones severas de las puna en los Andes. A ello han contribuido en primer término, los pastores, que solían escalar las alturas de la

Meseta con los animales que criaban. Los pequeños agricultores entre ellos los mismos pastores supieron aprovechar estas especies vegetales hasta llegar a disponer de mayores cosechas.

La MACA tiene actualmente una distribución geográfica mucho más restringida que en la época prehispánica y durante el primer centenario de la conquista española, según puede deducirse de las crónicas y publicaciones de los etnobotánicos y arqueólogos (ver al respecto *Cobo, B.*, 1635 y 1953; *Rostworowski de Diez Canseco*, 1975 y 1978; *Bonnier, E.*, 1986, etc.).

En los Andes Centrales del Perú, donde existen pisos ecológicos a alturas superiores a los 3,500 m, la población prehispánica ha descubierto que la MACA, además de ser una planta capaz de desarrollarse en las punas entre 4,100 y 4,300 m de altura, es un alimento nutritivo, al cual no tardaron en atribuirle potencial de agente vegetal capaz de afectar la fertilidad. Se trata, indudablemente, de una deducción empírica, basada en observaciones que en los tiempos modernos del siglo XX requería de una comprobación química, combinada con experimentos con animales de laboratorio.

Mi tesis sobre el Estudio Fitoquímico de la Maca realizado en 1961, presentado en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos no fue publicado, por lo cual su contenido llegó al conocimiento del mundo científico, especialmente de los Antropólogos y Fitoquímicos sólo años más tarde. *Elisabeth Bonnier* (1986) por ejemplo, indica que consiguió consultarla merced a la amabilidad del Dr. *Ramón Ferreyra*, Profesor emérito de la UNMSM y Director del Museo de Historia Natural Javier Prado, durante muchos años.

Entre tanto varios científicos realizaron estudios fitoquímicos en diferentes especies pertenecientes a las familias *Tropeolacae* y *Brassicaceae* (*Cruciferae*) de diversas partes del mundo. Pero sobre la posible asociación entre ciertas propiedades químicas de especies de *Lepidium* y su efecto sobre la fertilidad, la literatura fitoquímica acusa poca actividad científica.

Además de mi estudio, las únicas publicaciones que tratan de los constituyentes químicos de especies de *Lepidium* sudamericanos son las de *Kjaer, A.* y *A. Schuster* (1968), quienes encontraron glucosinolatos en *Lepidium bonaerense* de la Argentina y de (1968), quienes encontraron glucosinolatos en *Lepidium bonaerense* de la Argentina y de *Johns, T* (1981) quien analizó el contenido de glucosinolatos en la MACA procedente pudo haber influido en sus análisis, por lo cual dare más detalles sobre el mismo más adelante.

Un libro interesante, editado en 1976 por *J. G. Vaughan, MacLeod, A. J.* y *Johns* bajo el título: "The Biology and Chemistry of the Cruciferae" contiene un artículo de

Macleod (1976) dedicado a los compuestos volátiles de las Crucíferas. Luego, *Benn, M.* (1977) publicó un artículo sobre "glucosinolatos" mostrando así la creciente importancia que se acordaba a tales componentes químicos de las plantas. *Johns, T.* al cual ya mencioné, se colocó en esta misma línea de interés científico.

Este último utilizó para su análisis fitoquímico un ejemplar de la MACA de 7 g que fue obtenido por *Michael F. Brown* en Wayri (Huari), Departamento de Junin en los Andes Centrales peruanos, en el año 1973, y depositado en el Museo de Antropología de la Universidad de Michigan, donde se mantuvo preservado en p-diclorobenceno, hasta 1980 cuando lo sometieron al análisis químico.

Johns, T. utilizó papel cromatográfico y cromatografía líquida de alta performanze, obteniendo como resultado: (1) que la MACA dio un test negativo para tiocianatos y cianatos oxazolidinicos cíclicos; (2) que esta planta no contiene p-hy-droxibencil isothiocianato. En el papel cromatográfico apenas apareció una mancha de isothiocianato de bencil. Sin embargo, al combinar estos datos con los de cromatografía líquida de alta performanze, se obtuvo como resultado que la maca contiene isothiocianato de bencil como su principal isothiocianato e isothiocianato p-metoxibencil en menores cantidades. Pero, al tener presente que en el papel cromatográfico sólo una de las manchas ha sido identificada como thiourea, es posible que las otras manchas no sean isothiocianatos, lo cual hace que este análisis sea sólo preliminar, según *Johns*.

Los resultados de los análisis efectuados en la maca permiten deducir que la presencia de compuestos aromáticos volátiles en esta planta puede tener relación con la creencia de la población andina en la capacidad de ella de afectar la fertilidad. De hecho, el uso de la MACA como factor con efecto sobre la reproducción es muy antiguo en el Perú y se ha mantenido hasta nuestros días, aún cuando se aplica más a las mujeres que a los hombres.

