



TRES MACAS EN UNO

**MACA NEGRA,
MACA ROJA Y
MACA DORADA**

Estudio de investigación científica donde se exponen todas las importantes características de la MACA (*Lepidium Peruvianum*):
Nutrientes,
Propiedades fitofarmacológicas,
Experimentaciones,
Historia,
Contexto biológico.



WIRA
Wiracocha
Foundation

Investigación realizada por WIRA ONG.

Disfruta de los deliciosos productos que nos ofrece nuestra maravillosa biodiversidad.

MACA

(Lepidium Peruvianum)

En el Perú, a través de sus múltiples civilizaciones (incas y pre-incas), se domesticaron - a lo largo de varios milenios- cientos de especies vegetales. Esto fue posible gracias a la gran diversidad biológica, ecológica y climática existente; lo que ofreció gran disponibilidad de plantas. El amplio ingenio del poblador andino también contribuyó decisivamente en la búsqueda y desarrollo de nuevas y diversificadas tecnologías agrícolas. Uno de esos frutos andinos, producto de aquellas sofisticadas agro-técnicas, es la maca, alimento de amplias cualidades nutricionales, que hasta hace tan solo unas décadas era por poco desconocida.

La planta de maca, conocida en idioma Quechua como: maca, maka, maino, ayak chichita, ayak willku; es nativa de la sierra central de los Andes del Perú, donde se la cultiva desde hace muchos siglos por sus raíces engrosadas y comestibles. Es un magnífico ejemplo de una planta domesticada por los antiguos peruanos, utilizada en la alimentación de los pobladores del Chinchaysuyo¹.

La maca es una crucífera alto andina, que crece entre los 3,500 y 4500 m.s.n.m. Originaria de la meseta del Bombón², en el departamento de Junín y Pasco; por sus cualidades medicinales y su alto valor nutritivo, es una planta de alto interés. En el cultivo de la maca, no se habla de variedades sino de 7 morfotipos³ que están definidos por su coloración siendo el “Amarillo Cello” el que se produce en mayor cantidad (Garay, 1992).

Según Córdova (1985) en este cultivo no se habla de variedades sino de ecotipos⁴ que están definidos por su coloración y Obregón (1998) dice que la mayor parte de autores describen diferentes ecotipos de maca, teniendo en cuenta el color externo de la raíz,

¹ El **Chinchaysuyo** fue un suyu (grandes divisiones del Imperio incaico) del Incanato o Tahuantinsuyo. Comprendía la región norte del imperio, desde el occidente de la ciudad del Cuzco y la actual provincia peruana de Caravelí (Arequipa) en la costa hasta Pasto (Colombia), abarcando parte del departamento colombiano de Nariño, todo el Ecuador salvo la región oriental.

² La **Meseta de Bombón** es una altiplanicie de la vertiente oriental de la Cordillera de los Andes en el centro del Perú, en el extremo oriental del Departamento de Pasco. Situada al este de la Cordillera Occidental, consta de llanuras de gramíneas rodeadas de accidentadas montañas con lagunas y glaciales.

³ Un **morfotipo** es aquella categoría en la que un individuo es clasificado de acuerdo con sus formas.

⁴ En Biología, **ecotipo** es una subpoblación genéticamente diferenciada que está restringida a un hábitat específico, un ambiente particular o un ecosistema definido, con unos límites de tolerancia a los factores ambientales.

que presentan principalmente colores: amarillo, negro, rojo y morado, existen sin embargo sub categorías descritas:

Amarillo: Ccello	Rojo: Puka
Blanco: Yuraj	Morado: Milagro
Negro: Yana	Plomo: Maccopa orccon, Ogu
Blanco con morado: Muru blanco	Crema con morado: Muru crema
Rojo cremoso: Acaella Pichu	Rojo con amarillo: Acaella Pichu

Para Garay (1992) la coloración de la planta se debe a los pigmentos antocianinas presentes en el eje de la planta. Sin embargo; Chacón (1997) manifiesta que la variación de colores es debido, quizás, a la fuente de nutrientes que tiene la tierra donde crece, debido a los minerales que presenta. Esta variación puede ocurrir en el momento de la absorción de los nutrientes por medio de las raíces secundarias.

Actualmente, los resultados de algunas investigaciones sobre sus excelentes cualidades nutritivas, han incrementado el interés por el surgimiento de esta tuberosa andina, puesto que es un poderoso reconstituyente y por su variada composición de nutrientes: proteínas, vitaminas y minerales es el producto ideal para combatir una serie de malestares que el organismo presenta en sus diversas etapas de crecimiento como también para conservar muchos años de vida (Solís, 1997).

NUTRIENTES

Desde la perspectiva actual, no hay en la sierra alta peruana un vegetal más rico en hierro, calcio, fósforo y vitamina E, como la maca y, desde luego, es la raíz que tiene altos niveles de proteínas así como de carbohidratos (Obregón, 1998). Los carbohidratos se utilizan para mantenimiento y reposición de energías (Mayta, 1973). El alto contenido de calcio y fósforo de la maca ayuda al crecimiento y formación ósea del cuerpo humano y la presencia de hierro aumenta los glóbulos rojos, evita y combate la anemia, también reduce el colesterol (Lobatón, 1998). La maca actúa como antioxidante protegiendo los tejidos contra los radicales libres por su contenido de Zinc y Selenio (Repo-Carrasco, 1999). (Ruiz, 2002) menciona que la maca posee cantidades extraordinarias de calcio, fósforo y zinc, benéficas para la respiración de los tejidos.

