

INFORME TÉCNICO

Análisis Físico – Químico y de Minerales de la Maca Seca proveniente de la Meseta del Bombón y Huancayo – Huancavelica y secadas en la Meseta del Bombón y en Huancayo – Huancavelica

I. GENERALIDADES

En el marco de las actividades de promoción y desarrollo de oferta exportable del programa nacional de promoción del Biocomercio, se ha priorizado al sector de ingredientes y productos naturales, y dentro de estos la maca, se ha destacado como una de las cadenas de valor a promover y desarrollar.

La maca, como actividad primaria, se cultiva en la región alto-andina entre 3800 a 5000 msnm., involucra el trabajo de comunidades campesinas y pequeños tenedores de tierras, así como la actividad de pequeñas y medianas empresas dedicadas al procesamiento de derivados tales como harina, licor, cápsulas gelatinizadas, etc. En gran parte estas se encuentran ubicadas en la Meseta del Bombón, en las regiones de Junín y Pasco y en Lima. Por su proyección de la demanda del Mercado Internacional, la existencia de cadenas de valor formadas, y la experiencia acumulada en esta cadena, se considera una actividad con potencial en los mercados nacional e internacional.

El Proyecto Perú Biodiverso (2007-2009), auspiciado por la cooperación Suiza SECO, y el Programa de Desarrollo Rural Sostenible GTZ, con el apoyo del Programa Nacional de Biocomercio Perú y el Programa de Facilitación del Biocomercio de la UNCTAD, desarrollará iniciativas tendientes al fortalecimiento y mejoramiento de la competitividad de la cadena, mediante la asistencia técnica a los diferentes actores y la facilitación de los procesos de coordinación entre los mismos.

En ésta dirección, y en el propósito de diseñar un sistema futuro de trazabilidad y de conformar un sistema de información y de coordinación entre los productores

de maca, los comercializadores y transformadores, se ha propuesto la ejecución de un estudio de zonificación¹ que permita identificar las áreas de producción sostenibles de maca; que permita determinar su evolución y manejo en el contexto de los principios y criterios del Biocomercio

Este análisis de la cadena se complementa con otras iniciativas en marcha tales como los estudios para la Denominación de Origen, el mejoramiento de las capacidades de los actores, y la promoción de la misma en los mercados nacionales e internacionales. Adicionalmente y como un mecanismo de seguimiento del proyecto, se realizó la comparación Físico-Químico y de Minerales de dos ecotipos procedentes de la Meseta del Bombón y las partes alto-andinas del Valle del Mantaro y Huancavelica, para complementar este estudio se realizó un análisis de macas secas, evaluando la influencia del lugar de secado (Junín y Huancayo) en la composición fisicoquímica, contenido de minerales y metales pesados de macas provenientes de la Meseta del Bombón (Junín) y las partes alto-andinas del Valle del Mantaro (Huancayo).

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El Proyecto Perú Biodiverso (2007-2009), viene realizando una serie de estudios con miras a obtener la denominación de origen de Maca, dado que la maca en su estado fresco en su gran mayoría proviene de las partes alto-andinas del Valle del Mantaro y Huancavelica y la maca en su estado seco proviene por lo general de la Meseta del Bombón, los estudios anteriores contemplan el análisis comparativo de los ecotipos de maca fresca provenientes de Junín y Huancayo-Huancavelica, además del análisis de maca seca de Junín, sin embargo en este estudio no se considero el análisis comparativo de la maca deshidratada en otra zona diferente a su lugar de origen, por esta razón se plantea la necesidad de realizar un estudio comparativo de las macas frescas provenientes de Junín y Huancayo pero deshidratadas en otra zona diferente a su zona de origen, y a la vez comparar éstas con las macas frescas deshidratadas en su lugar de origen, los análisis de maca fresca proveniente de Junín y deshidratada en Junín, se realizaron en el estudio anterior, por lo que el estudio complementario sólo contempla los análisis de macas frescas de Junín deshidratada en Huancayo y macas frescas de Huancayo deshidratadas en Huancayo y Junín.

¹ La Zonificación se realizó según criterios biológicos, físicos y socioeconómicos, con arreglo a los principios y criterios del Biocomercio y al Marco de verificación propuesto por el BTFP, para su monitoreo e impacto.

III. OBJETIVOS

- Análisis y comparación de características físico-químicos y contenido de azúcares reductores presentes en las macas secas de la siguiente manera:
 - Maca fresca de Huancayo secada en Huancayo
 - Maca fresca de Huancayo secada en Junín
 - Maca fresca de Junín Secada en Huancayo

- Análisis y comparación en el contenido de minerales presentes en las macas secas de la siguiente manera:
 - Maca fresca de Huancayo secada en Huancayo
 - Maca fresca de Huancayo secada en Junín
 - Maca fresca de Junín Secada en Huancayo

- Análisis y comparación de elementos pesados (Pb, Cd y Cr) presentes en las macas secas de la siguiente manera:
 - Maca fresca de Huancayo secada en Huancayo
 - Maca fresca de Huancayo secada en Junín
 - Maca fresca de Junín Secada en Huancayo

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

Se colectaron 6 muestras al azar de macas deshidratadas de la siguiente manera :

- Maca fresca de Huancayo secada en Huancayo
- Maca fresca de Huancayo secada en Junín
- Maca fresca de Junín Secad en Huancayo

Las muestras provenientes de las partes altoandinas del valle del Mantaro (Huancayo) fueron codificadas como Hyo en Hyo o Junín, según la zona de secado (Huancayo o Junín).

Cuadro 1: Codificación de las Muestras según Procedencia y Color

N°	Identificación	Código	Procedencia
1	Maca fresca de Huancayo secada en Huancayo	Hyo en Hyo	ECOTIPO PARTES ALTOANDINAS DEL VALLE DEL MANTARO
2	Maca fresca de Huancayo secada en Junín	Hyo en Junín	
3	Maca fresca de Junín secada en Huancayo	Junín en Hyo	ECOTIPO MESETA DEL BOMBÓN

4.1. Análisis Físico-químicos

En el análisis Físico Químicos o Proximal se realizó en base a 100 gramos de muestra original y expresados en gramos por 100 gramos de muestra original (g/100g). Dichos análisis se realizaron en el laboratorio La Molina Calidad total de la UNALM.

Para la determinación de la composición proximal se tomó 6 muestras al azar de macas secas de cada código (Hyo en Hyo, Hyo en Junín y Junín en Hyo).

Para determinar el contenido de azúcares reductores se tomaron 6 muestras adicionales de cada código.

Cuadro 2: Métodos de ensayo utilizados.

	Ensayo	Métodos utilizados en el laboratorio
1	Carbohidratos (g /100 g de muestra original)	Por diferencia MS – INN Collazos 1993
2	Energía Total (Kcal./100 g de muestra original)	Por Calculo MS – INN Collazos 1993
3	% Kcal. Proveniente de Carbohidratos	Por Calculo MS – INN Collazos 1993
4	Cenizas Totales (g/100 g de muestra original)	FAO FOOD NUTRITION PAPER Vol. 14/7 Pág. 228-229 1986
5	Fibra Cruda (g / 100 g de muestra original)	FAO FOOD NUTRITION PAPER Vol. 14/7 Pág. 230-232 1986
6	Grasa Cruda (g / 100 g de muestra original)	FAO FOOD NUTRITION PAPER Vol. 14/7 Pág. 212-213 1986
7	Humedad (g / 100 g de muestra original)	FAO FOOD NUTRITION PAPER Vol. 14/7 Pág. 205 1986
8	Proteína Cruda (g / 100 g de muestra original((Factor: 6.25)	FAO FOOD NUTRITION PAPER Vol. 14/7 Pág. 221-223 1986
9	Azúcares Reductores Totales (g/100g de muestra original)	NTP 209.173 1999

Fuente: Informe de Ensayos La Molina Calidad Total, 2009.

4.2. Determinación del contenido de minerales

Los Análisis de minerales fueron realizados en los laboratorios de análisis de suelos de la Universidad Agraria La Molina, según el Cuadro 3.

Para los análisis se tomaron 6 muestras de cada código.

Cuadro 3: Análisis de minerales contenidos en Maca Seca.

N° de Muestra	Hyo en Hyo	Hyo en Junín	Junín en Hyo
Procedencia	Huancayo	Huancayo	Junín
N %	En % según muestra seca		
P %	En % según muestra seca		
K %	En % según muestra seca		
Ca %	En % según muestra seca		
Mg %	En % según muestra seca		
S %	En % según muestra seca		
Na %	En % según muestra seca		
Zn ppm	En partes por millón de muestra seca		
Cu ppm	En partes por millón según muestra seca		
Mn ppm	En partes por millón según muestra seca		
Fe ppm	En partes por millón según muestra seca		
B ppm	En partes por millón según muestra seca		
M.S. %	En % según muestra seca		

Fuente: Informe de Ensayos La Molina Calidad Total, 2009.

4.3. Determinación del contenido de metales pesados

Se tomaron 6 muestras de cada código y se llevaron al laboratorio de ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES de la Universidad Nacional Agraria La Molina, para sus análisis respectivos.

Cuadro 4: Análisis de metales pesados contenidos en Maca Seca

N° de Muestra	Hyo en Hyo	Hyo en Junín	Junín en Hyo
Procedencia	Huancayo	Huancayo	Junín
Plomo ppm	En partes por millón de muestra seca		
Cadmio ppm	En partes por millón de muestra seca		
Cromo ppm	En partes por millón de muestra seca		

Fuente: Informe de Ensayos La Molina Calidad Total, 2009.

V. RESULTADOS Y DISCUSIONES

Las muestras analizadas tanto de Junín como Huancayo son las que ya están listas para ser comercializadas tal cual se encuentra en el mercado y accesibles para el consumidor.

5.1. ENSAYOS FISICOQUÍMICOS

Los resultados de los Análisis fisicoquímicos se muestran en Cuadro 5.

Cuadro 5: Resultados del análisis Físico-químico de Maca Seca.

INFORMACIÓN GENERAL		ENSAYOS FÍSICO QUÍMICOS							
PRODUCTO	Código	Carbohidratos (g/100 g de muestra original)	Energía total (Kcal/100 g de muestra original)	% Kcal. Proveniente de Carbohidratos	Cenizas Totales (g/100 g de muestra original)	Fibra Cruda (g/100 g de muestra original)	Grasa Cruda (g/100 g de muestra original)	Humedad (g/100 g de muestra original)	Proteína Cruda (g/100 g de muestra original (Factor: 6.25))
Maca Seca de Hyo en Hyo	Hyo en Hyo	72.2	341.8	84.5	4	4	0.2	10.8	12.8
Maca Seca de Hyo en Hyo	Hyo en Hyo	73.5	343.8	85.5	4.2	4.3	0.2	10.1	12
Maca Seca de Hyo en Hyo	Hyo en Hyo	72.7	342.8	84.8	3.9	4	0.4	10.9	12.1
Maca Seca de Hyo en Hyo	Hyo en Hyo	71.2	342.9	83.1	3.9	5	0.5	11	13.4
Maca Seca de Hyo en Hyo	Hyo en Hyo	70.8	345	82.1	3.7	4.3	0.6	10.8	14.1
Maca Seca de Hyo en Hyo	Hyo en Hyo	71.2	340.2	83.7	4.2	4.2	0.6	11.5	12.5
PROMEDIO	Hyo en Hyo	71.93	342.75	83.95	3.98	4.3	0.42	10.85	12.82
Maca Seca de Hyo en Junín	Hyo en Junín	69.2	327.6	84.5	4.4	4.5	0.4	14.2	11.8
Maca Seca de Hyo en Junín	Hyo en Junín	69	328.3	84.1	4.2	4.7	0.3	14.1	12.4
Maca Seca de Hyo en Junín	Hyo en Junín	68.4	325	84.2	4	4	0.2	15	12.4
Maca Seca de Hyo en Junín	Hyo en Junín	69.3	330	84	4	4.6	0.4	14	12.3
Maca Seca de Hyo en Junín	Hyo en Junín	69.8	329.4	84.8	3.8	4.3	0.2	14.1	12.1
Maca Seca de Hyo en Junín	Hyo en Junín	70.6	323.8	87.2	4	4.3	0.2	15.3	9.9
PROMEDIO	Hyo en Junín	69.38	327.35	84.8	4.07	4.4	0.28	14.45	11.82
Maca Seca de Junín en Hyo	Junín en Hyo	67	321.2	83.4	4	4.8	0.4	16.2	12.4
Maca Seca de Junín en Hyo	Junín en Hyo	69.1	334.4	82.7	3.7	4.3	0.8	13.7	12.7
Maca Seca de Junín en Hyo	Junín en Hyo	69.1	328.3	84.2	4.6	4.6	0.7	14.2	11.4
Maca Seca de Junín en Hyo	Junín en Hyo	68.6	328	83.7	4.6	4.3	0.8	14.4	11.6
Maca Seca de Junín en Hyo	Junín en Hyo	70.3	332.9	84.5	4.8	5.6	0.5	12.6	11.8
Maca Seca de Junín en Hyo	Junín en Hyo	67.5	322.5	83.7	4.8	4.8	0.5	15.2	12
PROMEDIO	Junín en Hyo	68.60	327.88	83.70	4.42	4.73	0.62	14.38	11.98

Cuadro 6: Valores promedio del análisis Físico-químico de las muestras de Maca Seca analizadas.

Código	Carbohidratos (g/100 g de muestra original)	Energía total (Kcal/100 g de muestra original)	% Kcal. Proveniente de Carbohidratos	Cenizas Totales (g/100 g de muestra original)	Fibra Cruda (g/100 g de muestra original)	Grasa Cruda (g/100 g de muestra original)	Humedad (g/100 g de muestra original)	Proteína Cruda (g/100 g de muestra original) (Factor: 6.25)
Hyo en Hyo	71.93	342.75	83.95	3.98	4.30	0.42	10.85	12.82
Hyo en Junín	69.38	327.35	84.80	4.07	4.40	0.28	14.45	11.82
Junín en Hyo	68.60	327.88	83.70	4.42	4.73	0.62	14.38	11.98
Junín en Junín*	62.13	317.15	82.43	4.55	7.45	0.40	16.66	13.00

* Los resultados del análisis fisicoquímico de maca seca proveniente de Junín y secada en Junín, corresponden al estudio anterior, se muestran en el Cuadro 6 por cuestiones comparativas.