El menciondo estudioso considera como posible que los antiguos pobladores de las regiones alto-andinas han deducido las propiedades medicinales de la MACA a través de la percepción de sabor y olor característicos de la raíz de esta especie vegetal. Este descubrimiento empírico se vió confirmado por los recientes resultados fitoquímicos, acorde con los cuales el sabor áspero y el olor de la MACA se deben al aceite de mostaza y sus derivados que forma parte de los constituyentes químicos de la MACA y otras especies de crucíferas.

La percepción fisiológica a través del sabor y olor puede proveer indicadores de ciertas propiedades de las plantas. *Levi-Strauss, C.* (1966) trató de sistematizar los datos referentes a este tema, creando una imagen de los procesos, mediante los cuales el hombre primitivo consiguió formar estructuras y asociaciones no aclaradas por la ciencia.

Lo cierto es que hay especies de plantas que pueden ser diferenciadas a través de sus propiedades fisiológicas detectables organo-lépticamente (*Berlín*, et al. 1974) quedando como segundo paso, el aprovechamiento de las propiedades químicas de las plantas, en este caso de la MACA, para propósitos medicinales. A mi entender, este paso pudo haberse dado al observar el efecto que producía la MACA en las mujeres débiles que no podían tener hijos y que comían la MACA, como también, en los auquénidos que solían comerla. Porque no puede dejarse de lado el hecho, comprobado por los Etnobotánicos y arqueólogos (ver *Elisabeth Bonnier*, 1986), que en las punas andinas, la población humana ha practicado, a la vez la agricultura y la cría de auquénidos.

Pero hay algo más que ninguno de los autores citados ha mencionado; el espíritu de observación del poblador andino que le permite observar y detectar lo que para otros observadores queda inadvertido.

En cuanto a los constituyentes químicos de la MACA, observamos que todos los autores han acordado gran importancia a los glucósidos, en tanto que en mi tesis he indicado la presencia de por lo menos cuatro alcaloides, cada uno de los cuales capaz de actuar como estímulos en el desarrollo de los órganos internos de reproducción. Por tratarse de un descubrimiento que considero importante para la ciencia, en general, y para aplicaciones medicinales, en particular, presento a continuación la información necesaria que no ha sido publicada aún.

Referente a las propiedades medicinales de la MACA, en los primeros años de llegada de los españoles al interior del Perú, recibieron las primeras informaciones acerca de una planta que los campesinos llamaban MACA con propiedades que estimulan el sistema de reproducción. Los cronistas de los siglos XVI y XVII no tardaron en mencionar en sus escritos algunos detalles sobre esta y otras propiedades de la mencionada planta.

Los campesinos le atribuían propiedades curativas del reumatismo y de enfermedades de las vías respiratorias. Pero, lo más resaltante sigue siendo su creencia en las propiedades fertilizantes de la MACA. En nuestros días se administran coccciones de MACA, sobre todo a las mujeres, con el propósito de combatir la esterilidad, o para acrecentar la fertilidad. Otros datos al respecto se encuentran en el interesante trabajo de *Duviols* (1976) sobre errores, ritos, supersticiones y ceremonias de los indios de la provincia de Chinchaycocha y otras del Perú.

Sin embargo, en opinión de *Johns* (1981) quien ha estudiado la relación entre las propiedades químicas de la MACA y sus efectos sobre la reproducción puede suponerse que no se trata de simples suposiciones en lo concerniente al uso medicinal de la MACA, sino más bien de observaciones empíricas sobre las cualidades de la planta.

El Instituto de Nutrición del Perú e INCAP (1981) pertenecientes al Ministerio de Salud ha confeccionado un cuadro comparativo de 12 alimentos tuberosos consumidos en el Perú indicando su contenido en elementos químicos, del cual se desprende: que la MACA está entre los alimentos de más elevado contenido en hierro, calcio y fósforo. He realizado el *Cuadro 8* haciendo una comparación de los 4 alimentos de mayor cantidad de elementos minerales, utilizando también a la quinua, como un cereal de gran poder alimenticio desde la época del incanato. El análisis de este último alimento fue publicado por el Instituto de Bioquímica y Nutrición de la UNMSM Departamento de Bioquímica y Fisiología en 1969.

Bonnier (1986) destaca al respecto la importancia de los estudios experimentales que he realizado en 1961, que demostraron la virtud fertilizante que los campesinos atribuían a la MACA. (*Chacón Roldán, Gloria*, 1961). Cita de este trabajo textualmente: "Las observaciones preliminares de la administración del extracto alcaloideo de *Lepidium meyenii* Walp (Maca) a ratas y sapos demuestran los siguientes efectos: a) incremento de procreación en ratas albinas, b) clara y marcada estimulación de la maduración folicular también en ratas albinas; c) ningún efecto en la espermatogénesis inducida en el sapo".