El cultivo de la maca es lo que llamamos en la actualidad “alimento funcional”, porque sirve, no sólo para la nutrición, sino también como fuente inhibidora de toxinas o promotora de efectos deseables en el organismo (Vílchez, 2001). La maca es reconocida por su alto porcentaje de proteínas, ácidos grasos, carbohidratos y calcio (superando a

la quinua, kiwicha y tarwi), así como por su alto contenido en fósforo, Hierro, aminoácidos, glucosinolatos (benzylglucosinolato y p-methoxybenzylglucosinolato) fibra y fracciones esteroideas (Quintanilla, 2000).

El contenido de azúcares depende del tamaño de las raíces, así las más grandes contienen menos azúcares y más almidón que las más pequeñas, las cuales son más dulces, menos fibrosas y mejor sabor que las grandes. A la maca se le conoce como un alimento azucarado siendo la fructosa y la glucosa los principales azúcares (Torres, 1984). Por otro lado, (Chacón, 1997) encontró maltosa en extractos de la raíz.

Entre los componentes fitoquímicos destacan los ácidos grasos esenciales como linolénico y el oleico, flavonoides y saponinas (Dini 1994). Otros compuestos importantes son los esteroides, alcaloides (Cuti 2003), derivados benzilados (Muhammad 2002) y glucosinolatos (Ganzera 2002).

Jerí (1995), menciona que la maca se utiliza en la dieta humana como fuente de carbohidratos, proteínas y sus cualidades terapéuticas. En el tratamiento de afecciones cerebrales, problemas mentales y poderes fecundantes además dice que en los medios rurales de estas zonas la maca es una planta que fertiliza a las que la incluyen en su dieta diaria por lo que se le atribuye ser un regulador de ciertas hormonas sexuales masculinas y femeninas.

Actualmente, los resultados de algunas investigaciones sobre sus cualidades nutritivas, han incrementado el interés por el surgimiento de esta tuberosa andina considerado en los momentos actuales como la “Reina de los cultivos andinos”, conociéndola también con los siguientes nombres: Maka, Ginseng peruano, Maino, Ayak Willku, viagra peruana, macamaca, pepper weed, power root y herbal viagra (Sol 1997 y Aliaga, 1998).

Composición de la maca

Las partes comestibles de la planta han sido utilizadas desde hace 4000 años como alimento básico de los pueblos y en los últimos años se ha difundido las propiedades que le dan realce a su valor nutricional.

Comparativa de Maca con otros alimentos vegetales.

	Maca	zanahoria	rábano	col	nabo
Agua, g	72.1	89.0	95.1	92.4	94.7
Calorías	104.0	41.0	14.0	24.0	16.0
Proteínas	3.9	0.6	0.8	1.5	0.6
Extracto etéreo	0.5	0.5	0.1	0.3	0.2
Carbohidratos	21.9	9.2	2.9	4.9	3.6
Calcio, mg	72.0	33.0	36.0	70.0	34.0
Fósforo, mg	53.0	16.0	29.0	69.0	34.0
Fierro, mg	4.3	0.5	1.0	0.4	0.1
Caroteno, mg	0.0	11.0	0.0	0.1	0.0
Tiamina, mg	0.5	0.04	0.01	0.3	0.01
Rivoflavina, mg	0.11	0.04	0.02	0.03	0.04
Niacina, mg	0.00	0.18	0.19	0.33	0.23
Acido ascórbico, mg	0.8	17.4	18.6	48.5	21.1

Fuente: Perú, Instituto de nutrición, INCAP , ICNND.

En la raíz de maca existen 18 o 19 aminoácidos, resaltando que 7 de ellos son esenciales y su contenido es más alto que en las papas y zanahorias. El contenido de ácidos grasos insaturados, como linoleico y oleico es de 52,7% a 60,3% de ácidos grasos totales (Dini et al., 1994; Wang et al., 2007). Los minerales encontrados por 100 g de materia seca de maca destacan: calcio 247 mg, fósforo 183 mg y hierro 14,7 mg (García et al., 2009).

Compuestos activos presentes en la maca responsables de la actividad biológica

Algunos investigadores atribuyen que las raíces de maca contienen varios metabolitos secundarios de interés, incluyendo los macaenos y macamidias, glucosinolatos, alcaloides, ésteres de ácidos grasos y fitoesteroles (Wang 2007; Piacente 2002).

Macaenos y macamidias

Los macaenos y macamidias pertenecen al grupo de metabolitos secundarios presentes en la raíz de maca. Éstos son ácidos grasos poliinsaturados novedosos ya que se les considera como marcadores químicos, porque además no han sido encontrados en otra

especie de *Lepidium*, considerada así como importante para su utilización en suplementos dietéticos. Se ha planteado que estos dos compuestos (macaenos y macamidias) son el grupo biológicamente activos de la maca que participan en la mejora del rendimiento sexual (Zheng 2000). Estudios realizados por Ganzera (2002) informa que la composición porcentual de macaeno en una muestra de maca seca varía ente 0,09% hasta 0,45%, y macamidias de 0,06% a 0,52%. Muhammad (2002) encontró el derivado 1,2-dihidro-N-hidroxipiridina, llamado macaridina, junto con las alcalmidas benciladas (macamidias). La macaridina se encuentra en los vegetales de raíz, es un alcaloide de los tubérculos del *Lepidium meyenii*.

Glucosinolatos

Los glucosinolatos o heterósidos sulfocianogénéticos son los metabolitos secundarios más importantes en la maca (Jones, 2006) y son considerados en gran parte responsables del sabor picante de maca, donde se han aislado nueve tipos de éstos metabolitos de los cuales glucotropaeolin es el más abundante, aunque la mayoría son de tipo aromáticos⁵. Los científicos han centrado su interés en los glucosinolatos y sus productos derivados, debido a sus actividades biológicas, en particular propiedades anticancerígenas y capacidad para combatir patógenos (Fahey 2001).