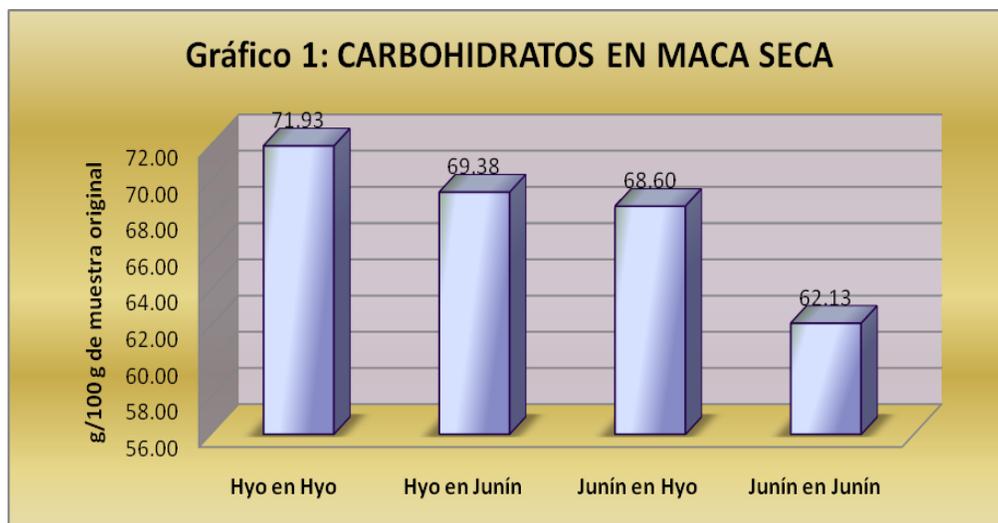
El valor nutricional de la raíz seca de Maca es alto, semejándose al de cereales tales como maíz, arroz y trigo y superando ampliamente en contenido calórico, proteínas y carbohidratos a otras hortalizas.

✚ Carbohidratos (g /100 g de muestra original)

Los carbohidratos de las plantas se dividen en dos grupos: estructurales, que son los que forman parte de la pared celular y carbohidratos no estructurales, los cuales son importantes como reserva de energía y están compuestos por azúcares, almidones y pectinas. Los carbohidratos no estructurales juegan un papel importante en el metabolismo intermediario, transferencia y almacenamiento de energía. Cada una de esas funciones es dinámica, y la concentración de los carbohidratos no estructurales varía grandemente con el estado fisiológico de la planta. Los carbohidratos son extremadamente importantes desde el punto de vista nutricional, ya que son la principal fuente de energía en la dieta de los consumidores y la maca es comúnmente conocida como un alimento energético, cuya gran fuente es proporcionada por los carbohidratos.

Diversas investigaciones reportan alrededor de 59% de carbohidratos en base a una muestra seca o deshidratada, dicho valor se asemeja a los resultados obtenidos.

En el Gráfico 1 se presenta el contenido promedio de carbohidratos de las muestras Hyo en Hyo, Hyo en Junín, Junín en Hyo y Junín en Junín, siendo las muestras de macas provenientes de Huancayo las que obtuvieron los contenidos más altos en carbohidratos, mientras que las muestras de maca provenientes de Junín obtuvieron un menor contenido en carbohidratos. El valor máximo obtenido fue 71.93 g/100 g de muestra original, el cual corresponde a la muestra de maca de Huancayo secada en Huancayo. El menor valor obtenido fue 62.13 g/100 g de muestra original, el cual corresponde a la muestra de maca de Junín secada en Junín.



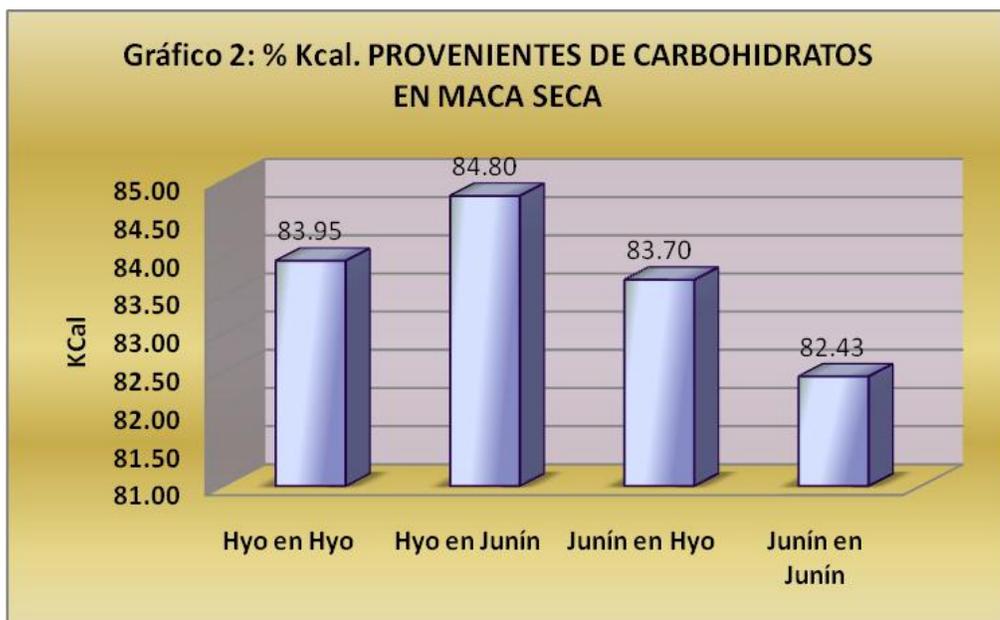
La muestra de maca Junín en Hyo presenta un contenido mayor de carbohidratos (68.60) respecto a la muestra Junín en Junín (62.13).

En base a los resultados se puede afirmar que existe diferencia significativa entre las medidas de contenido de carbohidratos en muestras de maca seca de distinta procedencia y distinta zona de secado.

En el contenido de carbohidratos entre las macas varían significativamente según la zona de origen y según la zona de secado, siendo mayor el contenido de carbohidratos en las macas procedentes de Huancayo y secadas en la misma.

🚩 % Kcal. Proveniente de Carbohidratos

La conversión en calorías por parte de los carbohidratos está dada por la relación de 4 cal/g en base a la Energía Total, es así que los resultados seguirán un comportamiento similar al de los carbohidratos.



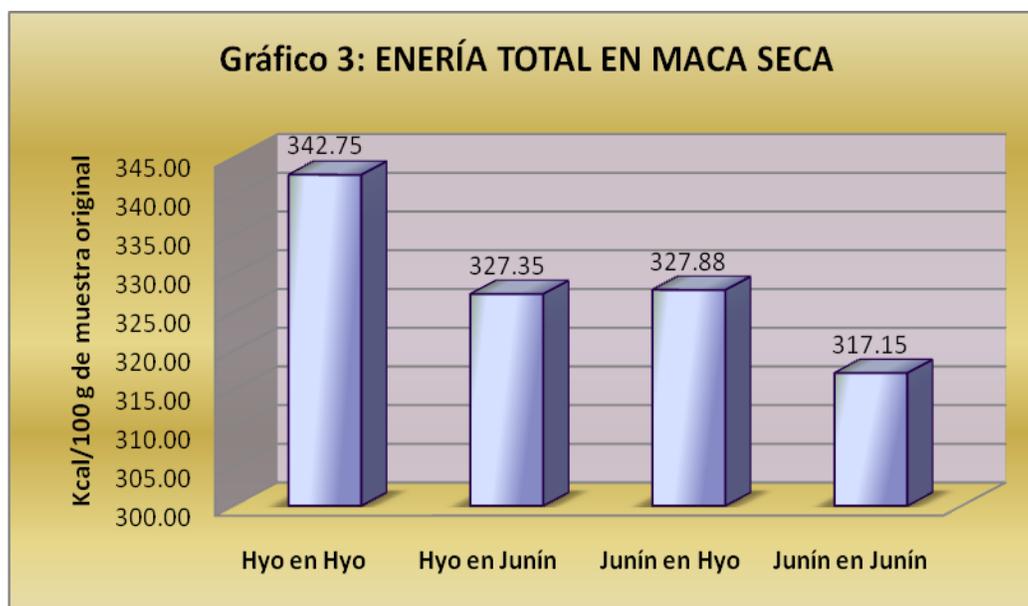
En el Gráfico 2, la muestra de maca seca Hyo en Junín y la muestra Hyo en Hyo fueron las que obtuvieron los porcentajes más altos en kilocalorías provenientes de carbohidratos, siendo 84.8% y 83.95% respectivamente, ello se debe a que en el análisis de carbohidratos las muestras procedentes de Huancayo presentaron

contenidos más altos en carbohidratos, las muestras procedentes de Junín (Junín en Hyo, 83.7% y Junín en Junín,82.43%) presentaron valores ligeramente menores respecto a las muestras procedentes de Huancayo, sin embargo las muestras no variaron significativamente según la zona de secado, siendo la variación 1% aproximadamente.

✚ Energía Total (Kcal./100 g de muestra original)

La energía es proporcionada por la proteína (1g = 9 Kcal.), grasas (1g = 4 Kcal.) y mayoritariamente por los carbohidratos (1g =4 Kcal.) es por ello que los resultados serán similares o seguirán el mismo comportamiento.

En el Gráfico 3 se presentan los valores promedios de energía de las muestras de maca seca analizadas.



La muestra Hyo en Hyo es la que obtuvo los contenidos más altos en energía (342.75 Kcal/100g de muestra original), ello se debe a que dicha muestra presentó los contenidos más altos en carbohidratos (71.93 g/100g de muestra original) y contenidos relativamente altos en proteínas (12.82 g/100g de muestra original), cabe mencionar que la Energía Total se calcula en base al contenido de proteínas, carbohidratos y minerales.

Las muestras Hyo en Junín y Junín en Huancayo presentaron contenidos similares en Energía Total, siendo éstos 327.35 Kcal/100 g de muestra original y 327.88 Kcal/100g de muestra original, respectivamente.

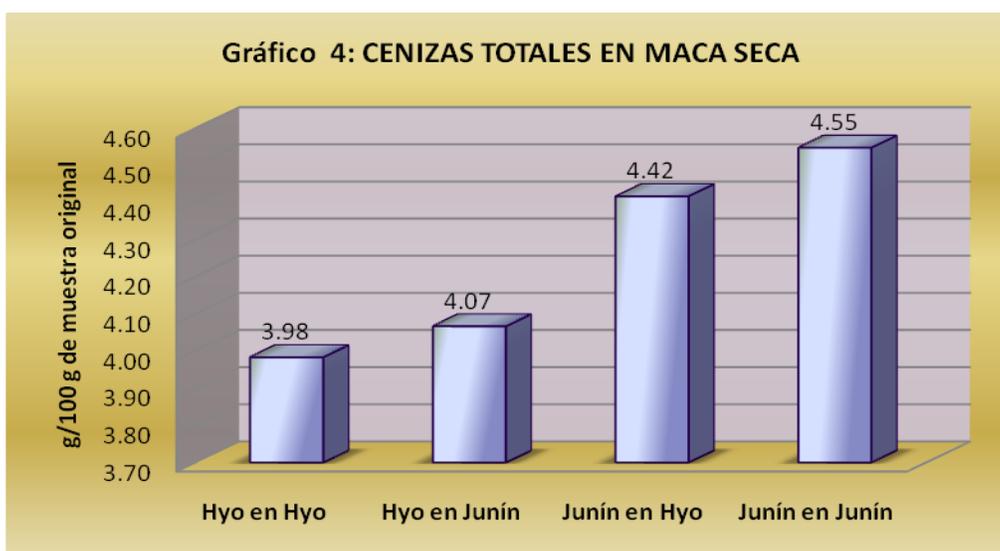
La muestra Junín en Junín es la q obtuvo el menor contenido energético, debido a su menor contenido en carbohidratos (62.13g/100g de muestra original).

Existen diferencias significativas en el contenido energético de las muestras según la zona de secado, es así que las muestras secadas en Huancayo presentaron un contenido energético superior respecto a las muestras secadas en Junín.

✚ Cenizas Totales (g/100 g de muestra original)

Las cenizas Totales están representadas por la materia inorgánica constituyente de los alimentos, cabe mencionar que las cenizas permanecen como residuo luego de la calcinación de la materia orgánica del alimento.

La procedencia y morfología influye en la cantidad de de contenido de cenizas, esto es corroborado con la estructura superficial de la maca de la meseta del Bombón que presenta pliegues donde se adhiere polvo procedente del ambiente o suelo que a veces es difícil de retirar de la zona, mientras que en la estructura del valle del Mantaro la superficie por lo general es lisa debido a la hidratación constante que posee en campo y luego del lavado antes de ingresar al mercado para ser comercializado.



En el Gráfico 4 se presentan los contenidos de cenizas de las muestras de maca analizadas, las muestras procedentes de Junín obtuvieron los valores más altos (Junín en Junín, 4.55 g/100g de muestra original y Junín en Hyo, 4.42g/100g de muestra original) mientras que las muestras procedentes de Huancayo obtuvieron los valores más bajos, siendo el valor más bajo el obtenido en la muestra Hyo en Hyo (3.98 g/100g de muestra original), ello se debe a que en Huancayo las macas se lavan previo al secado, y con ello se eliminan un porcentaje significativo de materia inorgánica, mientras que los pobladores de Junín no suelen realizar dichas prácticas por cuestiones de tradición.

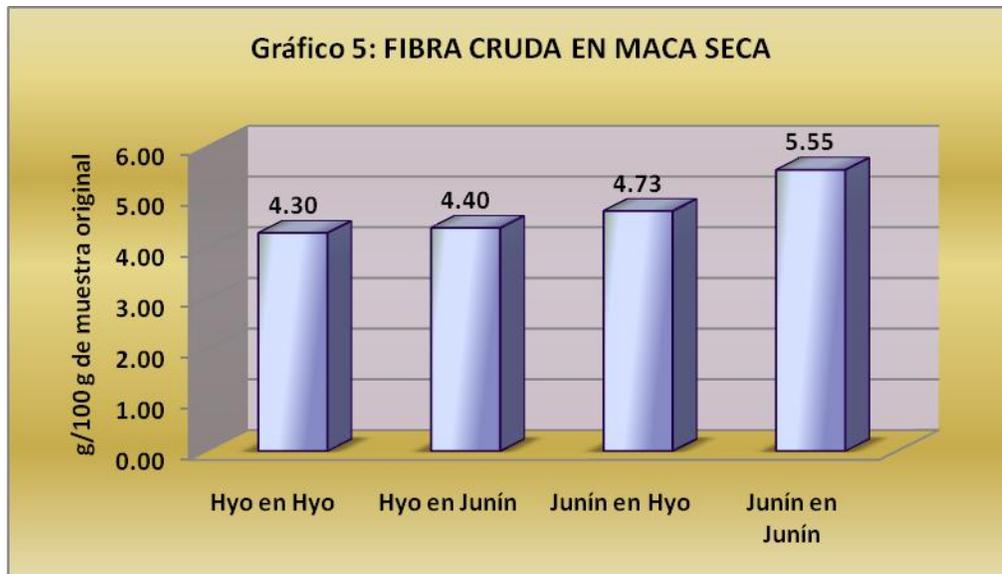
Existen diferencias en el contenido de cenizas según la zona de secado, es así que las muestras secadas en Junín presentan contenidos en cenizas mayores que las muestras secadas en Huancayo.

