

LA MACA (*Lepidium peruvianum* Chacón sp. nov.) Y SU HABITAT*

por Gloria Chacón de Popovici**

*"El derecho al desarrollo de los pueblos
es indivisible de los derechos humanos".
(Asamblea General de la ONU, 1986)*

SUMARIO

Este estudio presenta la descripción taxonómica de un ejemplar tipo de la MACA obtenido el 9 de Setiembre de 1989 cerca de Huarancaca, ciudad de Cerro de Pasco, del Departamento de Pasco, como *Lepidium peruvianum* Chacón sp. nov., especie nueva para el género *Lepidium* (CRUCIFERAE), las características que la distinguen de las especies afines especialmente de *Lepidium meyenii* Walp. y de *Lepidium gelidium* Wedd. están especificadas en este estudio. Igualmente presenta el estudio fitoquímico de la MACA realizado en 1960-1962, su habitat y aclimatación a niveles de la Costa. Esta especie cuyo nombre vernáculo es "MACA" es oriunda de los Andes Centrales del Perú y se la conoce tanto por su valor alimenticio como farmacológico desde antes de la época del Incanato. Crece en los Departamentos de Pasco y Junín en altitudes de 4,100 y 4,300 m sobre el nivel del mar.

El clima en esta región es frío y seco durante el año caracterizándose el verano (Enero, Febrero y Marzo) como lluvioso con un promedio de 250.8 mm y con una temperatura ambiental promedio de 4.8°C. En el invierno (Junio, Julio y Agosto) las lluvias son escasas llegando a 34.4 mm y el promedio de la temperatura ambiental es alrededor de 3.5°C.

Los análisis químicos de la raíz realizados en 1960 y 1961 han demostrado la presencia de glúcidos y cuatro tipos de alcaloides, presentadas en Cromatografía de papel Whatman. Estos alcaloides que he denominado "Extracto alcaloideo/Marzo 1961", son los principios activos que intervienen en la frecuencia de procreación y de la clara y marcada estimulación de la maduración de los folículos de Graaf realizados en experimentos con ratas hembras, y en los machos, un aumento en la cantidad de esper-

* Dedico este estudio a mi amado padre Fidel Chacón Centeno, [(+) 24-01-90], a la población andina de los Departamentos de Pasco y Junín como también a los campesinos y personas fallecidas que han defendido el cultivo de la MACA y el progreso de sus pueblos.

**Dr. en Ciencias Biológicas, estudio realizado en diferentes Instituciones de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, durante los años 1960-1962. En 1989 en el Museo de Historia Natural "Javier Prado" de la U.S.M. En el Laboratorio Criminalístico de la Policía Técnica del Perú y en mi casa. Dirección: Avda. General Córdova 759, Dpto. 404, Santa Cruz-Miraflores, Lima/PERU.

matozoides en los tubos seminíferos y aumento de mitosis y espermatogonia. Estos ensayos los he realizado en el Instituto de Patología de la Facultad de Medicina Humana durante los años 1961 y 1962. Las observaciones histológicas e histoquímicas realizado en 1989 y 1990 en el ejemplar tipo han demostrado que esta especie presenta alcaloides y glúcidos, principios químicos que caracterizaron a los ejemplares de San Juan de Jarpa y Carhuamayo del Departamento de Junín en 1960-1962. Igualmente tiene elevada concentración de Ca, P, y Fe, siendo éste último junto con los alcaloides el potencial medicinal de la planta.

Se incluyen 10 cuadros, 12 diagramas, 94 fotos y 4 protocolos de autopsia.

SUMMARY

MACA (*Lepidium peruvianum* Chacón sp. nov.) AND ITS HABITAT, by Gloria Chacón de Popovici. The author presents the taxonomic description of one specimen type of MACA obtained in September 9th, 1989, near Huarancaca, Cerro de Pasco city, Department of Pasco, as *Lepidium peruvianum* Chacón sp. nov., a new species belonging to the genus *Lepidium* (CRUCIFERAE), the characteristics that distinguish it from the close species especially from *Lepidium meyenii* Walp. and *Lepidium gelidium* Wedd. are detailed in this study. Presents also, a phyto-chemical study of MACA, made in 1960-1962, its habitat and acclimatation at coastal level. This species, whose popular name is MACA, has its origin in the Peruvian Central Andes, where it is known for its nutritional and pharmacological value, domesticated since long before the Incaic period. It grows in the Departments of Pasco and Junin, between 4,100 and 4,300 meters over the sea level. The climate is, generally, cold and rather dry in the year, characterized during summer (January, February and March) by an average rainfall of 250.8 mm and a mean temperature of 4.8°C., while in winter (June, July and August) the rains are sparse, arising to 31.1 mm and with environmental mean temperature of 3.5°C. The chemical analysis of the root made in 1960 and 1961 showed the presence of glucids and four types of alcaloids in Whatman chromatographic paper. They were designated "Alcaloid extract/March 1961", being them the active principles that are involved in the procreation frequency and the clear and well marked stimulation of the Graaf follicles maturation in experiments with female rats as well as of an increase in the quantity of spermatozoids in the seminiferous tubes and an augmentation to the mitosis and spermatogony in the males. These assays I have made in the Pathology Institute of the Human Medecin Faculty during 1961 and 1962. The histological and histochemical parts made in 1989 and beginning of 1990 in specimens brought from Cerro de Pasco, showed that the root of this species present alcaloids and glucids, principles that characterized to the specimenes from San Juan de Jarpa and Carhuamayo, Department of Junin, in 1960-1962. It shows at the same time high concentration of Ca, P, and Fe, which together with the presence of alcaloids explains the medicinal potential of the plant. There are included 10 tables, 12 diagrams, 94 photos and 4 autopsy protocols.

INTRODUCCION

La presencia de la Cordillera de los Andes y la Corriente del Perú, determinan al territorio peruano áreas marcadamente diferentes desde el punto de vista ecológico. Este panorama de la naturaleza, constituye un lugar ideal para la realización de estudios biológicos, presentándose una variada flora peruana, en las diversas regiones naturales del país, que invita a su investigación científica y por ende a un mejor conocimiento de la misma.

El sabio *Weberbauer, A.* (1945), fue uno de los principales propulsores del estudios sistemático y ecológico de esta rica flora nacional; pero también debemos mencionar que paralelamente a los avances de los estudios botánicos, las ciencias Físico-Químicas ampliaban el conocimiento referente a la estructura, constitución, propiedades y aplicaciones prácticas de las plantas.

La Familia *Crucifera* presenta 350 géneros y más de 2,500 especies. Tiene importancia económica por las plantas alimenticias y ornamentales que contiene. Entre las más conocidas está la col, coliflor, nabo, mostaza negra, berro, zanahoria y otros. La flora peruana tiene 22 géneros, considerando al género *Lepidium* con 11 especies clasificadas (*Ferreira, R.*, 1986), a las cuales se añade como nueva especie *Lepidium peruvianum*, Chacón, objeto de este estudio.

Por los conceptos antes mencionados y teniendo conocimientos de *Palacios J.* (Noviembre 1959), referente a las propiedades fertilizantes de la planta denominada "MACA", la cual crece en la región andina del Perú (estepa de gramíneas) he considerado la importancia que traería consigo la comprobación de las propiedades antes referidas, por eso creí conveniente llevar a efecto un estudio razonado y científico durante los años 1960, 1961 y 1962 (*Chacón Roldán, Gloria*, 1960, 1961), el cual abarca el estudio taxonómico, fitoquímico y farmacológico como también la acción del extracto alcaloide sobre los órganos genitales masculino y femenino en animales de experimentación.

En 1989 he coleccionado el ejemplar de la MACA del Departamento de Pasco y revisado nuevamente el material botánico de mi herbario como también he obtenido material de instituciones foráneas con el fin de comparar las características de la MACA con la descripción original en latín de la especie afín que es *Lepidium meyenii* Walp., y *Lepidium gelidium* Wedd, puesto a mi disposición por el Dr. *Paul Hiepko*, Curator del Herbario de Berlín-Dahlem, Alemania, igualmente del Field Museum de Chicago, U.S.A. Además he revisado personalmente la colección de *Lepidium meyenii* Walp, existente en el Herbario de la Universidad de Berkeley (California), U.S.A. bajo la valiosa asistencia del Dr. *Paul Silva*. He obtenido datos del Servicio Nacional de Meteorología, con el fin de analizar el ambiente de la MACA. Es así que presento este

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

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 precedente pudo haber influido en sus análisis, por lo cual daré 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 cocciones 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-

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-

nada Puquio, que está situada a 4,300 m sobre el nivel del mar. Allí obtuve un ejemplar completo merced a la gentileza de las personas que acompañaron al Alcalde (Foto No. 11). Este ejemplar me sirvió para realizar el estudio botánico que comprendió la calificación taxonómica y descripción morfológica e histológica, cuyos resultados preliminares sobre la clasificación botánica fue publicada el 12 de setiembre de 1960 en el Boletín de las Cátedras de Química Orgánica y Química Aplicada a las Ciencias Biológicas (*Chacón Roldán Gloria*, 1960).

La parte histoquímica se efectuó en el Departamento de Criminología de la Policía de Investigaciones del Perú por sugerencia del Dr. *Alejandro Tapia Freses*. Allí recibí la colaboración del Sr. Oficial *Angel Dinatali*, quien me puso a disposición el Laboratorio, equipo, reactivos químicos, biblioteca y equipo fotográfico. El Dr. *Víctor Indacocha*, Catedrático principal de los cursos de Físico-Química y Química Funcional y Jefe del Laboratorio de la Facultad de Farmacia y Bioquímica, aceptó asesorarme en el estudio químico de la raíz otorgándome su amplia colaboración y facilidades de Laboratorio, equipos, reactivos y sustancias químicas como también bibliografía para las técnicas que íbamos a usar. La Srta. *Antonietta Brahim*, estudiante del 3er. año de la Facultad, me facilitó equipo fotográfico con el cual tomó la Foto No. 40 a color y otras más no expuestas aquí. Otras de mis curiosidades era de observar si esta planta podía adaptarse a factores climáticos y edafológicos distintos. Fue así que el Sr. *Justo Palacios*, Jefe de Jardineros del Jardín Botánico de la Facultad, me brindó un espacio para hacer el sembrado de la MACA hasta su desarrollo la cual puede apreciarse en la Foto No. 40.

El jueves 12 de Mayo de 1960 realicé mi segundo viaje a Huancayo por tren partiendo de Lima a las 7.00 de la mañana que duró hasta las 4.30 p.m. Mi estadía en Huancayo duró 8 días y tuve las mismas facilidades que en el primer viaje y la colaboración del Dr. *Efraín Orbegoso*, Catedrático de Geografía de la Universidad Comunal del Centro (Huancayo) quien me facilitó su máquina fotográfica y pude de esa manera tomar las fotos Nos. 3, 4, 5, 6 y 7 a color, que corresponden a la forma de cultivo de la MACA en el lugar de origen y la venta en las ferias los días sábados, donde participan diferentes pueblos. Allí compré 2 kg de la MACA en la Feria de San Juan de Jarpa de las localidades de Puquio y Achipampa para los análisis químicos.

Uno de los ejemplares de San Juan de Jarpa (Achipampa) cultivada desde la raíz en el Jardín Botánico de la Facultad de Farmacia fue fotografiado y publicado en el Boletín de la Cátedra de Química Orgánica en el artículo anteriormente mencionado. Otros ejemplares fueron mantenidos para formar mi herbario. El ejemplar utilizado en el examen práctico de Bachiller en Ciencias Biológica lo entregué al Dr. *Ramón Ferreyra*, Presidente de la Comisión del examen y Profesor principal de Botánica Sistemática, en Enero de 1962 para el Herbario del Museo "Historia Natural Javier Prado" de la Universidad de San Marcos. Dos ejemplares de la misma localidad y mantenidos en mi

herbario con el No. 02 y 03 los entregué al Dr. *Octavio Velarde*, Catedrático de Botánica General y Asesor del estudio botánico de mi tesis, para su comparación con otros ejemplares de *Lepidium* en los Herbarios de Zurich, Suiza y Berlín Alemania. El Dr. *Velarde* estando allá entregó estos ejemplares al Dr. *O. Boelcke* especialista en Crucíferas de la Facultad de Agronomía y Veterinaria de Buenos Aires, Argentina. Una vez realizada la comparación con colecciones del Herbario de Berlín-Dahlem, el Dr. *Boelcke* me informó por carta fechada el 24 de junio de 1961 que el nombre científico de la MACA era *Lepidium meyenii* Walp, y que se quedaba con un ejemplar para el Herbario del Instituto de Botánica de la Facultad enviándome anexado el otro ejemplar (Foto 18). Este lo conservo en mi colección con el No. 02/1960.

El 15 de Diciembre de 1961 hicimos con el Dr. *Víctor Indacochea* la cromatografía de Glúcidos utilizando papel Whatman y como fase móvil Butanol, Acido Acético y agua en la proporción de 40 ml, 10 ml y 60 ml respectivamente. En Abril de 1961 realicé el tercer viaje a Huancayo con la finalidad de traer 2 kg de la raíz para proseguir con el estudio químico, especialmente obtener más extracto alcaloideo para los ensayos farmacodinámicos que tenía en mente debido a que en los estudios histoquímicos, encontré gran cantidad de este principio activo en todo el parénquima de la raíz, como se observará en las Fotos 57, 62 y 63. No llegamos a la identificación del grupo químico ni separación de los alcaloides por falta en aquel tiempo de equipo de Laboratorio especializado para tales fines tanto en la Facultad de Farmacia y Bioquímica como en la Facultad de Medicina Humana.

El 15 de marzo de 1961 logramos obtener un extracto de los alcaloides y realizamos la cromatografía en papel Whatman. El extracto recibió el nombre de "Extracto Alcaloideo de la Maca/marzo 1961", conformado por 4 alcaloides cuyos Rf son 0.680, 0.346, 0.198 y 0.851. En Abril logramos obtener mayor cantidad del extracto alcaloideo manteniéndolo en el frigidier hasta el momento necesario.

En Mayo de 1961 me dirigí al Laboratorio de la Facultad de Medicina Humana y expuse mi inquietud al Dr. *Vicente Zapata Ortiz*, Catedrático Principal del Curso y Jefe del Laboratorio, quien aceptó asesorarme en esta parte del estudio. El Dr. *Zapata* me sugirió una vez hecho el plan de trabajo que necesitaríamos más o menos 11 kg de la raíz para el experimento debido a que las ratas iban a ser alimentadas con la planta. Es así que el 28 de Junio de 1961 realicé mi cuarto viaje pero a Carhuamayo, límite con el Departamento de Pasco, cerca del Lago Junín o Chinchaycocha, situado a 4,100 m. Como los viajes a esos pueblos eran desconocidos para mí, presentaba siempre una carta de recomendación por parte del Presidente de la Federación Universitaria de San Marcos, Sr. *Juan Campos Lama* y el Dr. *Plácido Glindo Pardo*, abogado y Presidente del Club Universitario de Deportes, dirigido a las autoridades del lugar. El Sr. Alcalde de Carhuamayo odontólogo *Saturnino Campos* me facilitó 13 kg de la planta. Gracias a la hospitalidad de los esposos *Mauro Travi* pude permanecer una semana en esa locali-

dad gozando de la naturaleza y grandes sorpresas en cuanto a la forma de cultivo de la Maca en aquella región y la utilización de la planta por los lugareños. Hice comparaciones de la raíz como se ve en las Fotos 14 y 15. El 2 de agosto de 1961 recibí correspondencia del Sr. *Travi* enviándome semillas y una explicación detallada de la forma de siembra en esa región (*Travi, M., 1961*).

El Dr. *Zapata* me proporcionó 20 ratas blancas del Laboratorio "Sanitas" de los cuales 4 eran machos y 16 hembras más o menos de 2 meses de edad. La nicovita, alimento para las ratas fue facilitado por el Laboratorio de Farmacología como también los equipos. El Dr. *Roger Barrantes*, Asistente del Dr. *Zapata* colaboró en este estudio en las observaciones diarias. El experimento duró 6 meses sin llegar a completar el plan deseado.

En Setiembre de 1961 el Dr. *Alberto Cuba Caparó*, nuevo Decano de la Facultad de Medicina Humana me permitió seguir con el experimento en el Laboratorio de Farmacología hasta los 6 meses programados y me dio facilidades para continuar con la parte histológica del experimento, en el Instituto de Patología de la Facultad, situada en el Hospital Loayza, Lima. Se me proporcionó jaulas de metal, alimento y material necesario para su mantenimiento. El Dr. *Cuba Caparó* me permitió también hacer un estudio histológico completo de la rata, desde 2 semanas de edad hasta 1 año y 15 días. Encontré bibliografía en la Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad. Los protocolos de autopsia de las ratas fueron realizadas por el Dr. *Cuba* y su Asistente Dr. *Mario Montes*, como se aprecian en los Protocolos 1, 2, 3 y 4. Este estudio abarcó desde setiembre de 1961 hasta agosto de 1962. Todo el material ha sido dejado en el archivo del Instituto de Patología.

En Marzo de 1985 obtuve por intermedio de la Srta. Rosa Rojas 1 kg de la raíz de la localidad de Huarancaca del Departamento de Pasco. He utilizado este material para comparar con las raíces anteriores y observar el desarrollo en su primera etapa que comprende a los 3-4 primeros meses (Foto 16). Este material ha sido conservado al natural durante 4 años, parte de ella ha sido montada en una caja hecha especialmente por el Sr. *Luis Vallejos*, especialista en Publicidad y Marketing quien a su vez ha realizado el montaje de las fotos para este estudio. Este material lo he registrado en mi colección con el No. 04/1985.

La Srta. *Irma Rojas*, también de Cerro de Pasco, me comunicó que otras localidades del Departamento de Pasco donde cultivan la Maca están situados en la Villa de Pasco, en la misma ciudad de Cerro de Pasco y en el distrito de Ninacaca en la Provincia de Pasco situados a más de 4,000 m sobre el nivel del mar.

Siempre tuve inquietud de comparar la MACA con la planta que el Dr. *Boelcke* utilizó para su identificación, debido a que la descripción dada por el Dr. *Macbride*

referente a la especie *Lepidium meyenii* Walp. presentaba algunas características principales muy distintas a la MACA haciendo referencia a la descripción original dada por el Dr. *Walpers* en 1843. Fue así que me propuse escribir el día 26 de Diciembre de 1988 al Director del Museo de Berlín-Dahlem, Alemania, sobre el préstamo del ejemplar de *Lepidium meyenii* Walp. con fines de comparación, teniendo respuesta afirmativa y el envío de los ejemplares por un año de parte del Dr. *Shilling* el día 16 de Enero de 1989. Cabe mencionar que la dirección la obtuve de la correspondencia enviada desde Berlín y Zürich por el Dr. *Velarde*, en Diciembre de 1960 y el 3 de Enero de 1961. He recibido la descripción original en latín que dio el Dr. *Walpers* en 1843 por parte del Dr. *Paul Hiepko*, Curator del Jardín Botánico del Museo de Berlín-Dahlem y de la Srta. Verena Rüdít, Asistente Bibliotecaria del Jardín Botánico de Zürich. Es así que presento una fotocopia de esta descripción más adelante.

Uno de los ejemplares enviados del Herbario de Berlín es *Lepidium meyenii* Walp. determinado por *Al-Shehbaz* del Herbario de la Universidad de Harvard. Coleccionado en el Herbario del Instituto Miguel Lillo, Universidad Nacional de Tucumán. Localidad Río Potrero sup., Abra Grande, Departamento Andalgala, Provincia Catamarca, 3,900 m. Fecha: 28-II-51. Leg.: *H. Sleumer* 1906. (Foto 34). Colección sin número. El otro es *Lepidium meyenii* Walp. *ssp. affine* (Wedd) Thell de la localidad de Carangas, Bolivia, 4,000 m (Foto 35). Colección No. 3194.

El 26 de diciembre escribí también al Director del Jardín Botánico de Zürich, Suiza. El Dr. *E. Urmi*, Curator, me escribió el 27 de Febrero comunicándome que el Herbario del Museo no contiene ningún ejemplar de *Lepidium meyenii* Walp.

El 26 de Diciembre de 1988 pedí información al Director del Field Museum de Historia Natural de Chicago, Estados Unidos, teniendo respuesta el 6 de Enero de 1989, de la Srta. *Honora Murphy*, Administradora de la Colección del Museo. He recibido fotocopias y fotos de las siguientes muestras registradas bajo el nombre de *Lepidium meyenii*.

Lepidium meyenii Walp., colector *Francis Macbride* (1923), procedente de Río Blanco, Perú; del Herbario del Field Museum. Colección No. 3022.

Lepidium meyenii Walp. *subsp. gelidium*; colector *A. Weberbauer* (1925). Procedente de Torata, Departamento de Moquegua, Perú. Cordillera de los Andes. Herbario del Field Museum. Colección No. 7473. (Foto 36).

Lepidium meyenii Walp. *subsp. gelidium*. Colector *A. Weberbauer* (1925). Procedente de Carumas cerca del volcán Ticsani del Departamento de Moquegua, Perú. Herbario del Field Museum. Colección No. 7321. (Foto 38).

Lepidium meyenii Walp., colector *Dora Stafford* (1938). Identificado por *Timothy Johns* (1982). Procedente de San Antonio de Esquilache, Puno. Herbario del Field Museum. Colección No. 1315. (Foto 37).

Lepidium meyenii Walpers. Colector *Calvin R. Sperling & Steve King*, 1981. Procedente de Ninacaca, Departamento de Pasco. Alt. 4100 m Herbario del Field Museum.

Lepidium meyenii Walp. Colector *Francis W. Pennell* (1925). Procedente de La Paz, Bolivia. Herbario del Field Museum.

Lepidium meyenii Walp *ssp. gelidium* (Wdd) Thell, de Bolivia, Mandon, n. 931, conservado en el Field Museum. Colección No. 27323. (Foto 39) y considerado como *Lepidium gelidium* Weddell en el Herbario del Museo de Génova, Italia. *Este es el ejemplar tipo de esta especie.*

Lepidium gelidium Wedd. de Bolivia, conservado en el Field Museum y como *Lepium gelidium* Weddell (Bolivia) conservado en el Herbario del Museo de París, Francia.

El 26 de Julio de 1989 solicité al Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología datos de los Departamentos de Pasco y Junín para el estudio del habitat de la MACA. El 3 de Agosto me fueron proporcionados por el Sr. *Raúl Canales*, datos de temperatura, precipitación y vientos de la localidad de Chaupimarca del Departamento de Pasco a una altitud de 4,333 m y de la localidad de Huayao del Departamento de Junín situado a 3,350 m. He dado preferencia a los datos de la localidad de Chaupimarca por ser ésta la altitud donde crece la MACA. He utilizado una computadora Tandy TX1000 y el programa de Lotus para la elaboración de los cuadros y gráficas, igualmente he utilizado una impresora Epson FX 286. En esta parte de programación he tenido el asesoramiento del Profesor en Programación, Sr. *Juan Carlos Tapia*.

El 9 de Setiembre de 1989 obtuve 2 kg de MACA y varios ejemplares completos de la localidad cerca de Huarancaca, de la ciudad de Cerro de Pasco, Provincia de Pasco, Departamento de Pasco, a una altitud de 4,300 m sobre el nivel del mar. Un ejemplar completo me sirvió para hacer la descripción de la planta e identificación de la especie (Foto No. 82). Este mismo ejemplar he utilizado para compararlo con las especies afines *Lepidium meyenii* Walp. utilizando la descripción original que dio *Walpers G.* en 1843 y el ejemplar tipo de *Lepidium gelidium* Wedd, y la descripción original dada por *Weddell* en 1864. El holotipo lo he inscrito con el No. 05/89 en mi colección y entregándolo el 11 de Enero de 1990 al Dr. *Ramón Ferreyra* y Dra. *Enma Cerrate de Ferreyra*, Directora del Herbario del Museo "Javier Prado" de la U.N.M.S.M. registrándose el material con el número 89129 U.S.M.. El isotipo lo he inscrito en mi Herbario con el No. 06/1989, *Chacón de Popovici, Gloria* (Foto No. 83). Este ejemplar lo he enviado al Dr. *Paul Hiepko*, Curator del Herbario de Berlín-Dahlem, Alemania, fue recibido por el Dr. *Madjit I, Hakki* asistente del Dr. *Paul Hiepko*, y ha sido considerado como un valioso ejemplar. A continuación en el mes de Junio de 1990 he estado en el Herbario de la Universidad de California en Berkeley (San Francisco) donde he comparado el isotipo No. 2 con el material de *Lepidium meyenii* Walp. conservado allí, dejando el isotipo en dicho Herbario donde fue recibido por el distinguido Botánico

Profesor Dr. *Paul Silva*, Director del Herbario. He realizado el análisis histoquímico del isotipo de *Lepidium peruvianum*, utilizando las mismas técnicas de identificación para los alcaloides y almidón de los ejemplares de San Juan de Jarpa, Achipampa y Carhuamayo realizados en 1961 en el Laboratorio Criminalístico de la Policía Técnica Nacional. Los resultados de estos análisis servirán para comprobar si esta nueva especie tiene las mismas características histoquímicas encontradas en las raíces de los ejemplares de San Juan de Jarpa, Achipampa y Carhuamayo. He hecho igualmente un 2do. experimento sobre aclimatación de la MACA en la Costa con los ejemplares obtenidos de raíz el 9 de Setiembre de 1989. Algunos de ellos fueron desarrollados en macetas, con excelentes resultados como se verá más adelante. Otra parte del material ha sido rallado y disecado en una estufa de cocina a 50°C, para ser utilizado en un futuro proyecto de investigación experimental cuyo plan ha sido elaborado por el Sr. *Zacarías Popovici Chacón*, estudiante de la Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

TECNICAS Y METODOS

BOTANICA.- El estudio botánico se ha hecho en base a un ejemplar de la MACA de la ciudad de Cerro de Pasco, que crece a una altitud de 4,300 m sobre el nivel del mar, en la Provincia de Pasco, Departamento de Pasco, obtenido el 9 de Setiembre de 1989. Para la clasificación taxonómica he usado como referencia la obra Flora of Perú del Dr. *Francis Macbride*, del Field Museum of Natural History Botany de los Estados Unidos (1938) y las descripciones originales de *Lepidium meyenii* Walp. y *Lepidium gelidium* Wedd. La descripción de la especie nueva está dada en latín y español, el iconotipo presenta a la planta (holotipo) con sus características (Foto No. 82). La descripción se ha hecho basada en observaciones visuales y utilizando un microscopio Zeiss Standard Phot1, con objetivos de 3.2X y 10X en el caso de la flor y los órganos sexuales, destacando las características que la identifican como especie nueva. Se ha tomado microfotografías a color y en blanco y negro utilizando una máquina PENTAX. El análisis comparativo de *Lepidium peruvianum* con *Lepidium meyenii* y *Lepidium gelidium* se ha hecho comparando el material botánico enviado por el Dr. *Shilling* del Herbario de Berlín-Dahlem y de las fotos recibidas del Herbario del Museo de Historia Natural de Chicago, quien tiene las colecciones del Dr. *Francis Macbride*. Igualmente describo a *L. meyenii* Walp. con las características obtenidas en las colecciones del Herbario del Museo de Historia Natural de Berlín-Dahlem y del Herbario del Field Museum de Chicago (U.S.A.). El holotipo se encuentra en el Museo de Historia Natural "Javier Prado" de la U.M.S. Los isotipos No. 1 ha sido entregado al Herbario de Berlín-Dahlem (B) y el isotipo No. 2 al Herbario de Berkeley, California (U.S.A.). Se ha revisado el ejemplar 02/60 de mi colección de la localidad de San Juan de Jarpa (Achipampa) de la Provincia de Huancayo del Departamento de Junín, 4,300 m sobre el nivel del mar, y el

Profesor Dr. *Paul Silva*, Director del Herbario. He realizado el análisis histoquímico del isotipo de *Lepidium peruvianum*, utilizando las mismas técnicas de identificación para los alcaloides y almidón de los ejemplares de San Juan de Jarpa, Achipampa y Carhuamayo realizados en 1961 en el Laboratorio Criminalístico de la Policía Técnica Nacional. Los resultados de estos análisis servirán para comprobar si esta nueva especie tiene las mismas características histoquímicas encontradas en las raíces de los ejemplares de San Juan de Jarpa, Achipampa y Carhuamayo. He hecho igualmente un 2do. experimento sobre aclimatación de la MACA en la Costa con los ejemplares obtenidos de raíz el 9 de Setiembre de 1989. Algunos de ellos fueron desarrollados en macetas, con excelentes resultados como se verá más adelante. Otra parte del material ha sido rallado y disecado en una estufa de cocina a 50°C, para ser utilizado en un futuro proyecto de investigación experimental cuyo plan ha sido elaborado por el Sr. *Zacarias Popovici Chacón*, estudiante de la Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

TECNICAS Y METODOS

BOTANICA.- El estudio botánico se ha hecho en base a un ejemplar de la MACA de la ciudad de Cerro de Pasco, que crece a una altitud de 4,300 m sobre el nivel del mar, en la Provincia de Pasco, Departamento de Pasco, obtenido el 9 de Setiembre de 1989. Para la clasificación taxonómica he usado como referencia la obra Flora of Perú del Dr. *Francis Macbride*, del Field Museum of Natural History Botany de los Estados Unidos (1938) y las descripciones originales de *Lepidium meyenii* Walp. y *Lepidium gelidium* Wedd. La descripción de la especie nueva está dada en latín y español, el iconotipo presenta a la planta (holotipo) con sus características (Foto No. 82). La descripción se ha hecho basada en observaciones visuales y utilizando un microscopio Zeiss Standard Phot1, con objetivos de 3.2X y 10X en el caso de la flor y los órganos sexuales, destacando las características que la identifican como especie nueva. Se ha tomado microfotografías a color y en blanco y negro utilizando una máquina PENTAX. El análisis comparativo de *Lepidium peruvianum* con *Lepidium meyenii* y *Lepidium gelidium* se ha hecho comparando el material botánico enviado por el Dr. *Shilling* del Herbario de Berlín-Dahlem y de las fotos recibidas del Herbario del Museo de Historia Natural de Chicago, quien tiene las colecciones del Dr. *Francis Macbride*. Igualmente describo a *L. meyenii* Walp. con las características obtenidas en las colecciones del Herbario del Museo de Historia Natural de Berlín-Dahlem y del Herbario del Field Museum de Chicago (U.S.A.). El holotipo se encuentra en el Museo de Historia Natural "Javier Prado" de la U.M.S. Los isotipos No. 1 ha sido entregado al Herbario de Berlín-Dahlem (B) y el isotipo No. 2 al Herbario de Berkeley, California (U.S.A.). Se ha revisado el ejemplar 02/60 de mi colección de la localidad de San Juan de Jarpa (Achipampa) de la Provincia de Huancayo del Departamento de Junín, 4,300 m sobre el nivel del mar, y el

ejemplar de Carhuamayo de la Provincia de Junín, del Departamento de Junín altitud 4,300 m, con fines de comparación con el holotipo.

