

PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA

MINISTERIO DE AGRICULTURA



**INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACION AGRARIA
ESTACION EXPERIMENTAL SANTA ANA**

MANEJO DEL CULTIVO DE LA MACA

PRODUCCION DE SEMILLA BOTANICA



LIMA - PERU

**INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACION AGRARIA
DIRECCION GENERAL DE INVESTIGACION AGRARIA
PROGRAMA NACIONAL DE INVESTIGACION EN CULTIVOS ANDINOS
ESTACION EXPERIMENTAL SANTA ANA - HUANCAYO**

MANEJO DEL CULTIVO DE LA MACA

PRODUCCION DE SEMILLA BOTANICA

Ing. Angel Pérez A.

**Serie
Folleto N° 01-00**

**Lima - Perú
Julio, 2000**

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACION AGRARIA - INIA
DIRECCION GENERAL DE INVESTIGACION AGRARIA
DIRECCION GENERAL DE TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA AGRARIA

Revisión:

Comité Central de Edición y Publicaciones

Diagramación e Impresión:

Proyecto de Producción de Medios de Comunicación y Transferencia

Primera Edición:

Julio, 2000

Tiraje: 500 ejemplares

Prohibida la reproducción total o parcial

CONTENIDO

	PAG.
PRESENTACIÓN	6
INTRODUCCIÓN	7
PRODUCCIÓN DE SEMILLAS	8
CONDICIONES ADECUADAS DE CLIMA	8
- Suelo.....	8
PREPARACION DEL TERRENO	8
- Barbecho	8
- Rastra	9
SELECCION DE HIPOCOTILOS (Raíces)	9
SIEMBRA	10
- Entierro de la Raíz	10
- Trasplante de Hipocotilos	11
MANEJO DE CULTIVO	12
- Deshierbo	12
- Riego	12
FERTILIZACION	13
MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS Y ENFERMEDADES	13
- Plagas	13
- Enfermedades	14
<i>Fusarium</i> sp. y <i>Phytium</i>	14
Pudrición	14
MADURACION	15

COSECHA	16
- Sobado	16
- Selección	16
- Rendimiento.....	17
- Comercialización	17
- Cálculo de la Rentabilidad	17
- Descripción de la Inflorescencia.....	18
BIBLIOGRAFÍA	18

PRESENTACION

Evidentemente, el producto más importante de la investigación agraria desarrollada por el INIA es la generación de tecnologías que contribuyen al incremento de la productividad agraria con el consiguiente beneficio económico para los agricultores.

Es por ello que constituye motivo de especial interés para nuestra institución, el planteamiento de alternativas eficientes de producción en cultivos de significación como en el caso de la MACA, que presenta interesantes posibilidades en el mercado nacional y en la agro exportación.

Mediante el presente folleto se pone en conocimiento de los interesados, las prácticas recomendables para la producción de las raíces de maca resultado de las experiencias realizadas por el Programa Nacional de Investigación en Cultivos Andinos en la Sierra Central, en el ámbito de influencia de la Estación Experimental Santa Ana, con la finalidad de mejorar el nivel tecnológico de la producción de dicho cultivo.

Dr. Manuel Arca Bielick
Director General de Investigación Agraria

INTRODUCCION

El Cultivo de la Maca (*Lepidium Meyenii*) es importante por su flexibilidad de adaptación, prosperando entre los 3 000 y 4 200 msnm en su forma generativa de producción con excelente porcentaje de germinación que alcanza a 90-95%.

La producción de semilla botánica estaba localizada solamente a nivel de la Meseta de Bombón, y en estos últimos años se viene produciendo en varias localidades de la región y en otros departamentos del sur.

Por otro lado su manejo es muy simple pudiendo cualquier grupo campesino, club de madres o agricultores individuales adoptarlo muy fácilmente. Es por ello que este folleto contiene todo el proceso de producción de semilla botánica y de fácil entendimiento por parte de los agricultores de los andes.

Los costos de producción son bajos frente a otros cultivos, obteniendo rentabilidades sumamente significativas y con poca dedicación cuando se tiene las precauciones pertinentes, de cuidado en el manejo y post-cosecha.

PRODUCCION DE SEMILLA

Esta fase de producción es básica y de vital importancia, por cuanto la propagación y producción vegetativa depende de la calidad de la semilla.

CONDICIONES ADECUADAS DE CLIMA

El clima juega un papel muy importante en la producción de semilla, por lo que se ha determinado en base a los trabajos que prospera en climas templados a fríos (3 000 a 4 200 msnm), de los cuales se tiene que en altitudes menores se disminuye el período vegetativo en 45 y 60 días y con semillas de tamaño pequeño 0.8 mm de diámetro mientras que en altitudes de (4 000 msnm) las semillas son de tamaños mayores a 1.2 mm de diámetro.