Fibra Cruda (g / 100 g de muestra original)

"Fibra cruda" es el residuo orgánico combustible e insoluble que queda después de que la muestra se ha tratado en condiciones determinadas. La fibra representa la porción no digerible de los alimentos y, por consiguiente, mientras mayor sea su concentración en un producto dado, menor será su valor alimenticio, aunque es importante recomendarlo para el buen funcionamiento del intestino. La naturaleza química de la fibra cruda, aún cuando no está bien establecida, se considera constituida por celulosa, hemicelulosa y lignina.

Hay que tener en cuenta que los valores de Cenizas totales están directamente relacionados al contenido de Fibra Cruda, por lo que su comportamiento es similar. La fibra cruda, minerales y sólidos insolubles forman parte de las cenizas es por ello que a mayor cantidad de fibra se tendrá mayor cantidad de cenizas.

En el Gráfico 5 se muestran los contenidos de Fibra Cruda de las muestras analizadas.



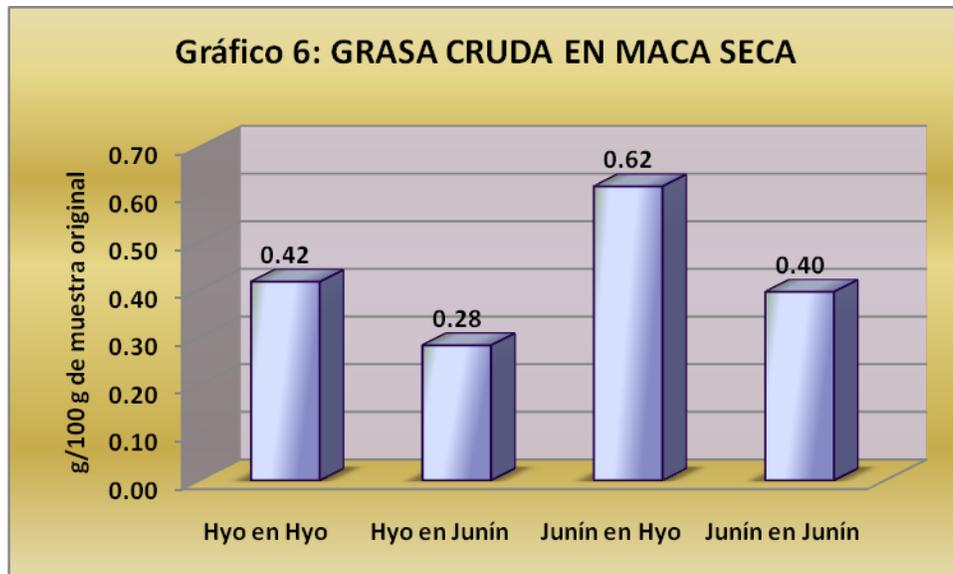
La muestra Junín en Junín es la que obtuvo el valor más alto (5.55 g/100 g de muestra original), sin embargo la diferencia en contenido de fibra no es significativa según la zona de secado ni la procedencia, los contenidos en fibra de las muestras de maca seca fluctúan entre 4,30 y 5.55 g/100g de muestra original.

Chasquibol *et. al.*, 1999 reportaron valores de 5.14 y 5.26 g/100 g para muestras procedentes de Pasco y Huancayo, dichos valores son cercanos a los hallados experimentalmente.

✚ Grasa Cruda (g / 100g de muestra original)

Se considera grasa al extracto etéreo que se obtiene cuando la muestra es sometida a extracción con éter etílico. El término extracto etéreo se refiere al conjunto de las sustancias extraídas que incluyen, además de los ésteres de los ácidos grasos con el glicerol, a los fosfolípidos, las lecitinas, los esteroides, las ceras, los ácidos grasos libres, los carotenos, las clorofilas y otros pigmentos.

En el Gráfico 6 se muestran los valores de Grasa Cruda en Maca Seca con valores desde 0.28 hasta 0.42 g / 100 g de muestra original para las muestras secadas en Huancayo y de valores de 0.40 hasta 0.62 g/100g de muestra original para las muestras secadas en Junín.



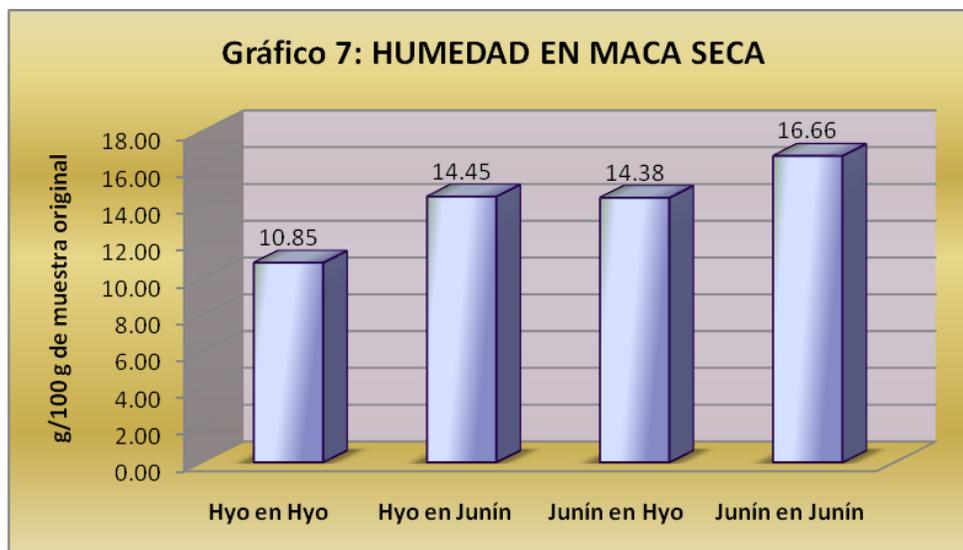
La muestra Junín en Hyo es la que obtuvo el mayor contenido graso siendo ésta 0.62 g/100g de muestra original.

Las muestras varían según la zona de procedencia y según la zona de secado; las muestras procedentes de Junín presentaron valores superiores de grasa cruda respecto a las muestras de Huancayo, además las muestras secadas en Huancayo contienen valores más altos en grasa cruda respecto a las muestras secadas en Junín.

✚ Humedad (g / 100 g de muestra original)

El contenido de humedad influye en las propiedades físicas de una sustancia: en el peso, la densidad, la viscosidad, el índice de refracción, la conductividad eléctrica y en muchas otras.

En el Gráfico 7 se presentan los contenidos de humedad de las muestras de maca seca.



Las muestras secadas en Junín fueron las más húmedas, siendo Junín en Junín la de mayor humedad (16.66 g/100g de muestra original), teóricamente las muestras secadas en Junín deberían tener menores contenidos de humedad dado que Junín se encuentra a mayor altura que Huancayo, sin embargo al ser Junín una cuenca, presenta mayores precipitaciones y mayor Humedad Relativa respecto a Huancayo (Aliaga *et. al.*, 2007); además la presencia de la laguna de Chinchaycocha genera un efecto amortiguamiento durante el secado de la maca lo que ocasiona que el cambio de temperaturas no sea brusco, es así que las macas secadas en Junín presentan mejor apariencia que las macas secadas en Huancayo, las cuales son más arrugadas.

El clima de la Meseta de Bombón resulta ser un clima muy especial, diferente a la de las otras zonas, en cuanto a temperaturas mínimas, máximas y sobre todo a precipitación y humedad, esto porque aunque la zona sea de clima extremadamente frío, la alta humedad y la precipitación más alta, hacen que la zona tenga un microclima especial (Aliaga *et. al.*, 2007).

A pesar de que hay una similitud en las condiciones climáticas de la Puna, un examen comparativo de los registros históricos de las regiones productoras de Huancavelica y para zonas altas del valle del Mantaro, muestran la existencia de un clima especial y particular en la Meseta del Bombón, expresada en las diferencias en las condiciones de humedad (alrededor del 80%), determinada por la incidencia de la masa hídrica del lago de Junín, y en los niveles de precipitación promedios y en la ocurrencia de las temperaturas mínimas y máximas. Los registros de humedad en las regiones de contraste, oscilan entre 60 y 70%, así mismo las temperaturas históricas máximas (más de 30 años), señalan diferencias

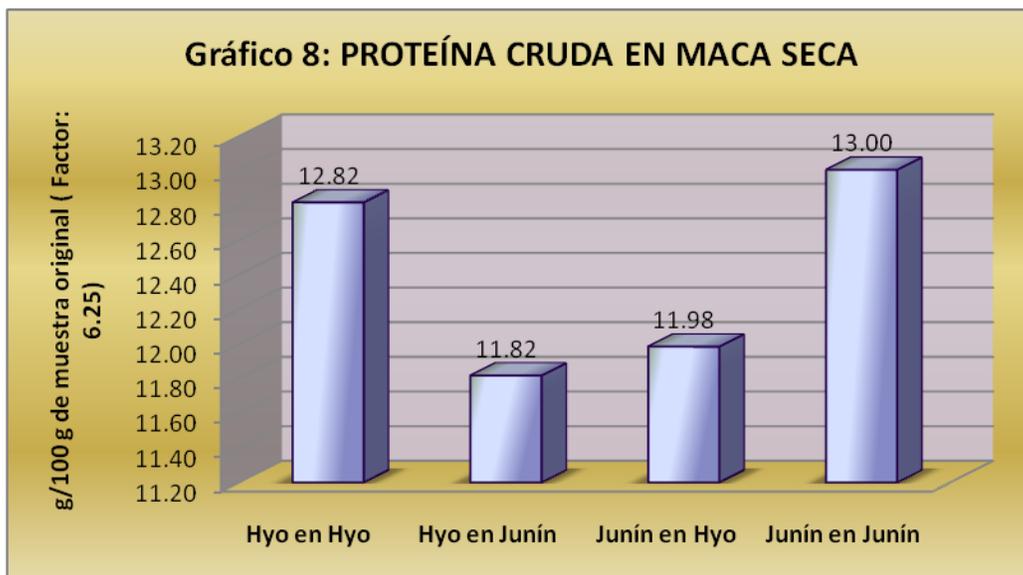
entre uno y dos grados, factores que inciden en la generación de unas condiciones climáticas específicas para las áreas de producción de maca de la Meseta del Bombón (Aliaga *et. al.*, 2007).

Las muestras secadas en Huancayo resultaron menos húmedas, siendo la de menor humedad la muestra Hyo en Hyo con 10.85 g/100g de muestra original.

✚ Proteína Cruda g / 100 g de muestra original (Factor: 6.25)

El contenido de proteína cruda se determinó como medida indirecta del contenido de Nitrógeno de la muestra. Los factores usados comúnmente para convertir nitrógeno en proteína cruda están basados en el contenido promedio de nitrógeno en las proteínas contenidas en ciertos alimentos, así el Factor utilizado para las muestras evaluadas fue de 6.25 (F=6.25) y se utilizó el procedimiento de Kjeldahl.

Los contenidos de proteína cruda en muestras maca seca se presentan en el Gráfico 8.



Blanco *et. al.*, 1999, mediante diversos análisis demostró que existe diferencias en el contenido de proteínas de muestras de maca de diversos orígenes, muestra valores entre 8.8 y 11.44 g/100 de muestra, los resultados obtenidos corroboran lo enunciado por Blanco *et. al.*, sin embargo los contenidos de proteínas obtenidos experimentalmente son ligeramente mayores obtenidos Blanco *et. al.*, 2003.

5.2. AZÚCARES REDUCTORES

Los resultados de los Análisis de Azúcares de las muestras de maca seca se muestran en Cuadro 7.

Cuadro 7: Resultados del Análisis de Azúcares Reductores de Maca Seca

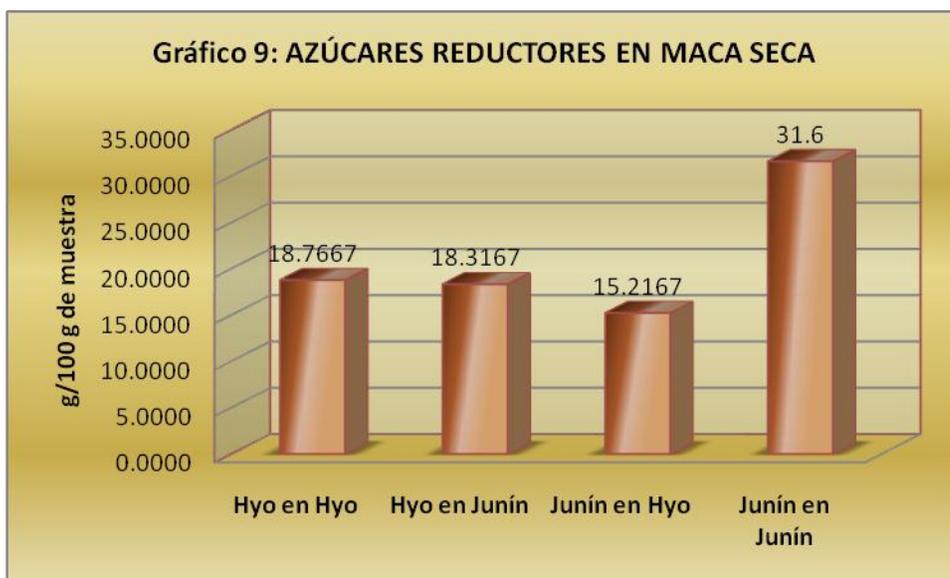
PRODUCTO	Código	Azucares Reductores Totales (g/100 g muestra)
Maca Seca de Hyo en Hyo	Hyo en Hyo	19.9
Maca Seca de Hyo en Hyo	Hyo en Hyo	19
Maca Seca de Hyo en Hyo	Hyo en Hyo	17.3
Maca Seca de Hyo en Hyo	Hyo en Hyo	19.4
Maca Seca de Hyo en Hyo	Hyo en Hyo	17.8
Maca Seca de Hyo en Hyo	Hyo en Hyo	19.2
PROMEDIO	Hyo en Hyo	18.7667
Maca Seca de Hyo en Junín	Hyo en Junín	20
Maca Seca de Hyo en Junín	Hyo en Junín	17.4
Maca Seca de Hyo en Junín	Hyo en Junín	18.8
Maca Seca de Hyo en Junín	Hyo en Junín	17.2
Maca Seca de Hyo en Junín	Hyo en Junín	17.7
Maca Seca de Hyo en Junín	Hyo en Junín	18.8
PROMEDIO	Hyo en Junín	18.3167
Maca Seca de Junín en Hyo	Junín en Hyo	12.1
Maca Seca de Junín en Hyo	Junín en Hyo	14.3
Maca Seca de Junín en Hyo	Junín en Hyo	15.7
Maca Seca de Junín en Hyo	Junín en Hyo	16.7
Maca Seca de Junín en Hyo	Junín en Hyo	15.9
Maca Seca de Junín en Hyo	Junín en Hyo	16.6
PROMEDIO	Junín en Hyo	15.2167

Cuadro 8: Valores promedio del contenido de azúcares reductores de las muestras de Maca Seca analizadas.