FITOQUIMICA.- El estudio fitoquímico de la MACA realizado en 1960-1962 trató sobre la descripción botánica, histológica, histoquímica, química y farmacológica. Este último se hizo para comprobar la acción que podría tener la MACA sobre el aparato genital masculino y femenino como también la procreación en animales de experimentación.

La recolección de la MACA se efectuó el 9 de Enero de 1960 en las áreas de puna en la localidad de Puquio del Distrito de San Juan de Jarpa, Provincia de Huancayo, Departamento de Junín situado a 4,300 m sobre el nivel del mar (Foto 8 y 11). El ejemplar fue utilizado para la clasificación descripción botánica e histología. Mayores cantidades de este ejemplar fueron obtenidos de los Distritos de San Juan de Jarpa (Achipampa) y Carhuamayo para los estudios botánicos (Fotos 12, 13, 14 y 15), químicos y farmacológicos, este último situado a 4,100 m cerca del lago de Junín. Los estudios de laboratorio, lo he realizado en el gabinete de Botánica y en el Museo de Historia Natural "Javier Prado" de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. He utilizado las claves de *Engler* (1919) y *Macbride F.* (1938) como consultas para la clasificación botánica de la MACA.

El estudio histológico se hizo en base de cortes de la raíz, ramas, hojas, flores, ovario y antera de la MACA. Seguí el siguiente procedimiento: preparé cortes utilizando una navaja de mano, en secciones de más o menos 10 μ , éstos son colocados en el porta-objetos, que contiene gotas de agua destilada, luego, son cubiertos con cubre-objetos. Se ha utilizado un microscopio compuesto y objetivos de 10X y 45X. Las microfotografías fueron tomadas en el Laboratorio de Criminología de la P.I.P. como se aprecian en las fotos 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48 y 49.

HISTOQUIMICA.- Se ha utilizado sólo la raíz de la MACA del material botánico del Distrito de San Juan de Jarpa, y he utilizado el mismo procedimiento realizado en el estudio histológico pero añadiendo los reactivos correspondientes para la identificación de sustancias químicas propias de la planta.

Para la identificación de almidones se coloca el reactivo en uno de los lados de la preparación y se provoca la corriente del líquido, colocando un fragmento de papel secante al lado opuesto. Se utilizó como reactivo la Solución Iodo Iodurada cuya composición química es la siguiente: Iodo 2 gr., Ioduro de Potasio 4 gr. y agua destilada 100 ml.

Para la identificación de celulosa y lignina, se trata al corte de la raíz después de un lavado con agua destilada, con solución de eosina, durante un minuto, se lava nuevamente y se monta con glicerina. El reactivo usado es la solución de eosina (eosina 1 gr. y agua destilada 100 ml).

Para la identificación de alcaloides, sobre el corte fresco se agrega una gota de los reactivos generales de Mayer, Bouchardat y Dragendorff. El reactivo de Mayer está compuesto por Bicloruro de Mercurio 13 gr, Ioduro de Potasio 6 gr y agua destilada 100 ml.

QUIMICA.- En Mayo de 1960 y Abril de 1961 obtuve 4 kg de MACA del Distrito San Juan de Jarpa, para los análisis respectivos. En Junio de 1961 obtuve 13 kg del Distrito de Carhuamayo para la obtención de los alcaloides que sirvieron en los experimentos farmacodinámicos, como se verá más adelante.

Como primer paso se determinó la humedad y cenizas. Se tomó 20 gr de la raíz cortada en rodajas finas, a la cual se le pesó en una balanza debidamente tarada. Se introdujeron los cortes en una estufa a 100°C. durante 24 horas. Después se pesó para obtener la diferencia, indicando el porcentaje de humedad. Para una mejor confirmación de los resultados, se repitió la prueba 3 veces seguidas hasta encontrar el peso constante. Para la determinación de cenizas, se llevaron los residuos de la raíz a una mufla de 900°C, durante media hora, hasta obtener cenizas blancas, luego este producto se pesó.

Para el procedimiento analítico cualitativo se utilizó la técnica de *Floriani, L.* (1938) modificado por el Dr. *Víctor Indacochea* (1960). Se utilizó un soxhlet de 250 ml y 100 gr de la raíz de la MACA rallada y secada en una estufa a 50°C durante 12 horas, luego, se colocó en un estuche preparado de papel Whatman y se utilizó una cantidad suficiente del solvente para la capacidad del soxhlet, más o menos 250 ml, para obtener más o menos 25 ml. Quiere decir que en esos 25 ml estuvo comprendido el extraído de los 100 gr de la MACA.

Cada extracto fue colocado en un desecador de Acido Sulfúrico después de la extracción, para evitar alteración al contacto con el ambiente. Se colocó una etiqueta con las características del extracto. Terminada la extracción con los diferentes disolventes, comenzamos hacer el reconocimiento de los extraídos en forma creciente, debido a que podrían realizarse alteraciones muy fácilmente.

Para el extracto acetónico realizamos 65 extracciones en 16 horas y 10 minutos a 56°C, temperatura de ebullición de la acetona. El residuo se desecó en Acido Sulfúrico. Se tomó 5 ml del extracto y se agregó 28 ml de agua acidulada y éter sulfúrico, realizándose 3 lavadas, obteniéndose dos capas: la capa superficial etérea se desechó y la capa acuoadiculada se alcaliniza con Carbonato de Sodio, hasta tener un pH de 8.5 realizándose tres lavadas con éter sulfúrico, el cual nos dio dos capas. En la capa superficial etérea, se realizó la concentración y purificación, luego se evaporó a sequedad. El residuo se trató con gotas de ácido acético obteniéndose el principio activo bajo la forma de solución acética.

Para una comprobación de la presencia de los principios activos, se trató con los reactivos generales de Mayer, Dragendorff y Bouchardat. Se realizaron cromatogramas, para la determinación del Rf, y la cantidad de los alcaloide existentes. Se ha empleado como fase móvil Acido Acético 10 ml, Butanol-n 40 ml, agua c.s, para 50 ml. Como reveladores se han utilizado el reactivo de Dragendorff compuesto por Subnitrate de Bismuto 0.85 gr, Acido Acético 177 ml, Ioduro de Potasio 16 gr y agua destilada 800 ml. El Iodo metálico y el Iodo platinato de Potasio con la siguiente composición: Platino 10 ml, Acido Clorhídrico 0.5 ml y Acido Nítrico 0.5 ml. Para las cromatografías se han empleado papel Whatman No. 4

En la capa acuocalalina se evaporó el residuo hasta la sequedad formándose un gran espesamiento, el cual luego de ser enfriado se le agregó 20 ml de alcohol, se evaporó al baño María, el residuo se separó para el reconocimiento de taninos y saponinas. Se tomó 0.5 ml del residuo para taninos y se le agregó 1 ml de agua destilada, dos gotas de ácido clorhídrico hasta neutralidad y dos gotas de Percloruro de Fierro. Del extracto para saponinas se tomó 1 ml y 1 ml de agua, se agitó. Se realizó una prueba hermolítica tratándose el extracto con solución de anticoagulante y sangre. En esta prueba hemolítica se hizo una contraprueba con solución de saponina, viéndose así la gran diferencia.

Para el extracto con eter sulfúrico realizamos 45 extracciones en 7 horas y 30 minutos a 37°C, temperatura de ebullición del eter. El residuo se desecó en ácido sulfúrico. Al extracto se agregó NaOH hasta alcalinizar, luego 20 ml de eter sulfúrico, obteniéndose dos capas: una capa superficial etérea y una capa acuocalalina. La capa superficial etérea se colocó al baño María hasta sequedad, al residuo se le agregó ácido acético para la obtención de alcaloides. Para su comprobación se utilizó los reactivos de Mayer, Bouchardat y Dragendorff.

La capa acuocalalina, de aspecto pastosa, se va a separar en pequeñas proporciones para hacer reconocimiento de ácidos grasos, taninos, heterósidos y glúcidos. Para la determinación de esterole se utilizó la reacción de Liebermann, que consistió en separar una muestra del extracto + 1 ml de cloroformo + 1 ml de anhídrido acético + 1 ml de ácido sulfúrico concentrado. Para la determinación de los ácidos grasos, se tomó una muestra del extracto + 3 ml de alcohol, se adicionó de gotas de solución de KOH alcohólico y agitó. Para la identificación de taninos, se tomó una muestra del extracto + 1 ml de alcohol + 1 ml de agua + Percloruro de Fierro. Para la identificación de glúcidos, a la muestra del extracto se agregó 5 ml de alcohol, se agitó y se filtró, luego se separó en 2 tubos de prueba. A uno de los tubos se agregó 3 gotas de HCl, para hidrolizar, se puso al baño María 10 minutos, se separó una muestra y se hizo la reacción con el azul de tetrazolium.

Para el extracto con alcohol, efectuamos 81 extracciones en 27 horas a 78°C. Se notó ligera fluorescencia verdosa. El residuo se desecó en ácido sulfúrico. Al extracto,

se le agregó 1 ml de agua, se observó una solución ligeramente opalescente, de acentuado olor aromático particular. Al volumen total del extracto alcohólico se le agregó 30 ml de alcohol obteniéndose una solución que a la luz presentó fluorescencia verdosa, parecida al petróleo, se destiló y dividió en dos partes: la primera parte se trató con solución de potasa, calentándola para saponificar, presentando un aspecto transparente, de color marrón oscuro, de consistencia oleosa. A esta solución se le agregó éter sulfúrico 2 veces. La capa etérea, es de un color ambar pronunciado aspecto opalescente, se filtró y se le sometió a un baño María hasta sequedad, luego se le agregó 10 ml de éter aproximadamente dando una solución opalescente que persiste aún después de tratar con SO_4Na_2 anhidro. Se filtró y se evaporó nuevamente a sequedad, el residuo presentó un olor particular, color amarillo con precipitación microcristalino, se le agregó 5 ml de alcohol solubilizándose completamente. Se evaporó en baño María hasta sequedad para la obtención de alcaloides. Se hizo la comprobación por Cromatografía de papel. La segunda parte, se acidificó con gotas de HCl + 20 ml de éter sulfúrico, colocándose en una pera de bromo, se agitó más o menos 10 minutos, repitiéndose 3 veces, se reunieron los extractos etéreos para investigar sustancias tánicas.

Para la extracción con agua destilada, efectuamos 30 extracciones en 67 y 1/2 horas a 100°C , presentando bastante espuma, más o menos 4 ml (completo agotamiento). El residuo se desecó en Acido Sulfúrico. Al extracto se le agregó 50 ml de agua, se neutralizó al papel de tornasol con NaOH, agregándose 5 ml de Subacetato de Plomo líquido, se agitó y dejó reposar 15 minutos. Se agregó 5 ml de SO_4Na_2 saturado, filtrándose. Se obtuvo una solución y un residuo. La solución líquida se evaporó al baño María, se agregó 20 ml de alcohol (etílico absoluto), dejándose de un día para otro en la nevera. Se investigó glúcidos (carbohidratos) utilizándose los siguientes reactivos y procedimientos: Con el reactivo de Fehling se tomó 1 ml de la solución + 2 ml de agua + 3 gotas del reactivo. Con el reactivo de Tollens, se tomó 1 ml de la solución + 2 ml de agua + 3 gotas del reactivo. Con el reactivo de Fehling después de hidrolizar, se procedió primero a hidrolizar calentando la solución con unas gotas de HCl (30% de concentración) y después NaOH al 5% para neutralizar al HCl + reactivo, calor. Con el reactivo de Tollens después de hidrolizar, se hizo el mismo procedimiento anterior. Con la sal de tetrazolium, se separó 1 gota del líquido de la solución + 2 ml de agua + 3 ml de sol. NaOH (33%) + 3 gotas de la solución al 0.1% de la sal de tetrazolium, se agitó y calentó al baño María por un minuto. El residuo obtenido de la extracción con agua destilada se trató con SO_4Na_2 para precipitar al exceso de Acetato de Plomo, luego se filtró. Se mezcló lo filtrado con una cantidad igual, de alcohol amílico o butílico (100°). Se agitó bien en una pera de bromo, por diez minutos luego se dejó reposar unos quince minutos para separar el alcohol de las sustancias, obteniéndose dos capas de diferentes densidades, la capa superficial o solución alcohólica y la capa inferior o residuo. Se separaron las dos capas. Se tomó la capa alcohólica para antocianinas o pigmentos. Se agregó solución de Subacetato de Plomo y unas gotas de H_2SO_4 + gotas

de NaOH. De la capa inferior o residuo se investigó glúcidos. Se tomó 3 ml del residuo, haciéndose el mismo procedimiento para glúcidos con los reactivos anteriores.

FARMACOLOGIA.- Este estudio se realizó utilizando 11 kg de la raíz de la MACA traído del Distrito de Carhuamayo en Junio de 1961. Paralelamente a la investigación farmacológica y acción sobre los órganos genitales en animales de experimentación hice un estudio sobre el desarrollo de la rata hembra desde su nacimiento hasta 1 año de edad con la finalidad de controlar el peso en relación con su alimentación natural y de esa manera determinar la edad aproximada. Presento el Cuadro 9 donde coloco los promedios de peso vivo e incremento semanales hasta el tercer mes de edad, después he utilizado el promedio de peso de 6 y 12 meses. El Gráfico 13 presenta el incremento de desarrollo de la rata con la edad y el Gráfico 14 presenta la curva de crecimiento de la rata durante tres meses (13 semanas).

Para la frecuencia de procreación hemos trabajado con dos lotes de ratas A y B. El lote A sirvió como experimento utilizándose 2 ratas machos y 8 hembras de 8 semanas de nacido, con un peso promedio de las hembras de 80.0 gr y de 79.55 gr para los machos. He administrado diariamente junto con la comida (nicovita) 50 gr del polvo de la raíz disecada que equivalió a 1/3 de su alimento. El lote B sirvió de control, utilizándose 2 ratas machos y 8 hembras de 8 semanas de nacido con un peso promedio de 85.5 gr para las hembras y 84.1 gr para los machos. Hemos administrado sólo nicovita como alimento, y agua, al igual que al otro lote. Este estudio lo realicé en el Laboratorio de Farmacología de la Facultad de Medicina Humana de San Fernando de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos y duró más o menos 6 meses. Las jaulas, balanzas y alimentos fueron proporcionados por el Laboratorio. El Cuadro 10 presenta el promedio de peso después del experimento y la cantidad de crías durante los meses de observación.

Se realizó cortes histológicos completos de la rata normal, de ambos sexos, antes del experimento con los alcaloides de la raíz de la MACA. He utilizado ratas desde 1 mes y 15 días de edad con un peso de 55 gr hasta de 1 año y medio con un peso para el macho de 260 gr. Los cortes histológicos abarcaron: Aparato genital masculino y femenino, órganos del aparato digestivo, órganos del aparato urinario, órganos del aparato circulatorio, órganos del aparato respiratorio, glándulas, sistema nervioso y huesos (fémur, esternón, parietal y pie). Los cortes histológicos se realizaron en el Laboratorio de Patología del Instituto de la Facultad de Medicina Humana de la U.N.M.S.M. gracias a las facilidades brindadas por el Dr. *Alberto Cuba Caparó*. El equipo técnico fue dirigido por la Sra. *Bertha Incháustegui*, Jefa del Laboratorio.

El estudio anátomo-histológico en ratas, inoculados con el principio activo (alcaloides) obtenido de la raíz de la MACA del Distrito de Carhuamayo se dividió en dos partes. La *primera parte* abarcó desde Octubre hasta Diciembre de 1961 efectuándose

los siguientes experimentos: Las ratas las colocamos en dos lotes. El lote C formado por 2 ratas machos de seis y siete semanas de edad de 60 y 71 gr respectivamente. Al primero le inyecté por vía intraperitoneal 1 ml del extracto alcaloideo acuoso (0.1 ml de concentrado alcaloideo completado a 1 ml de agua destilada) y fue sacrificado a los 3 días para las observaciones anátomo-histológicas de los testículos, con el propósito de observar una probable maduración de las células germinales. La otra rata sirvió de testigo. El lote D comprendió el experimento con 4 ratas hembras de seis y nueve semanas de edad, con peso de 65 y 99 gr respectivamente. La primera desde su nacimiento había recibido el polvo disecado de la raíz junto con la alimentación (nicovita), sacrificándola para el estudio anátomo histológico de ovarios, trompa y útero. A una segunda rata le inyecté por vía intraperitoneal 1 ml del extracto alcaloideo acuoso, siendo sacrificado tres días más tarde, para hacer el estudio anátomo-histológico de ovario, trompa y útero. A una tercera rata que había recibido desde el nacimiento junto con la alimentación el polvo disecado de la raíz, le inyecté por vía intraperitoneal igualmente 1 ml del extracto, sacrificándola tres días más tarde para los estudios correspondientes. La última rata sirvió como testigo. Tomamos microfotografías para cada experimento (Fotos 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74 y 75) y el Dr. *Mario Montes* y el Dr. *Alberto Cuba Caparó*, hicieron los protocolos de autopsia (Protocolos 1, 2, 3 y 4).

En 1989, han sido revisadas estas láminas nuevamente por el Sr. *Zacarías Popovici Chacón*, estudiante de la Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, presenta también las microfotografías desde el No. 89 al 94. Ha utilizado un microscopio Zeizz, standar Lab 16, sin filtro, una cámara fotográfica PEN-TAX MX y rollo Kodak color VR-GCa/35-36 exposiciones, utilizando 1" para el aumento de 100X y 3" para 400X.

La *segunda parte* del experimento anátomo-histológico en ratas, abarcó los meses de Enero hasta Agosto de 1962. Hemos repetido los ensayos anteriores utilizando el mismo principio activo anterior guardado en frigidier cuyo extracto acuoso fue inoculado en un total de 5 ratas hembras y 5 machos de 6 y 9 semanas de edad. El primer experimento lo he realizado el 4 de Junio de 1962, inyectando a 2 hembras de 6 y 9 semanas de edad, siendo sacrificadas a las 72 horas. El segundo experimento lo hice el 18 de Junio de 1962, inyecté a una hembra de 9 semanas y un macho de 6 semanas, sacrificándolos a las 72 horas para sus observaciones. El tercer experimento lo efectué el 18 de Julio de 1962 inyectando a 3 machos de 6 semanas y 2 hembras de 6 semanas, sacrificándolos también a las 72 horas. El material histológico de estos experimentos ha quedado en el Archivo del Instituto de Patología de la Facultad de Medicina de San Fernando de la UNMSM. En Diciembre de 1989, tuve la intención de revisar este material, fue así que el Dr. *Alberto Cuba Caparó*, Presidente de la Asociación de Patólogos del Perú, me presentó al Director del Instituto para darme las facilidades de estudio que conjuntamente con el Sr. *Zacarías Popovici Chacón* íbamos a realizar, pero lamentablemente, el archivo había sufrido un cambio de lugar años atrás y las láminas

no habían sido ordenadas desde entonces, a esto se sumaron las huelgas frecuentes a partir del año 1985 hasta la actualidad, no pudiéndose realizar hasta el momento la revisión de este valioso material. Mantengo en mi poder los registros de los blocks en parafina, la clave de las láminas histológicas, las descripciones anatómicas antes y después de los experimentos y fotos tomadas para complementar este estudio.

En 1989 y 1990 he realizado observaciones sobre la histología e histoquímica de la raíz traído de Cerro de Pasco, utilizando la misma técnica empleada en 1960-1961, con la finalidad de comparar la morfología interna y propiedades químicas de la MACA de Cerro de Pasco y los ejemplares de San Juan de Jarpa (Achipampa) y de Carhuamayo pertenecientes al Departamento de Junín. Parte del material botánico traído en Setiembre de 1989 la he conservado al estado fresco en el frigidier para estudios de aclimatación que sigo realizando en colaboración con la Sra. *Teresa Torres*, y la otra parte la he disecado y pulverizado, conservándola en frascos herméticamente tapados para futuros estudios.

EL CULTIVO DE LA MACA (*Lepidium peruvianum* Chacón) Y SU USO EN LA ALIMENTACION

El Perú posee grandes riquezas en sus recursos naturales, pero no todos son explotados y manejados acorde con los principios de la ecología. Sin embargo, en las grandes altitudes de la Cordillera de los Andes Centrales, la población precolombina ha aprendido desde hace mucho tiempo, apreciar empíricamente el valor de algunas especies de plantas y animales en su relación con las condiciones particulares de su entorno natural. Ella ha desarrollado, luego, la modalidad de cultivar la maca y criar auquénidos en las alturas de 3,800 m a 4,300 metros sobre el nivel del mar.

Considero que el origen del cultivo de la MACA en la puna andina tiene sus raíces en la relación que supo establecer el poblador andino con la naturaleza en cada piso ecológico en que vivía. De allí surgió su arte de aprovechar en la mejor forma el suelo y cultivar en él, la MACA y la PAPA (*Solanum tuberosum*) (Ver al respecto *María Rostworowski*, 1975 y 1978, *Johns*, 1981 y *Elisabeth Bonnier* 1986).

En los siglos XVI y XVII, la producción de MACA en los Andes Centrales fue lo suficientemente grande como para pagar parte de ella como tributo y también para alimentar al ejército imperial. Quizás, el clima fue menos frío. Luego, se intensificó el cultivo de la papa y disminuyó el cultivo de la MACA. Esta situación se acentuó más recientemente al intensificar la importación de cereales y otros alimentos.

no habían sido ordenadas desde entonces, a esto se sumaron las huelgas frecuentes a partir del año 1985 hasta la actualidad, no pudiéndose realizar hasta el momento la revisión de este valioso material. Mantengo en mi poder los registros de los blocks en parafina, la clave de las láminas histológicas, las descripciones anatómicas antes y después de los experimentos y fotos tomadas para complementar este estudio.

En 1989 y 1990 he realizado observaciones sobre la histología e histoquímica de la raíz traído de Cerro de Pasco, utilizando la misma técnica empleada en 1960-1961, con la finalidad de comparar la morfología interna y propiedades químicas de la MACA de Cerro de Pasco y los ejemplares de San Juan de Jarpa (Achipampa) y de Carhuamayo pertenecientes al Departamento de Junín. Parte del material botánico traído en Setiembre de 1989 la he conservado al estado fresco en el frigidier para estudios de aclimatación que sigo realizando en colaboración con la Sra. *Teresa Torres*, y la otra parte la he disecado y pulverizado, conservándola en frascos herméticamente tapados para futuros estudios.

EL CULTIVO DE LA MACA (*Lepidium peruvianum* Chacón) Y SU USO EN LA ALIMENTACION

El Perú posee grandes riquezas en sus recursos naturales, pero no todos son explotados y manejados acorde con los principios de la ecología. Sin embargo, en las grandes altitudes de la Cordillera de los Andes Centrales, la población precolombina ha aprendido desde hace mucho tiempo, apreciar empíricamente el valor de algunas especies de plantas y animales en su relación con las condiciones particulares de su entorno natural. Ella ha desarrollado, luego, la modalidad de cultivar la maca y criar auquénidos en las alturas de 3,800 m a 4,300 metros sobre el nivel del mar.

Considero que el origen del cultivo de la MACA en la puna andina tiene sus raíces en la relación que supo establecer el poblador andino con la naturaleza en cada piso ecológico en que vivía. De allí surgió su arte de aprovechar en la mejor forma el suelo y cultivar en él, la MACA y la PAPA (*Solanum tuberosum*) (Ver al respecto *María Rostworowski*, 1975 y 1978, *Johns*, 1981 y *Elisabeth Bonnier* 1986).

En los siglos XVI y XVII, la producción de MACA en los Andes Centrales fue lo suficientemente grande como para pagar parte de ella como tributo y también para alimentar al ejército imperial. Quizás, el clima fue menos frío. Luego, se intensificó el cultivo de la papa y disminuyó el cultivo de la MACA. Esta situación se acentuó más recientemente al intensificar la importación de cereales y otros alimentos.

EL CULTIVO

La siembra se efectúa en los meses de Octubre y Noviembre cuando se anuncia la proximidad de las precipitaciones pluviales. La cosecha se realiza en Junio o Julio, vale decir unos ocho o nueve meses después. En el Distrito San Juan de Jarpa, los agricultores cultivan de la siguiente manera:

- 1° Se realiza la limpieza del lugar adecuado (Foto 3)
- 2° Se esparce la semilla sobre el terreno procurando que sea en la superficie del suelo (Foto 4).
- 3° Luego se hace pisar por el ganado, con la finalidad que sea cubierta por una pequeña capa de tierra y a la vez pueda ser abonado (Foto 5).
- 4° El trasplante se realiza al cabo de 5 meses, obteniéndose recién el primer período de su crecimiento, en el cual se cortan las hojas quedando solamente la raíz, para su desarrollo definitivo (Foto 6).

El rendimiento de la cosecha por yugada (3,334 m²) es de once a doce sacos de dicha raíz, la cual se vende en las ferias tradicionales de esos lugares. Algunos moradores utilizan la raíz al cabo de este primer desarrollo, otros esperan hasta su desarrollo definitivo que dura 3 meses más. Los pobladores y agricultores cultivan esta planta para uso alimenticio. Primero solean la raíz durante 15 días, la emplean en mazamorra, dulces y sancochada como el camote (*Ipomoea batata*). Lo utilizan también como bebida macerada con alcohol. (*Agricultor*, 1960).

En el Distrito de Carhuamayo los agricultores la cultivan de la siguiente manera:

- 1° La semilla se siembra en la época de lluvias.
- 2° El sembrío se hace igual a la cebolla o zanahoria (si se siembran ralos las raíces crecen grandes pero sin mucho sabor y si se hace menudo crecen pequeñitos pero muy ricos).
- 3° El trasplante se realiza al cabo de 3 a 4 meses de sembrado, la raíz tiene que ser fresca o guardada solamente 3 días, éstas se entierran en un hoyo, a 20, 30 ó 60 cm; se tapan, se riegan y se observan si han hechado raíces (raicillas). Unos 20 días más tarde, se hace el trasplante a una distancia una a otra de 40 cm y se dejan más o menos de 4 a 6 meses, que se observan si han salido semillas.

Para comerlas hay que colocarlas al Sol por lo menos 15 días, siempre juntándolas por las tardes y ponerlas bajo techo. (*Travi, M.*, 1961).

Pero, en los cultivos de la MACA se ha comprobado (1) que esta planta agota mucho el suelo en el cual se desarrolla y (2) que su cultivo requiere mucho cuidado y la aplicación del sistema de rotación. Conviene, por lo tanto, realizar el cultivo de otras especies de plantas para dar tiempo al suelo en restaurar sus cualidades anteriores.

En el Departamento de Arequipa por ejemplo, el sistema de rotación abarca: cultivo de la papa, que puede ser papa negra o rosada, seguida por cultivo de cebolla roja cuyo desarrollo hasta la cosecha dura 3 meses, y luego se reinicia la siembra de la papa que dura 6 meses, pero antes el terreno tiene que ser abonado y desinfectado. En caso que se retrasa el desarrollo de la planta se le coloca úrea.

RESULTADOS

La MACA es oriunda de los Andes Centrales del Perú cuya extensión geográfica comprende las latitudes de 10°25'S y 11°00'S y las longitudes de 76°34' Oeste y 75°50' Oeste correspondiendo a la Provincia de Pasco del Departamento de Pasco y las latitudes de 11°00'S y 12°20'S y las longitudes de 76°12' Oeste y 75°00' Oeste correspondiendo a las Provincias de Junín, Tarma, Jauja, Concepción y Huancayo del Departamento de Junín.

El Departamento de Pasco fue creado el 27 de Noviembre de 1944, su superficie es de 24,035 Km² (1989). allí convergen las tres Cordilleras de los Andes, formando la parte más ancha del relieve andino. A partir de la longitud de 76° Oeste comienza el lado Este de la región con la Ceja de Selva en la Provincia de Oxapampa.

Los lugares donde cultivan la MACA están en todos los Distritos de esta Provincia especialmente en la ciudad de Cerro de Pasco una de las más altas del mundo, situado a 4,333 m sobre el nivel del mar. Allí está el asiento minero más importante del Perú, presenta toda clase de minerales, siendo el primer productor de plata, plomo, zinc y vanadio (yacimientos más ricos del Perú) ocupan lugar preferente el cobre, estaño bismuto, antimonio, molibdeno y hulla.

La MACA es cultivada también en el Departamento de Junín, creada por Ley el 13 de setiembre de 1825, cuya extensión es de 41,296 Km². Su capital es la ciudad de Huancayo y está situada a 3,271m sobre el nivel del mar. La zona occidental comprende a las Cordilleras Occidental y Central y convergen hacia el Nudo de Pasco. La MACA es cultivada a una altitud de 4,100 y 4,300 m en los pueblos de Carhuamayo, Junín, San Juan de Jarpa, Achipampa, Yanacancha y otros.