Alcaloides

Los alcaloides forman parte principalmente en la naturaleza del reino vegetal en hojas, semillas, raíces y frutos; pero también se ha encontrado este compuesto en ciertos animales. Dentro de este grupo se han encontrado alrededor de 60 tipos diferentes de alcaloides de acuerdo con sus estructuras básicas. Estudios realizados han aislado tres tipos de alcaloides provenientes de las raíces de maca, de los cuales: dos alcaloides imidazólicos (A y B) lepidiline (Boaling 2003) y un derivado bencilado de 1,2-dihidro-N-hidroxipiridina, llamado macaridina (Muhammad 2002).

Los alcaloides no son hormonas ni proteínas, éstos son sustancias nitrogenadas complejas, principios activos de vegetales, que gozan de propiedades básicas. Los alcaloides de la maca se combinan con los ácidos dando lugar a la formación de sales de alcaloides, éstos son cristalizables y solubles en el agua. Los alcaloides ejercen acción fisiológica sobre el organismo humano y animal, actúan en muy pequeñas cantidades, provocando efectos notables.

Gracias al estudio de la acción estimulante del extracto alcaloideo de la maca sobre el cerebro y el aparato reproductor femenino y masculino, 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. Los hallazgos

⁵ (Flores et al., 2003; Dini et al., 2002; Li et al., 2001).

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 aumentos de mitosis y espermatogonia. Su efecto sobre animales de laboratorio se ha mostrado positivo como alimentos y como fármaco con efecto benigno sobre la sangre y sistema reproductivo, confirmando así científicamente la creencia de la población andina de su bondad medical en toda la etapa de desarrollo humano y animal (Chacón, 1997). Algunos autores han propuesto que los alcaloides presentes en la maca pueden contribuir a la actividad anticancerígena (Boaling 2003). Hasta el momento no se ha llevado a cabo un estudio que permite establecer la acción farmacológica de los alcaloides presentes en la maca, los cuales por una naturaleza variada, pueden tener acciones diversas.

Esteroles

Zheng (2000) y Dini (1994) aislaron fitosteroles de maca, que son compuesto bioactivos presente en gran parte de los alimentos vegetales por lo que se han informado más de 200 tipos diferentes, entre ellos β -sitosterol, campesterol y estigmasterol como lo más abundantes. Se han planteado beneficios de los esteroles en maca no sólo como reductor de colesterol en plasma, sino para: prevenir problemas menopáusicos, mejorar las posibilidades de fertilidad, propiedades antiinflamatorias y antioxidantes (Lagarda 2006).

PROPIEDADES

Propiedades nutritivas y farmacológicas de la maca

Los hipocotilos-raíces frescos de la maca contienen 80% de agua y cuando están secas tienen un valor nutritivo parecido al del maíz, arroz y trigo. Su composición incluye 55-60% de carbohidratos, 10-12% de proteínas; 8-9% de fibra y 2-3% de lípidos. La maca contiene cantidades grandes de aminoácidos esenciales y niveles altos de hierro y calcio. También contiene ácidos grasos, de los cuales el linolénico, palmítico y oleico son los más importantes. También contiene esteroles y alcaloides (Quiroz 1996). La propiedad más importante conocida en la tradición Andina es su efecto en la fertilidad.

Fertilidad

Ésta es la cualidad principal atribuida a la maca desde el Siglo XVI, y considerada como uno de los factores para el aumento de la población en las zonas más altas del Perú. También se le usa para tratar la frigidez, impotencia sexual y la debilidad mental (León, 1964, 1986; Obregón, 1998; Johns, 1980). Los efectos de la maca sobre la fertilidad han

sido comprobados en ratas, en las que ocurre un aumento de la espermatogénesis⁶, maduración de folículos y aumento de la progenie⁷ al suministrarles un extracto alcaloide de maca (Chacón, 1961). En cuyes, que fueron alimentados con maca seca y en polvo, se observó aumento en su fertilidad (100%) y su progenie (Alvarez, 1993; Jeri, 1999); en ovejas, que fueron alimentadas con 80 g de maca por 15 días aumentaron el volumen del semen, la concentración espermática y la motilidad de los espermatozoides; en vacas infértiles, que recuperan la fertilidad después de alimentarse con maca (Pulgar, 1978). Hay también informes sobre el uso de recetas tradicionales para tratar infertilidad en mujeres y en hombres (García y Chirinos, 1999) Las propiedades de la maca de mejorar la fertilidad podrían deberse a la presencia de isotiocianatos biológicamente activos derivados de la hidrólisis de glucosinolatos, específicamente debido al benzil-isotiocianato y el p-metoxibenzil isotiocianato (Li 2001).

Afrodisíaco

La maca también se conoce como un afrodisíaco, que cura la frigidez en mujeres y es un remedio para la impotencia en hombres. Testimonios sobre el tratamiento exitoso con maca para casos de frigidez, impotencia y esterilidad se encuentran en una Clínica Folklórica de Junín (León, 1986). Esta propiedad de la maca podría deberse a la presencia de prostaglandinas y esteroides en el hipocotilo-raíz, y de amidas de ácidos grasos poli-insaturados (Li 2001). La maca es también tradicionalmente usada como un regulador de alteraciones de la menstruación y la menopausia, y alivia el insomnio y la disminución de la audición y la visión (Pulgar, 1978; Obregón, 1998). Además, esta planta se ha usado desde tiempos inmemoriales por sus propiedades para revitalizar (Obregón, 1998), para tratar la malnutrición, ayudar a la convalecencia y restaurar la habilidad física y mental (Quiroz y Aliaga, 1997).