Maca Seca	Azúcares Reductores Totales (g/100 g muestra)
Hyo en Hyo	18.77
Hyo en Junín	18.32
Junín en Hyo	15.22
Junín en Junín*	31.6

* Los resultados del análisis de azúcares reductores de las muestras de maca seca provenientes de Junín y secada en Junín, corresponden al estudio anterior, se muestran en el Cuadro 8 por cuestiones comparativas.

En el Gráfico 9, se presentan los valores promedios de azúcares reductores de las muestras de maca seca.



Los azúcares reductores son aquellos que, como la glucosa, fructosa, lactosa y maltosa que presentan un carbono libre en su estructura y a través del cual pueden reaccionar con otras especies.

Las falsificaciones más frecuentes en el polvo o “Harina de Maca” son debidas a mezclas con otras harinas de cereales como maíz trigo, además de azúcar (sacarosa) de allí la importancia de estudiar los azúcares reductores, como una prueba accesible de adulteración para el polvo de la Maca.

El glucosinolato es el principio activo de la maca, se clasifican como s-glucósidos, ya que son el resultado del enlace de un azúcar reductor y el azufre de una molécula que no tiene carácter de hidrato de carbono. Los glucosinolatos se sintetizan y se almacenan en las plantas como precursores relativamente estables de los isotiocianatos (Campas *et. al.* 2009). En base a lo mencionado, se afirma que los glucosinolatos presentes en la maca al degradarse liberan el azúcar reductor y el azufre bajo la forma de isotiocianatos, entonces si la muestra presenta mayor contenido de azúcares reductores es porque tuvo mayor contenido de glucosinolatos. Adicionalmente Campas *et. al.* 2009 afirma que los isotiocianatos son los responsables del aroma y olor típico, lo afirmado se comprueba experimentalmente dado que el olor de las macas provenientes de Junín es más agradable que las de Huancayo, tanto en maca fresca como en maca seca, siendo mayor la diferencia en maca fresca.

En el Gráfico 9, la muestra de mayor contenido de azúcares reductores es Junín en Junín (31.6 g/100g de muestra original), sin embargo la muestra Junín en Hyo presenta la mitad de ese contenido, esto hace suponer que el manejo post cosecha y el secado ejercen influencia en el contenido de azúcares reductores y por ende en el contenido de glucosinolatos; esto puede deberse a que las macas de Junín secadas en Huancayo presentan mayor manipulación respecto a las de Junín secadas en Junín.

Campas *et. al.* 2009 menciona que los glucosinolatos se hidrolizan cuando el tejido vegetal se rompe a consecuencia de un daño mecánico, entonces la enzima tioglucosidasa o mirosinasa se pone en contacto con el sustrato. Además los glucosinolatos son solubles en agua debido a que la molécula de glucosa imparte características hidrofílicas a diferencia de los isotiocianatos que presentan propiedades hidrofóbicas.

Respecto a la maca fresca, en el estudio anterior se encontró que las macas frescas de Huancayo presentaron una cantidad no significativa de azúcares reductores (cero) mientras que las muestras de maca de Huancayo secas presentaron un contenido cercano a 18 g/100g de muestra original de azúcares reductores; esto se debe a que las macas de Huancayo generalmente se destinan a venta en fresco por lo que se lavan previamente, al lavarse pierden glucosinolatos ya que estos compuestos son solubles en agua; sin embargo las macas de Huancayo que son destinadas a secar no pasan por un proceso

riguroso de lavado por lo que solo pierden una pequeña cantidad de glucosinolatos, las mismas que al degradarse formarán azúcares reductores e isotiocianatos.

Yábar *et. al.*, 2004 reportan contenidos de azúcares reductores en maca fresca 1,256%, maca seca 12,618%, harina de maca cruda 14,164%, harina de maca gelatinizada 17,276% y harina de maca pre cocida 18,105%.

En el Gráfico 9 se aprecia la diferencia en azúcares reductores en las diferentes muestras analizadas, evidenciando la influencia del lugar de procedencia y lugar de secado en el contenido de azúcares reductores, la muestra Junín en Junín obtuvo el valor más alto en azúcares reductores (31.6 g/100g de muestra original), sin embargo la muestra Junín en Hyo obtuvo 15.22 g/100g de muestra original, valor significativamente menor a la muestra de la misma procedencia (Junín) pero secada en Junín, afirmando que el secado en Junín ejerce gran influencia en el contenido de azúcares reductores en la maca.

Las muestras Hyo en Hyo y Hyo en Junín presentaron contenidos similares en carbohidratos, alrededor de 18, 4 g/100g de muestra original.

5.3. MINERALES

La maca tiene muchos minerales en cantidades pequeñas, muchos de ellos ayudan a la producción de anticuerpos, como el potasio, magnesio, hierro, silicio.

En 1988 la doctora – bióloga Gloria Chacón hizo el análisis químico de la raíz de la maca y clasificó treinta elementos nutricionales, destacando entre ellos el potasio, el calcio, el fósforo, el azufre, el magnesio y el sodio.

El alto valor nutritivo de la maca la convierte en un cultivo alimenticio de gran potencial, no sólo por su contenido de proteínas y carbohidratos, sino también por el contenido de minerales como Fe, Ca, Cu y Zn (Dini *et al.*, 1994; Tello *et al.*1992; Arbizu y Holle 1994).

Los resultados de los análisis de minerales en maca seca se muestran en el Cuadro 9.

Cuadro 9: Resultados del Análisis de Minerales de Maca Seca.

PRODUCTO	Código	N %	P %	K %	Ca %	Mg %	S %	Na %	Zn ppm	Cu ppm	Mn ppm	Fe ppm	B ppm
Maca Seca de Hyo en Hyo	Hyo en Hyo	2.1	0.29	1.39	0.39	0.11	0.19	0.1	36	4	17	98	73
Maca Seca de Hyo en Hyo	Hyo en Hyo	2.4	0.23	1.06	0.3	0.08	0.18	0.11	36	5	12	72	75
Maca Seca de Hyo en Hyo	Hyo en Hyo	2.07	0.24	1.44	0.39	0.11	0.2	0.12	34	2	15	83	75
Maca Seca de Hyo en Hyo	Hyo en Hyo	1.9	0.24	1.17	0.37	0.1	0.22	0.12	35	6	17	111	81
Maca Seca de Hyo en Hyo	Hyo en Hyo	2.26	0.24	1.33	0.39	0.1	0.18	0.11	44	4	15	75	73
Maca Seca de Hyo en Hyo	Hyo en Hyo	1.93	0.26	1.12	0.35	0.09	0.2	0.09	40	4	16	83	62
PROMEDIO	Hyo en Hyo	2.11	0.25	1.25	0.37	0.1	0.2	0.11	37.5	4.17	15.33	87	73.17
Maca Seca de Hyo en Junín	Hyo en Junín	2.1	0.28	0.96	0.32	0.08	0.16	0.1	28	2	23	73	76
Maca Seca de Hyo en Junín	Hyo en Junín	2.32	0.28	1.02	0.32	0.08	0.15	0.09	31	2	36	94	71
Maca Seca de Hyo en Junín	Hyo en Junín	2.1	0.28	1.08	0.3	0.08	0.15	0.1	34	2	35	79	62
Maca Seca de Hyo en Junín	Hyo en Junín	1.87	0.3	1.15	0.32	0.08	0.12	0.42	30	4	19	55	71
Maca Seca de Hyo en Junín	Hyo en Junín	1.76	0.29	1.17	0.34	0.09	0.24	0.11	37	2	27	85	73
Maca Seca de Hyo en Junín	Hyo en Junín	2.38	0.31	1.15	0.35	0.09	0.25	0.11	34	2	29	68	70
PROMEDIO	Hyo en Junín	2.09	0.29	1.09	0.33	0.08	0.18	0.16	32.33	2.33	28.17	75.67	70.5
Maca Seca de Junín en Hyo	Junín en Hyo	2.26	0.31	1.67	0.37	0.1	0.26	0.12	43	2	16	124	70
Maca Seca de Junín en Hyo	Junín en Hyo	2.12	0.32	1.57	0.36	0.1	0.32	0.12	43	5	16	87	74
Maca Seca de Junín en Hyo	Junín en Hyo	1.98	0.32	1.53	0.4	0.1	0.32	0.12	40	4	14	94	75
Maca Seca de Junín en Hyo	Junín en Hyo	1.96	0.3	1.38	0.34	0.09	0.22	0.1	48	4	20	91	72
Maca Seca de Junín en Hyo	Junín en Hyo	1.9	0.29	1.75	0.35	0.1	0.23	0.11	37	5	16	101	74
Maca Seca de Junín en Hyo	Junín en Hyo	2.54	0.31	1.36	0.36	0.1	0.29	0.1	45	2	49	142	69
PROMEDIO	Junín en Hyo	2.13	0.31	1.54	0.36	0.1	0.27	0.11	42.67	3.67	21.83	106.5	72.33

Cuadro 10: Valores promedio del contenido de minerales de las muestras de Maca Seca analizadas.

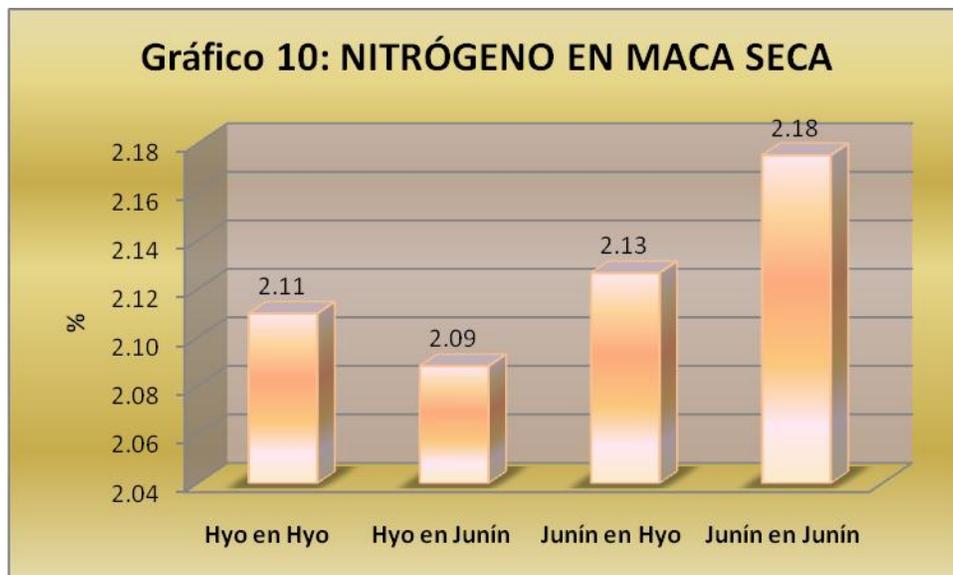
Código	N %	P %	K %	Ca %	Mg %	S %	Na %	Zn ppm	Cu ppm	Mn ppm	Fe ppm	B ppm
Hyo en Hyo	2.11	0.25	1.25	0.37	0.10	0.20	0.11	37.50	4.17	15.33	87.00	73.17
Hyo en Junín	2.09	0.29	1.09	0.33	0.08	0.18	0.16	32.33	2.33	28.17	75.67	70.50
Junín en Hyo	2.13	0.31	1.54	0.36	0.10	0.27	0.11	42.67	3.67	21.83	106.50	72.33
Junín en Junín*	2.18	0.26	1.42	0.28	0.08	0.09	0.04	33.62	4.48	24.00	100.24	50.00

* Los resultados del análisis fisicoquímico de maca seca proveniente de Junín y secada en Junín, corresponden al estudio anterior, se muestran en el Cuadro 10 por cuestiones comparativas.

✚ Nitrógeno (Ni)

El nitrógeno es uno de los elementos más importantes para los seres vivos, en plantas el nitrógeno está presente en la composición de numerosas sustancias orgánicas tales como proteínas, clorofila, aminoácidos, ácidos nucleídos, etc., sustancias que son la base de los procesos que controlan el desarrollo, el crecimiento y la multiplicación de las mismas, resulta, por lo tanto, evidente la importancia de este elemento para la vida vegetal.

En el Gráfico 9 se presentan el contenido de nitrógeno promedio de las muestras de maca seca analizadas.



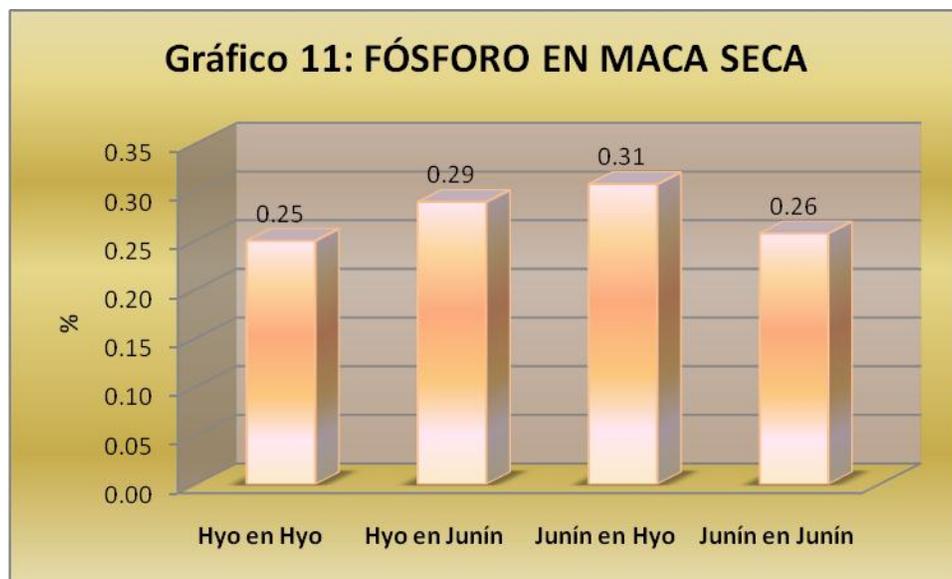
El contenido porcentual del nitrógeno en las muestras de maca seca se encuentra entre 2.09 y 2.18%, la diferencia según la zona de procedencia y zona de secado no es significativa.

El muestra de mayor contenido de nitrógeno fue Junín en Junín con 2.18%, y la muestra de menor contenido fue Hyo en Junín con 2.09%, la diferencia entre ambas es 0.09 siendo esta diferencia no significativa.

Fósforo (P)

El fósforo es fundamental para el metabolismo de las proteínas, del calcio y de la glucosa, el déficit nutricional de fósforo puede provocar anemia o crecimiento anormal. Además ayuda a las funciones estructurales que afectan el esqueleto y los tejidos blandos, y a las funciones reguladoras como la transmisión neuromuscular.

En el Gráfico 11, se presentan los valores promedio de fosforo obtenidos de las muestras analizadas.