HABITAT

El clima de los Andes Centrales del Perú es frío y seco, lluvioso en los meses de verano (Enero, Febrero y Marzo) y con heladas en los meses de Mayo, Junio y Julio. Para una mejor comprensión del clima he elaborado 7 Cuadros de datos meteorológicos basados en la temperatura mínima media, temperatura máxima media, temperatura media ambiental, precipitación total mensual y vientos. Todos estos datos han sido regis-

trados en la Estación Meteorológica de Cerro de Pasco (Chaupimarca) a una altitud de 4,333 m sobre el nivel del mar. He dado preferencia a esta altitud por ser a este nivel donde tiene lugar el origen de la MACA. Presento también 12 Gráficos basados en estos datos.

El Cuadro 1 presenta la temperatura mínima media de los años 1960 hasta 1981 durante 8 años. La Gráfica 1 muestra la distribución de las temperaturas durante los años 1960, 1962, 1971 y 1981. La temperatura mínima más baja se registró en Junio de 1962 de -5.10°C mientras que en el año 1981 el promedio de la mínima fue de -2.3°C en el mes de Julio. El promedio de la mínima más alta fue de 1.7°C registrado en Marzo de 1971 seguida de los meses de Noviembre y Diciembre con 1.7°C y 1.6°C respectivamente para el año 1981. La Gráfica 2 presenta el promedio anual de la temperatura mínima, siendo el año 1964 el más frío con un promedio de -1.7°C , y el año 1981 la más alta con un promedio de 0.4°C . La Gráfica 3 presenta el promedio mensual de la temperatura mínima durante 8 años comparado con el año 1960. Observamos que en el mes de julio se presentó la temperatura mínima media más baja de -3.8°C como también en el año 1960 con -3.9°C , seguido de los meses de Junio, Julio y Agosto (invierno). Los promedios más altos se registraron en los meses de Enero, Febrero y Marzo (verano) con una temperatura promedia de 0.8°C excepto Marzo de 1960 cuya temperatura fue de -0.5°C . El Cuadro 2 presenta la temperatura máxima media desde el año 1960 hasta 1981, tomando como promedio sólo 8 años. La Gráfica 4 muestra la distribución de las temperaturas en los años 1960, 1962, 1971 y 1981. La temperatura máxima más alta se registró en el mes de Marzo del año 1981, con 16.1°C . La otra fue de 14.3°C en el mes de Marzo de 1971. La temperatura máxima más baja se registró el mes de marzo de 1962 con 10.5°C . La Gráfica 5 presenta la distribución de la temperatura promedia anual máxima para los años 1960 hasta 1981. La temperatura anual más alta se registró en 1981 con 12.6°C . El año 1960 fue también alta de 12.5°C . La temperatura anual más baja se registró en el año 1961 con 11.0°C . La Gráfica 6 presenta el promedio mensual de la temperatura máxima para los años 1960 a 1981, comparado con el promedio mensual del año 1960, año que inicié los estudios de la MACA. Se registró una temperatura de 12.5°C para los promedios mensuales de Junio, Agosto, Octubre y Diciembre, siendo el valor más alto de 12.6°C en el mes de Julio. Comparado con el año 1960 se puede apreciar que la temperatura mensual máxima más alta se registró en el mes de Diciembre, con un valor de 13°C . En Junio se registró 13.7°C siendo más alta que el promedio de los 8 años para ese mes. La amplitud de la temperatura entre la máxima y mínima media para los 8 años considerados durante los meses de Junio, Julio y Agosto (invierno) fueron de 9.3°C , 8.8°C y 9.2°C respectivamente y para los meses de Enero, Febrero y Marzo (verano) fueron de 11.2°C , 10.2°C y 11.1°C respectivamente. Quiere decir que la amplitud es mayor en verano que en invierno.

El Cuadro 3 presenta la temperatura media ambiental durante 7 años, desde 1960

hasta 1981. En el **Gráfico 7** se observa la temperatura media para los años 1960, 1961, 1971 y 1981. La temperatura en el año 1981 fue más alta que los otros 3 años. Cabe mencionar que el año 1981 ha marcado el inicio de la anomalía climática conocida como Fenómeno Atmosférico de Calentamiento Andino (FACA), que podría ser considerado como indicador de la presencia del "Niño". La temperatura media más baja se registró en el año 1971 con un promedio de 4.0°C. El **Gráfico 8** representa la temperatura media anual durante 7 años, desde 1960 hasta 1981. La temperatura promedio más alta se registró en el año 1981 con un promedio de 6.4°C siendo este valor superior en 1.6°C al valor anual del año 1960. En los años 1963, 1964 y 1965 la temperatura promedio fue de 3.8°C, elevándose la temperatura 4.0°C en el año 1971. El **Gráfico 9** presenta los promedios mensuales de la temperatura media para 7 años. Se puede observar que en los meses de Enero, Febrero y Marzo (verano) las temperaturas promedio fueron las más altas con 5.1°C, 4.7°C y 5.0°C, mientras que en los meses de junio, Julio y Agosto (invierno) las temperaturas medias más bajas fueron 3.7°C, 3.4°C y 3.6°C. La temperatura mínima se registró en el mes de Julio con 3.4°C y la más alta en el mes de Enero con 5.1°C.

El **Cuadro 4** presenta la precipitación total mensual en 7 años abarcando los años 1971, 1977, 1981, 1983, 1984, 1986 y 1987 con los promedios anuales y mensuales. La **Gráfica 10** presenta la precipitación total mensual para los años 1971, 1981, 1983 y 1987. La precipitación más alta se registró en Febrero de 1981 con 543.0 mm seguida del mes de Noviembre del mismo año con 438.0 mm. En cambio en el año 1983 se presentó la más alta precipitación en el mes de Marzo con 310.0 mm y en el mes de Noviembre con 269.6 mm. Las precipitaciones totales más bajas se registraron en los meses de Mayo, Junio y Julio con 44.5 mm, 37.6 mm y 21.2 mm respectivamente, presentándose la mínima en el mes de Julio. Las precipitaciones totales más altas se registraron en los meses de Enero, Febrero y Marzo con 265.8 mm, 275.4 mm y 211.4 mm, presentándose en el mes de Febrero la más alta precipitación. La **Gráfica 11** muestra la precipitación total anual desde los años 1971 hasta 1987 considerando sólo 7 años, debido a que los datos mensuales fueron más completos. La precipitación más alta se registró en el año 1981 con 2,569.6 mm seguido por el año 1983 con 1,973.6 mm. La precipitación más baja se dio en el año 1971 con un promedio anual de 988.5 mm. La **Gráfica 12** muestra la precipitación promedio mensual en 7 años comparada con el año 1983. Los promedios más altos se registraron en los meses de Enero, Febrero y Marzo (verano) con 265.8 mm, 275.4 mm y 211.4 mm respectivamente. Estos meses junto con los meses de Octubre, Noviembre y Diciembre forman el ciclo de las lluvias. Los meses de Octubre y Noviembre son propicias para la siembra por semilla (del fruto) de la MACA tanto en San Juan de Jarpa como en Carhuamayo, es decir en el Departamento de Junín (*Travi, M.*, 1961) y (*Molina, L.*, 1960). Los promedios más bajos se presentaron en los meses de Mayo, Junio y Julio con 44.5 mm, 37.6 mm y 21.2 mm respectivamente, registrándose la mínima en Julio, es decir en pleno invierno. Cabe mencionar que en el mes de Agosto de 1981 se registró una precipitación elevada

inusual. Aparentemente el factor cósmico desempeñó un papel importante en las condiciones climáticas reinantes en la región alto andina del Perú Central o quizás el aumento inusual del CO_2 en la atmósfera para ese año. Es importante destacar que cuando se presentó "El Niño" en 1982-1983 frente al litoral del Perú con su intensidad máxima de lo que va del siglo XX la región costera ha tenido lluvias copiosas y fuertes inundaciones. Por contraste en las alturas de los Andes las cantidades de precipitación se mantuvieron un poco más bajas en relación con el año 1981. Es decir un año antes de la presencia del "Niño" se puso ya de manifiesto en los Andes los meses más lluviosos durante el año 1981. El Cuadro 4 muestra que en el mes de agosto de 1981 se registró una elevada precipitación de 159.0 mm y la presencia del Niño en 1982-1983, igualmente en el mes de Agosto de 1986 se registró una precipitación no tan elevada como la del año 1981 pero inusual de 119.0 mm, seguida en el mes de setiembre con 174 mm y la presencia del Niño en el año 1987. Este factor de precipitación, inusual en el mes de Agosto, 4 meses antes de la presencia del Niño, conjuntamente con el inusual calentamiento Andino un año antes (Cuadro 3, 1981), podrían servir de indicadores del advenimiento de la Corriente del Niño y de la presencia inusual del Fenómeno Atmosférico "El Niño". Si esto ocurriera en 1990, en Enero de 1991, ya tendríamos la presencia del "Niño" que duraría todo el año si en caso las lluvias en el mes de Agosto de 1990 se presentaran en forma inusual tal como ocurrió en 1981 y 1986. La intensidad del "Niño" se podría interpretar de acuerdo a la presencia de las lluvias en la Puna 5 meses antes.

Los meses de floración de la MACA que es junio y julio coinciden con los meses más secos del año (junio y julio) y los meses de cosechas y de semilla (flor) suelen ser julio y agosto. El Cuadro 5 presenta la dirección del viento y la velocidad media (m/seg) registrados a las 07:00 horas en los años 1977, 1981, 1983 y 1984. Se puede ver que en el año 1977 dominaron los vientos del norte con una intensidad de 2 m/seg., mientras que en el año 1981 hubo calma con velocidad 0 m/seg durante 7 meses a partir de Mayo hasta Noviembre; igualmente ocurrió en el año 1983 con dominio de los vientos del norte y velocidad de 2 m/seg en los meses de Enero, Febrero, Junio y Noviembre. En 1984 los vientos del norte con velocidad de 2 m/seg se limitaron sólo a los meses de Marzo y Abril, presentando los demás meses calma sin movimiento.

El Cuadro 6 presenta la dirección del viento y la velocidad media (m/seg) a las 13.00 horas en los años 1977, 1981, 1983 y 1984. Los vientos que dominaron fueron del Norte y rara vez del NE. En el año 1977 los vientos más fuertes se registraron en los meses de Junio y Julio con 4 y 5 m/seg. Todo el año dominó el viento del Norte. En 1981 se presentaron vientos del NE en los meses de Junio, Julio y Octubre con velocidades de 4 m/seg. mientras que todos los demás meses presentaron vientos del Norte con velocidades de 4 m/seg y 5 m/seg. En 1983, dominaron los vientos NE con velocidades de 5 m/seg en los meses de Enero, Febrero y Mayo. Los meses de Marzo, Julio, Setiembre, Octubre, Noviembre y Diciembre presentaron vientos del Norte con veloci-

dad de 4 m/seg, mientras que en Abril la velocidad del viento fue de 3 m/seg y el mes de Agosto de 57 m/seg. En 1984, hubo dominio del viento del Norte excepto en el mes de Julio con viento del NE y velocidad de 5 m/seg. El mes de Julio la fuerza del viento fue también de 5 m/seg de dirección Norte, así como en los otros meses pero con velocidades de 4 m/seg.

El Cuadro 7 presenta la dirección del viento y la velocidad media a las 19:00 horas, con dominio absoluto del viento del Norte y con intensidad de 2 m/seg en los años 1977, 1981, 1983 y 1984, excepto en el mes de Octubre del año 1983 cuya intensidad fue de 3 m/seg.

LA TOLERANCIA DE LA MACA HACIA EXTREMOS AMBIENTALES

La MACA es una de las pocas plantas que se ha adaptado a la vida en las condiciones ambientales extremas existentes en uno de los pisos ecológicos situados a grandes alturas en la Cordillera de los Andes Centrales del Perú. Su tolerancia a bajas temperaturas, heladas y a un suelo endurecido y relativamente seco es sorprendente y constituye la mejor explicación de su permanencia en las punas andinas.

Entre 1880 y 1949 se han hecho varios estudios experimentales para conocer la tolerancia de diversas especies vegetales a condiciones ambientales extremas. Así, por ejemplo, en Francia, el Botánico *Bonnier* sembró en París semillas de plantas costeras y al germinar y alcanzar cierto tamaño las trasplantó a parcelas de terreno en los Alpes, Pirineos y París, plantándolos entre la vegetación natural de cada región, sin aplicar fertilizantes químicos. Visitó las parcelas respectivas periódicamente entre los años 1884 y 1920, anotando las modificaciones ocurridas en las plantas. Al término de sus investigaciones concluyó afirmando que las especies procedentes de las tierras bajas se habían transformado en especies de montaña y vice-versa.

Sus conclusiones fueron aceptadas por el Ecólogo norteamericano *F. Clements*, quien realizó trasplante de especímenes vegetales de la costa Californiana a un pico denominado Pike y vice-versa. Sin embargo, la idea de la transformación de especies vegetales de las tierras costeras bajas en especies de montaña fue combatida por *Clausen, Keck* y *Hiesley* quienes realizaron sus investigaciones entre 1920 y 1940 sobre 60 especies de plantas, trasladando unas veces especies de la costa a la región montañosa y otras vegetales de la montaña a la Costa. Encontraron especímenes de las tierras bajas debilitadas y parcialmente atrofiadas en su nuevo ambiente de las altas montañas, pero ninguna estuvo transformada en especie de montaña. En contraposición, semillas de estas plantas sembradas en tierras de la Costa germinaron, dando origen a especímenes fuertes, típicas de su habitat original.

Se trata por lo tanto, sólo de cambios fenotípicos y no modificaciones genotípicas, es decir, de las que ya están fijadas genotípicamente (Weir et al., 1980). En 1960, he efectuado experimentos análogos, aunque de corta duración, utilizando semillas y raíz en el primer estudio de la MACA, traído de San Juan de Jarpa y Carhuamayo como se verá más adelante. En 1985 hice una siembra de pequeñas raíces traídas de Cerro de Pasco como las presentadas en la Foto 16, las plantas se desarrollaron bien pero al emerger del suelo las ramas con sus hojas caulinares fueron pisoteadas por los gatos, por lo que di por terminado el experimento antes del tiempo previsto.

En todo caso, se pudo establecer que tanto de las semillas como de las pequeñas raíces procedentes de la Puna Andina se desarrollan en la costa, plantas de MACA, lo que demuestra que la tolerancia de esta especie vegetal a extremos ambientales es muy grande.

ACLIMATACION Y ADAPTACION DE LA MACA

La operación de trasplante de la MACA, como de cualquier otra especie a un ambiente distinto del que representa su habitat normal representa una acción de interferencia humana en el equilibrio ecológico de la tierra receptora.

Por otra parte, esta misma acción de trasplante constituye una manifestación del hombre de imponer a la naturaleza un cambio para que ella satisfaga sus propósitos. Empero, cabe pensar que toda acción de trasplante de una especie implica cierta responsabilidad por desconocer si habrá o no una aclimatación de la MACA (u otra especie) trasplantada. Por lo general, la aclimatación precede a la adaptación definitiva que es lenta e involucra mutaciones capaces de originar variedades más adaptadas al nuevo ambiente.

La MACA está adaptada a la vida en las condiciones climáticas y edafológicas existentes en las punas entre 4,100 y 4,300 m sobre el nivel del mar. Por ello, por tratarse de una especie vegetal de alto valor nutricional y farmacológico, me he preguntado si podría ser trasplantada a otros pisos ecológicos y aclimatarse a las condiciones ambientales reinantes allí. Con este propósito he realizado los siguientes experimentos:

- 1.- He traído desde San Juan de Jarpa varios ejemplares de raíz de la MACA, de los cuales 6 he plantado en el jardín botánico de la Facultad de Farmacia y Bioquímica en Mayo de 1960. Los especímenes trasplantados desde alturas de 4,300 m a la Costa se han desarrollado bien, como también las semillas formando su corona de ramitas, flores y frutos durante los 4 y 9 meses que duró el experimento.

2. Otro experimento fue hecho el 9 de Setiembre de 1989 en mi hogar, donde planté pequeñas raíces traídas de Cerro de Pasco (4,300 m) en macetas, colocadas cerca de la ventana y en tierra que crecía también *Bougainvillea sp.* La MACA se desarrolla bien en estas condiciones semi-artificiales. Las hojas basales se desarrollaron rápidamente llegando a medir en 6 días 37 mm las extremas y 10 mm las centrales. Al mes y 13 días las hojas extremas llegaron a su máximo desarrollo, midiendo 230 mm y las centrales 200 mm. Luego, aparecieron las ramas con sus hojas caulinares llegando a medir 160 mm de largo. Algo muy importante de señalar es que en tierra muy húmeda la raíz se desintegró, desapareciendo completamente, causando la muerte de las hojas basales y las ramas o tallos secundarios que iban a dar flores. Otra observación es que en el momento del trasplante se debe colocar las raíces por lo menos 40 cm una de otra, para que puedan desarrollarse en plenitud y si se pudiera agregar abono de cobayo sería mejor. En cambio una planta mantenida en un frasco de plástico con agua desarrolló muy bien hasta dar las flores, frutos y semillas, aún cuando resultó más pequeña. Otras 3 plantas cerca a la *Bougainvillea* se siguen desarrollando muy bien. Este último experimento ha demostrado que la MACA no necesita de mucha agua en el momento de la floración, cuando la planta está puesta en tierra. Esto coincide con los meses de Junio y Julio de la Puna, cuando las precipitaciones son escasas. La temperatura durante el experimento varió entre 18.5°C el 10 de Setiembre y 21.5°C el 31 de Octubre de 1989.

3. En Noviembre de 1989 se realizó otro experimento en casa de la Sra. *Teresa Torres* plantándose 4 raíces en macetas, dos se desintegraron por exceso de agua y las otras dos desarrollaron hasta dar semillas, las cuales han sido utilizadas para hacer nuevos cultivos (Foto 88).

Sin embargo, quedan por investigarse en el futuro cuáles son los límites de aclimatación y adaptación de esta delicada especie vegetal; qué tipo de insectos son los que polinizan las flores de la MACA. Además puede ocurrir que la primera generación de MACA en el piso ecológico receptor sea vigorosa, pero las generaciones sucesivas resulten débiles o estériles, también si conservan sus propiedades alimenticias y farmacológicas.

DESCRIPCION BOTANICA

En setiembre de 1960 se hizo por primera vez la clasificación taxonómica de la MACA, del Distrito de San Juan de Jarpa, Provincia de Huancayo, Departamento de Junín, determinándola como *Lepidium sp.* (*Gloria Chacón Roldán*, 1960), (Ver Foto 8). Al revisar el ejemplar *Lepidium sp.* (02/1960) obtenido del mismo Distrito que el ejemplar anterior (Foto 18) que fue determinado por el Dr. *O. Boelcke* como *Lepidium meyenii* Walp. en 1961, y comparando con especímenes de este último y el espécimen

tipo de *L. gelidium* Wedd. considerado por el Dr. *F. Maobride* como la especie tipo de *L. meyenii* obtenidos de los Herbarios de Berlín-Dahlem en 1989 y del Field Museum de Chicago, en 1989 como también consultado las descripciones originales que dieron el Dr. *G. Walperr* en 1843 y el Dr. *A. Weddell* en 1864, pude establecer que *Lepidium* sp. (02/1960 (Foto 18) no era *Lepidium meyenii* Walp. (Foto 39). Para describir a la MACA como especie nueva he utilizado un ejemplar tipo recientemente coleccionado en 1989 (Foto 82), he hecho la descripción taxonómica completada con las características resaltantes de esta especie que está relacionada con las observaciones histoquímicas de la raíz, elemento principal que caracteriza a esta nueva especie como única en el género hasta el presente, por tal motivo presento la descripción de la MACA como una especie nueva para el género *Lepidium*.

SISTEMATICA

División	: FANEROGAMA
Sub-división	: ANGIOSPERMAE
Clase	: DICOTILEDONEA
Sub-clase	: ARQUICLAMIDEA
Orden	: ROHEDALES
Familia	: CRUCIFERAE
Género	: LEPIDIUM
Especie	: <i>Lepidium peruvianum</i> Chacón sp. nov.
Nombre vernacular	: MACA

DESCRIPCION DE *Lepidium peruvianum* Chacón sp. nov.

Herbaceum, annuale. Radix tuberosa 3-5 cm diam. partibus latissima et 10-14 cm longa. Thallus principalis reductus. Folium bassalae radiati petiolata amplae. Limbus pinnatifidus et bipinnatifidus 23 cm longus et 2-3 cm latus in partibus distalibus. Rami exthallo primo 10-16 cm longitudinis. Folia caulae parva, alterna, paucum sparta. Folia apicali 2 cm, folia intermedia 4 cm et folia bassalia 5-6 cm. Inflorescentia apicalis et axillaris cum spinis minutissimis in pedunculis. Flores dispositae in racemis simplicibus et parvus, flores axillari conjunctae cum spinis minutissimis in pediculis. Flos minuta, completa, hipoginea, actinomorpha, calyx preflorationis ovatoelliptica, imbricati cum 4 sepalis liberis concava, 1.2 - 1.4 mm longitudinis et 0.7-0.8 mm amplitudinis, color viridis claris. Corolla cum 4 petalis liberis, alternisepalis, linealis, incurvatis, versus apice 1.4 - 1.6 mm longitudinis et coloris albi. Androceus cum 6 staminibus, tetradinamis, 2 ex illis fertilis. Antherae ditesicae basifixae, dehiscentia longiqua, 4 stambri reliqui sum sterilis et parvissimi, dispositi versus fertiles. Gineceus sincarpicus cum ovario supero bicarpelari et biloculari, 1.5 mm longitudinis, 1.2 mm diametri cum 2 ovulis anatropis, placentationis axilaris apicalis. Stylus parvissimus 0.3-0.4 mm longitudinis, stigma paucum globosus, papilosus. Fructus silicula orbicularis, paucum

emarginatus in apice 2.8 et 3.3 mm longitudinis per 2.5 mm latitudinis, una cum semine in unaquaque celula, dehiscentia longitudinalis. Semen parvum, ovoideum, 0.8-0.9 mm longitudinis, formula floralis: K 2-2, Co4, A2-4, G(2).

Typus: Peruvia circa Huarancaca, Cerro de Pasco, Departamento de Pasco, alt. 4,300 m 9 Setembre, 1989, *Gloria Chacón de Popovici*, 89129 **Holotipus:** USM, **Isotipus 1:** B, **Isotipus 2:** Berkeley, USA.

Planta herbácea, anual. Raíz tuberosa de 3 a 5 cm de diámetro en la parte más ensanchada y de 10 a 14 cm. de largo con abundantes raicillas de color blanco. Tallo principal reducido. Hojas, las basales arrosetadas, pecioladas largamente y el limbo pinnatifidas y bipinnatifidas de 23 cm. de largo y de 2 a 3 cm. de ancho en la parte distal. Ramificación desde el tallo principal de 10 a 16 cm. de largo. Hojas caulinares algo reducidas, alternas, esparcidas de 2 cm la hoja apical, de 4 cm de hoja intermedia y de 5 a 6 cm la hoja basal. Inflorescencia apical y axilar con espinas muy pequeñas en el pedúnculo. Flores dispuestas en racimos simples y cortos. Flores axilares en grupo con pequeñísimas espinas (vista a 200X). La flor es pequeña, completa, hipogínea, actinomorfa, caliz de prefloración imbricada con 4 sépalos libres en forma aovada elíptica cóncava de 1.2 a 1.4. mm. de largo por 0.7-0.8 mm. de ancho, de color verde claro y blancuzco en los bordes. Corola con 4 pétalos libres, alternisépalos, lineal, ligeramente encorbadas hacia el ápice de 1.4 a 1.6 mm de largo, sobrepasa al caliz, no es caduco, de color blanco. Androceo con 6 estambres tetradínamos, siendo 2 de ellos fértiles, anteras ditésicas, basifija, dehiscencia longitudinal. Los 4 estambres restantes son estériles y pequeñísimos, dispuestos a los lados de los fértiles. Gineceo sincárpico, con ovario súpero, bicarpelar y bilocular, de 1.5 mm de largo por 1.2 mm de diámetro con 2 óvulos anátropos de placentación axilar apical, estilo muy reducido de 0.3-0.4 mm de largo, estigma algo globoso, papiloso. Fruto silícula orbicular, ligeramente marginado en el ápice de 2.8 a 3.3 mm. de largo por 2.5 mm. de ancho, con una sola semilla en cada celda, dehiscencia longitudinal. Semilla pequeña ovoide de 0.8-0.9 mm. de largo, fórmula floral: K 2-2; Co 4; A 2-4; G(2).

Tipo: Perú, Departamento de Pasco, Provincia de Pasco, ciudad de Cerro de Pasco, cerca de Huarancaca, 4,300 m. de altitud, 9 de Setiembre de 1989, *Gloria Chacón de Popovici*, **Holotipus:** 89129 USM; **Isotipus 1:** B; **Isotipus 2:** Berkeley, USA.

Esta especie está relacionada con *Lepidium meyenii* Walp., ejemplar que ha servido como tipo a *G. Walpers* en 1843. La colección de esta especie fue hecha por *Meyenii* cerca de la planicie de Pisacoma, Puno, a 15,000 pies de altura. *Walpers*, publicó su trabajo dando las siguientes características de identificación:

DESCRIPCION LATINA DE *Lepidium meyenii* POR WALPERS, G. (1843)

G. WALPERS,

Lepidium Meyenii Walp. caule prostrato ramoso, foliis omnibus sessilibus pinnatisectis vel grosse serrato-dentatis; siliquis rhombeis apice breviter emarginatis, stylo brevi, stigmatе capitellato; tota planta glabrescente.

Proximum pracedenti speciei, sed siliquis, rhomboideis, nec ovato-orbiculatis, dimidio fere maioribus certe diversum; calyce sero deciduo reliquisque characteribus ad tertiam sectionem Candolleanam pertinet.

Peruvia: in planitie circa Pisacomam, alt. 15,000 pedum.

COMPARACION DE *Lepidium peruvianum* Chacón sp. nov. CON LA DESCRIPCION ORIGINAL DE *Lepidium meyenii* Walp. (1843)

Lepidium peruvianum Chacón sp. nov. es especie a fin a *Lepidium meyenii* Walp. en cuanto a algunas características de sus flores y fruto pero se diferencia de *Lepidium meyenii* Walp. por lo siguiente:

1. Tallo prostrado y ramificado, hojas todas sésiles pinnatisectas o bien serrato-dentadas; silicua romboidal, el ápice brevemente emarginado, estilo breve, estigma globoso. Toda la planta glabra. ————— *L. meyenii*

1. Tallo corto y ramas erguidas, llegan a medir 18 cm. de alto, hojas pecioladas, simples, 10 cm. de largo, el limbo es bipinnatifido, de 8-13 cm. de largo, en total las hojas extremas miden entre 20-23 cm de largo, siendo caducas cuando aparecen las ramas. Las hojas caulinares basales miden 5 cm. de largo, las intermedias 3 cm y las apicales 1-2 cm de largo. El fruto es una silícula, el ápice brevemente emarginado de 2.8-3.3 mm. de largo y 2.5 mm. de ancho, con una sola semilla en cada celda; estilo muy reducido, estigma globoso con numerosas papilas, vistas al microscópio. El pedicelo con pequeñas espinas (100X) y el pedúnculo floral con espinas pequeñas y visibles. Toda la planta no es glabra. ————— *L. peruvianum*

Por otra parte, la descripción de *L. meyenii* dada por el Dr. *F. Macbride* (1938) se concentra más a la subespecie *Lepidium gelidium* (Wedd) Tell. (1864) como la típica forma, cuyo ejemplar está en la colección *Meyen 33*, habitat Pisacoma, Puno, Perú. Sin embargo la descripción original hecha por el Dr. *Weddell* en 1864 está dada a un ejemplar tipo de Bolivia, Mandon, n. 931, conservado en el Field Museum de Chicago en la colección No. 27323 (Foto 39 y 87). Al revisar la descripción original he observado que esta especie es afín a *Lepidium peruvianum* Chacón sp. nov. en cuanto a algunas características de las flores y frutos, pero se diferencian por:

1. Planta perenne, mayormente denso como el césped, formando "matas" con los peciolo de las hojas, las ramas esparcidas con 5-6 cm de largo, hojas basales persistentes, densas, vaginalmente dilatadas en la base del peciolo, mayormente pinnatifidas, 2-3 cm de largo y 5 mm de ancho. Hojas caulinares reducidas, enteras lobadas o profundamente dentado. Flor, sépalos caducos de 2-3 mm, pétalos más largos que los sépalos. Fruto, silícula de 5-4 mm de largo por 4-3.2 mm de ancho,

----- *L. Gelidium*.

1. Planta herbácea, anual, de raíz tuberosa, hojas basales fuertemente pecioladas, caducas a medida que aparecen las ramas. El peciolo es simple no dilatado y llega a medir hasta 10 cm de largo, el limbo mayormente bipinnatifido de 20 a 23 cm de largo y 2-3 cm de ancho. Las ramas son erguidas de 10 a 16 cm de largo. Las hojas caulinares bipinnatifidas las basales e intermedias, mientras que las apicales son ligeramente enteras. Las hojas apicales miden hasta 2 cm de largo, las intermedias 4 cm y las basales 5-6 cm. Flor con sépalos perennes de 1.2 a 1.4 mm por 0.7-0.8 mm de ancho de color verde claro y blancuzco en los bordes, pétalos blancos de 1.4 a 1.6 mm de largo. Fruto silícula de 2.8 a 3.3 mm de largo por 2.5-3.0 mm de ancho. ----- *L. peruvianum*

Sin embargo, revisando el material botánico de *Weberbauer* de las colecciones 7321 y 7473 (Fotos 38 y 36) del Herbario del Field Museum de Chicago, mencionados por el Dr. *F. Macbride* (1938) he podido observar diferencias notables como la raíz que es pivoteada, ramas muy cortas en relación con *L. peruvianum*, pero sí tiene afinidad en las flores y frutos, variando ligeramente en tamaño.