Antidepresivo

Las personas que sufren de depresiones, y se medican con antidepresivos, suelen perder el deseo sexual, como consecuencia del consumo de estos fármacos. Consumir Maca les puede ayudar a recuperar el deseo sexual, y a reforzar la actividad antidepresiva. Las personas que están tomando antidepresivos y deciden tomar Maca para mejorar su estado, tiene que estar controladas por el médico. La gente que consume Maca habitualmente tiene una actitud mental más positiva, son más fuertes, y tienen más claridad de pensamientos, que la gente que no la consumen.

⁶ La **espermatogénesis** es el proceso de formación de las células sexuales masculinas, desde la espermatogonia hasta los espermatozoides.

⁷ La **progenie** es la generación o familia de la cual se origina o desciende un ser vivo.

Energizante

Energizante

Ayuda a perder peso: El consumo de Maca hace aumentar el metabolismo para perder grasa. La Maca regula la glucosa del cuerpo, es decir los niveles de azúcar, por lo que consumir Maca es muy beneficioso para perder peso, y para reducir la ingesta de comidas no saludables. Una de las explicaciones de que el consumo de Maca hace perder peso, y hace ganar músculo, es porque la persona que consume Maca tiene una actitud más positiva frente la vida, y está motivada para hacer ejercicio. Mejora el entrenamiento físico: Consumir Maca antes del ejercicio físico, da un gran aporte al organismo de carbohidratos. Estos carbohidratos suministran a los músculos glucógeno, sustancia muy necesaria para realizar ejercicios de alta intensidad. Además de los hidratos de carbono, la Maca también contiene proteínas de fácil digestión, gran aporte de hierro, ácidos grasos esenciales, y minerales como el zinc, calcio y magnesio, que ayudan a la recuperación del organismo después de un gran esfuerzo físico.

Resistencia

Aumenta la resistencia del organismo. La Maca tiene grandes propiedades metabólicas. Aumenta la testosterona de manera natural, de esta manera se mejora el rendimiento en los entrenamientos, la resistencia, la fuerza, y la ganancia de músculo. Las personas que consumen Maca de forma habitual, notan un gran incremento en la resistencia después de una semana de tomarla. El aumento de la resistencia es causada por la regulación de los niveles de azúcar en la sangre, y el fortalecimiento de las glándulas suprarrenales. Al tener los niveles de azúcar en sangre estable, y la función adrenal del organismo estable, hace que tengamos un mayor aporte de energía para hacer ejercicio. El aumento de los niveles de resistencia es ideal para gente que practica deporte habitualmente, ayuda a quemar la grasa más fácilmente, y a resistir los ejercicios de cardio con más facilidad y durante más tiempo. La maca también podría ayudar en el tratamiento del Síndrome de Fatiga Crónica, cansancio adrenal⁸, y para restaurar la energía y el vigor de los ancianos.

Menopausia

El consumo de la Maca alivia los síntomas de la menopausia y la andropausia. Ralentiza el proceso de envejecimiento del organismo, manteniendo los niveles adecuados de estrógenos, la progesterona, la testosterona, la DHEA, y la hormona del crecimiento. Durante esta etapa las mujeres tienen un menor deseo sexual, porque el cuerpo produce

⁸ El término, **fatiga adrenal**, se usa para definir un tipo de cansancio crónico experimentado por muchas personas. Se produce cuando las glándulas suprarrenales no funcionan al nivel adecuado debido fundamentalmente al estrés. Debido al estrés las glándulas adrenales producen una cantidad excesiva de cortisol en detrimento de otras hormonas, como la DHEA, que son muy necesarias y esto da lugar a la aparición de la fatiga adrenal.

menos estrógenos naturales. Como ya hemos dicho anteriormente la Maca tiene propiedades afrodisíacas y puede ayudar a las mujeres que se encuentran en esta etapa a recuperar el deseo sexual. La Maca contiene fitoesteroles⁹, que ayuda a reducir los sofocos causados durante la menopausia. También contiene un elevado contenido en calcio, que ayudará a reducir los riesgos de contraer osteoporosis.

Regulación hormonal

Entre otras propiedades, la maca es un regulador hormonal a todos los niveles (pituitaria e hipotálamo). Alivia problemas de los ciclos menstruales de la mujer (dismenorrea o dolores menstruales, molestias durante la regla, molestias durante la menopausia, etc.) y mejora algunos casos de infertilidad y problemas de libido en hombres y mujeres. Regula la producción de hormonas, y la tiroides. La Maca equilibra naturalmente el sistema endocrino del organismo, ayudando a regular la producción de hormonas. La Maca no contiene hormonas en sí misma, pero tiene un conjunto de nutrientes que alimentan el sistema endocrino del organismo, reforzando las glándulas suprarrenales y la tiroides, para producir hormonas en dosis adecuadas.

Acción antioxidante (anticancerígeno)

Otra propiedad medicinal atribuida a la maca es su efecto anticancerígeno (Quiroz y Aliaga, 1997). Sin embargo, existe una larga lista de artículos científicos que se refieren al efecto anticancerígeno del glucosinolato y del benzil isotiocianato de varias especies de la familia Brassicaceae a la cual también pertenece la maca (Wattenberg, 1977, 1983, 1990; Verhoeven 1996). Desde que Johns (1980) aisló isotiocianatos de extractos de maca, por tal es muy posible que la maca tenga también efecto anticancerígeno.