El contenido de fósforo no presentó variaciones significativas en las muestras procedentes de Junín o Huancayo, ni en las muestras secadas en Junín ni en Huancayo, las muestras contienen alrededor de 0.28%, se afirma que el contenido de nitrógeno en las muestras de maca seca es independiente de la zona de secado y la zona de procedencia.

Potasio (K)

El potasio es un mineral esencial en el organismo humano y animal. Actúa a nivel iónico dentro y fuera de la célula. Se le encuentra formando sales de cloruro,

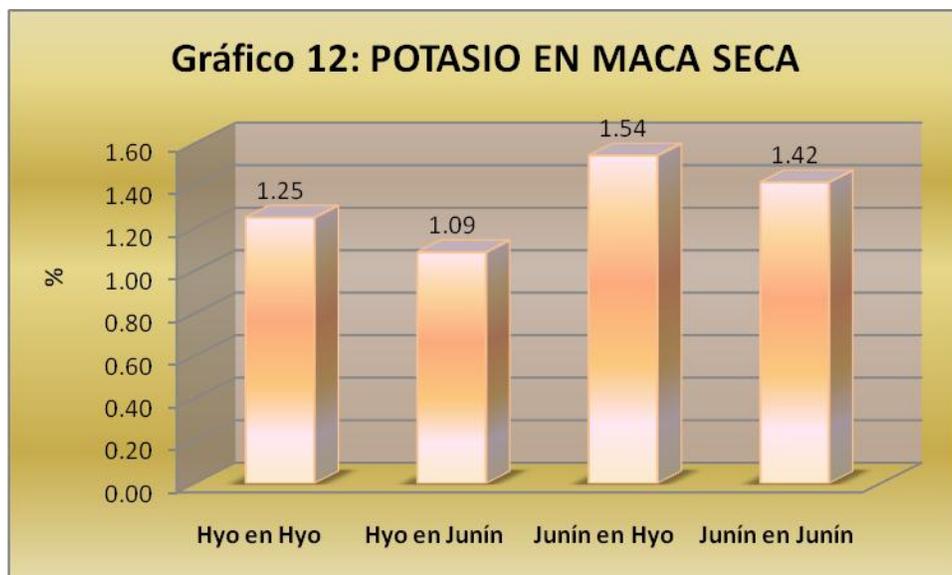
fosfato o asociado a proteínas. El potasio, de la misma manera que el sodio, participa en la regulación de la presión osmótica de personas y animales.

El potasio mantiene el equilibrio ácido-base y junto con el sodio, el potasio regulariza la cantidad y el reparto normal del agua en el organismo. En equilibrio con el calcio y el magnesio, el potasio contribuye a la regularización de todas las funciones celulares y en especial a la excitabilidad del corazón, del sistema nervioso y de los músculos. Es indispensable para el movimiento del miocardio y activa los sistemas enzimáticos. La Maca es una buena fuente de este mineral superando al trigo en casi un 100% y similar a las nueces.

Entre potasio y el sodio debe existir equilibrio para que el pH sea neutral. El aporte diario del potasio para el organismo de las personas, según recomiendan los expertos, debería ser de 2,500 mg, aunque se puede consumir en cantidades mayores sin problemas, pero en forma natural, es decir, en frutas, vegetales y carnes.

La doctora Chacón menciona que el potasio en forma natural se encuentra en: la hoja de la maca deshidratada se encuentra 3.17%, en la Raíz de la maca, 2%. Estos datos son mayores a lo obtenido experimentalmente (Vivadis, 2009).

En el Gráfico 12 se presentan los valores promedio de potasio de las muestras analizadas.

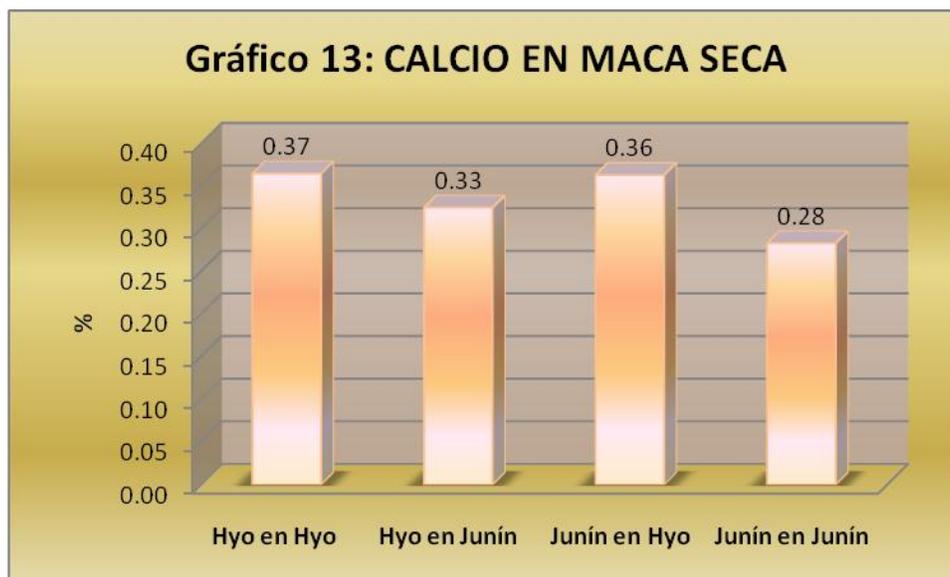


Las muestras de maca seca procedentes de Junín presentaron valores ligeramente superiores a las muestras procedentes de Huancayo, sin embargo al comparar las muestras según la zona de secado las muestras con un contenido mayor de potasio son las muestras secadas en Huancayo. Cabe mencionar que las diferencias en el contenido de potasio de las muestras es mínima variando entre 0.16% y 0.37%.

Calcio (Ca)

Es un mineral esencial para tener huesos sanos. El cuerpo no produce calcio, se obtiene por medio de comidas o bebidas. Un consumo suficiente de calcio, según los Dietary Reference Intakes (DRIs), es de 500 miligramos (mg) diarios para niños entre 1 y 3 años de edad, 800 mg diarios para niños entre 4 y 8 años de edad. Adolescentes y jóvenes entre 9 y 18 años de edad necesitan 1300 mg diarios, y adultos mayores de 19 años necesitan por lo menos 1000-1200 mg diarios. El calcio está vinculado a la presencia de fósforo. La falta o exceso de cualquiera de estos dos macrominerales puede afectar la absorción del otro.

El Gráfico 13 presenta los contenidos de calcio promedio de las muestras de maca seca analizadas.



Chasquibol *et. al.*, 1999 reporta 0.499% para la muestra de Pasco y 0.257% para la muestra de Huancayo, los resultados obtenidos difieren de lo afirmado por Chasquibol ya que las muestras presentaron menores contenidos de calcio respecto a las muestras de Huancayo, sin embargo esta diferencia es mínima, ya que los contenidos de calcio se encuentran alrededor de 0.3%.

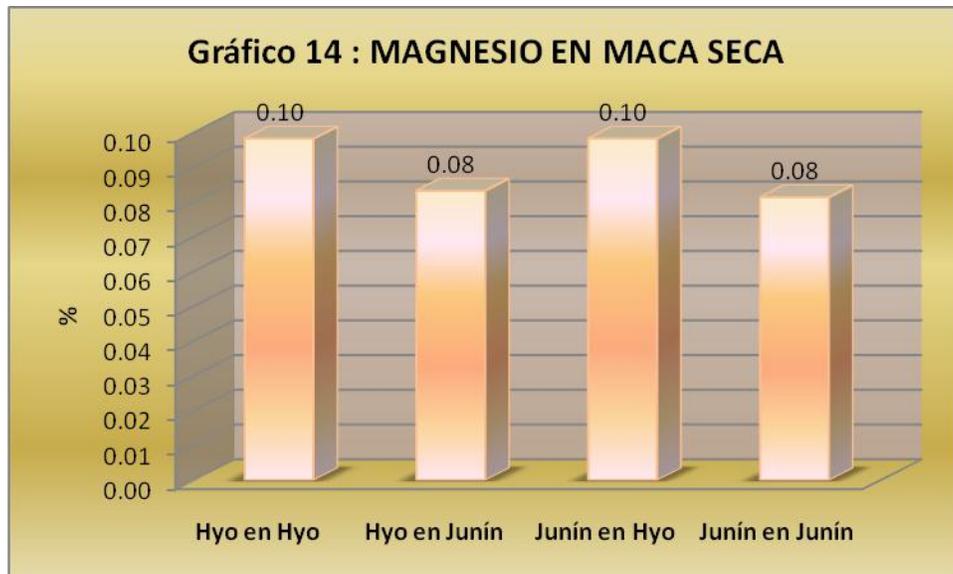
Magnesio (Mg)

Es el elemento más prolífico de la corteza terrestre y uno de los minerales más abundantes en el cuerpo humano (0.05% del peso total del organismo). Combinado con fosfatos se encuentra en los huesos. Participa como co factor en muchos procesos enzimáticos.

El magnesio participa en la activación de vitaminas, enzimas, la formación de estructuras óseas y dentales, proteínas y anticuerpos, el mantenimiento de la viscosidad del líquido sinovial y la ayuda en el metabolismo de síntesis de los lípidos. Además, tiene una misión anti-estrés, antitrombótica, antiinflamatoria y cardioprotectora.

La ingesta diaria de magnesio debe estar entre los 300 y 350 mg/día para los hombres, 280 mg/día para las mujeres y entre 320 a 350 mg/día para las embarazadas.

En el Gráfico 14 se presentan los contenidos promedios de magnesio en las muestras analizadas expresado en porcentaje.



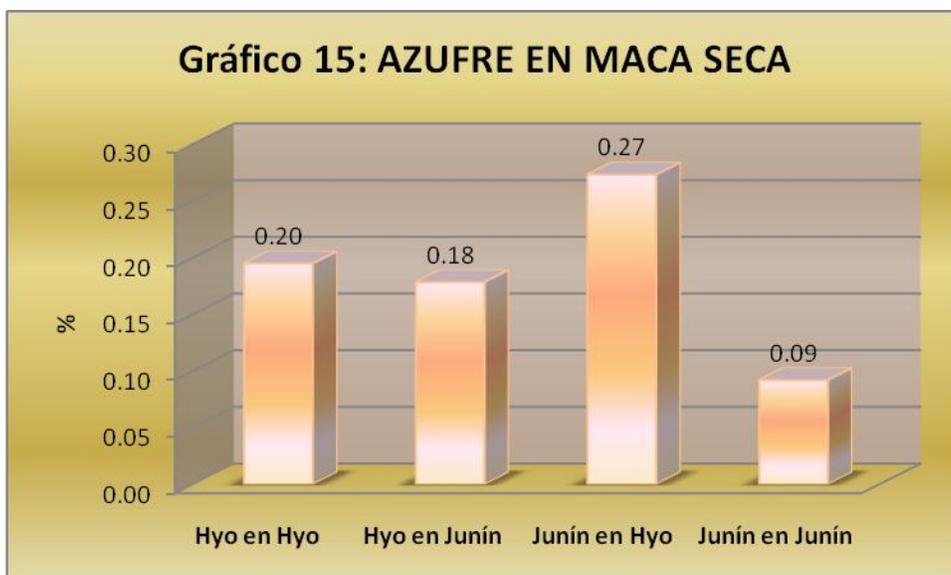
El contenido de magnesio no varió significativamente, las muestras obtuvieron entre 0.08% y 0.10%.

El contenido fue ligeramente superior en las macas secadas en Huancayo.

Azufre (S)

Es importante porque forma parte de algunos aminoácidos. El resto se encuentra en las células libres o unidas a otros elementos, favoreciendo al transporte y equilibrio de minerales.

En el Gráfico 15, muestra los valores de porcentaje de Azufre para las muestras analizadas desde 0.09% a 0.27%.



La muestra Junín en Hyo fue la que obtuvo el porcentaje más alto en azufre, 0.27%, mientras que la muestra Junín en Junín obtuvo un porcentaje menor.

La muestra Hyo en Hyo presentó contenidos mayores a la muestra Hyo en Junín, sin embargo esta diferencia es mínima, alrededor de 0.02%.

Al comparar las muestras secadas en Huancayo respecto a las muestras secadas en Junín se observa que las macas secadas en Huancayo presentan un contenido de azufre ligeramente mayor.

El azufre ayuda a mejorar la calidad del cabello, uñas y piel ya que favorece la síntesis de Queratina y Colágeno que son sustancias vitales en su formación y equilibrio. Es muy necesario para regular los niveles de azúcar o glucosa en sangre (interviene en la síntesis de la insulina). Son varios los nutrientes que fortalecen los nervios y calman, en parte, la sensación de nerviosismo que acompaña a la ansiedad, dentro de ellos podemos ubicar a la Maca.

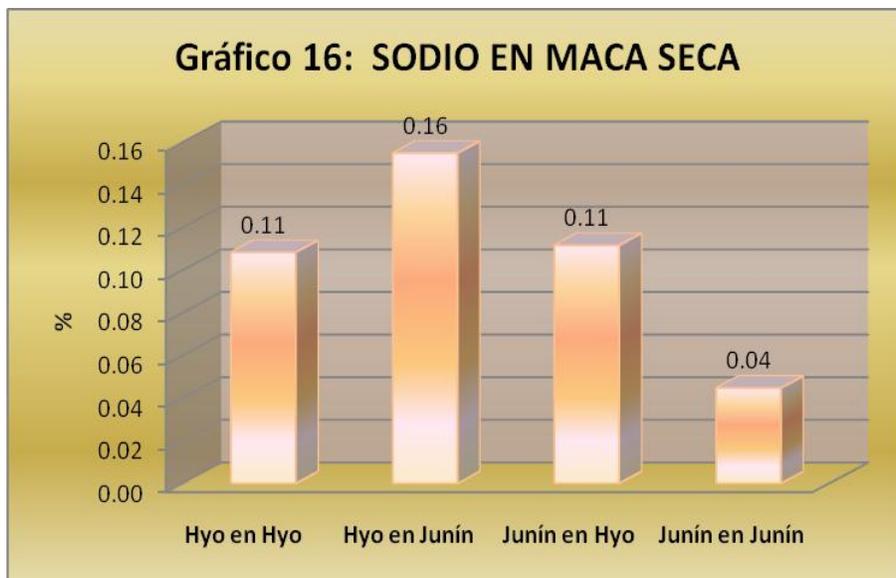
Sodio (Na)

Es un macromineral que el cuerpo necesita para su funcionamiento apropiado, está íntimamente relacionado con el aporte energético. El sodio, en colaboración con el potasio, regula el equilibrio de los líquidos, contribuye al proceso digestivo manteniendo la presión que ejercen 2 líquidos o gases que se extienden y mezclan a través de una membrana permeable o un tabique (presión osmótica). Al

actuar en el interior de las células, participa en la conducción de los impulsos nerviosos. Regula el reparto de agua en el organismo e interviene en la transmisión del impulso nervioso a los músculos.

La cantidad de sodio requerida por el organismo diariamente equivale a 400 mg/día, donde el exceso del mineral se excreta por los riñones en la orina o con el sudor.