Lepidium peruvianum Chacón sp. nov. tiene una similitud a *Lepidium bipinnatifidum* por la forma de las hojas y a la persistencia de sus pétalos, pero se diferencia en la forma de la raíz y las ramas caulinares. Otra similitud es con *Lepidium weddellii* por el tamaño del caliz y el estilo.

Corología y ecología: especie propia de los Andes Centrales del Perú, Pasco y Junín, altitud a 4,100-4,300 m.

Iconotipo: Foto 82, basado en el dibujo original de *Lepidium peruvianum* Chacón sp. nov. Lugar: cerca del pueblo de Huarancaca, en la ciudad de Cerro de Pasco, Provincia de Pasco del Departamento de Pasco. Altitud: 4,300 m. Fecha: 9 de setiembre de 1989.

COMPARACION DE *Lepidium peruvianum* Chacón sp. nov. CON LAS COLECCIONES DE *Lepidium meyenii* Walp. ENVIADAS DESDE BERLIN, ALEMANIA Y CHICAGO, U.S.A.

Se ha revisado y comparado las colecciones de *Lepidium meyenii* Walp. colectadas por distinguidos especialistas. De acuerdo a las descripciones dadas por ellos mencio-

nan a *L. meyenii* Walp. como una planta perenne, de raíz pivoteada, delgada, hojas pequeñas, vaginalmente dilatadas en la base del peciolo, el limbo pinnatipartido de 2-3 cm de largo y 0.5 cm de ancho (Foto 34). El tallo y las ramas son postrados. Las flores presentan pétalos de color blanco a excepción de la colección de *Francis W. Pennell*, que son amarillas. Crecen en Bolivia, Argentina y Perú, en altitudes de 3,500 a 4,100 m sobre el nivel del mar. En el Perú lo han encontrado en los Departamentos de Arequipa, Moquegua y Puno. (Ver Fotos: 34, 35, 36, 37, 38 y 39).

ESTUDIO FITOQUIMICO DE LA MACA EN 1960-1962

Está basada en observaciones morfológicas, histológicas, histoquímicas, químicas y farmacológicas.

Descripción botánica de la MACA (*Lepidium sp.*) He escogido un ejemplar de San Juan de Jarpa, de la Provincia de Huancayo, Departamento de Junín. He dado énfasis al estudio de la raíz, por lo que se ha incluido dibujos correspondientes a ejemplares de otras localidades del Departamento de Junín. (Ver Fotos 12, 13, 14 y 15).

Planta herbácea, anual, de porte tuberífera. La raíz es tuberosa, es decir hinchada, que viene de la palabra latina *tuber*. No es un tubérculo como la papa, ni bulbo como la cebolla, ya que éstos son tallos subterráneos (Elliot, T., Weler et al., 1983) mide de 10 a 14 cm de longitud y 3 a 5 cm de diámetro en la parte más ensanchada y de 15.5 cm en circunferencia, presenta gran cantidad de raicillas blancas que extendiéndolas llegan a medir hasta 15 cm de largo. Estas raicillas tratan de expandirse en la tierra en todas las direcciones inclusive hasta la superficie. La raíz es de consistencia dura. Presenta dos tipos de colores: amarillo y morado. Estos mismos colores se presentan en las demás localidades donde cultivan esta planta. Tallo principal reducido, casi imperceptible. Las hojas basales extremas miden entre 20 y 23 cm de largo, fuertemente peciola-das, llegando a medir éste más de 10 cm de largo. Se inclinan hacia el suelo en forma arrocetada (Foto 17). El limbo es bipinnatífido de 8-13 cm de largo y 2-3 cm de ancho en la parte distal. Los tallos secundarios forman las ramas y miden entre 10 y más de 16 cm de largo. Hojas caulinares reducidas, alternas, esparcidas, las basales miden 5 cm de largo y son bipinnatífidas, las intermedias miden 3 cm de largo, bipinnatífidas, las apicales ligeramente partidas, miden de 1 a 2 cm de largo. Inflorescencia en racimo simple, corto, apical y axilar, existen también flores axilares en grupo sin formar racimo. Flor pequeña completa, hipoginea, es decir el caliz, la corola, los estambres y el pistilo crecen desde abajo del gineceo, sobre el receptáculo floral. Actinomorfa, es decir que la flor es simétrica. Caliz de prefloración imbricada con 4 sépalos libres, de forma aovado elíptica, cóncava, de 1.2 a 1.4 mm de largo y 0.7-0.8 mm de ancho, de color verde claro y márgenes blanquecinos. Corola, con 4 pétalos libres, alternisépalos,

lineal, ligeramente encorvadas hacia el ápice de 1.4 a 1.6 mm de largo, de color blanco. Andróceo, con 6 estambres tetradínamos, siendo dos de ellos fértiles de filamento alargado y engrosado, anteras ditésicas basifija, dehiscencia longitudinal, con granos de polen aobadas, de color amarillo, los 4 estambres restantes estériles y pequeñísimos, dispuestos a los lados de los fértiles. Ginéceo, sincárpico es decir ovario formado por dos carpelos unidos, bicarpelar, bilocular, súpero, de 1.5 mm de largo con 2 óvulos anátropos de placentación axilar apical, estilo muy reducido, estigma globoso, papiloso, con pequeñísimas papilas vistas al microscopio simple (100X). Fruto, silícula, seco, ligeramente emarginado en el ápice, de 2.8-3.3 mm y 2.5 mm de ancho, con una sola semilla en cada celda, dehiscencia longitudinal siguiendo la dirección del tabique, el cual es membranoso. En la madurez, el pericarpio seco se separa en tres porciones y la porción central persistente tiene las semillas ligadas a ella. La parte central es el septo y las dos porciones son las valvas (Foto 32). Semilla ovoidea (Foto 33). Fórmula floral: $K 2-2; Co 4; A 2-4; G(2)$. (Ver Láminas 3, 4 y 5).

Histología. Estas observaciones lo he realizado en los años 1960 y 1989 con los ejemplares de Junín y Cerro de Pasco. En un corte transversal de la raíz se observa desde la periferia al cilindro central las siguientes zonas: Suber, constituido por 3 hileras de células. Se observa además numerosas lenticelas. (Fotos 42). Corteza principal o parénquima cortical aproximadamente de 12 hileras de células más o menos isodiamétricas con meatos (Foto 42). Leño, se observa formaciones escalonadas de leño con parénquima, se dispone radialmente. (Fotos 43 y 44). Médula central, se observa la médula formada por células isodiamétricas y leño disperso (Foto 42).

En un corte transversal del tallo secundario, se observa desde la periferie hacia el centro las siguientes capas: Epidermis, formado por 2 hileras de células aplanadas, grandes, de contorno cuadrangular, la capa interna formada por una hilera de células de menor tamaño (Foto 45). Parénquima cortical, formado por células grandes más o menos isodiamétricas con meatos grandes y numerosos, limitando el parénquima cortical se observa hacia la parte interna unas dos hileras de células pequeñas (Foto 45). Haz liberoleñoso, se encuentra por grupos, separados por zonas grandes de fibras esclerenquimatosas y tubos cribosos (Foto 46). Parénquima medular amplio con grandes células isodiamétricas que dejan meatos entre sí. (Foto 45).

En un corte transversal de la hoja, no presenta diferencia notable en ambas caras observándose que las células de parénquima en empalizada que forman la cara superior son un tanto más alargadas que las que corresponden a la cara inferior, tipo isofasial. (Fotos 47 y 51). En ambas caras las células dejan meatos y presentan abundantes cloroplastos. La epidermis tiene una cutícula gruesa; las células epidérmicas dispuestas en hileras en ambas caras, con abundantes estomas. Los haces conductores rodeados por fibras esclerenquimatosas. (Foto 50 y 52).

En un corte longitudinal del estambre, la antera tiene 2 lóbulos longitudinales unidos por una banda de tejido. cada lóbulo tiene dos sacos polínicos (oscuros) longitudinales dentro de los que se producen los granos de polen. (Fotos 48 y 29).

En un corte del ovario se puede observar que es bicarpelar y bilocular. (Fotos 49 y 53).

Histoquímica. El almidón es la principal forma de almacenamiento de combustible en la raíz, y es abundante. Es un polisacárido que no es soluble en agua fría, pero forman micelas hidratadas que dan un color azul con el iodo. La identificación del almidón en la raíz de la MACA visto al microscopio, forma una coloración azul en todo el parénquima cortical, presentando por lo tanto, una reacción positiva. (Fotos 54 y 55).

La celulosa es un polisacárido, principal componente extracelular de las paredes rígidas y de los tejidos fibrosos y leñosos de los mismos. La lignina es una sustancia aromática polimerizada que compone una parte sustancial de las porciones leñosas de las plantas. Para la identificación de la celulosa y lignina se puede observar en la Foto 56, las células lignificadas alrededor de los haces conductores, el color rojo corresponde a la lignina y el pardo a la presencia de celulosa.

Los alcaloides, principio activo de la raíz, son sustancias orgánicas nitrogenadas complejas, gozan de propiedades básicas, de donde deriva el nombre de ALCALOIDES, nominación que se hizo desde la antigüedad. Los alcaloides se combinan con los ácidos dando lugar a la formación de sales de alcaloides, sales que son cristalizables y solubles en el agua, y de sabor generalmente amargo (*Tapia Freses, A., 1956*). Los alcaloides ejercen acción fisiológica sobre el organismo, tanto del hombre como en los animales; actúan en muy pequeñas cantidades, provocando efectos notables (ver Fotos 64, 65, 66, 67, 70, 71 y 74).

En la identificación de alcaloides con las raíces de la MACA de Cerro de Pasco y Junín, se vieron las siguientes reacciones: con el reactivo de Mayer se observó al microscopio un precipitado verde amarillento en los contornos de los haces conductores, epidermis y sub-epidermis. El tejido parenquimatoso cortical y radios medulares fueron de color blanco amarillento, es decir dio positivo (Fotos 57). Con el reactivo de Bouchardat dio un precipitado verde amarillento en la médula central, los radios medulares se tiñeron de amarillo blanquisco, en el tejido parenquimatoso cortical y radios medulares los almidones se tiñeron de azul, el súber se tiñó de un color marrón rojizo notorio, dando un resultado positivo. (Foto 62). Con el reactivo de Dragendorff se observó que alrededor de los haces conductores se formó un precipitado verdusco y los radios medulares y zonas parenquimatosas de color amarillo, o sea dio positivo (Foto 63).

Química: El primer porcentaje de humedad y cenizas de la MACA fue de 56.2884%, realizado el 15 de Mayo de 1960, el segundo porcentaje fue de 56.6670%, con fecha 19 de Mayo del mismo año y el tercer porcentaje de humedad fue de 56.6670% con fecha 20 de Mayo de 1960. El peso constante de humedad fue de 56.5403%. La cantidad de cenizas en 20 gr de polvo fue de 2.622%.

Los análisis cualitativos efectuados en 100 gr del polvo de la raíz de la MACA con el extracto acetónico mostraron la presencia de alcaloides con los reactivos generales ya mencionados en MATERIALES Y METODOS. Se determinó la cantidad de alcaloides presentes por Cromatografía de papel circular y radial (ver Foto 59) y circular central (ver Foto 58). Los anillos mostraron los Rf 0.680, 0.346 y 0.198 (Foto 58). La otra Cromatografía en papel ascendente mostró un Rf 0.851 y fue el de mayor concentración. (Fotos 60 y 61). La identificación de saponinas fue negativa, igualmente en los taninos.

De los extraídos etéreos se identificaron alcaloides por medio de los reactivos generales: con Mayer dió positivo, con Dragendorff positivo, e igualmente con Bouchardat.

La identificación de esteroides fue negativa (reactivo de Liebermann). La identificación de ácidos grasos fue positiva, formando sal en medio alcalino y se descompuso en medio ácido, en ácido graso. El punto de fusión de la mezcla de los ácidos grasos fue de 50°C. La grasa fundida presentó ligera fluorescencia verdosa. La reacción para Taninos fue positiva igualmente para los glúcidos.

En la primera parte del extracto alcohólico se identificó alcaloides, utilizando los reactivos generales, cuyos resultados fueron positivos. La segunda parte, la reacción para taninos fue negativa.

Del extracto acuoso se obtuvo una solución para la identificación de glúcidos con los reactivos correspondientes. Con el reactivo de Fehling, da un precipitado (color amarillo lechoso primero, luego marrón y rojo oscuro). Con el reactivo de Tollens da plata reducida. Con el reactivo de Fehling después de hidrolizar da una coloración rojo vinoso. Con el reactivo de Tollens da también positivo. Con la sal de tetrazolium da una coloración violeta. Se hicieron cromatografías a papel para la identificación de glúcidos obteniéndose el Rf 030, Maltosa y Rf 033, Lebulosa. En el residuo obtenido del extracto acuoso, el resultado para la identificación de antocianinas o pigmentos fue negativa. Se identificó nuevamente glúcidos con los reactivos empleados en la solución del extracto acuoso.

Demuestro de esta manera que la MACA es rica en almidón, glúcidos, alcaloides, ácidos grasos, y taninos. Además completo estos datos con los resultados de los análisis

químicos cuantitativos obtenidos en el Instituto de Nutrición del Ministerio de Salud (1981) utilizando 100 gr de la raíz obtuvieron: Proteínas (N x 6.25) 13.98 gr., Carbohidratos 78.49 gr., Calcio 258.06 (mgr), Fósforo 189.96 (mgr). Hierro 15.41 (mgr), Acido ascórbico 2.86 (mgr). Ver al respecto el Cuadro 8.

Farmacología: Desde el punto de vista histórico, la Farmacología se divide en dos grandes periodos, antes y después de *Claudio Bernard*. Este sabio junto con *Francois Magendie* fueron los primeros en aplicar la metodología científica en el estudio de las drogas, cambiando la vieja Farmacología empírica por una ciencia basada en la investigación experimental (*Holenweger, J.A., 1983*).

En este estudio experimental se ha considerado primero la acción de la raíz suministrada por vía oral en ratas de laboratorio y observar la frecuencia de reproducción. Se ha experimentado igualmente con el principio activo (extracto alcaloideo) inoculándose por vía intraperitoneal a ratas machos y hembras.

Los estudios sobre el desarrollo y el ritmo de crecimiento de ratas hembras previos a los experimentos farmacológicos muestran un incremento de 50 gr a los 3 meses de edad y de 7.0 gr al año. En cambio el incremento en porcentaje es de 744.4% en el primer mes de edad, de 110.5% en el segundo mes y de 62.5% en el tercer mes. Al año el incremento es de 4.6%. Esto se puede apreciar en el Cuadro 10 y en las Gráficas 13 y 14. A los 85 gr. la rata se encuentra apta para fecundar.

Comparando el número de crías de los dos lotes (colonias), una vez concluido el experimento existe una diferencia favorable a la colonia que recibió el tratamiento. El promedio de crías por rata fue de 6 para el Lote A (alimentados con la raíz) y 4 crías por rata en el Lote B (Testigos). Ver Cuadro 10.

El estudio anátomo-histológico en ratas inoculadas con el extracto alcaloideo comprenden los lotes C y D. La descripción microscópica en machos (Diagnóstico Anátomo-histológico), correspondiente al Lote C, muestra un aumento en la cantidad de espermatozoides, en los tubos seminíferos y aumento de mitosis y espermatogonia. (Foto 74). El testigo muestra espermatogénesis normal. (Foto 75). En el Lote D, a la rata que se le administró la droga por vía oral, los cortes revelan ovario, útero y trompa. Contiene 14 folículos de Graaf en diferentes grados de maduración, en 7 de ellos hay tendencia de dilatación quística de luz. El estroma celular presenta modera congestión vascular. La trompa normal. El epitelio endometrial muestra foco de vacuolización sub y supranuclear. También área de pseudo estratificación. El estroma endometrial muestra células de citoplasma abundante eosinófilo y con tendencia a la delimitación de los límites intercelulares. (Ver Protocolo 1 y Fotos 64 y 65). El comentario de los Drs. *Alberto Cuba Caparó*, Director del Instituto de Patología y de su asistente, *Dr. Mario Montes* fue: "Los hallazgos histológicos demuestran una clara y marcada estimulación de la maduración de los folículos".

A la rata que se le inyectó la droga por vía intraperitoneal, los cortes revelan ovario, trompa y útero. Un folículo en maduración con cúmulos oophorus bien constituidos pero sin óvulo y el antro muestra licor folicular de color rosado. El ovario exhibe dos folículos de Graaf de mediano y gran tamaño, respectivamente. No se observa óvulo en estos folículos y el licor folicular tiene un color rosado pálido. Se observa también un folículo primordial y dos en regresión. El endometrio engrosado constituido por células cilíndricas, mostrando seudo estratificación de 4 núcleos a 10 núcleos de espesor. Estas células tienen citoplasma eosinófilo denso, nítidos límites inter celulares y núcleo ovoide central de cromatina fina homogénea. En este caso el grosor del endometrio corresponde a las dos terceras partes del grosor total de la pared del útero. (Ver Protocolo 2 y Fotos 70 y 71).

La rata que ha sido alimentada con la raíz (2 meses) e inoculada intraperitonealmente, los cortes revelan ovario, útero y trompa. Contienen 25 folículos de Graaf con 6 óvulos, congestión muscular en el hilio del ovario. Utero muestra endometrio engrosado con hallazgos de tipo proliferativo. (Ver Protocolo 3 y Fotos 66, 67, 68 y 69).

La rata testigo, muestra en los cortes histológicos, ovario, trompa y útero. Se encuentra 10 folículos de Graaf, 2 con óvulo presente, el estroma ovárico es celular. Trompa normal. El endometrio está constituido por un epitelio monoestratificado cúbico. Hallándose escasas glándulas tubulares simples, revestidas por idéntico tipo de epitelio. (Ver Protocolo 4 y Fotos 72 y 73).

La revisión de los cortes histológicos de los órganos genitales de las ratas en experimentación hecha por *Zacarias Popovici Ch.* en 1990, muestran lo siguiente: La rata hembra con droga por vía oral presenta un desarrollo inusual de los folículos de Graaf el cual es rico en estrógeno (Foto 90 y 92) y el útero se encuentra en fase secretora (Foto 94). La rata testigo muestra un desarrollo normal de los folículos de Graaf (Fotos 89 y 91) y el útero en fase secretora (Foto 93).

Comparando estas observaciones y las anteriores realizadas por los doctores *Alberto Cuba Caparó* y *Mario Montes* en 1961-1962 (Protocolos 1, 2, 3 y 4) muestran una clara y marcada estimulación en el desarrollo de los folículos de Graaf y un aumento en el estrógeno en ratas suministradas con droga por vía oral y con mayor estímulo en las ratas inoculadas por vía intraperitoneal. En el caso de las ratas inoculadas con sobredosis, es decir, alimentadas con la droga y a la vez inoculadas por vía intraperitoneal, el estímulo en el desarrollo de los folículos de Graaf es extremadamente grande, llegando a formar folículos quísticos (Foto 66).

Se puede deducir de acuerdo a éstos análisis que ha habido una acción en la glándula pituitaria, encargada del aumento de peso y aceleración del impulso de la maduración sexual.

Es quizás que el ganado vacuno en los andes, alimentado con la MACA rica en alcaloides, y minerales especialmente hierro y calcio aumenta su producción en cuanto a la fertilidad. La administración en cuantía suficiente de microfactores es punto fundamental para el logro de elevados rendimientos en la reproducción animal. Una acción particularmente nociva para el ganado en lo referente a fecundidad es la carencia de los factores alimentarios esenciales que se citan a continuación: Carencia de proteínas o de aminoácidos esenciales. En la carencia de estos factores se produce el trastorno de la maduración de los folículos terciarios y la atresia folicular. Cuando la carencia proteica se prolonga largo tiempo, se observa celo insuficiente o inexistente. Al hallarse reducida la síntesis de la FSH y IC-SH, aparece atenuado el impulso sexual en los machos. (Kolb, E., 1972).

La acción de los alcaloides que son proteínas y el Fe de la MACA podrían ser utilizados para combatir la anemia y como estimulantes en la formación de glóbulos rojos y reproducción del hombre y animal. Podría igualmente ser utilizado para combatir ciertas enfermedades que hoy están en investigación como es la leucemia, el SIDA, alcoholismo, anemia menopáusica y otras enfermedades referentes a la sangre, después de disponer de los resultados de los experimentos correspondientes. Urge mientras tanto utilizar a la planta convertida en harina en la alimentación humana y animal, especialmente en los pueblos cuyos pobladores presentan en su sangre baja hemoglobina. Actualmente se está proyectando este estudio para disponer de los elementos nutricionales de esta planta en forma de cápsulas, en colaboración con el Dr. Víctor Indacochea para darle mejor uso y esté al alcance del más necesitado.

CONSIDERACIONES FINALES

A lo largo de su historia pre-colombina, las altas montañas en la Cordillera de los Andes Centrales, han sido de primera importancia en el mundo, merced a la organización social, económica y agrícola de sus pobladores. El hombre andino ha aprendido a conocer y respetar la naturaleza y domesticar plantas y animales de la región en que vivía, hasta las grandes alturas de más de 4,000 metros. La MACA y ciertas variedades de papas fueron los recursos naturales que sirvieron como alimento en las punas.

Durante el colonialismo, la dependencia y la introducción de otra civilización han afectado a la agricultura y a la organización social, que han quedado sin respaldo. Fue así que disminuyó el cultivo de la MACA en las punas andinas, interrumpiéndose la tendencia ascendente en su desarrollo sostenido.

Actualmente se trata de crear una nueva conciencia de la importancia que merece la agricultura y cría de animales en las altas montañas. Ello se ha puesto de manifiesto a

Es quizás que el ganado vacuno en los andes, alimentado con la MACA rica en alcaloides, y minerales especialmente hierro y calcio aumenta su producción en cuanto a la fertilidad. La administración en cuantía suficiente de microfactores es punto fundamental para el logro de elevados rendimientos en la reproducción animal. Una acción particularmente nociva para el ganado en lo referente a fecundidad es la carencia de los factores alimentarios esenciales que se citan a continuación: Carencia de proteínas o de aminoácidos esenciales. En la carencia de estos factores se produce el trastorno de la maduración de los folículos terciarios y la atresia folicular. Cuando la carencia proteica se prolonga largo tiempo, se observa celo insuficiente o inexistente. Al hallarse reducida la síntesis de la FSH y IC-SH, aparece atenuado el impulso sexual en los machos. (Kolb, E., 1972).

La acción de los alcaloides que son proteínas y el Fe de la MACA podrían ser utilizados para combatir la anemia y como estimulantes en la formación de glóbulos rojos y reproducción del hombre y animal. Podría igualmente ser utilizado para combatir ciertas enfermedades que hoy están en investigación como es la leucemia, el SIDA, alcoholismo, anemia menopáusica y otras enfermedades referentes a la sangre, después de disponer de los resultados de los experimentos correspondientes. Urge mientras tanto utilizar a la planta convertida en harina en la alimentación humana y animal, especialmente en los pueblos cuyos pobladores presentan en su sangre baja hemoglobina. Actualmente se está proyectando este estudio para disponer de los elementos nutricionales de esta planta en forma de cápsulas, en colaboración con el Dr. Víctor Indacochea para darle mejor uso y esté al alcance del más necesitado.

CONSIDERACIONES FINALES

A lo largo de su historia pre-colombina, las altas montañas en la Cordillera de los Andes Centrales, han sido de primera importancia en el mundo, merced a la organización social, económica y agrícola de sus pobladores. El hombre andino ha aprendido a conocer y respetar la naturaleza y domesticar plantas y animales de la región en que vivía, hasta las grandes alturas de más de 4,000 metros. La MACA y ciertas variedades de papas fueron los recursos naturales que sirvieron como alimento en las punas.

Durante el colonialismo, la dependencia y la introducción de otra civilización han afectado a la agricultura y a la organización social, que han quedado sin respaldo. Fue así que disminuyó el cultivo de la MACA en las punas andinas, interrumpiéndose la tendencia ascendente en su desarrollo sostenido.

Actualmente se trata de crear una nueva conciencia de la importancia que merece la agricultura y cría de animales en las altas montañas. Ello se ha puesto de manifiesto a

través de: (1°) el esfuerzo nacional e internacional de mejorar las condiciones de vida de la población de las altas montañas, mitigando el deterioro del medio ambiente y estimulando las actividades agrícolas y agropecuarias. (2°) La actividad de la planta piloto de Chetilla que se realiza con el apoyo de la FAO con el propósito de mejorar la calidad de la vida de la población; (3°) el interés demostrado por el Instituto Indigenista Peruano en reactivar el cultivo de la MACA en las altas zonas andinas, por su alto valor como alimento. (4°) La organización del Seminario Internacional "Ecología y Manejo de Recursos Naturales en Areas de alta Montaña, realizado en Cajamarca, en Agosto de 1989, al cual concurren numerosos científicos de diversas partes del mundo, deseosos de conocer y comprender el valor real de la asociación entre el hombre y las condiciones ecológicas existentes en las altas montañas del Perú.

Cabe mencionar que entre los organizadores del Seminario estuvo el Proyecto Piloto de Ecosistemas Andinos, ejecutado en forma coordinada por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), la Corporación Departamental de Desarrollo de Cajamarca, el Instituto Nacional de Planificación y la Universidad Nacional de Cajamarca.

Reuniones científicas de tanta importancia ofrecen una buena oportunidad para recomendar la intensificación del cultivo de la MACA, *Lepidium peruvianum* Chacón sp. nov. en todos los altos pisos ecológicos de las altas montañas, donde existen condiciones favorables para el desarrollo de esta valiosa especie vegetal.

El estudio de la planta conocida en el Perú bajo el nombre vernáculo de MACA, sobre la base de sus características morfológicas, comparadas con la descripción original de las especies afines *Lepidium meyenii* Walp. y *Lepidium gelidium* Wedd. y con la revisión de dichos ejemplares puestos a mi disposición por los Herbarios de Berlín-Dahlem, Alemania, Field Museum de Chicago, U.S.A y de Berkeley, California, U.S.A., completadas con los análisis histoquímicos de la raíz, me ha permitido establecer que *Lepidium* sp. (MACA) es diferente a *Lepidium meyenii* Walp. por lo cual tuve la base científica para describirla como *Lepidium peruvianum* Chacón sp. nov., nueva para el género *Lepidium* de la familia CRUCIFERAE.

Los análisis químicos han demostrado que esta especie contiene, alcaloides en gran concentración, almidón, glúcidos, ácidos grasos y taninos. El hallazgo de los alcaloides me sirvió de estímulo para emprender experimentos con animales de laboratorio (ratas) para determinar el posible efecto de la MACA, asumida desde hace más de dos mil años por los pobladores andinos del Perú Central. Los resultados fueron positivos, comprobado científicamente, en el sentido que se notó una marcada estimulación en los órganos genitales de las ratas macho y hembra, como también en la frecuencia de procreación en ratas jóvenes.

El estudio del habitat de la MACA se ha efectuado con los datos obtenidos del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), en la Estación Meteorológica de Chaupimarca, Cerro de Pasco, 4,333 m sobre el nivel del mar, para una mejor observación del ambiente en que se desarrolla esta planta, utilizando los factores de temperatura, precipitación y vientos. De esta manera se ha realizado por primera vez un análisis del clima en esta región andina en relación con la MACA.

En aspecto histórico se destaca la relación entre el poblador peruano y su riguroso medio ambiente en alturas de más de 4,000 metros sobre el nivel del mar. El manejo agrícola y ganadero en la puna de Pasco y Junín es un problema complejo porque requiere observaciones sobre las condiciones climáticas en las sucesivas estaciones del año, como también sobre el comportamiento de la vegetación y los animales en las difíciles condiciones edafológicas, atmosféricas y climáticas, en general. Sin embargo, este problema ha sido solucionado por el poblador alto andino de hace más de dos mil años a través de sus observaciones sobre las pocas especies de plantas y su microclima. La MACA ha sido entre las primeras domesticadas y cultivadas. Este manejo de la MACA en las alturas de 4,000 a 4,300 metros de la puna ha continuado también en el imperio de los Incas e incluso en los siglos XV y XVI después de la llegada de los españoles, desarrollándose de tal modo que la producción alcanzó no sólo para satisfacer a la población, sino también para pagar tributos. Eran tiempos en que el país no dependía de las importaciones de alimentos.

Con el propósito de observar la adaptabilidad de *Lepidium peruvianum* Chacón a otros pisos ecológicos, he realizado experiencias de aclimatación a la costa del Perú. Los resultados fueron positivos, pero se estableció que en terrenos muy húmedos la parte inferior de la planta desaparecía demasiado temprano, interrumpiéndose el crecimiento de los tallos secundarios con sus respectivas inflorescencias. Ello permitió deducir que si bien la MACA tiene capacidad de aclimatación, ésta sólo tiene éxito completo en determinadas condiciones ambientales. El estudio de la aclimatación de esta especie requiere de una ampliación antes de proceder a macroexperimentos en otras regiones del país.

CONCLUSIONES

En el presente estudio se describe una nueva especie de la familia crucífera, cuyo nombre científico es *Lepidium peruvianum* Chacón sp. nov., vernacularmente se la conoce como MACA. Se describe también su habitat.

La MACA, *Lepidium peruvianum* Chacón es oriunda de los Andes Centrales del Perú, de los Departamentos de Pasco y Junín. Su capacidad natural de desarrollarse en

las condiciones ambientales extremas que reinan en los altos Andes entre 4,000 y 4,300 metros sobre el nivel del mar hace de la MACA una especie ideal para el cultivo en los altos pisos ecológicos de la Cordillera de los Andes.