Los antioxidantes ayudan a neutralizar los radicales libres (causantes del cáncer, enfermedades cardiovasculares y la diabetes) presentes en la sangre, actuando como captadores de oxígeno y no mostrando efectos secundarios tóxicos. La raíz de maca contiene alto componente de valor nutricional, como la proteína (10-18%), hidratos de carbono (59-76%), así como un elevado número de aminoácidos libres y contenidos considerable de minerales. La Maca contiene gran cantidad de glucosinolatos que tienen una función antioxidante en el organismo, protegiéndolo de la degeneración de las células. La Maca podría tener estas propiedades que ayuda a destruir las células dañinas del organismo.

⁹ Los **fitoesteroles** o esteroides vegetales (esteroides de las plantas) son esteroides naturales de origen vegetal. Como ingrediente o aditivo alimentario, los fitoesteroides tienen la propiedad de disminuir el colesterol (reducen la absorción del colesterol en los intestinos), y podría actuar en la prevención del cáncer.

EXPERIMENTACIONES

Mejora de la fertilidad

Maca es una planta que tiene una gran fama en sus raíces de poseer propiedades que mejoren la fertilidad. Hace algunos años se centró un interés en demostrar estos efectos en humanos y ratas¹⁰ cuyos resultados comprobaron que este alimento contiene compuestos con funciones similares al de la testosterona sobre las actividades biológicas. Gracias a estudios de Gonzales (2001) se obtuvo el primer informe que evidenció en ratas macho el beneficio de la maca para mejorar la espermatogénesis.

Gonzales (2001) realizó un estudio en hombres sanos (24 – 44 años de edad). Para ello suministraron a 6 hombres casados una dosis de *Lepidium meyenii* (maca) de 1500 mg / día y a 3 hombres solteros 3000 mg / día, durante 4 meses; posteriormente el análisis seminal se realizó de acuerdo con las directrices de la Organización Mundial de la Salud (OMS); encontrando una diferencia significativa en el volumen seminal, aumentando de 2,23 ml a 2,91 ml; el recuento de espermatozoides por eyaculación de $140,95 \times 106 / \text{ml}$ a $259,29 \times 106 / \text{ml}$, mientras que el recuento de espermatozoides móviles de $87,72 \times 106 / \text{ml}$ a $183,16 \times 106 / \text{ml}$ respectivamente.

Bogani (2006) quiso comprobar la capacidad de la maca como estimulante de la espermatogénesis y la actividad sexual, pero los resultados excluyen un efecto directo a los extractos de maca en los genes regulados por andrógenos por lo que concluyeron que la maca no pudo activar los receptores de andrógenos humanos. Sin embargo, se informó sobre un metabolito de los glucosinolatos aromáticos como un receptor de andrógenos por su capacidad específica antagonista; por lo que existe la posibilidad que el beneficio de la maca sea gracias a la relación entre glucosinolatos y receptor de andrógenos (Le 2003).

Otras investigaciones han postulado los beneficios de maca en la fertilidad y deseo sexual gracias a la regulación de la secreción de la hormona. No obstante, estudios indicaron que la administración de extractos de maca mejora el rendimiento sexual, sin cambiar los niveles séricos de hormonas reproductivas, como la hormona luteinizante, la hormona folículo estimulante, prolactina, testosterona y estradiol (Gonzales 2005).

Mejorador del deseo sexual

En los últimos años, varios investigadores se interesaron en los beneficios de los alimentos funcionales en el tratamiento de disfunción eréctil, que es la incapacidad de mantener una erección lo suficientemente firme para lograr una satisfactoria relación

¹⁰ (Eddouks et al., 2005; Gonzales et al., 2002).

sexual. Experimentos a doble ciego controlado con placebo, realizado a hombres mostraron una mejoría en el deseo sexual (Gonzales 2003).

En un estudio realizado a ocho ciclistas varones, experimentados y entrenados (30 ± 7 años, $1,77 \pm 0,06$ m y $70,2 \pm 4,2$ kg) respectivamente; completaron 2 semanas de suplementación con una dosis de 2 000 mg / día de extracto de maca; con el fin de investigar el efecto de este suplemento en el rendimiento de resistencia y el deseo sexual; revelando la mejoría de 40 kilómetros de rendimiento contrarreloj del ciclismo y el deseo sexual en hombres ciclistas entrenados según inventario del deseo sexual SDI (Spector 2009).

Gonzales (2002) desarrolló un estudio en 56 hombres sanos (21 – 56 años de edad). Por lo cual, se autoevaluaron subjetivamente durante 12 semanas con un tratamiento de maca; posteriormente, el resultado evidenció el aumento del deseo sexual hasta un 42,2%, que fue significativamente distinto al experimento aplicado con placebo. Esto fue confirmado por Kamohara (2014) pues llegaron al mismo resultado al experimentar con 14 hombres.

Efectos en los síntomas de la menopausia

Desde tiempos antiguos se ha utilizado la maca para contrarrestar la anemia, problemas de infertilidad y desequilibrio hormonal en el organismo femenino (Hudson, 2008; Lee 2011). Muchos tratamientos pueden suministrar hormonas para aliviar los síntomas de la menopausia, pero expondrían a las mujeres a posibles enfermedades degenerativas como el cáncer y enfermedades cardiacas coronarias. Por esta razón se ha preferido la medicina natural, ya que no existen efectos adversos. En un ensayo realizado, se determinó que los extractos etanólicos de maca, redujeron los efectos colaterales de la ovariectomía, esto se demostró en el aumento de la densidad mineral ósea de la columna lumbar de las ratas ovariectomizadas (con pérdida de calcio). Los experimentos in vivo afirman que la maca tiene efectos positivos en la fertilidad debido a los fitoesteroles y fitoestrogenos.