En el Gráfico 16, muestra los valores de porcentaje de Sodio para las muestras analizadas desde 0.04 % para la muestra Junín en Junín a 0.16% para la muestra Hyo en Junín.



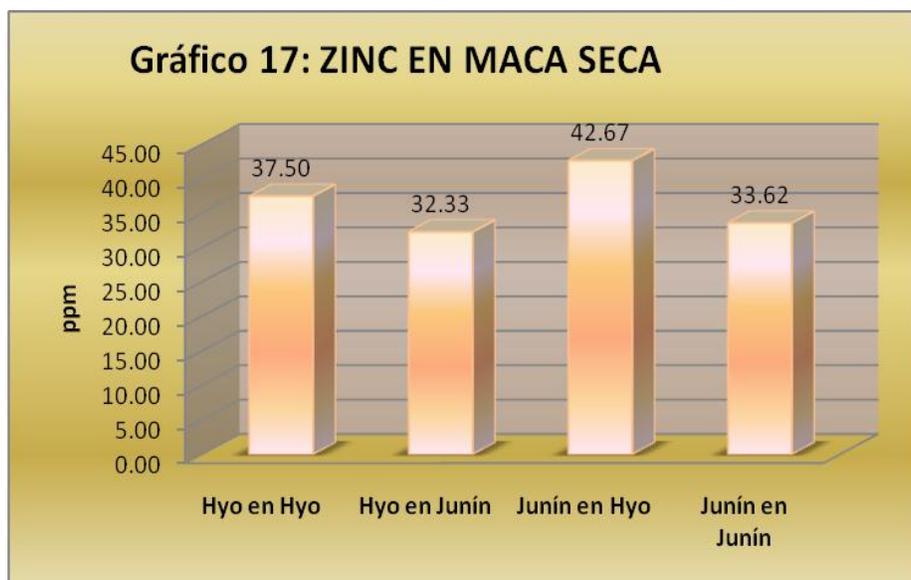
Las muestras provenientes de Huancayo presentan contenidos mayores de sodio que las muestras de Junín, sin embargo esta diferencia es mínima, alrededor de 0.06%.

La muestra Junín en Junín obtuvo el menor valor respecto a las otras muestras que presentan contenidos similares en sodio, ello puede deberse a que el número de muestras para Hyo en Hyo, Hyo en Junín y Junín en Hyo fue 6 mientras que para Junín en Junín se tomaron 21 muestras (estudio anterior).

Zinc (Zn)

Es un mineral esencial para las plantas, animales y seres humanos, relacionado con la multitud de procesos metabólicos siendo un nutriente indispensable en la salud, favorece a la oxigenación de los tejidos y contribuye al desarrollo normal del cabello.

En el Gráfico 17, muestra los valores de porcentaje de Zinc para las muestras analizadas desde 32.33 ppm hasta 42.67 ppm las que corresponden a las muestras Hyo en Junín y Junín en Hyo, respectivamente.



Las muestras procedentes de Junín presentaron mayor contenido en zinc respecto a las muestras procedentes de Huancayo.

Al comparar las muestras según la zona de secado se encontró que las muestras secadas en Huancayo presentaron contenidos de zinc mayores.

Cobre (Cu)

Es un oligoelemento esencial para numerosos procesos biológicos, siendo un cofactor de numerosas enzimas y un elemento que influye sobre la expresión de numerosos genes.

En el Gráfico 18 se presentan los valores de cobre expresados en ppm de las muestras analizadas, los valores varían entre 2.33 ppm y 4.48 ppm que corresponden a las muestras Hyo en Junín y Junín en Junín, respectivamente.

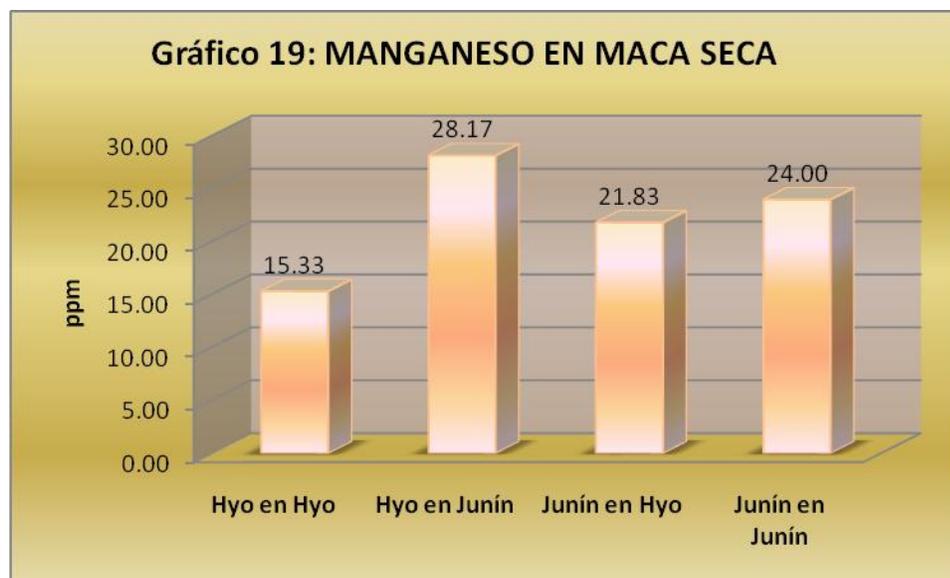


Blanco *et. al.*, 2003 reporta valores de 0.069 ppm para muestras de Huancayo y 0.043 ppm para Pasco, muy por debajo de los valores obtenidos.

Manganeso (Mn)

Es un oligoelemento; es considerado un elemento químico esencial para todas las formas de vida. Se ha comprobado que el manganeso tiene un papel tanto estructural como enzimático. Está presente en distintas enzimas, es un elemento esencial, siendo necesario un aporte de entre 1 a 5 mg por día, cantidad que se consigue a través de los alimentos.

Chasquibol *et. al.*, 1999 reporta valores de 19 ppm para ambas muestras, la de Huancayo y Pasco, valor cercano a las muestras Hyo en Hyo y Junín en Hyo que contienen 15.33 y 21.83 ppm, respectivamente.



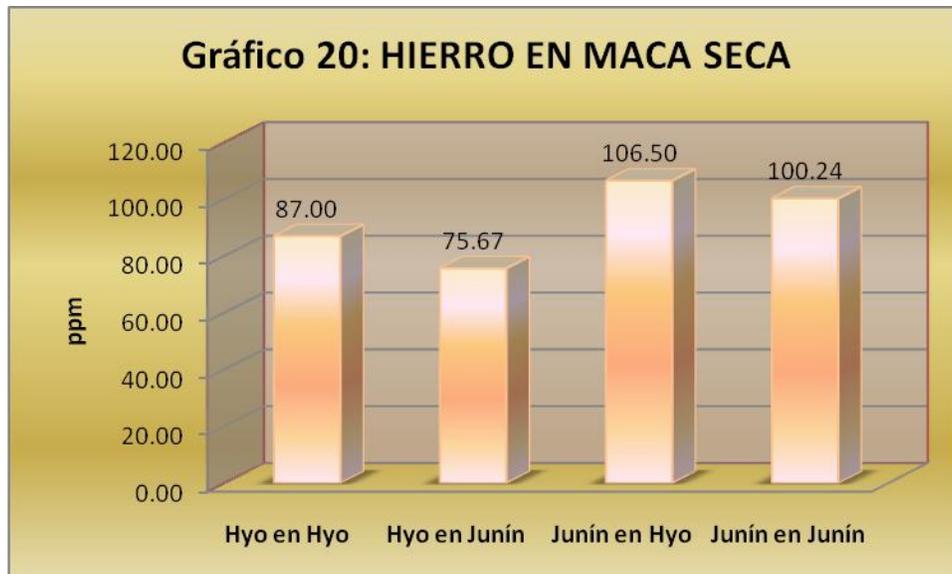
Las muestras secadas en Junín presentaron contenidos mayores respecto a las muestras secadas en Huancayo. La muestra Hyo en Junín presentó 28.17 ppm y la muestra Junín en Junín 24 ppm.

La muestra que obtuvo el menor contenido de manganeso fue Hyo en Hyo con 15.33 ppm.

Hierro (Fe)

Micro-mineral u oligoelemento que interviene en la formación de la hemoglobina y de los glóbulos rojos, como así también en la actividad enzimática del organismo.

En el estudio que realizó Bravo *et. al.*, 2003 Demostraron que a diferentes concentraciones de Hierro el hipocotilo absorbía casi la misma cantidad, mas no así las hojas que si estaban directamente relacionadas con el incremento de concentración, indicando la buena absorción del elemento y re-movilización hacia las hojas como se observa en las plantas hiperacumuladoras, tolerantes al alto contenido de iones en su medio (Lasat y Kochian, 1997 citado por Bravo *et. al.*, 2003).



En el Gráfico 20 se observa que las muestras provenientes de Junín presentan mayores contenidos en Hierro que las muestras de Huancayo; al comparar las muestras según la zona de secado, se tiene que las muestras secadas en Huancayo presentaron un contenido ligeramente superior a las muestras secadas en Junín.

Chasquibol *et. al.*, 1999 reporta valores de 125 ppm y 485 ppm de hierro para macas de Pasco y Huancayo, respectivamente, dichos valores difieren de los resultados obtenidos, las muestras de mayor contenido de hierro son las muestras procedentes de Junín sin embargo Chasquibol reporta lo contrario.

Por otro lado, pese a que el contenido de hierro de los suelos donde se desarrolla la maca puede tener valores que fluctúan de 34 a 124 ppm (Alaluna, comunicación personal, citado por Mery, 2002), la mayor parte del hierro en el suelo se encuentra predominantemente en una forma química no asimilable por la planta (Shulte, 1992 citado por Mery, 2002), de modo tal que brindándole el hierro en la forma apropiada se podría lograr incrementar el contenido de este elemento en la planta y elevar su calidad nutricional.

De acuerdo con diferentes estudios, la falta de este mineral es la deficiencia nutricional más común en el mundo: afecta a más de dos mil 100 millones de personas, y se estima que más de la mitad de las mujeres en edad reproductiva, y una cifra muy similar de adolescentes, padecen deficiencia de hierro. Asimismo, se calcula que entre 10 y 30% de las féminas latinoamericanas en edad reproductiva y más del 50% de las embarazadas pueden presentar este problema,

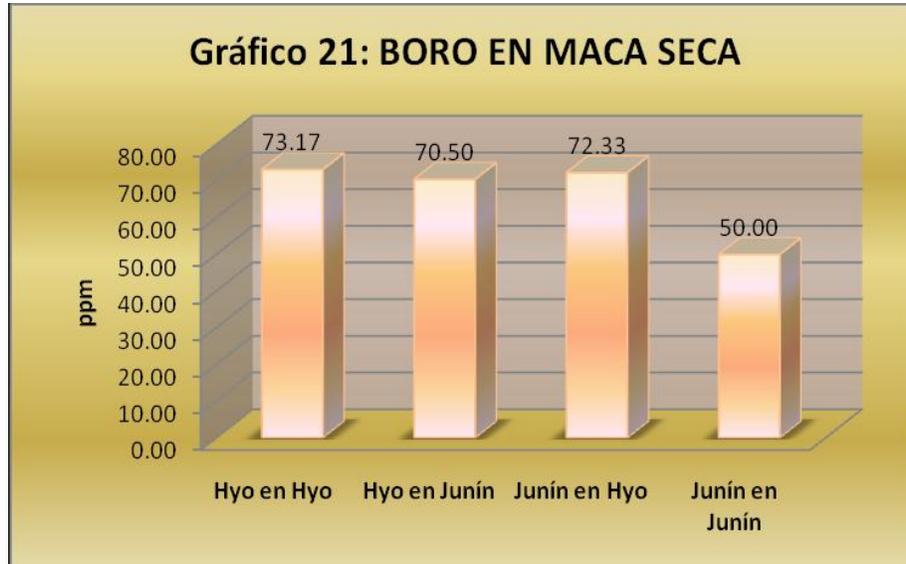
además de que 1 de cada 4 personas y 1 de cada 2 niños menores de cuatro años sufren esta condición.

Por ello, la maca es apreciada en consumidores que tienen problemas de baja cantidad de hemoglobina en el tratamiento de prevenir la anemia. El ecotipo de la Meseta del Bombón posee mayor cantidad de este mineral.

Boro (B)

El Boro está involucrado en la síntesis del uracilo, amino ácido esencial del ácido ribo-nucleico, RNA; el que participa en la formación de ribosomas y la síntesis de proteínas, ambos procesos fundamentales en el desarrollo de los tejidos meristemáticos (centros de activo crecimiento, como los brotes). En caso de deficiencia de boro, todo el proceso meristemático de la maca se verá afectado.

En el Gráfico 21 se muestra el contenido de Boro expresado en ppm de las muestras analizadas, los contenidos varían entre 50 ppm y 73.17 correspondientes a las muestras Junín en Junín y Hyo en Hyo respectivamente.



Al comparar las muestras según el lugar de procedencia se tiene que las muestras de Huancayo presentaron contenidos de boro mayores a las de Junín sin embargo esta diferencia es mínima respecto a la muestra Junín en Huancayo.

La muestra Junín en Hyo y Junín en Junín presentaron valores significativamente diferentes, la muestra Junín en Junín presentó 50 ppm mientras que la muestra Junín en Hyo 72.33 ppm.

Las muestras Hyo en Hyo, Hyo en Junín y Junín en Hyo presentaron contenidos similares de Boro.

5.4. METALES PESADOS

Los resultados de los análisis de metales pesados en maca seca se muestran en Cuadro 11.

Cuadro 11: Resultado del Análisis de Metales Pesados de Maca Seca

PRODUCTO	Código	Pb ppm	Cd ppm	Cr ppm
Maca Seca de Hyo en Hyo	Hyo en Hyo	0.00	2.12	3.62
Maca Seca de Hyo en Hyo	Hyo en Hyo	0.00	2.12	0.00
Maca Seca de Hyo en Hyo	Hyo en Hyo	0.00	1.75	0.00
Maca Seca de Hyo en Hyo	Hyo en Hyo	0.00	1.87	0.00
Maca Seca de Hyo en Hyo	Hyo en Hyo	0.00	2.00	1.75
Maca Seca de Hyo en Hyo	Hyo en Hyo	0.00	2.00	0.00
PROMEDIO	Hyo en Hyo	0.00	1.98	0.90
Maca Seca de Hyo en Junín	Hyo en Junín	0.37	0.75	0.00
Maca Seca de Hyo en Junín	Hyo en Junín	0.00	1.87	0.00
Maca Seca de Hyo en Junín	Hyo en Junín	0.37	1.12	0.62
Maca Seca de Hyo en Junín	Hyo en Junín	0.00	0.50	0.00
Maca Seca de Hyo en Junín	Hyo en Junín	0.00	1.37	0.37
Maca Seca de Hyo en Junín	Hyo en Junín	0.00	1.00	1.50
PROMEDIO	Hyo en Junín	0.12	1.10	0.42
Maca Seca de Junín en Hyo	Junín en Hyo	0.62	2.62	2.5
Maca Seca de Junín en Hyo	Junín en Hyo	0.00	2.25	0.00
Maca Seca de Junín en Hyo	Junín en Hyo	0.00	1.75	0.00
Maca Seca de Junín en Hyo	Junín en Hyo	0.00	2.75	0.00
Maca Seca de Junín en Hyo	Junín en Hyo	0.00	1.25	0.00
Maca Seca de Junín en Hyo	Junín en Hyo	0.00	3.00	1.12
PROMEDIO	Junín en Hyo	0.10	2.27	0.60

Cuadro 12: Valores promedio del contenido de minerales de las muestras de Maca Seca analizadas.