La revisión del material de *Lepidium* sp. (02/1960), determinado como *Lepidium meyenii* Walp. por el Dr. O. Boelcke en 1961 establece que *Lepidium* sp. no es *Lepidium meyenii* Walp.

La descripción taxonómica y comparación con los tipos existentes en los Herbarios de Instituciones foráneas determina que *Lepidium peruvianum* Chacón sp. nov. presenta características morfológicas y químicas diferentes a las especies *Lepidium meyenii* Walp. y *Lepidium gelidium* Wedd., por lo tanto, se trata de una especie nueva del Género *Lepidium* perteneciente a la familia CRUCIFERAE de la Flora alto-andina del Perú, a la cual el holotipo está depositado en el Herbario del Museo de Historia Natural "Javier Prado" de la U.S.M. y registrado bajo el número 89129. El Isotipo 1, está en el Herbario de Berlín-Dahlem, Alemania, registrado como Isotipo B, en junio de 1990. El Isotipo 2, se encuentra en el Herbario de Berkeley, Universidad de California USA, registrado en junio de 1990.

La clasificación botánica del ejemplar de Cerro de Pasco es: División: Fanerogamas; Clase: Dicotiledonea; Orden: Rohedales; Familia: Cruciferae; Género: *Lepidium*. Especie: *Lepidium peruvianum* Chacón sp. nov. (1989). He considerado para la presentación de la especie una descripción botánica en latín y español como también sus propiedades químicas que la caracterizan. *Lepidium peruvianum* Chacón sp. nov. ha sido comparada con las especies afines y las descripciones originales de *Lepidium meyenii* dada por Walpers en 1843 y *Lepidium gelidium* descrita por Weddel en 1864, completadas con el material recibido de los Herbarios de Berlín-Dahlem, Alemania y del Field Museum de Chicago, U.S.A., llegándose a la determinación de ser una especie nueva para el género *Lepidium* y de la Familia de las *Crucíferas*.

Los estudios histoquímicos de la raíz de los ejemplares de San Juan de Jarpa, Achipampa, Carhuamayo del Departamento de Junín y de la ciudad de Cerro de Pasco, del Departamento de Pasco, demuestran la presencia de alcaloides en gran concentración tanto en los parénquimas medulares y cortical, como también la presencia de glúcidos y almidón. De estos análisis se demuestra que la MACA de Cerro de Pasco, que sirvió de tipo para la descripción es idéntica con la MACA del Departamento de Junín, por lo tanto, *Lepidium peruvianum* Chacón sp. nov. es una especie que se distingue también por estas características.

En los análisis químicos efectuados en la raíz de la MACA se han determinado la presencia de hasta 4 tipos de alcaloides desconocidos para la ciencia cuyos Rf son:

0.680, 0.346, 0.198 y 0.851. Este último parece ser el más importante por su marcada presencia en la Cromatografía a papel. Igualmente se ha identificado dos tipos de glúcidos que son la Maltosa y Lebulosa. La especie tiene además, alto contenido de Fierro y Calcio que conjuntamente con los alcaloides explica el potencial medicinal de la planta.

Las observaciones preliminares de los estudios farmacológicos fueron positivos comprobado científicamente, en el sentido que los hallazgos histológicos en ratas demuestran una clara y marcada estimulación de la maduración de los folículos en las hembras y en los machos se aprecia un aumento en la cantidad de espermatozoides, en los tubos seminíferos y aumento de mitosis y espermatogonia. En cuanto a la frecuencia de procreación en ratas alimentadas con la raíz de la MACA se aprecia una diferencia favorable a la colonia que recibió el tratamiento.

Su efecto sobre animales de laboratorio se ha mostrado positivo como alimento y como fármaco con efecto benigno sobre la sangre y sistemas reproductivo, confirmando así científicamente, la creencia de la población andina de su bondad medicinal, especialmente para mujeres y animales. Estos resultados preliminares se han constituido en estímulo para continuar los estudios con el propósito de encontrar nuevos usos de las propiedades particulares de la MACA, (*Lepidium peruvianum* Chacón) en beneficio de la salud del hombre y del ganado.

NOTA.- Este estudio ha sido realizado íntegramente con medios personales.

AGRADECIMIENTOS

Es sumamente grato, manifestar mis sinceros agradecimientos, a todas las personas e instituciones, sin cuya colaboración desinteresada, no hubiera sido posible la elaboración de este trabajo. Colaboración invaluable, que aparte de la ayuda material, me han brindado su conocimiento y experiencia adquirida mediante el estudio y el trabajo a través de los años, con un desprendimiento que no conoce de egoísmos, tal como corresponde a todos los que se dedican a la investigación.

A continuación nombro a las personas y entidades que merecen mi reconocimiento. Ruego se me disculpe si involuntariamente he omitido algún nombre.

Sr. Jesús Palacios, estudiante de la Facultad de Derecho de la UNMSM (1959), Sra. Delfina Palacios y Familia, de Huancayo, Sr. Leonidas Molina Orellana, Alcalde de San Juan de Jarpa, familia Guido Barreto de Huancayo, Sr. Dr. Efraín Orbegoso, Catedrático Principal de Geografía de la Universidad Comunal de Huancayo (1961), Familia Mauro Travi, de Carhuamayo, Sr. Saturnino Campos, Alcalde de Carhuamayo, Dr. Vicente Carranza, Prefecto del Departamento de Junín, Familia Rosa Rojas, Cerro de Pasco, familia Freddy Paucar, Huancayo, Srs. Campesinos de San Juan de Jarpa (Foto 11), Huancayo.

Sr. Dr. Mario Montes, Patólogo y Profesor del Instituto de Patología de la Facultad de Medicina Humana de la USM, Sr. Dr. Roger Barrantes, Médico Farmacólogo y Profesor del Departamento de Farmacología de la Facultad de Medicina Humana de la USM, Srta. Dra. Luz Valcarcel, Bióloga y Profesora de la Cátedra de Botánica General de la USM, Sr. Dr. Oscar Tovar, Biólogo, especialista en Gramíneas y Profesor Emérito de la Facultad de Ciencias Biológicas de la USM, Sr. Dr. Octavio Velarde, Biólogo y Profesor Principal de la Cátedra de Botánica General, Sr. Dr. Ramón Ferreyra H., Biólogo, ex-Director del Museo de Historia Natural "Javier Prado" y Profesor Emérito de la Facultad de Ciencias Biológicas de la USM, Sra. Dra. Enma Cerrate de Ferreyra, Bióloga, Directora del Herbario del Museo de Historia Natural "Javier Prado, Srta. Dra. Magda Chanco, Bióloga, Profesora Principal del curso de Botánica Sistemática de la Facultad de Ciencias Biológicas, de la USM, Srta. Dra. Luz Sarmiento, Bióloga, Profesora Principal de Parasitología de la Facultad de Ciencias Biológicas de la USM, Sr. Dr. César Acleto, Biólogo, Profesor de Fisiología de la Facultad de Ciencias Biológicas de la USM, Sr. Dr. Manuel Carranza, Químico, Director de la Fábrica del Laboratorio de Cocaína del Ministerio de Salud, Sr. Oficial de la PIP Angel Dinatali, Jefe del Laboratorio de Criminología de la Policía Internacional del Perú, Sr. Dr. Plácido Galindo Pardo, Abogado, Srta. Antonieta Brahim, estudiante de la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la USM, Sr. Víctor Honma, Físico-Matemático, Jefe de Prácticas de la Escuela de Matemáticas (1961) de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Sr. Juan Alberto

Campos Lama, estudiante de Ciencias Económicas, Presidente de la Federación Universitaria de San Marcos (FUSM), 1961-1962, Dra. Mercedes Castro, Antropóloga, Instituto de Antropología, Sra. Ruth Hernandez Necochea, Bióloga, Laboratorio de Biología de la Policía Técnica del Perú, Sr. Químico Farmacéutico, Walter Tapia Chacaltana, Jefe del Laboratorio Químico de la Policía Técnica del Perú, Sr. Gerardo Alvarado, Bibliotecario, Jefe de la Biblioteca de la Casona de la USM, Sr. Justo Palacios, Jefe de Jardineros de la Facultad de Farmacia y Bioquímica, Sr. Raúl Canales, Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología, Sr. Diego Castro B., estudiante de la Universidad Nacional de Agronomía, Reverendo Padre Felix Azcárate, Párroco de la Iglesia de Belén, Santa Cruz - Miraflores, Lima.

Mi agradecimiento incluye también a los Jefes de Herbarios de Instituciones extranjeras, Sr. Dr. O. Boelcke, Biólogo, Jardín Botánico de Buenos Aires, Argentina, Sr. Dr. Shilling Director del Museo del Jardín Botánico de Berlín-Dahlem, Alemania, Sr. Dr. Paul Hiepkö, Curator del Museo del Jardín Botánico de Berlín-Dahlem, Alemania, Srta. Honora Murphy, Asistente del herbario del Field Museum de Historia Natural de Chicago USA, Sr. Dr. D. K. Cook, Director del Jardín Botánico de Zúrich, Suiza, Sr. Dr. E. Urmi, Curator del Jardín Botánico de Zúrich, Suiza, Dra. Isolda Hagemann, Bióloga, Asistente del Herbario del Museo del Jardín Botánico de Berlín-Dahlem, Alemania, Sr. Dr. Madjit I. Hakki, Asistente del Herbario del Museo del Jardín Botánico de Berlín-Dahlem, Alemania, Srta. Verena Rüdts, Bibliotecaria del Jardín Botánico de Zúrich, Suiza. Mi reconocimiento especial a la Dra. Elisabeth Bonnier, Antropóloga, por haber mencionado en una de sus publicaciones del año 1986 la existencia de los resultados de mis experiencias con la MACA en 1960-1962. Mis respetuosos agradecimientos están dirigidos, asimismo a los Srs. Drs. Víctor Indacochea, Químico Farmacéutico, Profesor de la Cátedra de Físico-Química de la Facultad de Farmacia de la USM, (1960-1962), por sus valiosas sugerencias sobre los métodos más indicados de análisis químicos en la raíz de la MACA en el curso del desarrollo de las distintas etapas del estudio, al Dr. Alberto Cuba Caparó, eminente Médico Patólogo, Director y fundador del Instituto de Patología de la Facultad de Medicina Humana de San Fernando de la USM, (1961-1962) por su apoyo y asesoramiento en la investigación anatómo-histológica y al Dr. Vicente Zapata Ortiz Médico Farmacólogo y Jefe del Laboratorio de Farmacología de la Facultad de Medicina Humana de San Fernando de la USM, por su orientación y colaboración en el estudio farmacológico.

Finalmente, mi agradecimiento para el Sr. Dr. Paul Silva, Director del Herbario de Berkeley de la Universidad de California, USA, por su amable y delicada asistencia en facilitarme los ejemplares de *Lipidium meyenii* Walp. y otros del mismo género existentes en sus colecciones, como también a sus colaboradores Sra. Dra. Cathalina Varga, Bióloga, Asistente del Herbario de Berkeley y al Sr. Dr. Gallardo, Biólogo de la Universidad Complutensis de Madrid. A la Embajada Americana a través de su Consulado, por brindarme las facilidades de obtener la visa para mi visita al Herbario de Berkeley, y

a otras instituciones científicas, como también al Jefe de Migraciones en Miami, U.S.A. por sus atentas palabras de bienvenida. A mi querido padre Fidel Chacón Centeno, quien me supo inculcar el amor a la naturaleza y a la investigación científica, a mi madre Consuelo Roldán de Chacón quien me acompañó en el primer viaje a Huancayo y que durante los años 1960-1962 me dieron los fondos necesarios para la realización de los viajes de recolección del material. A mis primas Lucy Zamora de California, U.S.A. e Hilda Barral de New York, U.S.A., por haberme acompañado en mi segundo y tercer viaje de expedición a Huancayo, para la recolección del material botánico, igualmente a mi sobrina Gisella Zamora, por su amable ayuda en conectarme durante mi estadía en los Estados Unidos, con instituciones científicas de California y Maryland, U.S.A. A mis amados Dr. Zacarías Popovici Carpanu, mi esposo, por su colaboración en la redacción de ciertas partes del estudio y la ayuda económica para la publicación en la Revista, a mi hijo Zacarías Popovici Chacón, por sus ideas y colaboración en el diagnóstico y en las tomas de las microfotografías del material histológico de los órganos genitales de los animales en experimentación, cuyas láminas me fueron facilitadas por el Instituto de Patología de la USM en 1961-1962.

BIBLIOGRAFIA Y REFERENCIAS

- BENN, M 1977. Glucosinolates. Pure Apple. Chem. 49:197-210.
- BOELCKE, O. 1961. Nota escrita. Determinación de la MACA (*Lepidium sp.*) como *Lepidium meyenii* Walp. Buenos Aires, Argentina, Junio 24.
- BONNIER, ELISABETH, 1986. Utilisation du sol, a l'époque Préhispanique: Le cas archéologique du Shaka-Palcamayo (Andes Centrales). Cash. Sci. Hum. 22(1):97-113.
- BUCK, A.A. y SASAKI, T.T. y ANDERSON, R.T. 1968 Health and disease in four Peruvian Villages. The John Hopkins Press, Baltimore.
- CARDICH, A. 1975. Agricultores y pastores en Lauricocha y límites superiores de cultivo. Revista del Museo Nacional XLI: 11-36, Lima.
- CASTRO DE LEON, MERCEDES. 1987. Contra la esterilidad, reuma, la anemia. La magnífica Maca. Periódico La República, del 16 de mayo; 15-16, Lima.
- CASTRO DE LEON, MERCEDES, 1989. Comunicación personal sobre la MACA.
- CALVET, E. 1944. Alcaloides, Edit. Salvat S.A. 2da. Edi. Buenos Aires, Tomo V
- COBO, B. 1959 (1963). Historia del Nuevo Mundo, B.A.E.T. XCI-XCII Madrid
- COOK, D.K.C. 1990. Fotocopia de la descripción latina original de *Lepidium meyenii* Walp. determinada por G. Walpers, 1843 y *Lepidium gelidium* Wedd. determinada por H.A. Weddell en 1864. Bibliothek du Botanischen Institute, Zürich, Suiza, March 1.
- COTCHIN, E. and ROE, F.J 1967. Pathology of Laboratory Rats and Mice. Ed.

a otras instituciones científicas, como también al Jefe de Migraciones en Miami, U.S.A. por sus atentas palabras de bienvenida. A mi querido padre Fidel Chacón Centeno, quien me supo inculcar el amor a la naturaleza y a la investigación científica, a mi madre Consuelo Roldán de Chacón quien me acompañó en el primer viaje a Huancayo y que durante los años 1960-1962 me dieron los fondos necesarios para la realización de los viajes de recolección del material. A mis primas Lucy Zamora de California, U.S.A. e Hilda Barral de New York, U.S.A., por haberme acompañado en mi segundo y tercer viaje de expedición a Huancayo, para la recolección del material botánico, igualmente a mi sobrina Gisella Zamora, por su amable ayuda en conectarme durante mi estadía en los Estados Unidos, con instituciones científicas de California y Maryland, U.S.A. A mis amados Dr. Zacarías Popovici Carpanu, mi esposo, por su colaboración en la redacción de ciertas partes del estudio y la ayuda económica para la publicación en la Revista, a mi hijo Zacarías Popovici Chacón, por sus ideas y colaboración en el diagnóstico y en las tomas de las microfotografías del material histológico de los órganos genitales de los animales en experimentación, cuyas láminas me fueron facilitadas por el Instituto de Patología de la USM en 1961-1962.

BIBLIOGRAFIA Y REFERENCIAS

- BENN, M 1977. Glucosinolates. Pure Apple. Chem. 49:197-210.
- BOELCKE, O. 1961. Nota escrita. Determinación de la MACA (*Lepidium sp.*) como *Lepidium meyenii* Walp. Buenos Aires, Argentina, Junio 24.
- BONNIER, ELISABETH, 1986. Utilisation du sol, a l'époque Préhispanique: Le cas archéologique du Shaka-Palcamayo (Andes Centrales). Cash. Sci. Hum. 22(1):97-113.
- BUCK, A.A. y SASAKI, T.T. y ANDERSON, R.T. 1968 Health and disease in four Peruvian Villages. The John Hopkins Press, Baltimore.
- CARDICH, A. 1975. Agricultores y pastores en Lauricocha y límites superiores de cultivo. Revista del Museo Nacional XLI: 11-36, Lima.
- CASTRO DE LEON, MERCEDES. 1987. Contra la esterilidad, reuma, la anemia. La magnífica Maca. Periódico La República, del 16 de mayo; 15-16, Lima.
- CASTRO DE LEON, MERCEDES, 1989. Comunicación personal sobre la MACA.
- CALVET, E. 1944. Alcaloides, Edit. Salvat S.A. 2da. Edi. Buenos Aires, Tomo V
- COBO, B. 1959 (1963). Historia del Nuevo Mundo, B.A.E.T. XCI-XCII Madrid
- COOK, D.K.C. 1990. Fotocopia de la descripción latina original de *Lepidium meyenii* Walp. determinada por G. Walpers, 1843 y *Lepidium gelidium* Wedd. determinada por H.A. Weddell en 1864. Bibliothek du Botanischen Institute, Zürich, Suiza, March 1.
- COTCHIN, E. and ROE, F.J 1967. Pathology of Laboratory Rats and Mice. Ed.

Blackwell Scientific Publications, Oxford, Inglaterra, 848 págs.

- CHACON ROLDAN, GLORIA.** 1960. Comunicación sobre un *Lepidium sp.*, Publicación de las Cátedras de Química Orgánica y Química Aplicada a las Ciencias Biológicas, Facultad de Ciencias de la U.S.M., Vol(3):37-38, setiembre, Lima-Perú.
- CHACON ROLDAN GLORIA.** 1961. Estudio Fitoquímico de *Lepidium meyenii* Walp. Tesis de Bachiller en Ciencias Biológicas USM 46 pág. Lima.
- CHACON ROLDAN GLORIA.** 1980. Acción bactericida de la laguna minero-medicinal "Santa Cruz de las Salinas", Chilca, Lima-Perú, Revista Peruana de Biología. Vol. 2(1):20-26. Enero-Junio, Lima.
- DUVIOLS, P.** 1973, Huari y Ilacuz, Agricultores y pastores. Un dualismo prehispánico de oposición y complementariedad, in R.M.N., t. XXXIX: 153-191. Lima
- DUVIOLS, P.** 1976. Une petite chronique retrouvée: errores, ritos, supersticiones y ceremonias de los indios de la provincia de Chinchaycocha y otras del Perú, edition et commentaire par Pierre Duviols, in J.S.A., t. LXIII: 275-297. París.
- ENGLER, G.** 1919. Syllabus der Pflanzenfamilien, Berlín-Verlag von Gebrieder Nemtraeger W 35 Schoebergerufer 12.
- FERREYRA, R.** 1986. Flora del Perú. Dicotiledoneas. 48-49, Lima-Perú.
- FISKE, V.M.** 1941. Effect of light on sexual maturation, estrous cycles and anterior pituitary of the rat. Endocrinology 29, 187-96.
- FLORIANI, L.** 1938. Análisis químico de los vegetales. Ed. Vásquez Córdova 2218. Buenos Aires. Vol (26):561 págs.
- GUTIERREZ, G.** 1952. Botánica Taxonómica. Trabajo presentado al 1er. Congreso de Ingenieros agrónomos, elaborado en Medellín del 20 al 24 de noviembre. Vol. XIV (44).
- HERRERA, F.** 1929. Plantas que curan y plantas que matan de la Flora del Cuzco. Imp. del Museo Nacional.
- HAGEMANN, ISOLDE,** 1990. Comunicación escrita sobre el tipo de *Lepidium meyenii* Walp., 184 Botanischer Garten und Botanischer Museum, Berlín-Dahlem, Febrero 20.
- HAKKI, I. M.** 1990. Comunicación de la recepción del Isotipo 1, de *Lepidium peruvianum* Chacón. Botanischer Garten und Botanischer Museum, Berlín-Dahlem, Junio 27.
- HIEPKO, P.** 1990. Comunicación escrita de la descripción latina original de *Lepidium meyenii* Walp. dada por G. Walpers, 1843 y *Lepidium gelidium* Wedd., 1864, Enero 17.
- HOLENWEGER, J.A.** 1983. Temas de Farmacología y Terapéutica Veterinaria. Editorial Hemisferio Sur. Montevideo, Uruguay. 427 págs.
- JOHNS, T.** 1981. The Añu and the Maca. J. Ethnobiol. 1(20):208-212.
- KJAER, A. AND SHUSTER A.** 1968. Glucosinolates in *Lepidium bonariense* L. Phytochemistry 7: 1663-1666.
- KJAER, A. Y WAGNIERE, M.** 1971. 3, 4, 5 - trimethoxybenzyglucosinolate: a cons-

- tituent of *Lepidium sordidum*. Phytochemistry 10: 2195-2198.
- KOLB, E.** 1972. Microfactores en Nutrición Animal. Editorial Acribia, Zaragoza, España. 270 págs.
- KOLMER AND BOERNER.** 1943. Métodos de Laboratorio. New York. Pág. 183.
- INSTITUTO DE NUTRICION DEL PERU Y INCAP.** 1981. Composición química de los alimentos, consumidos en el Perú. Ministerio de Salud.
- INSTITUTO DE BIOQUIMICA Y NUTRICION.** 1969. Composición química de los alimentos consumidos en el Perú. Imprenta Programa Académica de Medicina Humana de la USM.
- LONG, J. A. & EVANS H. M.** 1922. The oestrous cycle in the rat and its associated phenomena. Mem. Univ. Calif. 6, 1-148.
- MACBRIDE, F.** 1938, Flora of Peru; Associate curator of the Herbarium, Department of Botany, Publ. Field Museum of Natural History. Volumen XIII: 949-950.
- MACLEOD, A. J.** 1976. Volatil flavour compounds in the Crucifera. The Biology and Chemistry of the Cruciferae (J.G.Vaughan, A. J. Macleod and B.M.G. Jones) Eds. Academic Press, New York. 307-330.
- MAYORGA, A.,** 1929. Estudio morfológico, Fitoquímico y Farmacológico de la *Apu- rimacia micheli* Harms; Lima. Tesis de Doctor.
- MONTOYA, M.** 1987. La MACA, cultivo inca sobrevive en Junín. Entrevista a la Antropóloga Mercedes Castro. Periódico La República, del 3 de octubre, Lima, pág. 13.
- MOLINA, O. L.** 1960. Comunicación verbal sobre la MACA, San Juan de Jarpa, Huancayo. Enero.
- MURPHY, HONORA.** 1989. Comunicación escrita y envío de fotos de los ejemplares de *L. Meyenii* Walp. y del ejemplar tipo de *L. gelidium* Wedd., 1864, Field Museum de Historia Natural de Chicago, U.S.A. Enero 6.
- PALACIOS, J.** 1959. Información verbal sobre la Maca. Casona de la U.S.M. Noviembre, Lima.
1990. Información verbal sobre los pueblos de Achipampa, Puquio y Yanacancha, Huancayo. Marzo, Lima.
- POPOVICI, CH. Z., VALDIVIA, OLGA Y GOMERO, C.L.** 1988. Producción de cuyes en el Perú, Informe presentado en el Curso de Administración Pecuaria de la Facultad de Medicina Veterinaria de la U.S.M. de Lima.
- POPOVICI, CH. Z.** 1990. Descripción histológica de la acción de los alcaloides de la MACA en los órganos genitales en ratas, basados en las láminas histológicas hechas en el Instituto de Patología de la Facultad de Medicina de la U.S.M. en 1961. Comunicación personal.
- ROSTWOROWSKI DE DIEZ CANSECO, MARIA.** 1975. La "Visita a Chinchaycocha de 1549", en Anales Científicos de la Universidad del Centro del Perú, Huancayo, No. 4:71-88.
- ROSTWOROWSKI DE DIEZ CANSECO, MARIA.** 1978. Canta: un caso de orga-

- nización económica, Etnohistoria y Antropología Andina. Primera Jornada del Museo Nacional de Historia, Lima 13-16.
- SOBREVILLA, L.A., ROMERO, U., KRUGER, F. and WHITTEMBURY, I.** 1968. Low estrogen extinction during pregnancy at high altitude. *Amer. J. Obst. Gyn.* 120: 828-833.
- SHILLING.** 1989. Envío de dos especímenes de *L. meyenii* Walp. Herbario de Berlín-Dahlem, Alemania. Enero 16.
- SUDGEN, A.** 1986. Diccionario Ilustrado de la Botánica. Ed. Everest. S.A. Madrid, 208 págs.
- TAPIA, F.A.** 1956. Alcaloides, 2a. Edición. Cátedra de Química Orgánica de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima-Perú, 59 págs.
- TAPIA, F.A., LERIDA RODRIGUEZ ARROYO Y OLGA GARCIA TERRY,** 1960. Cromatografía de Alcaloides Laboratorio de Química Orgánica. Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima, pág. 20.
- TRAVI, M.** 1961 Información verbal y escrita de la MACA. Carhuamayo. Junio y Agosto.
- URMI, E.** 1989. Comunicación escrita sobre *L. meyenii* Walp. Botanischer Garten und Institute für Systematische Botanik der Universität Zürich, Suiza, Febrero 27.
- VARGAS S.** 1962. Estudian hierba serrucha que harían tener muchos críos. Entrevista a la Bióloga Gloria Chacón Roldán. Periódico Última Hora, Abril.
- VILLAVECHIA, V.** 1949. Tratado de Química analítica Aplicada.
- VELARDE, O.** 1961. Comunicación escrita sobre *L. meyenii* Walp.
- WALPERS, G.** 1843. Crucíferas, Capparideas, Calycereas et Compositas, quas *Meyenius* in orbis circumnavigatione Collegit, enumerat novas que describit. *Novarum Actorum Acad. Caes., Leop.-Carol. Nat. Cur.* 19, Suppl. 1:247-251. (*Cruciferae*)
- WEBERBAUR, A.** 1945 (1911). El Mundo Vegetal de los Andes Peruanos. Ministerio de Agricultura, Lima.
- WEDDELL, H. A.** 1864. Plantas ineditas des Andes. *Lepidium gelidium* Wedd. *Ann. Sci. Nat.* V. 1:283.
- WEIER, T.E., STOCKING, G.R. AND BARBOUR, M.C.** 1983. Botánica. Quinta Edición. Editorial Limusa, México, 741 págs.

ILUSTRACIONES

- FOTO 1 Origen de la MACA, Andes Centrales del Perú, Departamentos de Pasco y Junín.
- FOTO 2 La MACA, de la localidad de San Juan de Jarpa.
- FOTO 3 Modo de cultivo de la MACA en el Distrito de San Juan de Jarpa. Preparación del terreno.
- FOTO 4 Siembra de la MACA (por semilla).

- nización económica, Etnohistoria y Antropología Andina. Primera Jornada del Museo Nacional de Historia, Lima 13-16.
- SOBREVILLA, L.A., ROMERO, U., KRUGER, F. and WHITTEMBURY, I.** 1968. Low estrogen extinction during pregnancy at high altitude. *Amer. J. Obst. Gyn.* 120: 828-833.
- SHILLING.** 1989. Envío de dos especímenes de *L. meyenii* Walp. Herbario de Berlín-Dahlem, Alemania. Enero 16.
- SUDGEN, A.** 1986. Diccionario Ilustrado de la Botánica. Ed. Everest. S.A. Madrid, 208 págs.
- TAPIA, F.A.** 1956. Alcaloides, 2a. Edición. Cátedra de Química Orgánica de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima-Perú, 59 págs.
- TAPIA, F.A., LERIDA RODRIGUEZ ARROYO Y OLGA GARCIA TERRY,** 1960. Cromatografía de Alcaloides Laboratorio de Química Orgánica. Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima, pág. 20.
- TRAVI, M.** 1961 Información verbal y escrita de la MACA. Carhuamayo. Junio y Agosto.
- URMI, E.** 1989. Comunicación escrita sobre *L. meyenii* Walp. Botanischer Garten und Institute für Systematische Botanik der Universität Zürich, Suiza, Febrero 27.
- VARGAS S.** 1962. Estudian hierba serrucha que harían tener muchos críos. Entrevista a la Bióloga Gloria Chacón Roldán. Periódico Última Hora, Abril.
- VILLAVECHIA, V.** 1949. Tratado de Química analítica Aplicada.
- VELARDE, O.** 1961. Comunicación escrita sobre *L. meyenii* Walp.
- WALPERS, G.** 1843. Crucíferas, Capparideas, Calycereas et Compositas, quas *Meyenius* in orbis circumnavigatione Collegit, enumerat novas que describit. *Novarum Actorum Acad. Caes., Leop.-Carol. Nat. Cur.* 19, Suppl. 1:247-251. (*Cruciferae*)
- WEBERBAUR, A.** 1945 (1911). El Mundo Vegetal de los Andes Peruanos. Ministerio de Agricultura, Lima.
- WEDDELL, H. A.** 1864. Plantas ineditas des Andes. *Lepidium gelidium* Wedd. *Ann. Sci. Nat.* V. 1:283.
- WEIER, T.E., STOCKING, G.R. AND BARBOUR, M.C.** 1983. Botánica. Quinta Edición. Editorial Limusa, México, 741 págs.

ILUSTRACIONES

- FOTO 1 Origen de la MACA, Andes Centrales del Perú, Departamentos de Pasco y Junín.
- FOTO 2 La MACA, de la localidad de San Juan de Jarpa.
- FOTO 3 Modo de cultivo de la MACA en el Distrito de San Juan de Jarpa. Preparación del terreno.
- FOTO 4 Siembra de la MACA (por semilla).