El proyecto a cargo de la Antropóloga *Mercedes Castro de León* del Instituto Indigenista del Ministerio de Trabajo contiene entre sus objetivos al de trasladar semillas de MACA procedentes del Departamento de Junín y Pasco al Departamento de Puno. El lugar elegido es Platería. En relación con ello mencionó al respecto que en un determinado momento la región de Platería ha sido indicado como productora de MACA pero la visita ocular sobre el terreno y la conversación con las autoridades locales "31 alcaldes reunidos" ha comprobado que en la región respectiva jamás se han hecho cultivos de MACA. Sin embargo, tanto las autoridades como las comunidades han expresado su deseo de ser instruidos en el cultivo de esta especie y recibir luego las semillas.

IRINEA (Instituto Regional de Ecología Andina) ha realizado trabajos de siembra de MACA en cinco comunidades de Jauja (Paca) sembrándose 3,000 m², con un promedio de 600 m² en cada una (1988). Pero tanto éste como otro experimento para obtener cosechas de MACA no ha tenido el éxito esperado debido a la destrucción de los cultivos en el cuarto mes de desarrollo causada por desconocidos.

Quedó por verificar la taxonomía correcta, hacer la descripción de la MACA en base a un ejemplar reciente, revisar el material botánico, como también, comparar *Lepidium sp.* con la descripción original que dio el Dr. *Walpers* en 1843 para la especie *Lepidium meyenii* y la descripción del Dr. *Weddell* en 1864 para *Lepidium gelidium*. Se han utilizado las colecciones de los especímenes de *L. meyenii* y *L. gelidium* obtenidos de los Herbarios de instituciones foráneas que conservan las colecciones de *Macbri-*

de, F., Weberbauer, A., Dora Stafford, Pennell, F., y otros con fines de comparación. Se ha utilizado una foto del tipo de *Lepidium gelidium* Wedd, enviado por el Herbario del Field Museum de Chicago para comparar con la nueva especie. Se presenta como un complemento el ambiente físico donde crece la MACA basado en datos obtenidos del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología para el período 1960-1987 y los resultados del estudio fitoquímico y farmacológico que he realizado en 1960-1962 en instituciones de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos y la Escuela de la Policía de Investigación del Perú. Igualmente comparar el análisis histoquímico de la raíz que he realizado en 1960-1962 con el isotipo del ejemplar obtenido de Cerro de Pasco en 1989 como complemento de la determinación taxonómica, por tratarse de una especie con aplicación a la alimentación, a la medicina popular y recientemente a la farmacopea peruana. Estos son los objetivos principales de este estudio cuyos resultados presento a continuación.

MATERIAL Y METODOS

AREA ESTUDIADA Y MATERIALES

Mi curiosidad por el estudio de la MACA fue debido a que el Sr. *Jesús Palacios*, huancaino, estudiante de Derecho de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, me comunicó en una conversación que tuvimos en el Patio de la Casona de la Universidad, en Noviembre de 1959, sobre las propiedades fecundantes y de su uso alimenticio que tiene esta planta y que es utilizada por los pueblos andinos de su lugar de origen. Me interesé en estudiarla y es así que decidí viajar al lugar.

La colección del material botánico así como las observaciones ecológicas las he realizado en 1960, 1961, 1985 y 1989 en la región andina del Perú, en los Departamentos de Junín y Cerro de Pasco, entre altitudes de 4,100 a 4,300 m sobre el nivel del mar, lugares donde es oriunda la MACA (Foto No. 1 y 2). Los lugares recorridos están mencionados a continuación.

El día 6 de enero de 1960 llegué a Huancayo y tuve que descansar un día por el "soroche" o "mal de las alturas" y utilicé el siguiente día para planear mi viaje hacia el Distrito San Juan de Jarpa. El día 9 de Enero me dirigí al Distrito acompañada de mi madre y el Sr. *Guido Barreto*, corresponsal del periódico "La Voz de Huancayo", quien tomó las fotos No. 8 y 11, las cuales conjuntamente con otras me las envió por correo. En esta oportunidad, el Sr. Prefecto Dr. *Vicente Carranza* me facilitó movilidad. Al llegar a San Juan de Jarpa (3,900 m) mi sorpresa fue grande ya que el Alcalde, Sr. *Leonidas Molina Orellana* me dijo que la planta no se encontraba en ese sitio, sino a 4.5 Km del pueblo y a unos 400 m más elevada, encontrándose esta en el lugar denomi-