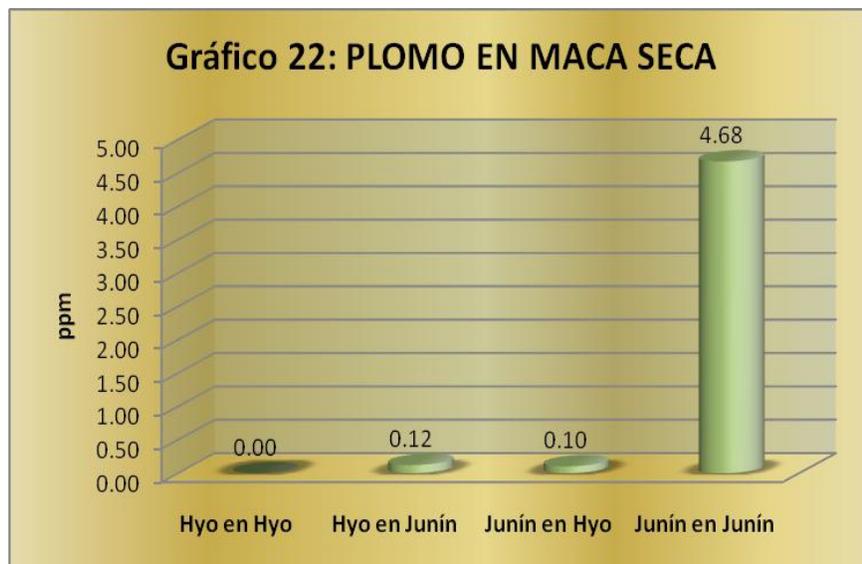
Código	Pb ppm	Cd ppm	Cr ppm
Hyo en Hyo	0.00	1.98	0.90
Hyo en Junín	0.12	1.10	0.42
Junín en Hyo	0.10	2.27	0.60
Junín en Junín*	4.68	0.00	0.04

* Los resultados del análisis fisicoquímico de maca seca proveniente de Junín y secada en Junín, corresponden al estudio anterior, se muestran en el Cuadro 12 por cuestiones comparativas.

Plomo (Pb)

Es un metal pesado, por lo que su presencia en los alimentos no es favorable.

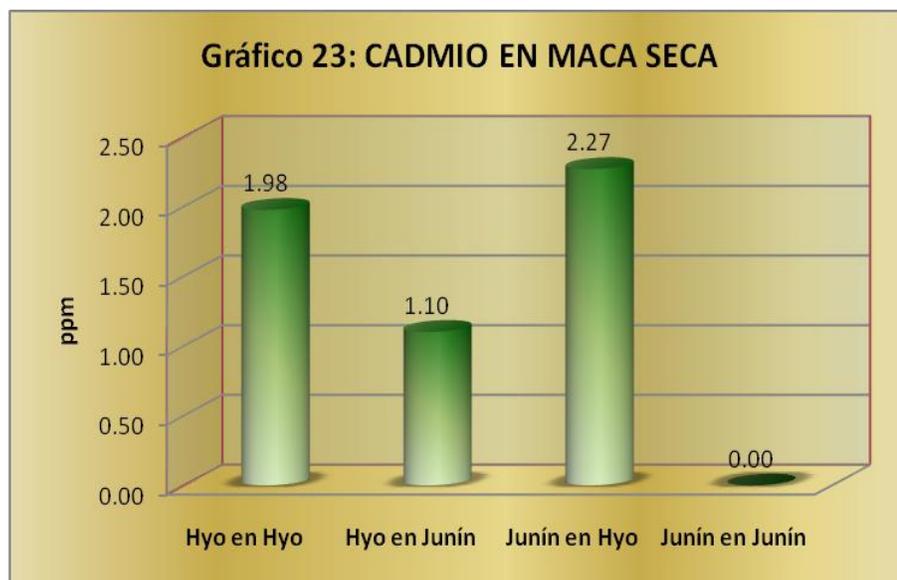
En el Gráfico 22 se muestra el contenido promedio de plomo de las muestras analizadas.



Las muestras procedentes de Huancayo presentaron una cantidad no significativa de Plomo, la muestra Junín en Junín fue la que obtuvo el mayor contenido en plomo 4.68 ppm, esto puede deberse a que en Huancayo se desoja la maca durante la cosecha y se lava el hipocotilo inmediatamente después de cosecharla, mientras que en Junín no.

Cadmio (Cd)

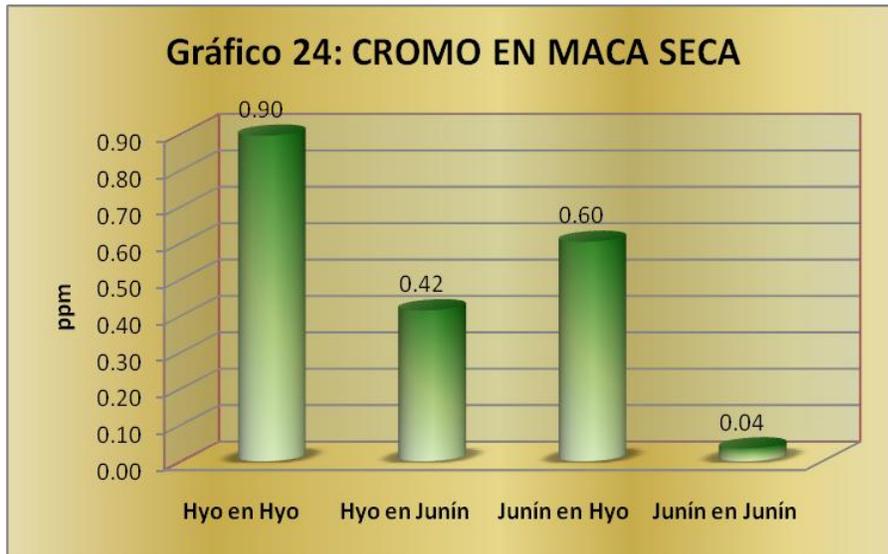
En el Gráfico 23 se muestran el contenido promedio de cadmio de las muestras de maca seca.



La muestra Junín en Hoyo fue la que obtuvo el mayor contenido de cadmio, seguida por las muestras procedentes de Hoyo, sin embargo la muestra Junín en Junín no tuvo presencia de cadmio. Una hipótesis prematura que hacemos para justificar la presencia de este metal es que en las raíces y la parte superior del hipocotilo (parte de hojas) es donde este metal se acumula, la raíz y parte de las hojas se eliminan durante el secado.

Cromo (Cr)

En el Gráfico 24 se presentan los valores promedios de cromo de las muestras de maca seca, los contenidos de cromo varían desde 0.04 ppm a 0.9 ppm.



Las muestras procedentes de Huancayo presentan contenidos altos en cromo (0.90 ppm) respecto a las muestras de Junín.

Las muestras secadas en Junín presentaron contenidos menores en cromo que las muestras secadas en Huancayo.