- FOTO 5 Fertilización de la semilla por medio de ganado.
- FOTO 6 Desarrollo de la planta después del primer trasplante (8 meses)
- FOTO 7 Venta de la MACA en la feria de San Juan de Jarpa. Acompañan a las Sras. vendedoras la Srta. *Alicia Barreto*.
- FOTO 8 La autora con la planta *Lepidium* sp. (MACA), in situ, Puquío, San Juan de Jarpa (9 de enero de 1960).
- FOTO 9 Pueblos donde cultivan la MACA y lugares recorrido por la autora.
- FOTO 10 Viajes de la autora para recolección del material y observación "in situ" del ambiente donde se desarrolla la MACA durante los años 1960-1961.
- FOTO 11 Parcela de uno de los campesinos presentes y obsequio de la planta a la autora. Está presente también el Sr. *Leonidas Molina Orellana*, Alcalde de San Juan de Jarpa. Una de las fotos tomada por el Sr. *Guido Barreto*, corresponsal del periódico "La Voz de Huancayo" (1960)
- FOTO 12 Raíz de la MACA de la localidad de Achipampa, desde su crecimiento hasta su madurez. Foto tomada por el Sr. *Víctor Honma*, 1960).
- FOTO 13 Raíz de la MACA de la localidad de San Juan de Jarpa.
- FOTO 14 Raíz de la MACA de la localidad de Carhuamayo
- FOTO 15 Casos raros de la raíz de la localidad de Carhuamayo.
- FOTO 16 Desarrollo de la raíz de la localidad de Cerro de Pasco (2 a 4 meses).
- FOTO 17 Hojas basales arrocetadas de una planta madura de la localidad de Achipampa, aclimatada en el Jardín Botánico de la Facultad de Farmacia y Bioquímica (1960).
- FOTO 18 Longitud de las hojas basales fuertemente pecioladas de la MACA.
- FOTO 19 a) hojas basales extremas (23 cm). b) hojas basales centrales (15 cm). c) hoja caulinar basal (5 cm). d) hoja caulinar intermedia (3 cm). e) hoja caulinar apical (1.5 cm).
- FOTO 20 Hojas basales extremas y desarrollo de los tallos secundarios en un ejemplar de Achipampa. Foto tomada por el Sr. *Víctor Honma*, 1960.
- FOTO 21 Inflorescencia en racimo apical.
- FOTO 22 Inflorescencia en pequeño racimo axilar.
- FOTO 23 Flor completa, hipogínea, actinomorfa.
- FOTO 24 Perianto y estambres fértiles y estériles.
- FOTO 25 Diagrama floral
- FOTO 26 Sépalo
- FOTO 27 Pétalo
- FOTO 28 Estambre
- FOTO 29 Polen
- FOTO 30 Ovario bicarpelar, estigma globoso con pequeñísimas papilas.
- FOTO 31 Placentación del óvulo
- FOTO 32 Fruto, silícula orbicular
- FOTO 33 Semilla ovoide

- FOTO 34 Planta de *Lepidium meyenii* Walp. de la localidad de Río Potrero, Andalgala, Argentina, Herbario del Jardín Botánico de Berlín-Dahlem.
- FOTO 35 Planta de *Lepidium meyenii* Walp. sp. affine (Wedd.) Thell de Bolivia. Herbario del Jardín Botánico de Berlín.
- FOTO 36 *Lepidium meyenii* Walp. subsp. *gelidium* de la Prov. Moquegua, Perú. Herbario del Field Museum de Chicago, U.S.A.
- FOTO 37 *Lepidium meyenii* Walp. de San Antonio de Esquilache, Puno, Perú. Herbario de la Universidad de Michigan (Museo de Historia Natural de Chicago).
- FOTO 38 *Lepidium meyenii* Walp. subsp. *gelidium* (Wedd) Thell de Carumas, Provincia Moquegua, Perú. Herbario del Field Museum de Chicago.
- FOTO 39 *Lepidium meyenii* Walp ssp. *gelidium* (Wedd) Thell., Bolivia. Herbario de Génova (Field Museum de Chicago).
- FOTO 40 Planta de la MACA, aclimatada en el Jardín Botánico de la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la U.S.M. Lima, Perú (1960). Foto tomada por la Srta. Antonieta Brahim.
- FOTO 41 *Lepidium* sp. MACA, de Puquio, San Juan de Jarpa, 4,300 m sobre el nivel del mar. (1960). Las fotos continuas hasta el número 57 corresponden a esta planta.
- FOTO 42 Corte transversal de la raíz y el nacimiento de un pelo radical (100X)
- FOTO 43 Corte transversal de la raíz mostrando la zona medular.
- FOTO 44 Vasos leños de la raíz.
- FOTO 45 Corte transversal de un tallo secundario: Epidermis., parénquima clorofiliano endodérmico y tejido de sostén.
- FOTO 46 Haz vascular: vasos liberianos y vasos leñosos.
- FOTO 47 Corte transversal de la hoja
- FOTO 48 Corte longitudinal de un estambre fértil.
- FOTO 49 Corte del ovario, mostrando los dos carpelos
- FOTO 50 Corte longitudinal de la hoja, vasos leñosos y liberianos en forma de conductos en la parte central de la hoja, viene a ser la nervadura central de la hoja y en ambos lados se encuentra el tejido parenquimatoso clorofiliano.
- FOTO 51 Corte longitudinal de la hoja, vista del mesófilo y las venas. Estas son las haces vasculares (xilema y floema).
- FOTO 52 Estomas en gran cantidad.
- FOTO 53 Corte transversal de la prefloración.
- FOTO 54 Corte transversal de la raíz mostrando la concentración de almidón en todo el parénquima medular.
- FOTO 55 Corte transversal de la raíz y la reacción con la solución Iodo-iodurada. El color morado se debe a la presencia de almidón.
- FOTO 56 Presencia de celulosa y lignina en los haces conductores de la raíz de la

- MACA. Presenta una coloración rojiza en los vasos leñosos.**
- FOTO 57** Presencia de alcaloides en el parénquima medular de la raíz con el reactivo de Mayer. Fotos desde el No. 41 hasta el 57, tomadas por el Sr. **Ganua Ubaldó**.
- FOTO 58** Cromatografía Circular Central en papel Whatman mostrando 3 tipos de alcaloides cuyos Rf son: 0.680, 0.346 y 0.198, obtenidos de la raíz de la MACA de la localidad de Carhuamayo, Provincia de Junín, Departamento de Junín. Las fotos continuas hasta el No. 75 corresponden también a ejemplares de esta localidad.
- FOTO 59** Cromatografía Circular Radial en papel Whatman, mostrando los tipos de alcaloides.
- FOTO 60** Cromatografía en Columna, indicando la presencia del alcaloide cuyo Rf es 0.851 que se encuentra en gran concentración.
- FOTO 61** Se repitió la cromatografía anterior en dos lados del papel Whatman. El alcaloide cuyo Rf es 0.851 aparece en ambos lados.
- FOTO 62** Identificación de alcaloides en la raíz de la MACA con el reactivo de Bouchardat.
- FOTO 63** Identificación de alcaloides en la raíz de la MACA con el reactivo de Dragendorf.
- FOTO 64** Corte transversal del ovario de una rata que se la ha administrado por vía oral la MACA en polvo durante 2 meses.
- FOTO 65** Utero de la rata anterior.
- FOTO 66** Corte transversal del ovario de una rata alimentada con la raíz de la MACA e inoculada a su vez por vía intraperitoneal con el extracto alcaloideo, 3 días después del experimento.
- FOTO 67** Corte transversal del útero.
- FOTO 68** Corte transversal del útero.
- FOTO 69** Corte transversal del útero.
- FOTO 70** Corte transversal del ovario de una rata inoculada por vía intraperitoneal con el extracto alcaloideo, después de 3 días de la inoculación.
- FOTO 71** Endometrio de rata en fase secretoria temprana focal. La rata es la misma que la anterior.
- FOTO 72** Utero de una rata testigo.
- FOTO 73** Corte transversal del ovario de una rata testigo.
- FOTO 74** Corte transversal del testículo de la rata inoculada por vía intraperitoneal con el extracto alcaloideo, después de 3 días del experimento.
- FOTO 75** Corte transversal del testículo de una rata testigo.
- FOTO 76** Color y forma de la raíz de la MACA de la localidad de Cerro de Pasco.
- FOTO 77** Transplante de la raíz de Cerro de Pasco a Lima en maceta.
- FOTO 78** Transplante de la raíz de Cerro de Pasco a Lima en agua.
- FOTO 79** Raicillas de color blanco de la raíz de la MACA.

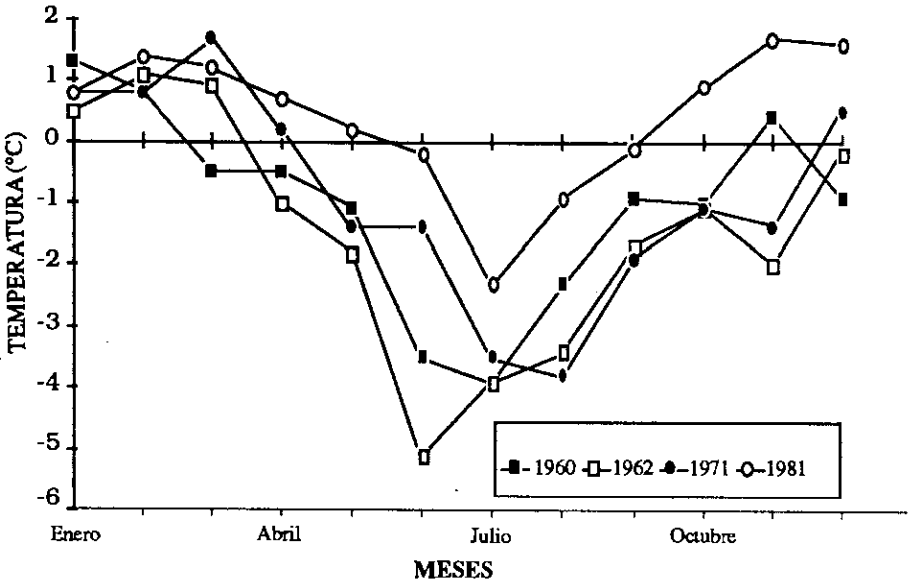
- FOTO 80 Insecto polinizador de la MACA cerca del pedicelo (100X)
FOTO 81 Pedicelo con pequeños garfios
FOTO 82 Iconotipo de *Lepidium peruvianum* Chacón sp. nov. (MACA). Departamento de Pasco. Holotipo.
FOTO 83 Botón floral de *Lepidium peruvianum* Chacón sp. nov. (MACA). Holotipo.
FOTO 84 Flor actinomorfa de la MACA.
FOTO 85 Fruto: Silicula con sus dos semillas.
FOTO 86 Isotipo 1, *Lepidium peruvianum* Chacón sp. nov. (MACA). Herbario de Berlín-Dahlem.
FOTO 87 Tipo de *Lepidium meyenii* Walp. ssp. *gelidium* Wedd., según F. Macbride. Herbario del Field Museum de Chicago. Colección de Bolivia, Mandon, n. 931.
FOTO 88 Sra. Teresa Torres y la MACA.
FOTO 89 Cuerpo ovárico de la rata testigo (32X). Fotos tomadas desde el No. 89 hasta el No. 94 por el Sr. *Zacarias Popovici Chacón*.
FOTO 90 Cuerpo ovárico de la rata inculada con la droga (Alcaloides) 32X.
FOTO 91 Folículo de Graaf de la rata testigo (100X)
FOTO 92 Folículo de Graaf de la rata inculada con la droga (Alcaloides) 100X
FOTO 93 Utero fase secretoria, testigo (400X)
FOTO 94 Utero fase secretoria, con droga (400X).

TEMPERATURA MINIMA MEDIA (CHAUPIMARCA - CERRO DE PASCO)
ALTITUD: 4,333 Mt.
CUADRONº 1

Año	Ene.	Febr.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Agos.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.	Prom.
1960	1.3	0.8	-0.5	-0.5	-1.1	-3.5	-3.9	-2.3	-0.9	-1.0	0.4	-0.9	-1.0
1961	1.5	0.3	1.4	0.2	---	-3.0	-4.8	-4.8	-1.4	-1.8	-0.2	0.2	-1.0
1962	0.5	1.1	0.9	-1.0	-1.8	-5.1	-3.9	-3.4	-1.7	-1.1	-2.0	-0.2	-1.5
1963	0.8	-0.2	1.1	0.1	-2.2	-4.2	-5.3	-4.3	-0.7	-0.1	-1.1	0.5	-1.3
1964	0.8	1.0	0.6	-0.2	-1.6	-4.8	-4.1	-3.2	-3.0	-2.0	-2.1	-1.8	-1.7
1965	-0.2	0.9	0.0	-1.1	-2.8	-3.7	-2.8	-3.5	-0.4	-0.6	-0.2	0.3	-1.2
1971	0.8	0.8	1.7	0.2	-1.4	-1.4	-3.5	-3.8	-1.9	-1.1	-1.4	0.5	-0.9
1981	0.8	1.4	1.2	0.7	0.2	-0.2	-2.3	-0.9	-0.1	0.9	1.7	1.6	0.4
PROM.	0.8	0.8	0.8	-0.2	-1.3	-3.2	-3.8	-3.3	-1.3	-0.9	-0.6	0.0	

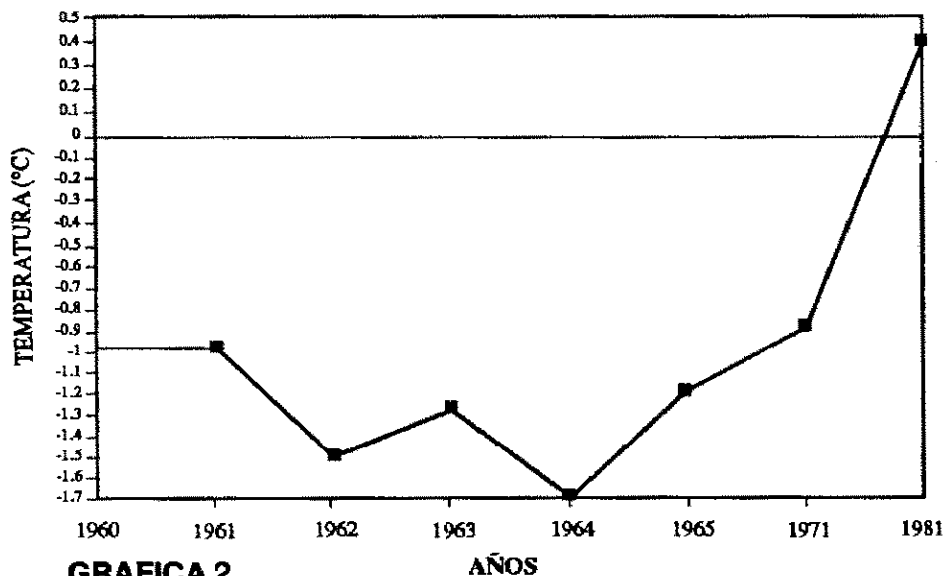
FUENTE: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI)

TEMPERATURA MINIMA MEDIA
Chaupimarca - CERRO DE PASCO 4333 Mt.



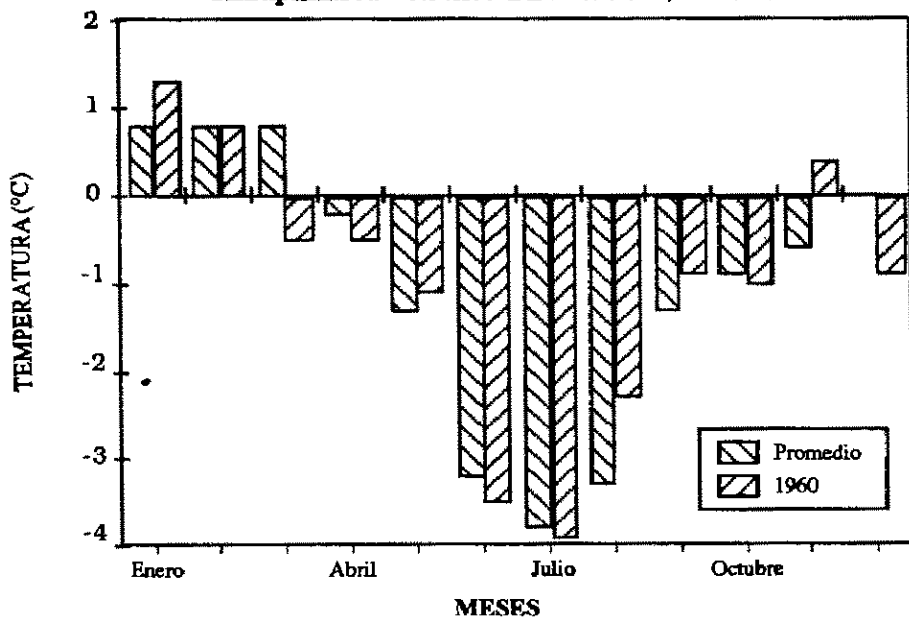
GRAFICA 1

PROMEDIO ANUAL DE LA TEMPERATURA MINIMA
Chaupimarca - CERRO DE PASCO 4,333 Mt.



GRAFICA 2

PROMEDIO MENSUAL DE LA TEMPERATURA MINIMA Y 1960
Chaupimarca - CERRO DE PASCO 4,333 Mt.



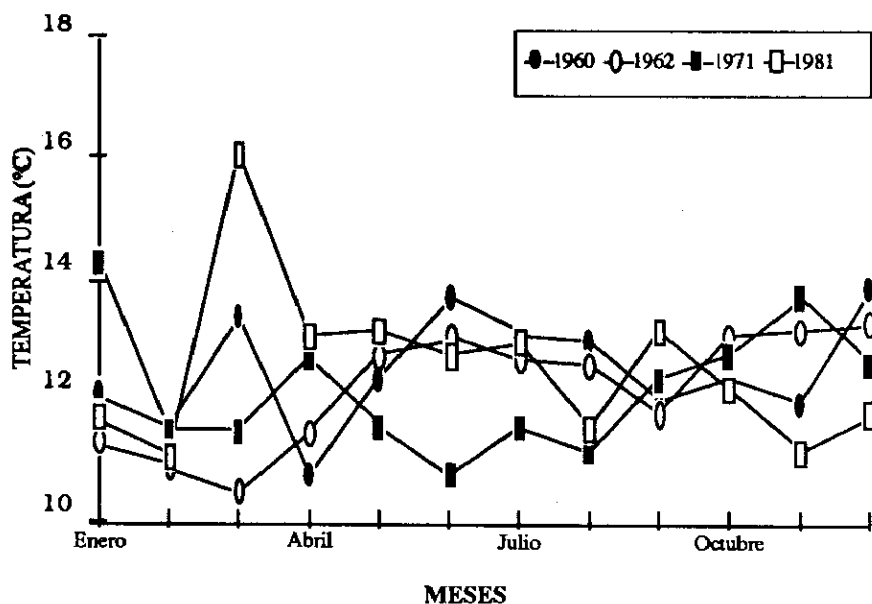
GRAFICA 3

TEMPERATURA MAXIMA MEDIA (C°)
(CHAUPIMARCA - CERRO DE PASCO)
ALTTUD: 4,333 Mt.
CUADRO N° 2

Año	Ene.	Febr.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Agos.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.	Prom.
1960	12.1	11.6	13.4	10.8	12.4	13.7	13.1	13.0	12.0	12.4	12.0	13.9	12.5
1961	12.2	10.4	11.2	11.8	---	12.1	13.2	13.1	11.4	13.5	11.4	11.3	11.0
1962	11.3	10.9	10.5	11.5	12.8	13.1	12.7	12.6	11.8	13.1	13.2	13.3	12.2
1963	10.6	10.5	10.7	11.3	12.8	13.1	12.9	13.7	12.9	11.6	12.3	12.7	12.1
1964	13.0	12.9	11.5	11.9	11.7	12.2	12.9	12.8	12.5	11.6	11.6	11.9	12.2
1965	10.5	8.7	10.2	12.0	12.7	12.0	11.5	11.6	11.6	13.0	13.6	12.2	11.6
1971	14.3	11.5	11.5	12.7	11.6	10.8	11.6	11.2	12.4	12.8	13.7	12.6	12.2
1981	11.7	11.1	16.1	13.1	13.2	12.8	13.0	11.6	13.2	12.2	11.2	11.8	12.6
PROM.	12.0	11.0	11.9	11.9	10.9	12.5	12.6	12.5	12.2	12.5	12.4	12.5	

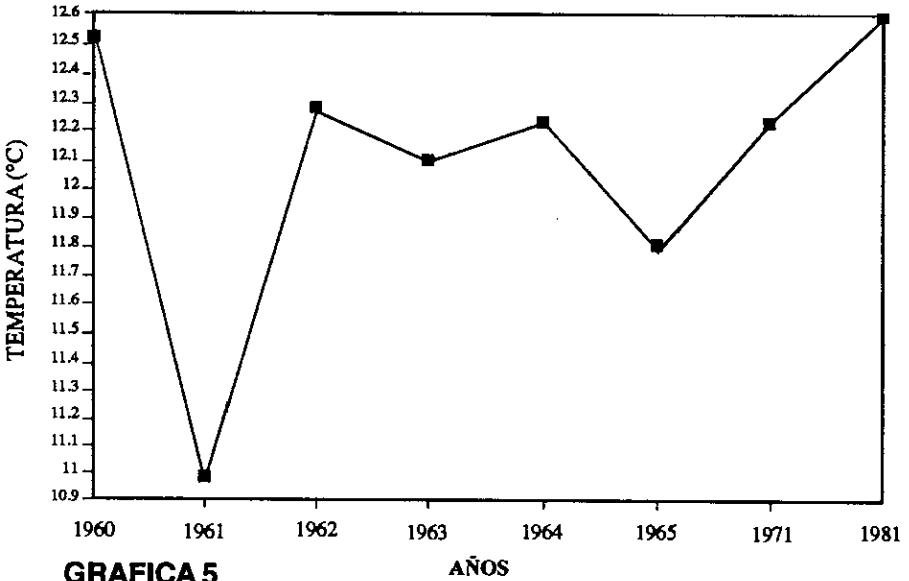
FUENTE: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI)

TEMPERATURA MAXIMA MEDIA
Chaupimarca - CERRO DE PASCO 4,333 Mt.



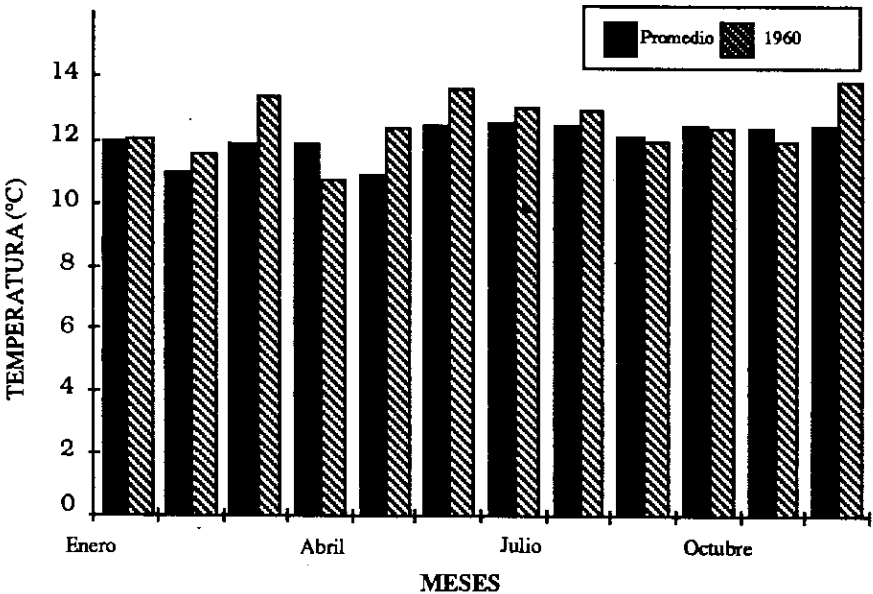
GRAFICA 4

**PROMEDIO ANUAL DE LA TEMPERATURA MAXIMA
Chaupimarca - CERRO DE PASCO 4,333 Mt.**



GRAFICA 5

**PROMEDIO MENSUAL DE LA TEMPERATURA MAXIMA Y 1960
Chaupimarca - CERRO DE PASCO 4,333 Mt.**



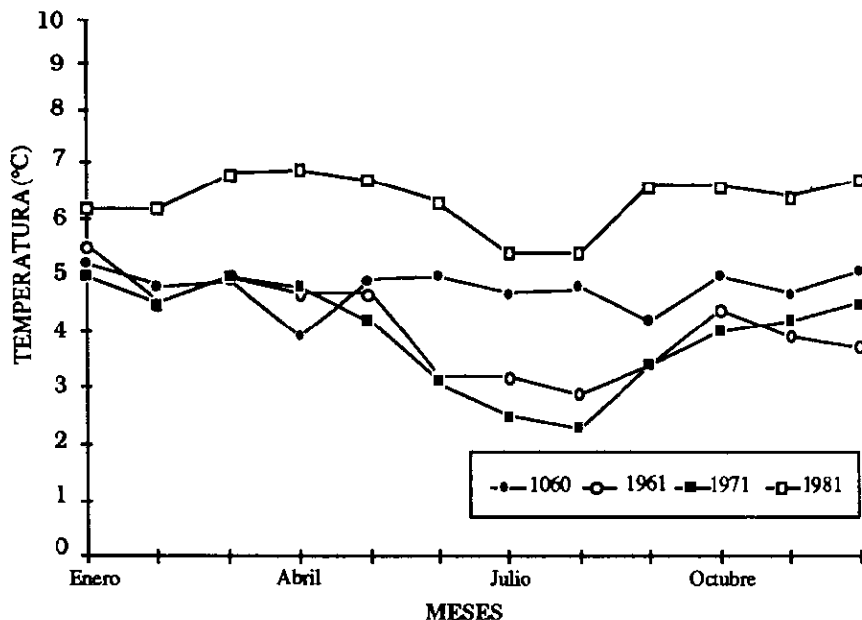
GRAFICA 6

TEMPERATURA MEDIA (CHAUPIMARCA - CERRO DE PASCO)
ALTITUD: 4,333 Mt.
CUADRO N° 3

Año	Enc.	Febr.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Agos.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.	Prom.
1960	5.2	4.8	4.9	3.9	4.9	5.0	4.7	4.8	4.2	5.0	4.7	5.1	4.8
1961	5.5	4.5	5.0	4.7	4.7	3.2	3.2	2.9	3.4	4.4	3.9	3.7	4.1
1963	4.4	3.6	4.5	4.1	3.2	3.0	2.4	3.4	4.3	4.5	4.1	4.6	3.8
1964	5.4	5.2	4.0	3.9	3.5	3.0	3.0	3.8	3.5	3.5	3.2	3.5	3.8
1965	3.7	3.9	4.9	4.1	3.5	2.5	2.8	2.7	3.6	4.7	5.1	4.3	3.8
1971	5.0	4.5	5.0	4.8	4.2	3.1	2.5	2.3	3.4	4.0	4.2	4.5	4.0
1981	6.2	6.2	6.8	6.9	6.7	6.3	5.4	5.4	6.6	6.6	6.4	6.7	6.4
PROM.	5.1	4.7	5.0	4.6	4.4	3.7	3.4	3.6	4.1	4.7	4.5	4.6	

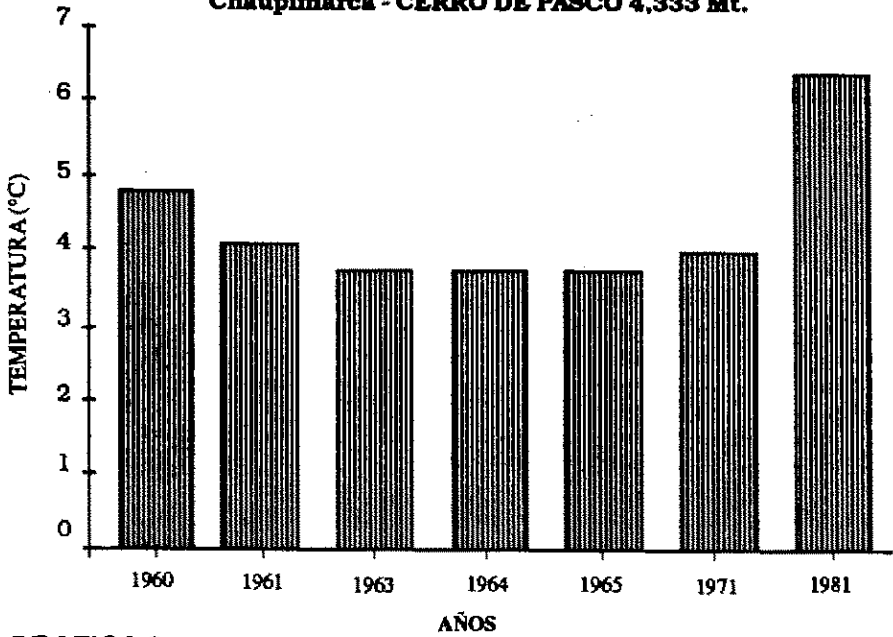
FUENTE: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI)

TEMPERATURA MEDIA
Chaupimarca - CERRO DE PASCO 4,333 Mt.