Mejorador de la tasa de crecimiento

Lee (2004) llevó a cabo un estudio para examinar el beneficio del consumo de la maca en el desempeño del crecimiento en peces, encontrando que existen ciertos componentes presentes en la harina de maca que cumplen la función de aumentar la ingesta de alimentos y mejorar el crecimiento en la trucha arco iris, especialmente en etapas tempranas de su vida. En primer lugar, se ha demostrado que la mejora en el crecimiento puede estar relacionada con los glucosinolatos que pertenecen al grupo de fitoquímicos encontrados en la maca (Piacente 2002). En segundo lugar, se ha encontrado que la maca contiene isotiocianatos que podrían haber estimulado la

hormona del crecimiento en los peces (Li 2001). En tercer lugar, se ha experimentado la presencia de esteroides con efecto estrogénicos en la maca (Moreau 2002) y estudios han comprobado este efecto de hormonas sexuales esteroideas del β -sitosterol en el pez dorado. En cuarto lugar se ha reportado que los componentes mencionados tienen actividades biológicas en la fertilización, inmunestimulación, anabolismo, y equilibrio de hormonas (Gonzales 2003).

HISTORIA DE LA MACA

La Maca es cultivada en las regiones de Junín y Pasco (Perú), al menos, desde 2000 años antes de Cristo, según demuestran los estudios arqueológicos realizados en la región. La presencia de la maca en la Meseta del Bombón ha sido registrada desde hace más de cinco siglos en las crónicas coloniales, que ya advertían sobre sus propiedades nutritivas y medicinales. Cronistas del siglo XVI como el jesuita Bernabé Cobo, el nativo Guamán Poma de Ayala y el hispano Pedro Cieza de León dan cuenta del cultivo casi exclusivo de la maca en las inmediaciones del lago Chinchaycocha o Junín, en los Andes centrales del Perú. Según el arqueólogo Ramiro Matos (citado en González 2006: 17), la maca fue domesticada en la zona de Ondores¹¹ 7000 años antes de Cristo, entre los periodos Formativo Medio y Superior. Los Pumpush, que habitaban alrededor de este lago y dieron su nombre a la Meseta del Bombón, la domesticaron y difundieron por el territorio. Los incas la incorporaron en su dieta durante toda su hegemonía.

En los siglos XIX y XX, luego de una pausa, la maca retomó su lugar destacado como especie con valiosas propiedades. En 1843, el botánico Wilhelm Gerhard Walpers describió su taxonomía como *Lepidium meyenii*, basándose en el estudio de plantas de Puno. En 1982, la International Board for the Protection of Genetic Resources (IBPRG) declaró que la maca, como planta domesticada, estaba en peligro de extinción. Por esta misma época se publicaron diferentes trabajos que aportaron nuevas descripciones, entre los cuales destacan los de Gloria Chacón de Popovici. También es importante mencionar las investigaciones impulsadas por la Universidad Peruana Cayetano Heredia (UPCH), la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM), la Universidad San Martín de Porres (USMP), la Universidad Nacional Agraria de la Molina (UNALM) y la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión (UNDAC) de Pasco, entre otras. Hasta la década de 1980 no se le daba mucha importancia a la maca en el ámbito regional. Por lo general, este producto se cultivaba en lotes menores de 100 metros en las chacras de los pobladores de las zonas rurales de la Meseta del Bombón. En la década de 1990, por

¹¹ El **Distrito de Ondores** es uno de los cuatro distritos de la Provincia de Junín, en el Departamento de Junín, bajo la administración del Gobierno regional de Junín, en la zona central del Perú.

intervención del Estado, se le empieza a dar a este cultivo verdadera importancia como alternativa de ingreso para muchos hogares rurales de escasos recursos. En un inicio, los precios fueron atractivos para el productor pero, por carencia de planificación y estrategias, estos fueron disminuyendo hasta estabilizarse en una franja de alrededor de 1,2 dólares estadounidenses por kilogramo.

La maca es un producto energético natural, propio de la biodiversidad biológica nativa, de enorme potencialidad en el comercio mundial. Históricamente, forma parte de la cultura productiva y alimentaria ancestral de los Andes centrales. Algunas investigaciones señalan que las comunidades precolombinas asentadas en las zonas altoandinas domesticaron la planta y la incorporaron en su dieta. Posteriormente, la maca fue adoptada por la sociedad incaica, que también se esmeró por conservarla y consumirla de manera cotidiana. Después de la conquista, las comunidades campesinas, herederas de la antigua cultura, continuaron con la tradición, aunque cada vez con menor fuerza debido a la evolución de los hábitos alimentarios, al influjo de la urbanización y los procesos de migración y cambio cultural.

Antecedentes históricos

La maca es brevemente descrita en la parte 1 de la obra de Pedro Cieza de León de 1553 titulada "La Crónica General del Perú". Vásquez de Espinoza, quien visitó el Perú en 1598, también proporciona una descripción corta de la maca en su "Compendio y Descripción de las Indias Occidentales", y el Padre Bernabé Cobo, quien visitó el Perú entre 1603-1629, también lo incluye en su "Historia del Nuevo Mundo" (Ochoa & Ugent, 2001). En el Libro.4, Capítulo XV, el Padre Cobo (1956) dice que *"en la sola provincia de Chinchaycocha se cultivaba una planta pequeña, que no se levanta del suelo, llamada maca donde no se da otra planta alguna de las que se cultivan para sustento de los hombres por las frecuentes nieves y heladas. Esta planta produce una raíz de forma de pera cermeña, blanca como nabo por dentro, que les servía de pan, verde y seca, como la guardan, para todo el año. Tiene una extraña propiedad, que por mantenerse sus naturales con esta raíz no sólo no van a menos, como en las demás provincias del Perú, sino que se multiplican cada día más, para lo cual dicen tener virtud esta raíz"*. Viendo lo valioso del alimento, los recaudadores españoles de tributos demandaban que los habitantes de la provincia de Chinchaycocha les pagaran con cosechas de maca.