Gráfico 26: Análisis Físico-químico en Maca Seca

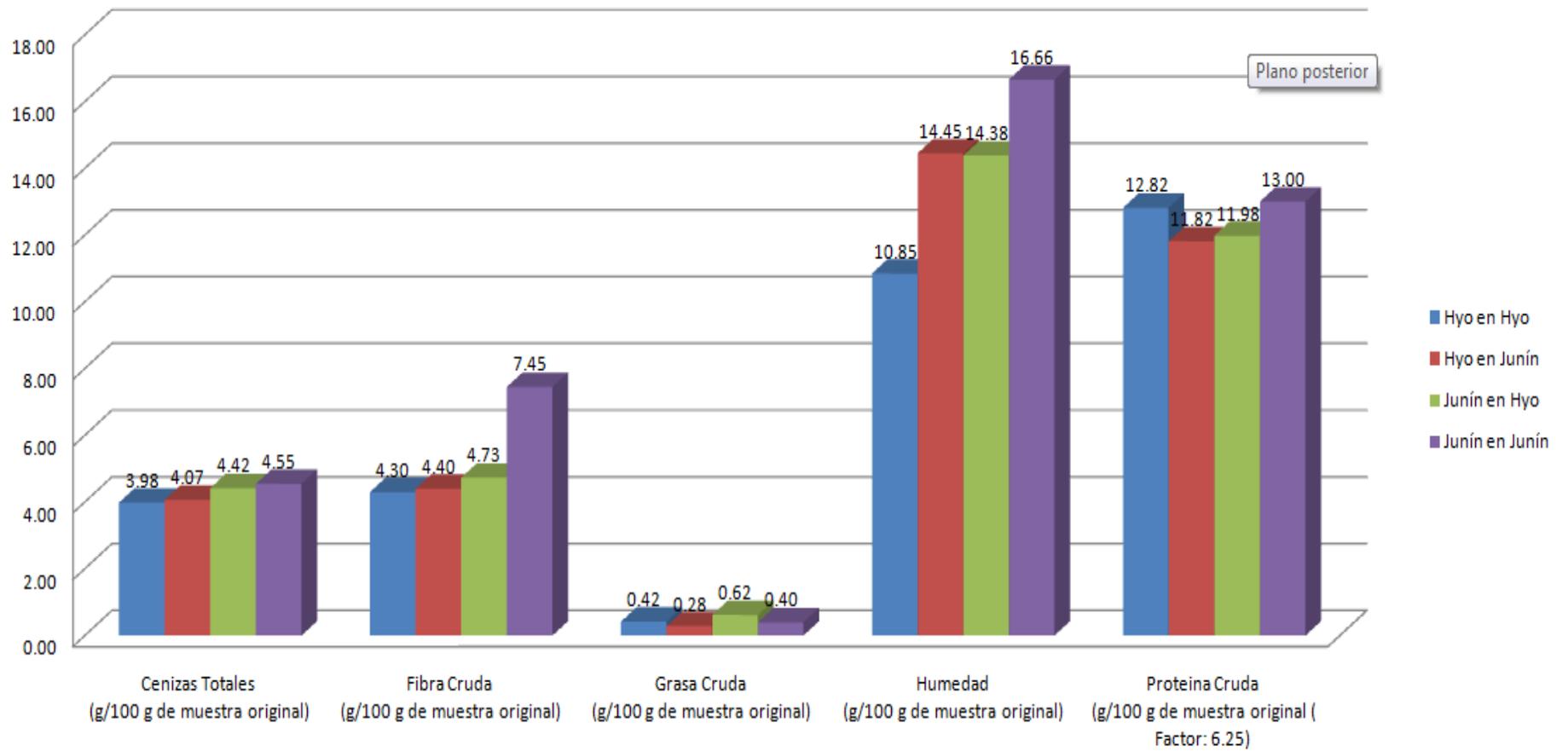


Gráfico 27: Análisis Físicoquímicos en Maca Seca

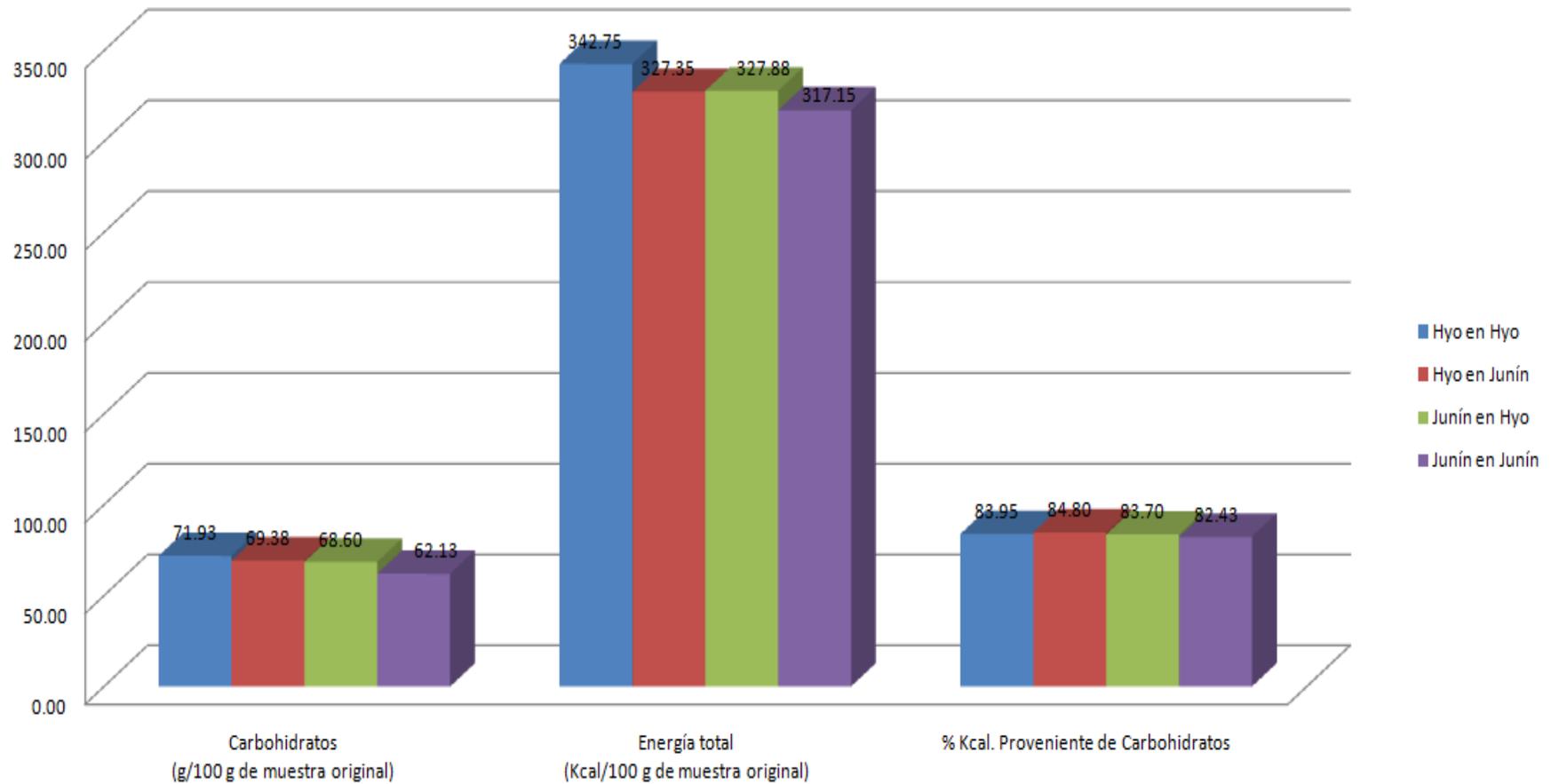


Gráfico 28: Análisis de minerales en Maca Seca

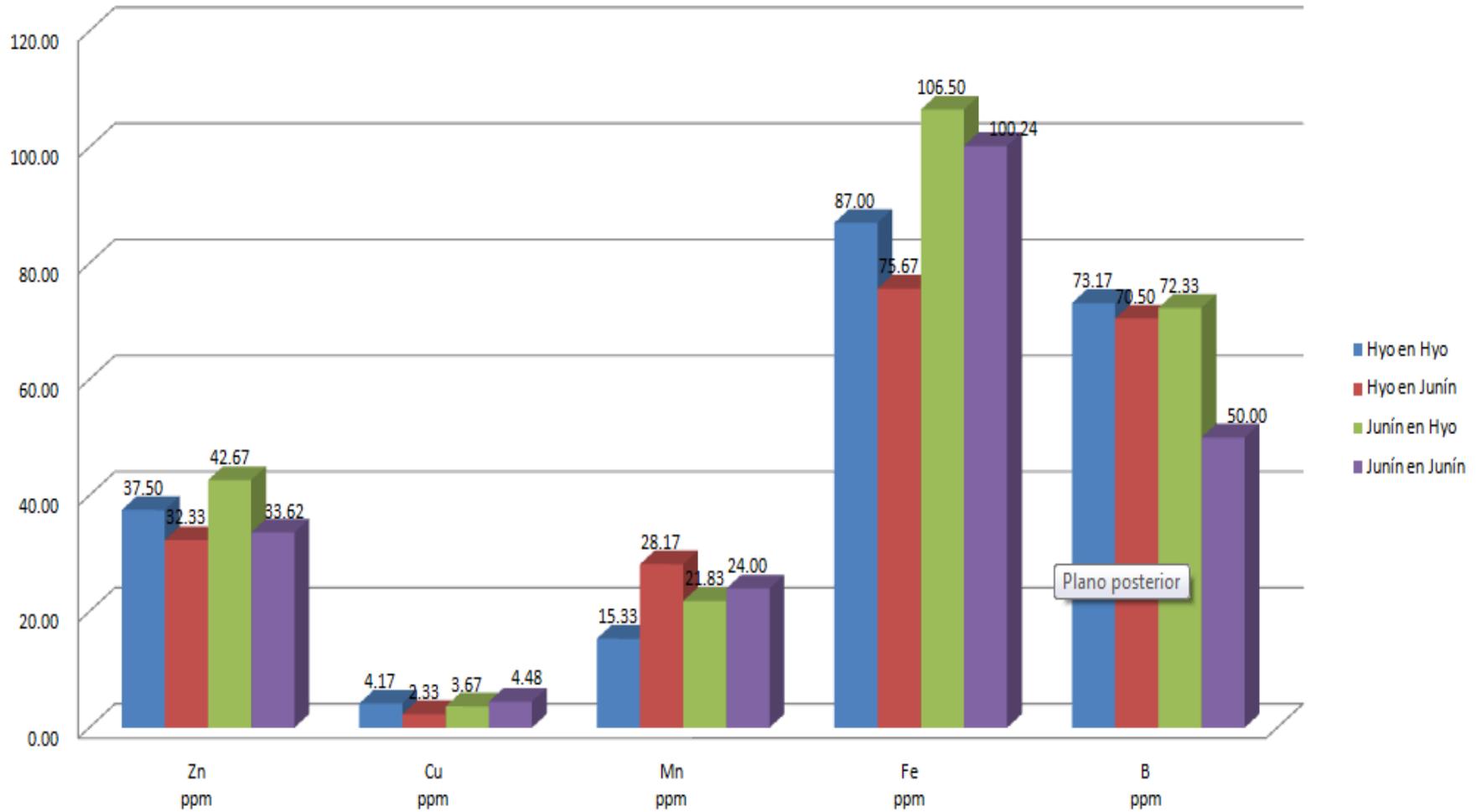
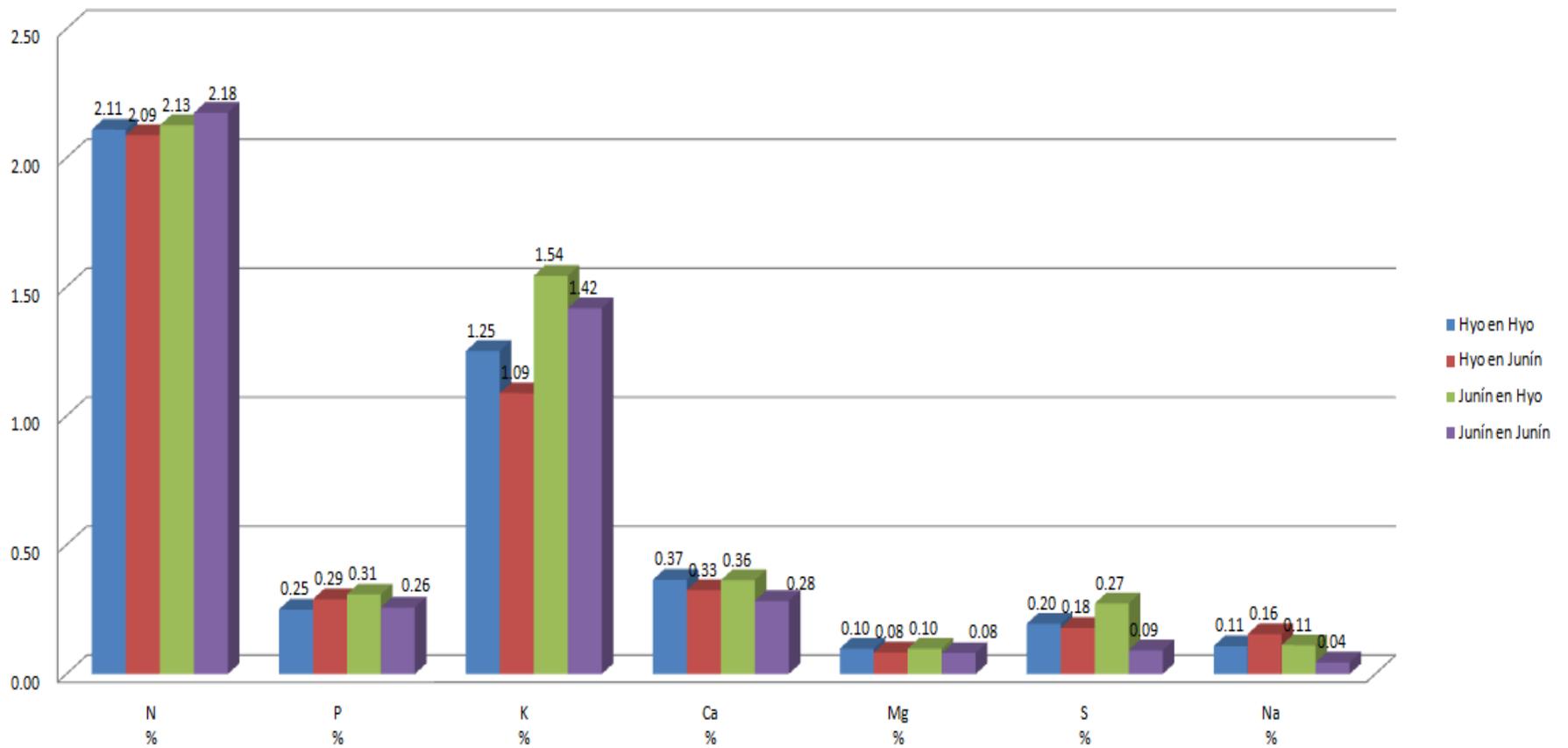


Gráfico 29: Análisis de minerales en Maca Seca



VI. CONCLUSIONES

- Las muestras de maca de Junín y secadas en Junín presentaron un contenido significativamente superior en azúcares reductores a las muestras de Huancayo, el valor más alto fue Junín en Junín con 31.6 g/100g de muestra original, comparado con la de Junín en Hyo con 15.22 g/100g de muestra original el valor es el doble. Esto concuerda con la preferencia del consumidor que caracteriza este producto por el sabor dulce y propio bouquet que otorga los azúcares reductores y otros compuestos como grasas proteínas acentuándose en el manejo post cosecha y deshidratado solar. Además el glucosinolato es un marcador comercial está compuesto de glúcidos (carbohidratos).
- Las muestras de maca seca de Huancayo obtuvieron contenidos más altos en carbohidratos (71.93 y 69.38 g/100g de muestra original para las muestras Hyo en Hyo y Hyo en Junín, respectivamente) respecto a las muestras de Junín (68.6 y 62.13 g/100g de muestra original para las muestras Junín en Hyo y Junín en Junín), además las muestras secadas en Huancayo presentaron contenidos ligeramente superiores a las muestras secadas en Junín.
- Las muestras procedentes de Junín presentaron mayores contenidos de cenizas que las muestras de Huancayo, además las muestras secadas en Junín obtuvieron valores más altos en cenizas que las muestras secadas en Huancayo. La muestra Junín en Junín presentó el valor más alto en cenizas, 4.55 g/100g de muestra original mientras que la muestra Hyo en Hyo, el menor valor 3.98 g/100g de muestra original.
- Las muestra Junín en Junín obtuvo el mayor contenido en fibra cruda 7.45 g/100g de muestra original, mientras que las otras se encontraban alrededor de 4.5 g/100g de muestra original.
- El contenido de materia grasa en las muestras secadas en Junín fue menor que las muestras secadas en Huancayo.
- La muestras procedentes de Junín y secadas en Junín obtuvieron contenidos mayores de humedad, debido al microclima presente en la meseta del Bombón, a la humedad relativa y a las precipitaciones. La muestra de mayor humedad fue Junín en Junín con 16.66 g/100g de muestra original. Este microclima proporciona características especiales a la maca durante su secado.

- En relación al contenido de proteína cruda las muestras de Junín secadas en Junín obtuvieron los contenidos más altos, Junín en Junín con 13 g/100g de muestra original y Junín en Hyo con 11.98 g/100g de muestra original.
- El contenido de fósforo no presentó variaciones significativas en las muestras.
- El contenido porcentual del nitrógeno en las muestras de maca seca se encuentra entre 2.09 y 2.18%, la diferencia según la zona de procedencia y zona de secado no es significativa.
- Las muestras de maca seca procedentes de Junín presentaron contenidos de potasio ligeramente superiores a las muestras procedentes de Huancayo, y según la zona de secado las muestras con un contenido mayor de potasio son las muestras secadas en Huancayo.
- El contenido de magnesio y sodio no varió significativamente en las muestras.
- La muestra Junín en Hyo fue la que obtuvo el porcentaje más alto en azufre, 0.27%, mientras que la muestra Junín en Junín obtuvo un porcentaje menor.
- El contenido de Zinc en las muestras varía desde 32.33 ppm hasta 42.67 ppm las que corresponden a las muestras Hyo en Junín y Junín en Hyo, respectivamente.
- El contenido de cobre de las muestras varía entre 2.33 ppm y 4.48 ppm que corresponden a las muestras Hyo en Junín y Junín en Junín, respectivamente.
- Las muestras secadas en Junín presentaron contenidos mayores de manganeso respecto a las muestras secadas en Huancayo. La muestra que obtuvo el menor contenido de manganeso fue Hyo en Hyo con 15.33ppm.
- Las muestras provenientes de Junín presentan mayores contenidos en Hierro que las muestras de Huancayo; las muestras secadas en Huancayo presentaron un contenido ligeramente superior a las muestras secadas en Junín.
- Las muestras de Huancayo presentaron contenidos de boro mayores a las de Junín sin embargo esta diferencia es mínima respecto a la muestra Junín en Huancayo.
- Las muestras de maca secadas en Junín y Huancayo presentaron cantidades permitidas de metales pesados.

- Las muestras de maca de Junín secada en Junín no mostraron evidencia de presencia de cadmio, mientras que las muestras procedentes de Huancayo sí, pero en un rango aceptable.

VII. RECOMENDACIONES

- Comparar los resultados de los análisis de maca seca con los de maca fresca (estudio anterior).
- Realizar investigaciones sobre la absorción de metales pesados durante toda la fase fenológica de la maca por color y en sus distintas partes (Hojas, Disco, Hipocotilo y Raíz).
- Desarrollar tecnologías para mejorar el proceso de secado de maca.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

- Aliaga, R; Espinoza, E.; Janapa, M; Blas, R; Bazan, R; Rodriguez, G; Villagómez, V. 2007. Fundamentos Técnicos de Zonificación para el cultivo de maca en la Meseta del Bombón, Junín y Pasco. Perú Biodiverso.
- Aliaga, R; Espinoza, A. 2008. INFORME TECNICO - Análisis de elementos pesados y caracterización morfológica de la maca fresca provenientes de La Meseta de Bombón y Huancayo – Huancavelica.
- Aliaga, R; Espinoza, A. 2009. INFORME TÉCNICO – Análisis Físico Químico y de Minerales de la maca fresca proveniente de la Meseta del Bombón y Huancayo – Huancavelica.
- Dini, A.; G. Migliuolo; L. Rastrelli; P. Saturnino; O. Schettino, 1994. Chemical composition of *Lepidium meyenii*. Food Chemistry.
- Campas, O; Bueno, C; Martínez, D; Camacho, F; Villa, A; Rodríguez, J; López, J; Sánchez D. 2009. Contenido de Sulforafano (1-isotiocianato-4-(metilsulfinil)-butano) en vegetales crucíferos. Instituto Tecnológico de Sonora. México.
- Mery L. Suni, Jorge Bravo y Julio Fabian. 2002. Absorción de Hierro en Maca "*Lepidium meyenii* Walp". Facultad de Ciencias de la UNMSM. Disponible en: http://sisbib.unmsm.edu.pe/bvrevistas/biologia/v09_n1/PDF/Absorcion.pdf
- Blanco Basco. 1999. Evaluación de la composición nutricional de la maca y cañihua, procedente de diversos departamentos del Perú. Disponible en: http://www.medicina.usmp.edu.pe/horizonte/2003/Art1_Vol3_N1-2.pdf
- N. Chasquibol Silva, D. Delmás Robles, D. Ribera Castilla, R. Lengua –calle. 1999. Facultad de Química e Ingeniería Química de la UNMSM. Disponible en: http://sisbib.unmsm.edu.pe/BibVirtualData/publicaciones/ing_quimica/vol2_n1/a02.pdf
- VIVADIS. 2009. Maca-Propiedades. Disponible en: <http://www.macaplanet.net/es/proprietes.php>