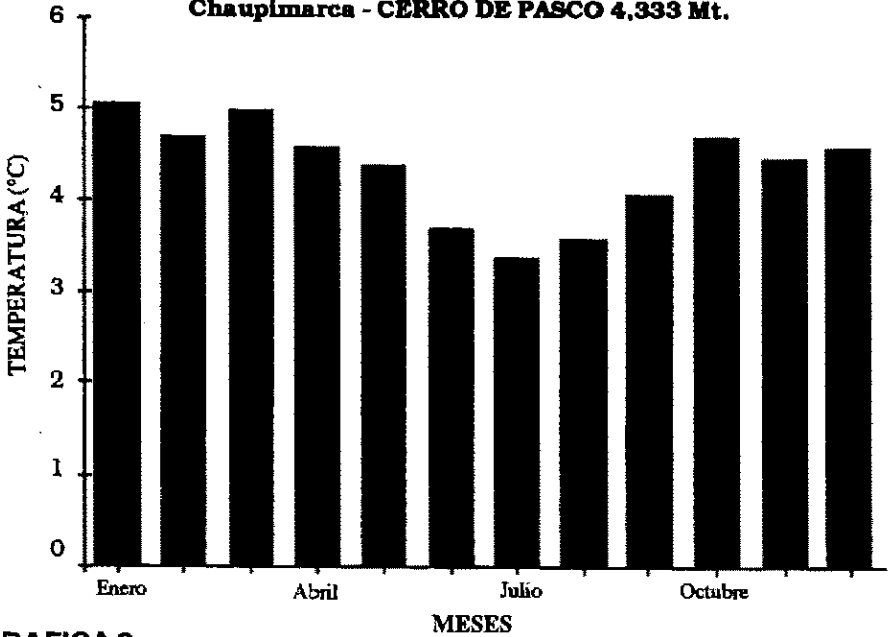
GRAFICA 7

TEMPERATURA MEDIA ANUAL
Chaupimarca - CERRO DE PASCO 4,333 Mt.



GRAFICA 8

TEMPERATURA MEDIA MENSUAL
Chaupimarca - CERRO DE PASCO 4,333 Mt.



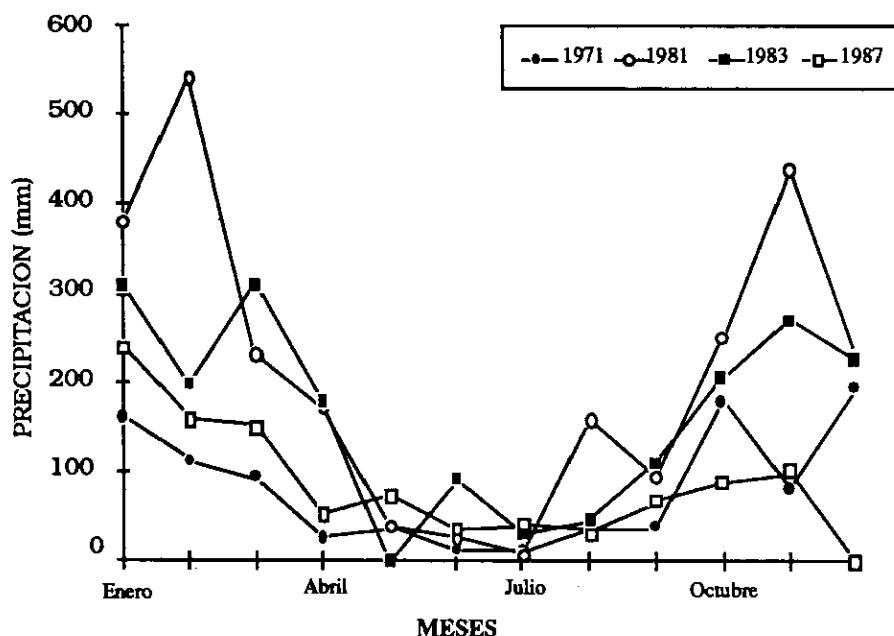
GRAFICA 9

PRECIPITACION TOTAL MENSUAL Y FRECUENCIA (mm)
(CHAUPIMARCA - CERRO DE PASCO)
ALTITUD: 4,333 Mt.
CUADRONº 4

Año	Ene.	Febr.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Agos.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.	Total
1971	161.5	112.2	93.2	26.7	39.6	12.2	11.5	37.9	39.2	179.5	80.7	194.3	988.5
1977	256.0	276.0	223.0	76.0	47.0	17.0	14.0	90.0	50.0	84.0	180.0	76.0	1,389.0
1981	381.0	543.0	231.0	171.0	40.0	26.0	6.0	159.0	94.0	250.6	438.0	230.0	2,569.6
1983	309.0	197.0	310.0	178.0	---	92.0	30.0	46.0	110.0	206.0	269.6	226.0	1,973.6
1984	252.0	434.0	272.0	102.0	42.0	55.0	31.0	57.0	68.0	132.0	220.0	90.0	1,755.0
1986	261.0	208.0	200.0	85.0	69.0	24.0	15.0	119.0	174.0	22.0	234.0	262.4	1,673.4
1987	239.9	157.9	150.9	51.9	73.9	36.7	41.2	31.4	67.9	88.3	101.3	---	1,041.3
PROM.	265.8	275.4	211.4	98.7	44.5	37.6	21.2	77.2	86.2	137.5	217.7	154.1	

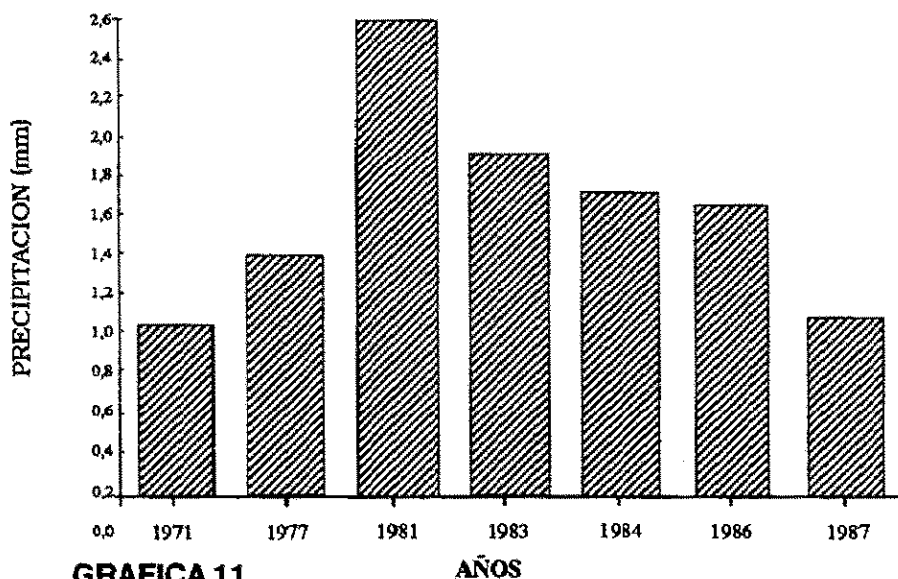
FUENTE: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI)

PRECIPITACION TOTAL MENSUAL
Chaupimarca - CERRO DE PASCO 4,333 Mt.



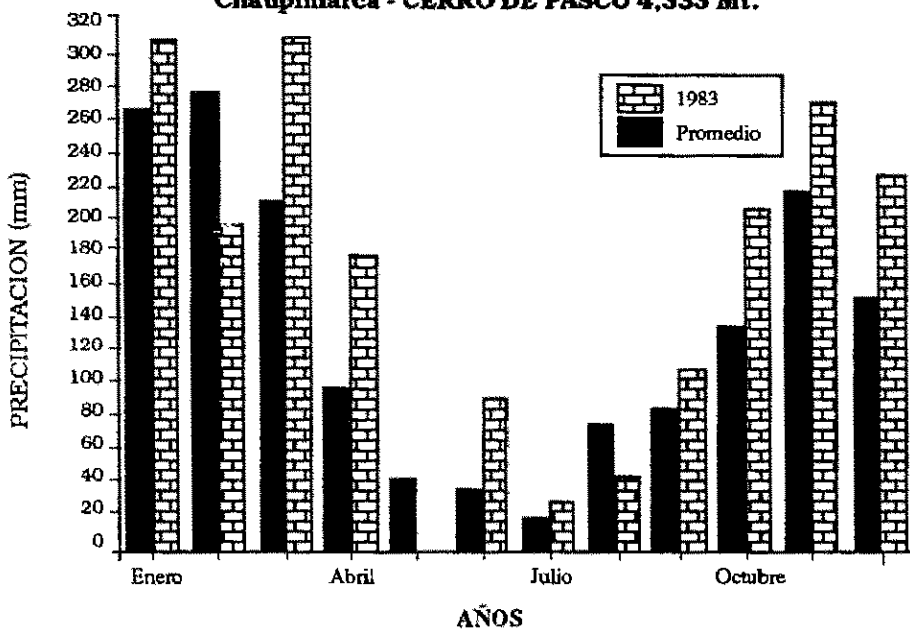
GRAFICA 10

PRECIPITACION TOTAL ANUAL
Chaupimarca - CERRO DE PASCO 4,333 Mt.



GRAFICA 11

PRECIPITACION PROMEDIA MENSUAL Y 1983
Chaupimarca - CERRO DE PASCO 4,333 Mt.



GRAFICA 12

VIENTO

DIRECCION PREDOMINANTE Y VELOCIDAD MEDIA (m/seg) a las 07.00 Hrs

(Chaupimarca - Cerro de Pasco) Altitud: 4,333 Mt. Lat. 10°41' -Long. 76°15'W
CUADRO N° 5

Año	Ene.	Febr.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Agos.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
1977	N-2	N-3	N-2	N-2	N-2	N-2	N-3	N-2	N-2	N-2	N-2	N-2
1981	C-0	N-2	N-2	N-2	C-0	C-0	C-0	C-0	C-0	C-0	C-0	NE-2
1983	N-2	N-2	C-0	C-0	---	N-2	C-0	C-0	C-0	C-0	N-2	C-0
1984	C-0	C-0	N-2	N-2	C-0	C-0	C-0	C-0	C-0	C-0	C-0	C-0

C-0 = Calma-sin movimiento N = Norte

FUENTE: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI)

DIRECCION PREDOMINANTE Y VELOCIDAD MEDIA (m/seg) a las 13.00 Hrs

(Chaupimarca - Cerro de Pasco) Altitud: 4,333 Mt. Lat. 10°41'S -Long. 76°15'W
CUADRO N° 6

Año	Ene.	Febr.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Agos.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
1977	N-4	N-4	N-3	N-3	N-3	N-4	N-5	N-4	N-3	N-3	N-3	N-2
1981	N-4	N-4	N-4	N-4	N-5	NE-4	NE-4	N-5	N-5	NE-4	N-4	N-4
1983	NE-5	NE-5	N-4	N-3	NE-5	---	N-4	N-5	N-4	N-4	N-4	N-4
1984	N-4	N-3	N-4	N-4	N-4	N-4	NE-5	N-5	N-4	N-4	N-4	N-4

FUENTE: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI)

DIRECCION PREDOMINANTE Y VELOCIDAD MEDIA (m/seg) a las 19.00 Hrs

(Chaupimarca - Cerro de Pasco) Altitud: 4,333 Mt. Lat. 10°41'S -Long. 76°15'W
CUADRO N° 7

Año	Ene.	Febr.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Agos.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
1977	N-2	N-2	N-2	N-2	N-2	N-2	N-2	N-2	N-2	N-2	N-2	N-2
1981	N-2	N-2	N-2	N-2	N-2	N-2	N-2	N-2	N-2	N-2	N-2	N-2
1983	N-2	N-2	N-2	N-2	---	N-2	N-2	N-2	N-2	N-3	N-2	N-2
1984	N-2	N-2	N-2	N-3	N-2	N-2	N-2	N-2	N-2	N-2	N-2	N-2

FUENTE: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI)

**ELEMENTOS MINERALES DE TUBEROSAS NATIVAS Y UN CEREAL
CUADRO N° 8**

TUBEROSAS NATIVAS	NUTRIENTES		
	Calcio (Ca) mgr	Fósforo (P) mgr	Hierro (He) mgr
Oca (<i>Oxalis tuberosa</i>)	138.36	226.41	10.06
Mashua (<i>Tropeolum tuberosum</i>)	95.24	230.16	7.94
Camote (<i>Ipomoea batata</i>)	136.21	102.99	2.66
Quinoa (<i>Chenopodium quinoa</i>). (Cereal)	136.00	420.00	8.30
Maca (<i>Lepidium peruvianum</i>)	258.06	189.96	15.41

FUENTE: Instituto de Nutrición del Perú e INCAP (1981) y (1969).

**DESARROLLO DE LA RATA ALBINA DESDE SU NACIMIENTO HASTA
LOS 12 MESES Y SU RELACION CON EL PESO (gr)**

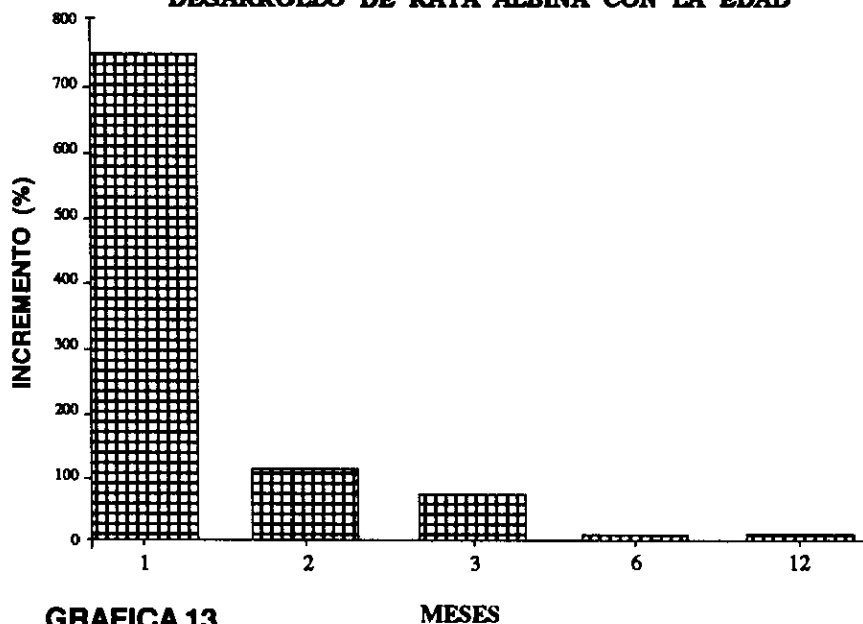
CUADRO N° 9

FECHA DE PESO	SEMANAS EDAD	PESO VIVO (gr)	MESES EDAD	INCREMENTO (gr)	INCREM. %
25-7-61	NACIMIENTO	4.5	---	---	---
01-8-61	1	6.0	---	---	---
08-8-61	2	---	---	---	---
11-8-61	---	10.0	---	---	---
15-8-61	3	---	---	---	---
17-8-61	---	19.0	---	---	---
24-8-61	4	38.0	1	33.5	744.4%
31-8-61	5	43.0	---	---	---
07-9-61	6	58.0	---	---	---
14-9-61	7	70.0	---	---	---
21-9-61	8	80.0	2	42.0	110.5%
28-9-61	9*	---	---	---	---
3-10-61	---	90.0	---	---	---
5-10-61	10	---	---	---	---
11-10-61	11	110.0	---	---	---
12-10-61	---	---	---	---	---
19-10-61	12	---	---	---	---
20-10-61	---	130.0	3	50	62.5%
		153.0	6	7.7	5.9%
		195.0	12	7.0	4.6%

* La Rata se encuentra apta para fecundar.

FUENTE: Observaciones realizadas por la Autora en el Laboratorio de Farmacología de la Facultad de Medicina Humana.

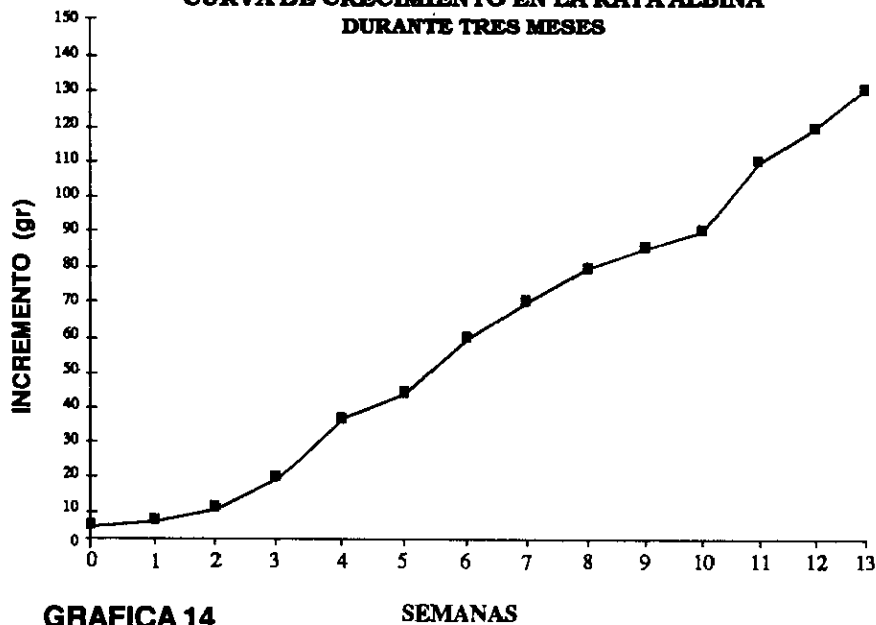
DESARROLLO DE RATA ALBINA CON LA EDAD



GRAFICA 13

MESES

CURVA DE CRECIMIENTO EN LA RATA ALBINA DURANTE TRES MESES



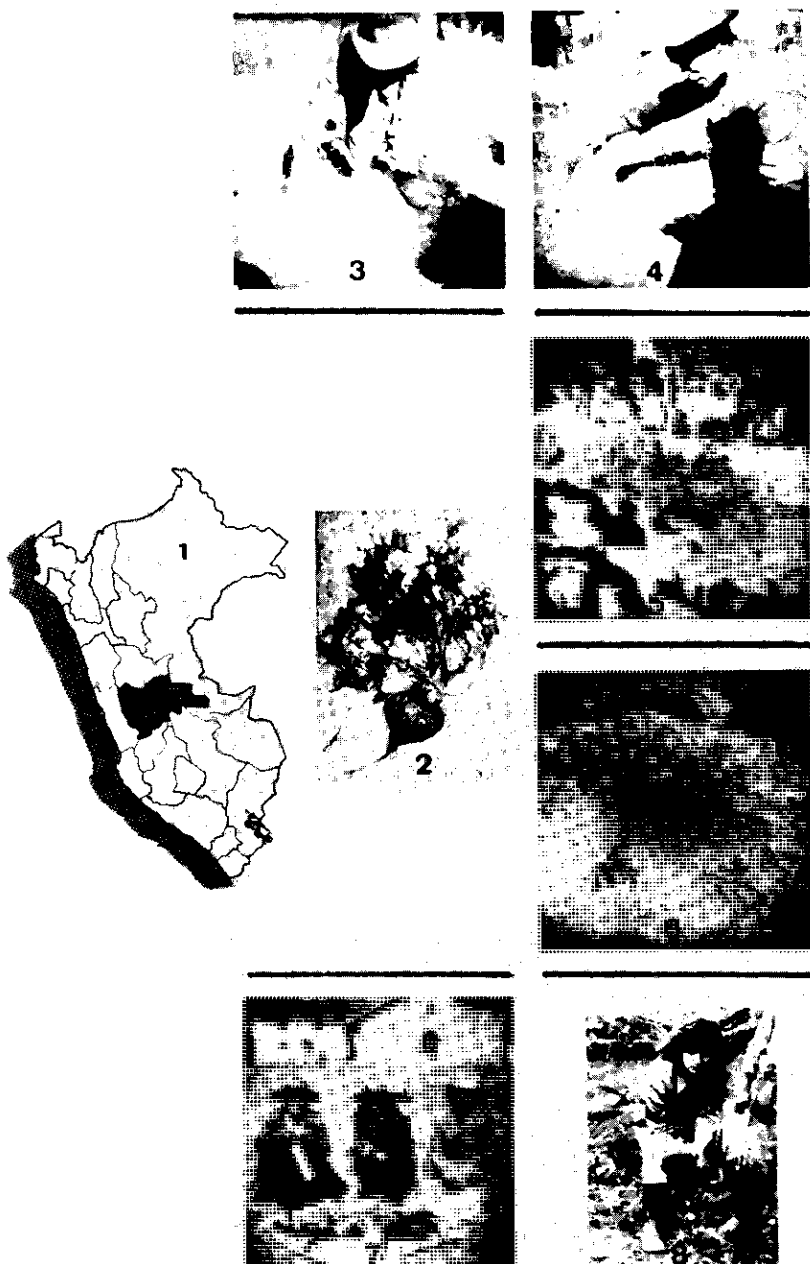
GRAFICA 14

SEMANAS

**FRECUENCIA DE PROCREACION EN RATAS
ALIMENTADAS CON LA MACA
CUADRO N° 10**

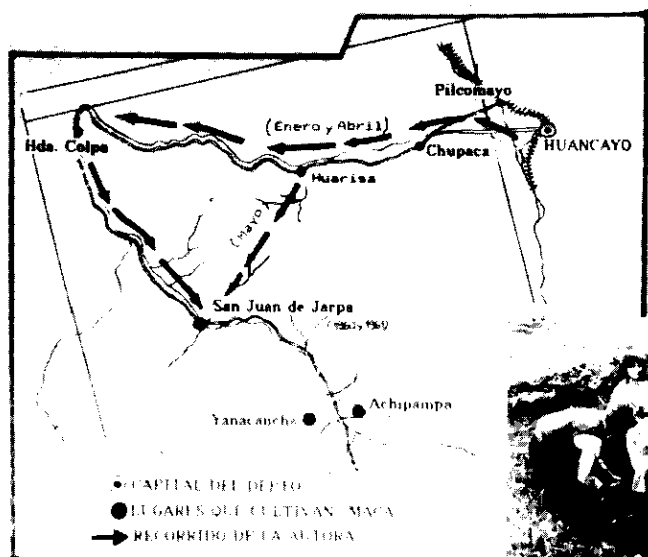
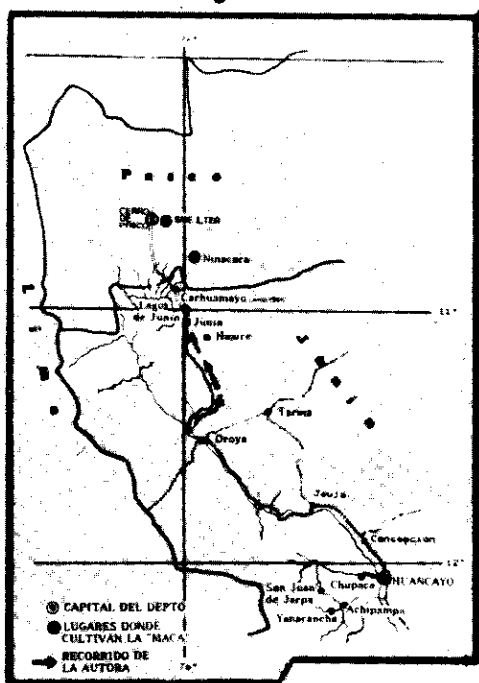
LOTES N°	CANTIDAD RATAS	PROMEDIO DEL PESO ANTES DEL EXPERIMENTO	PROMEDIO DEL PESO DESPUES DEL EXPERIMENTO	DURACION EXPERIMENTO	CRIAS N°
Lote A (Experimento en ratas)					
Machos	2	79.55	162.8	6 meses	---
Hembras	8	80.00	134.9	6 meses	47
Lote B (Testigos)					
Machos	2	85.50	166.8	6 meses	---
Hembras	8	84.10	152.4	6 meses	37

Elaborado por la Autora, 1961



LAMINA 1. FOTO 1. Origen de la MACA, Andes Centrales del Perú. FOTO 2. LA MACA, *Lepidium* sp., lugar: Puquio del distrito de San Juan de Jarpa, Provincia de Huancayo, Departamento de Junín. FOTO 3. Modo de cultivo de la MACA en el Distrito de San Juan de Jarpa. Preparación del terreno. FOTO 4. Siembra de la MACA (por semilla). FOTO 5. Fertilización de la semilla por medio del ganado. FOTO 6. Desarrollo de la planta después del primer trasplante. FOTO 7. Venta de la MACA en la feria de San Juan de Jarpa. FOTO 8. La autora con la MACA, Puquio, San Juan de Jarpa, provincia de Huancayo, Junín (9 de enero de 1960).

9

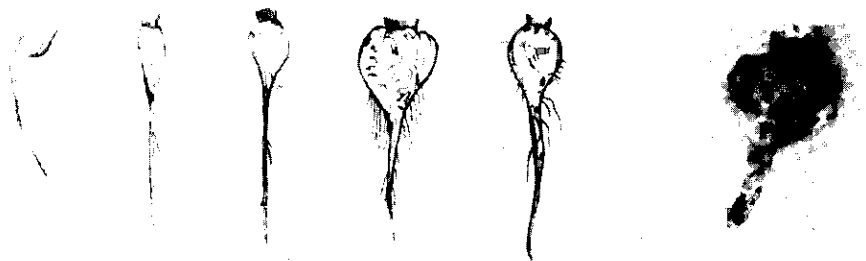


10

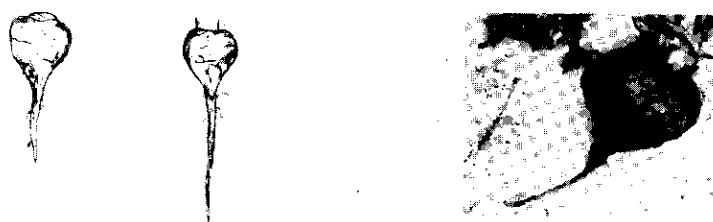


11

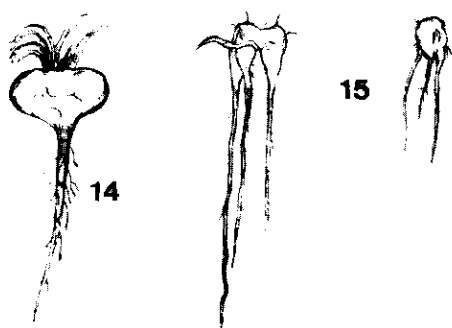
LAMINA 2. FOTO 9. Pueblos donde cultivan la MACA y lugares recorridos por la autora. FOTO 10. Viajes de la autora para recolección del material. FOTO 11. Parcela de uno de los campesinos presente y obsequio de la MACA a la autora. (9 de enero de 1960).



12

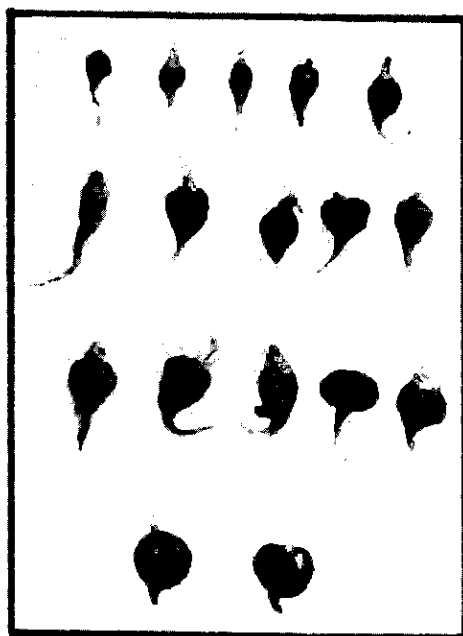


13



14

15



16

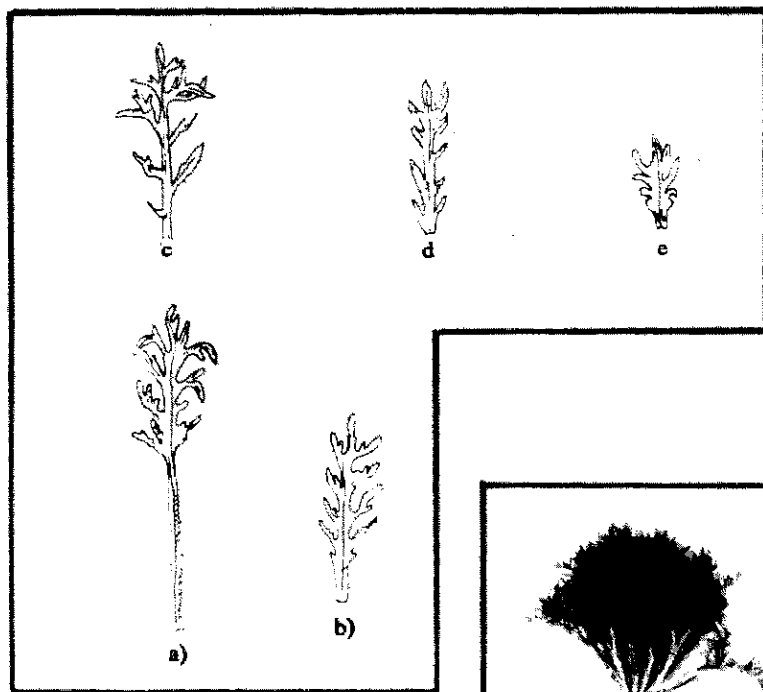
LAMINA 3. FOTO 12. Raíz de la MACA de la localidad de Achipampa. FOTO 13. Raíz de la MACA de la localidad de San Juan de Jarpa. FOTO 14. Raíz de la MACA de la localidad de Carhuamayo. FOTO 15. Casos raros de la raíz de la localidad de Carhuamayo. FOTO 16. Desarrollo de la raíz de la localidad de Cerro de Pasco (2 a 4 meses).