En su relación de viaje a los departamentos del centro del Perú, de 1777 a 1778, el español Hipólito Ruiz indica que el área de producción y consumo de maca eran los pueblos de Carhuamayo, Pampa de Los Reyes, Ninacaca y anexos de estos curatos, pertenecientes actualmente a los distritos de Carhuamayo y Ondores del departamento de Junín. Donde dice que son *"...papitas o raíces turmosas, del grandor de avellanas... muy gustosas pero ardientes y afrodisíacas, o que excitan la venus; por lo que muchos creen que presta fecundidad a los hombres y mujeres..."*

Donde se cultiva

La maca es una planta herbácea bianual cuya parte subterránea (hipocótilo) es comestible y se aprecia mucho por su valor nutritivo. Crece en forma de roseta y postrada a nivel del suelo. Esta característica constituye una ventaja adaptativa, pues le permite prosperar adecuadamente en condiciones climáticas extremas. Por ello, la maca se cultiva entre los 3.950 y los 4.500 metros de altitud, pues el clima y las condiciones ambientales que son propios de estas zonas favorecen el crecimiento de esta especie. El área geográfica de cultivo de la maca está localizada entre las regiones de Junín y Pasco, en la Meseta del Bombón, específicamente en los distritos de Junín, Carhuamayo, Ondores y San Pedro de Cajas, en la región Junín, y en los distritos de Ninacaca, Vicco y Huayllay, en la región Pasco. En el año 2006, esta área concentraba 73,2% de la producción total nacional de maca. Otras zonas de producción importantes en el ámbito nacional son las regiones de Huancavelica —específicamente la provincia de Tayacaja— y Junín —algunos distritos ubicados en las partes altas del valle del Mantaro—. Ambos lugares abastecen el mercado nacional sobre todo con maca fresca durante todo el año. Otras regiones que registran oferta de maca son Áncash, Huánuco, Huancavelica, Ayacucho, Apurímac y Puno; sin embargo, la producción de todas ellas es muy limitada y está básicamente dirigida al autoconsumo o la venta local.

Origen y distribución geográfica

Se conoce muy poco acerca del origen de la maca y aún no se ha identificado una especie silvestre que se considere como su ancestro a partir del cual se le domesticó. La maca habría sido domesticada por grupos humanos provenientes de la selva peruana denominados “Pumpush”, que poblaron zonas como Cuncush Runa en la meseta de Bumbush o Bombón, en la que se ubica la laguna de Chinchaycocha o Junín. Los Pumpush requerían de la sal que se producía en el Cerro de la Sal en Tarma, Catamarca o Cachipuquio, ubicado en San Pedro de Cajas y San Blas. Las plantas ancestrales de la maca habrían sido una de sus fuentes de alimento y el proceso de su domesticación se habría iniciado 1200 años antes de Cristo en los alrededores de San Blas (Rea, 1992; Obregón, 1998). Según Javier Pulgar Vidal, la palabra maca provendría de la fusión de dos vocablos quechua: “MA” que significa “de altura” (aquella cultivada o cultivada en la altura) y “CA” “comida que fortalece”. En Quechua, significaría “comida con fuerte sabor” (Obregón, 1998). Se cree que en los siglos XVI y XVII la maca tenía una distribución geográfica más amplia. Sin embargo, hasta hace pocos años, la distribución geográfica de la maca esta mayoritariamente restringida a los alrededores de la laguna de Junín, en la sierra central del Perú. Tradicionalmente, las grandes áreas de cultivo se encontraban en el departamento de Junín, en muchas comunidades de los distritos de Ondores, Huayre, Carhuamayo, Tarma y Junín, y en el Departamento de Pasco en Ninacaca, Yanachachi y Vicco. Recientemente, su cultivo se está extendiendo a otros departamentos como Huancavelica, Ayacucho, Apurímac, Cusco y Puno. Todas estas

localidades están ubicadas en las zonas agroecológicas Suni y Puna, con una elevación entre los 3500 y 4500 metros sobre el nivel del mar.

MACA: CONTEXTO BIOLÓGICO

Taxonomía y características biológicas

La maca es la única especie crucífera cultivada productora de almidón. Está clasificada en la Familia Brassicaceae, Tribu Lepidieae, Sección Monoploca y Género Lepidium, especie *Lepidium meyenii* (Quirós & Aliaga, 1997). La planta de maca es herbácea y se caracteriza por la formación de una roseta de tallos cortos y decumbentes con numerosas hojas y que crece casi pegada al suelo, lo que le confiere una gran tolerancia a las heladas. Dentro del suelo, la parte del tallo que se encuentra debajo de los cotiledones (hipocotilo) adquiere una estructura carnosa que se integra con tejido radicular y termina en una raíz gruesa con numerosas raíces laterales absorbentes. Este hipocotilo-raíz es tuberosado, succulento y en forma de nabo la cual es parte comestible. Los cultivos de maca que existen en la actualidad se diferencian mayormente por el color de los hipocotilos-raíces que pueden ser blanco, amarillo, gris, morado, negro, amarillo con morado y blanco con morado. Las hojas muestran dimorfismo, siendo más largos en la fase vegetativa y más reducidos en la fase reproductiva. Las flores son poco notables, con 4 sépalos y 4 pétalos blancos y pequeños, con 2 o raramente 3 estambres. El ovario es oval y bicarpelar con un estilo corto. Las flores están agrupadas en racimos axilares. El fruto es una silicua con 2 semillas (Quirós & Aliaga, 1997). La maca es autógama, se reproduce predominantemente por auto polinización, y produce granos de polen fértil, trinucleados. Tiene $2n=8x=64$ cromosomas, es un octoploide disómico. Produce semillas que casi no tienen dormancia y germinan en 5 días a 25°C (Quirós et al. 1996; Quirós & Aliaga, 1997).