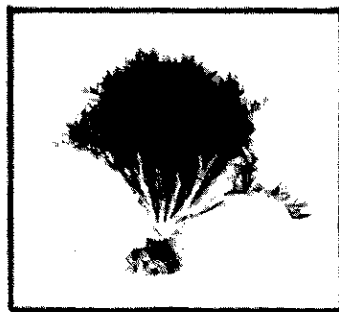
17



18

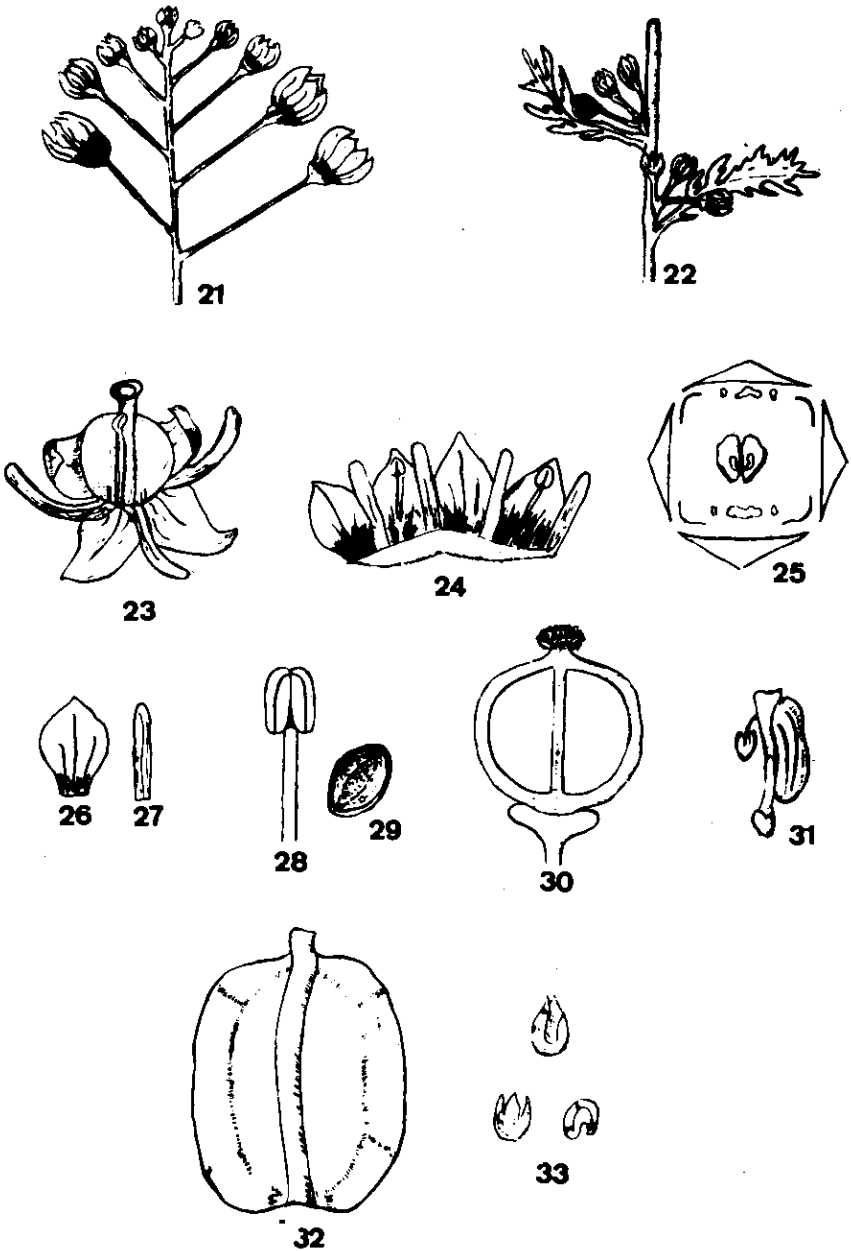


19

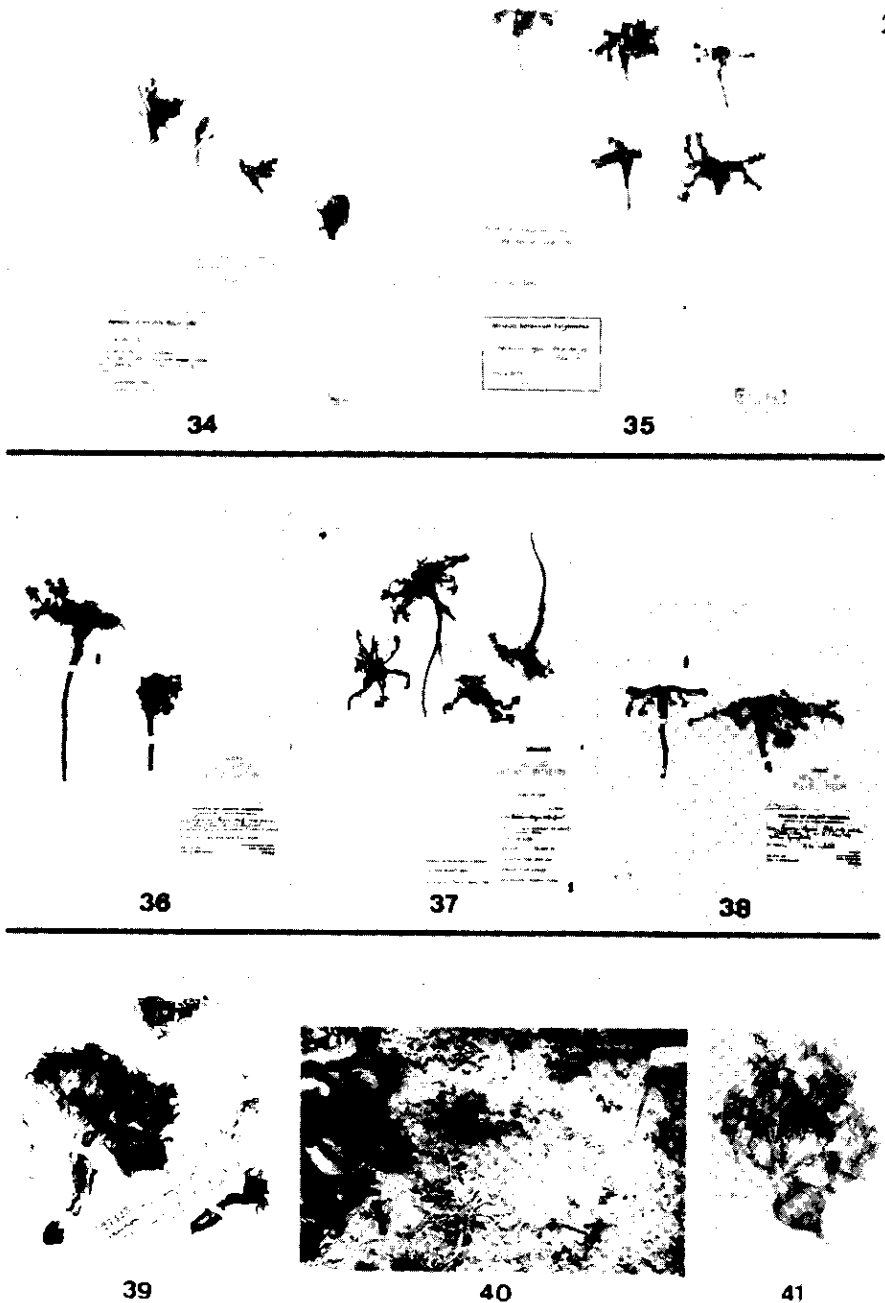


20

LAMINA 4, FOTO 17. Hojas basales arrosetadas. FOTO 18. MACA (02/1960), ejemplar de Achipampa, Distrito de San Juan de Jarpa, Provincia de Huancayo, Departamento de Junín, longitud de las hojas basales, fuertemente pecioladas. FOTO 19. Hojas de la MACA de Puquio de San Juan de Jarpa, a) hojas basales extremas, b) hojas basales centrales, c) hoja caulinar basal, d) hoja caulinar intermedia, e) hoja caulinar apical. FOTO 20. Hojas basales extremas y tallos secundarios erguidos.



LAMINA 5. FOTO 21. Descripción botánica de la MACA de Puquio de San Juan de Jarpa, inflorescencia en racimo, apical. FOTO 22. Inflorescencia axilar con el eje del racimo pequeño. FOTO 23. Flor completa, hipogínea, actinomorfa. FOTO 24. Perianto y estambres fértiles y estériles. FOTO 25. Diagrama floral. FOTO 26. Sépalo. FOTO 27. Pétalo. FOTO 28. Estambre. FOTO 29. Polen. FOTO 30. Ovario bicarpelar, estigma globoso. FOTO 31. Placentación del óvulo. FOTO 32. Fruto silícula. FOTO 33. Semilla ovoide.



LAMINA 6. FOTO 34. Planta de *Lepidium meyenii* Walp. de la localidad de Río Potrero, Argentina. Herbario del Jardín Botánico de Berolín-Dahlem. FOTO 35. Planta de *Lepidium meyenii* Walp. sp. affine (Wedd.) Thell, de Bolivia. Herbario del Jardín Botánico de Berlín. FOTO 36. *Lepidium meyenii* Walp. subsp. *gelidium* de la Provincia Moquegua, Perú. Herbario del Field Museum de Chicago, U.S.A. FOTO 37. *Lepidium meyenii* Walp. de San Antonio de Esquilache, Puno, Perú. Herbario de la Universidad de Michigan y del Museo de Historia Natural de Chicago, FOTO 38. *Lepidium meyenii* Walp. ssp. *gelidium* (Wedd.) Thell., de Carumas, Provincia Moquegua, Perú. Herbario del Field Museum de Chicago. FOTO 39. *Lepidium meyenii* Walp. ssp. *gelidium* (Wedd.) Thell Bolivia. Herbario de Génova y del Field Museum de Chicago. FOTO 40. Planta de *Lepidium* sp. ejemplar de Achipampa, distrito de San Juan de Jarpa, Huancayo-Junín, aclimatada en el Jardín Botánico de la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la U.S.M. FOTO 41. *Lepidium* sp. MACA de Puquico, San Juan de Jarpa, a una altitud de 4,300 m sobre el nivel del mar.



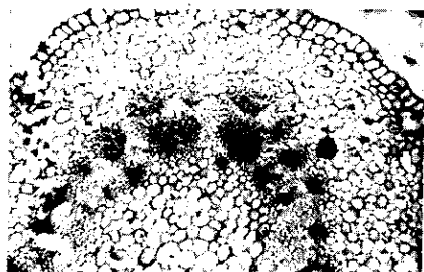
42



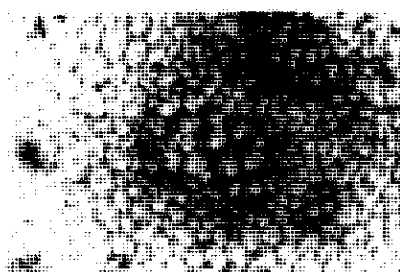
43



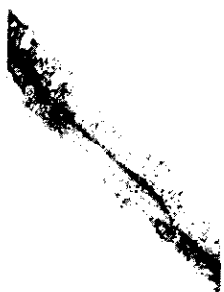
44



45



46



47



48

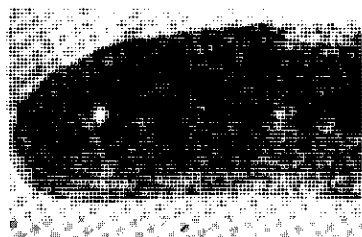


49

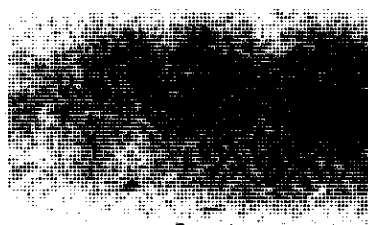
LAMINA 7. Histología de *Lepidium* sp. de Puquio, de San Juan de Jarpa, Provincia de Huancayo. FOTO 42. Corte transversal de la raíz y el nacimiento de una raicilla. FOTO 43. Corte transversal de la raíz mostrando la zona medular. FOTO 44. Vasos leñosos de la raíz. FOTO 45. Corte transversal de un tallo secundario. FOTO 46. Haz vascular; vaso liberiano y vasos leñosos. FOTO 47. Corte transversal de la hoja. FOTO 48. Corte longitudinal de un estambre fértil. FOTO 49. Corte del ovario, mostrando los dos carpelos.



50



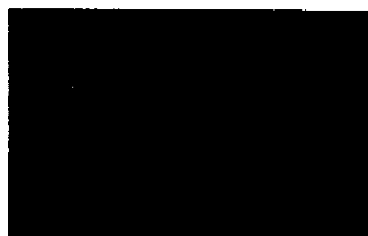
51



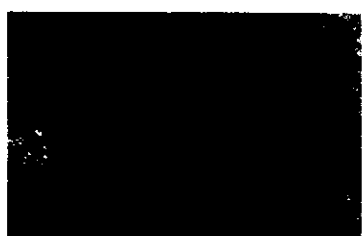
52



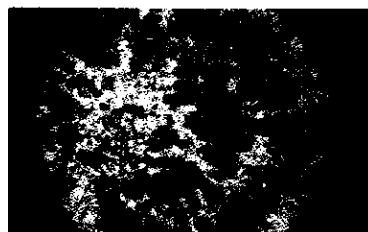
53



54



55

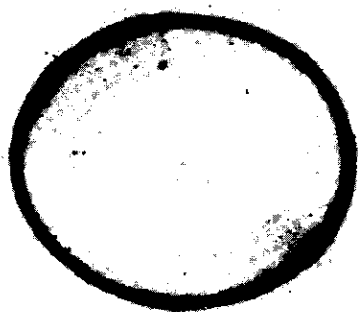


56

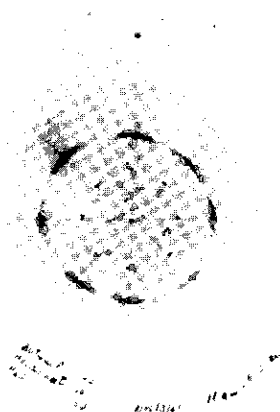


57

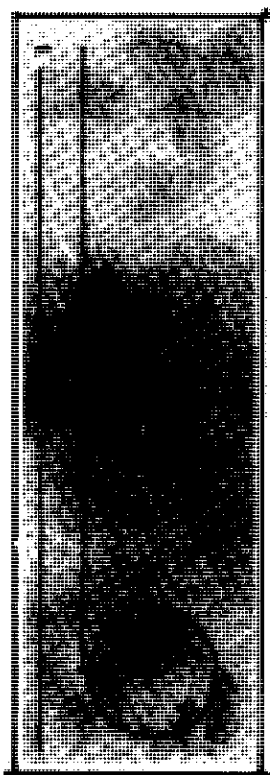
LAMINA 8. Histología de *Lepidium* sp. de Puquio de San Juan de Jarpa, provincia de Huancayo. FOTO 50. Corte longitudinal de la hoja, vasos leñosos y liberianos. FOTO 51. Corte longitudinal de la hoja, vista del mesófilo y las venas. FOTO 52. Estomas en gran cantidad. FOTO 53. Corte transversal de la prefloración. FOTO 54. Presencia de almidones en el parénquima medular de la raíz, coloración azul intenso. FOTO 55. Presencia de almidón con el reactivo Iodo-iodurado. FOTO 56. Presencia de celulosa y lignina en los haces conductores de la raíz. Presenta una coloración rojiza. FOTO 57. Presencia de alcaloides en el parénquima medular de la raíz de la MACA, con el reactivo de Mayer.



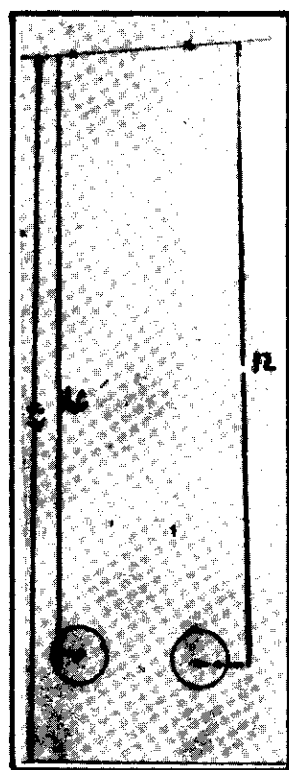
58



59

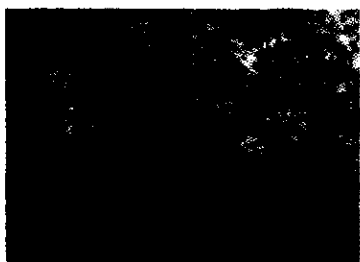


60

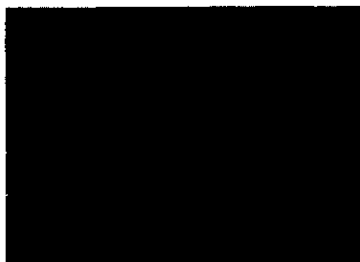


61

LIMA 9. Análisis químico de la raíz de *Lepidium* sp. de Puquio de San Juan de Jarpa, provincia de Huancayo, Departamento Junín. FOTO 58. Presencia de tres alcaloides por la Cromatografía Circular Central, obtenidos de la raíz de la MACA. FOTO 59. Presencia de alcaloides por Cromatografía Circular radial. FOTO 60. Presencia de un alcaloide cuyo Rf es 0.851 en Cromatografía en Columna. FOTO 61. Presencia del mismo alcaloide pero colocado en 2 partes en una Cromatografía en Columna. (15 de Marzo de 1961).



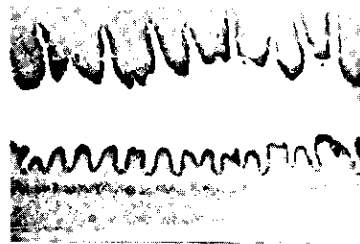
62



63



64



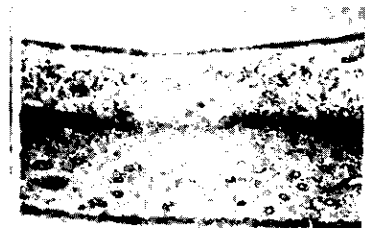
65



66



67



68

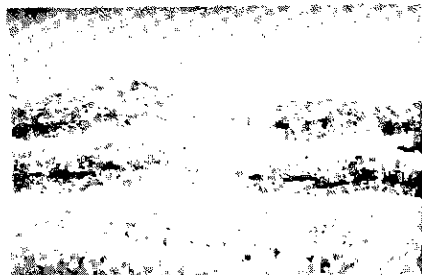


69

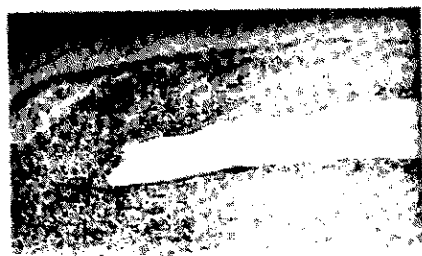
LAMINA 10. Análisis químico y farmacológico de la raíz de *Leptidium* sp. de Carhuamayo, Provincia de Junín, Departamento de Junín: FOTO 62. Identificación de alcaloides en la raíz de la MACA por medio del reactivo de Bouchardat. FOTO 63. Identificación de alcaloides en la raíz de la MACA por medio del reactivo de Dragendorff. FOTO 64. Corte transversal del ovario de rata que ha sido alimentada por la raíz de la MACA durante dos meses. FOTO 65. Utero de la rata anterior. FOTO 66. Corte transversal del ovario de rata alimentada con la raíz e inoculada a su vez por vía intraperitoneal con el extracto alcaloide, tres días después del experimento. FOTO 67. Corte transversal del útero. FOTO 68. Corte longitudinal del útero. FOTO 69. Corte longitudinal del útero.



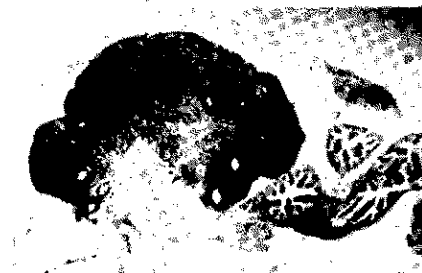
70



71



72



73



74

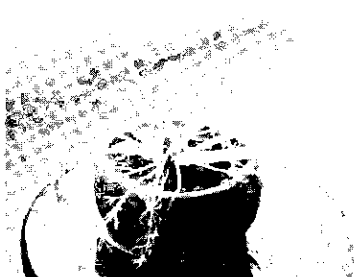


75

LAMINA 11. Experimento de los alcaloides de la raíz de *Lepidium* sp. (MACA) en ratas de laboratorio del Instituto de Patología de la Facultad de Medicina de la U.S.M. FOTO 70. Corte transversal del ovario de una rata inoculada por vía intraperitoneal con una sol. acuosa alcaloidea, después de tres días de tratamiento. FOTO 71. Endometrio de rata en fase secretoria temprana focal inoculada con el extracto alcloideo. FOTO 72. Endometrio de una rata testigo. FOTO 73. Corte transversal del ovario de una rata testigo. FOTO 74. Corte transversal del testículo de rata inoculado por vía intraperitoneal con el extracto alcaloideo, después de tres días del experimento. FOTO 75. Corte transversal del testículo de una rata testigo.



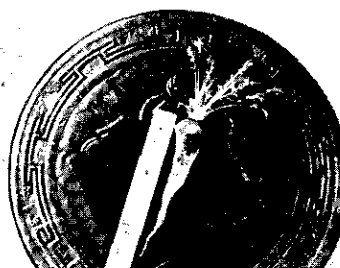
76



77



78



79

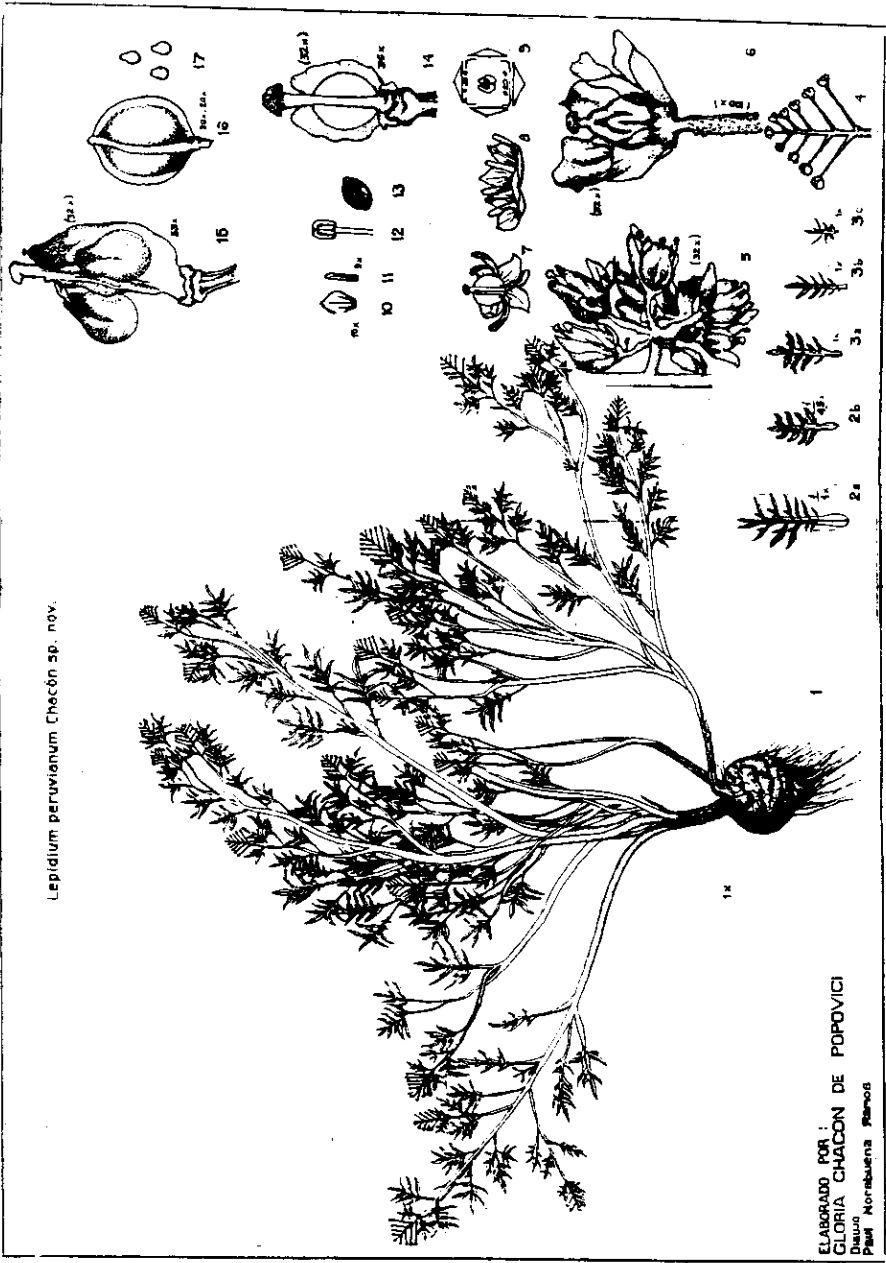


80



81

LAMINA 12. FOTO 76. Ejemplares de la raíz de la MACA de Cerro de Pasco. FOTO 77. Transplante de la raíz de Cerro de Pasco a Lima en maceta. FOTO 78. Transplante de la raíz de Cerro de Pasco a Lima en un frasco de plástico con agua. FOTO 79. Raicillas de color blanco de la raíz principal de la MACA. FOTO 80. Insecto polinizador de la MACA. FOTO 81. Pedicelo con pequeñas espinas.



Lepidium peruvianum Chacón sp. nov.

ELABORADO POR:
 GLORIA CHACÓN DE POPOVICI
 Dibujo
 Pável Norrbuena Ramos

LAMINA 13. FOTO 82. Iconotipo: 1) *Lepidium peruvianum* Chacón sp. nov. (MACA/1989) 2a) Hoja basal extrema. 2b) Hoja basal central. 3a) Hoja caulinar basal. 3c) Hoja caulinar apical. 4) Inflorescencia en racimo simple apical. 5) Inflorescencia axilar (vista al microscopio 32X). 6) Flor mostrando las espigas en el pedicelo (vista al microscopio a 100X). 7) Flor completa. 8) Forma de los pétalos y sépalos y posición de los estambres. 9) Diagrama floral. 10) Tamaño del sépalo. 11) tamaño del pétalo. 12) Tamaño del estambre. 13) Forma del polen. 14) Ovario bicarpelar y bilocular, con el estigma papiloso. 15) Posición de los óvulos en el ovario. (Vista al microscopio a 32X y vista al tamaño normal 53X x 16) Fruto Siilicula con dos semillas. 17) Semillas aobadas de tegumento de color anaranjado.



83



84



85



86



87



88

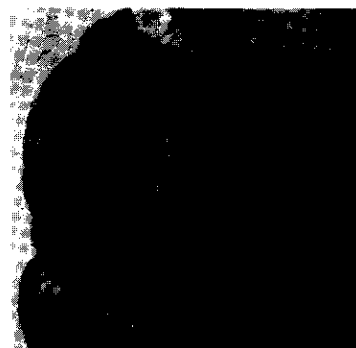
LAMINA 14. FOTO 83. Botón floral en posición de abrirse del holotipo. FOTO 84. Flor actinomorfa. FOTO 85. Posición y número de semillas en el fruto. FOTO 86. Isotipo de *Lepidium peruvianum* Chacón sp. nov. (9 de Setiembre de 1989). FOTO 87. *Lepidium meyenii* Walp. ssp. *geldium* (Wedd.) Thell. de la localidad de Bolivia, esta especie ha sido considerada como tipo de *Lepidium meyenii* Walp. por F. Macbride en 1938. (Esta foto ha sido tomada de la foto enviada amablemente por la Sra. Honora Murphy del Field Museum de Chicago, U.S.A.). FOTO 88. Acclimatación de la MACA en la Costa: Sra. Teresa Torres y la planta.



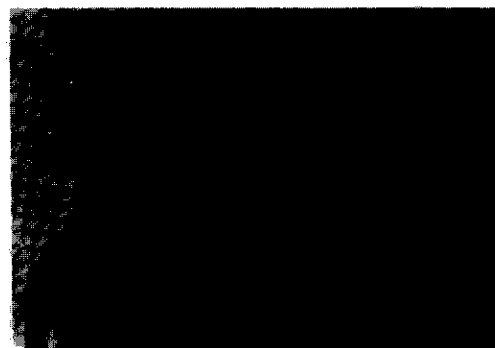
89



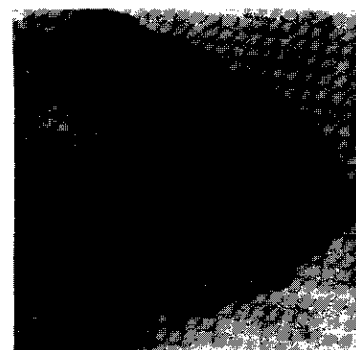
90



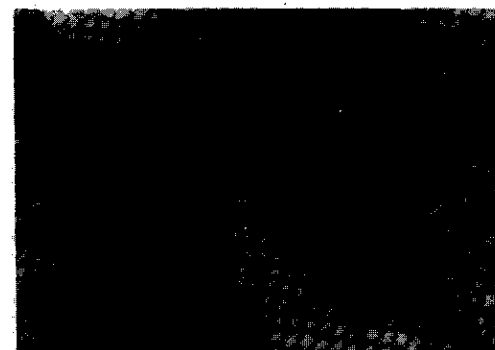
91



92



93



94

LAMINA 15. FOTO 89. Cuerpo ovárico de la rata testigo de 2 meses de edad (32X) . FOTO 90. Cuerpo ovárico de la rata de 1 mes y medio inoculada por vía intraperitoneal, después de 72 horas de inoculación (32X). Se puede observar que el cuerpo ovárico es más desarrollado que el testigo, igualmente el número de folículos es de mayor cantidad. FOTO 91. Folículo de Graaf del testigo (100X). FOTO 92. Folículo de Graaf con droga (Alcaloides), 100X. FOTO 93. Utero fase secretoria, testigo (400X). FOTO 94. Utero fase secretoria , con droga (400X).