Diversidad genética, especies silvestres afines, y su conservación

Aun cuando existe poca información acerca de las especies de *Lepidium* endémicas de los Andes, las que se conocen están clasificadas en las secciones *Dileptium* y *Monoploca*. Todas ellas, incluyendo la maca, crecen en habitats de gran altitud, hasta los 4500 m sobre el nivel del mar. Brako y Zarucchi (1993) reportaron seis otras especies de *Lepidium* en el Perú distribuidas entre los Departamentos de Ancash y Puno. Sin embargo, algunas de esas especies también se encuentran en Ecuador, Bolivia y Argentina. Toledo (1998) reportó un estudio con marcadores moleculares RAPD de 29 entradas de maca cultivada, que representarían aproximadamente el 80% de los

cultivares de maca conocidos, y 27 entradas de las especies silvestres *Lepidium bipinnarifidum*, *L. kalenbornii* y *L. chichicara* del Ecuador, Perú y Bolivia, que son morfológicamente diferentes a la maca, y están clasificadas en la Sección *Dileptium*. Todas las entradas de cada especie formaron conglomerados separados y los autores concluyeron que ninguna de las especies silvestres estudiadas están cercanamente relacionadas a la maca. Ellos recomendaron estudiar las especies *L. solomonii* (Bolivia), *L. jujuyanum* (Argentina) y *L. weddellii* (Perú) que están clasificadas en la misma Sección *Monoploca* que la maca.

La colección de *Lepidium* más importante en el Perú se conserva en la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM) que comprende 93 accesiones de maca, 41 especies silvestres de *Lepidium*, y 38 líneas progenies de selecciones. El Centro Internacional de la Papa (CIP) mantiene 33 accesiones, mayormente duplicadas de la colección UNALM, que se conservan como semillas (>2000/accesión) en refrigeración a -20°C. Estas semillas son obtenidas de 20 plantas por accesión, y se realizan pruebas de monitoreo de su viabilidad cada 2 años. Todas las accesiones han sido caracterizadas mediante descriptores morfológicos. Expertos del CIP consideran que las colecciones conservadas ex situ no representan la diversidad existente in situ.

ThaniFoods®

Todos los derechos reservados

www.wira-peru.org

Perú 2016

Bibliografía

Aliaga, R. (1995). “Biología Floral de *Lepidium Meyenii*”.

Aliaga, R. (1999). “Guía para el cultivo, aprovechamiento y conservación de la maca”.

Apaza, y S. Jacobsen (1999). “Adaptación de la maca a diferentes agro ecosistemas”.

Carrillo, F. (1992). «Cronistas indios y mestizos». Enciclopedia Histórica de la Literatura Peruana. Tomo 7.

Chacón, G. (1997). “La importancia de la maca en la alimentación y salud del ser humano y animal”.

Cobo, B. (1956 [1653]). “Historia del Nuevo Mundo”.

Collizos, Ch. C. (1980) “Composición de los Alimentos Peruanos”.

Cóndor, D. (1994). “Efecto de diferentes niveles de maca en raciones de crecimiento para cuyes”.

Gironda, F. y Chacón, G. (1998). “Acción fertilizante de la maca en perras sin celo”.

Gómez, A. (1997). “Maca, Alternativa Nutricional Para el Año 2000.”

González, G. (2006). “Maca: de la Tradición a la Ciencia”.

Jerí, H. 1995. “Evaluación Químico-Farmacológico de la Maca”.

Lobatón W. (1986). “Maca: Mejor que el famoso gingseng coreano”.

Martínez, J., H. Yesid y A. Cáceres (2000). “Fundamentos de Agrotecnología del Cultivo de Plantas Medicinales Iberoamericanas”.

Marín Bravo, M. J. (2002) “Estudio morfohistológico y farmacológico de la maca”.

Meza E. (1995). “Efectos de la maca sobre los parámetros productivos y reproductivos de cuyes raza Wanka”.

Moreno, J. (1995). “Maca: Recurso genético patrimonio del Perú para la humanidad”.

Obregón, L. (1998). “Maca: Planta Medicinal y Nutritiva”.

Obregón, L. (2001). “Maca” First International Symposium of Medicinal Plants and Phytotherapy.

Perú Biodiverso (2007). “Fundamentos técnicos de zonificación”.

Pulgar, J. (1978). “La Maca y el uso agrícola de la puna IV”.

Quiroz, C. F., A. Epperson, L. Hu y M. Holle (1996). «Physiological and cytological characterization of maca».

Quiroz, C. F. y R. Aliaga (1997). «Maca Andean roots and turbs: Ahipa, arracacha, maca and yacon».

Quiros, C. (1999). Genética de la maca y especies relacionadas.

Salas, A., Uriarte, O. (1997). “Investigación de los efectos de la Maca en la nutrición y la actividad vigorizante en ratones”.

Sandoval, M. (1986). “Virtudes Fecundantes de la Maca”, Revista Alimentaria.

Tello, J., M. Hermann y A. Calderón (1992). «La maca Cultivo alimenticio potencial para las zonas andinas».

Torres, R. (1984). “Estudio nutricional de la maca y su aplicación en la elaboración de una bebida base”.

Torres, R., Lastarria, H., Scarpati, Z. (1986). “Estudio de los componentes de la maca”.

Vargas L. (1989). “La maca: Maravilloso afrodisiaco”, Revista Globo.

Vásquez E. A. (1969). “Compendio y Descripción de las Indias Occidentales”.