Suelo

Para esta fase, la maca no es muy exigente en suelo, teniendo resultados positivos en suelos francos arenosos y en arcillosos siendo recomendable, dotar de materia orgánica en el momento del trasplante, para lograr un buen prendimiento.

Al momento de elegir el terreno debemos tener presente que sea lo más cerca posible a la vivienda del agricultor para el cuidado respectivo, en terrenos alejados es preferible hacer el cercado con alambre de p as para evitar el daño por animales; en suelos cercados con árboles evitar la siembra, por la presencia de aves que ocasionarían pérdida en el número de semillas.

PREPARACION DEL TERRENO

Barbecho

Como todo cultivo requiere de una buena aradura (volteado), a una profundidad de 10 a 15 cm, se puede emplear maquinaria, yunta o también podemos preparar el terreno en forma manual utilizando las chaquitallas o picos.

Rastra

Esta labor se realiza con la finalidad de mullir bien el terreno y facilitar el buen prendimiento de los hipocotilos (raíces) evitando de esta manera mortandad de raíces al trasplantar.

SELECCION DE HIPOCOTILOS (RAÍCES)

Para esta segunda fase seleccionamos (hipocotilos o raíces), llamada semilla vegetativa con las siguientes características:

- Sana, sin daños mecánicos o de insectos.
- Bien conformada (forma).
- Selección de raíces por color.
- Selección de raíces de buen tamaño (4 a 6 cm de diámetro).



Selección de hipocotilos por color para su multiplicación

SIEMBRA

Una vez realizada la selección de las raíces se opta por:

Entierro de la Raíz

- Para ello se prepara pozas de 50 cm, de profundidad y de largo dependiendo de la cantidad de material, luego se deposita las raíces sobre sustrato o tierra mezclada con estiércol de ovino descompuesto, luego otra capa de sustrato para cubrir las raíces, dicho material permanecer por el lapso de 25 a 30 días para rebrotar.
- Almacenar en un cuarto oscuro, luego de realizado un pre-secado en luz difusa por 8 a 10 días para motivar que las hojas se sequen, luego almacenarlo a una altura de 10 a 20 cm y tapanlo con sacos de yute o plástico negro. La remoción del material (volteado) se hace en forma diaria durante la primera semana para evitar la pudrición, con este método se obtiene un 5 a 7% de pudrición en comparación con el enterrado en pozos que es de un 15%.
- Excelentes resultados se han obtenido en camas almacigeras, colocando 5 cm de sustrato (tierra + estiércol descompuesto) en la base, luego colocar los hipocotilos, seguido una capa de 10 cm de sustrato y se obtendrá un brotamiento a los 20 a 25 días, con un 5% de pudrición. Método más ideal para un buen manejo de la humedad.



Método de enterrado de hipocotilo en camas almacigeras

Trasplante de Hipocotilos

Transcurrido 30 días notaremos que las raíces ya presentan sus primeras hojas que son de un color blanco amarillento, de una longitud promedio de 2 cm estando aptos para realizar el trasplante a campo definitivo.

Hemos obtenido excelentes resultados utilizando corralones en descanso (dormideros); el trasplante se realiza en horas de la mañana o en la tarde, para evitar el stress de las plantas, la distancia entre planta y planta es muy variada, dependiendo del tamaño de la raíz para de esta manera facilitar el buen desarrollo de la inflorescencia, la más recomendable es de 60 a 70 cm entre plantas, las cuales nos permiten obtener plantas con buen tamaño de inflorescencia.



Hipocotilos aptos para el trasplante

La densidad varia de 25 000 a 30 000 plantas/ha, para lograr un buen prendimiento emplear terrenos con acceso de riego o en fechas que coinciden con la Época de Lluvias (octubre-diciembre), dependiendo de la altitud en donde se va a trasplantar.

MANEJO DE CULTIVO

Deshierbo

Se realiza de acuerdo a la presencia de malezas con el objeto de evitar la competencia por nutrientes y que al cosechar las inflorescencias se pueda producir caída de semilla por el roce con las malezas.



Deshierbo manual del semillero de maca

Riego

Se realiza de acuerdo a la necesidad de la planta, teniendo en consideración los periodos críticos de desarrollo de la planta, en especial en el prendimiento y en la floración. El riego puede realizarse por gravedad, goteo o por aspersión, teniendo mucho cuidado con ocasionar encharcamiento, los cuales motivarán pudrición de las raíces; en terrenos planos orientar bien los surcos con favor a la pendiente, caso contrario realizar el drenaje respectivo.



Riego INIA

Se tiene resultados positivos con la instalación de Riego INIA, lo cual nos permite aprovechar al máximo el recurso agua, por cuanto ya estaríamos regando directamente al centro de la planta y de acuerdo a la necesidad del cultivo.

FERTILIZACIÓN

- Se recomienda en suelos de altura (3 800 a 4 000 msnm) fórmulas de 20-40-20 de NPK, y si es necesario la aplicación de abono foliar con buena dotación de fósforo al inicio de la floración. Es conveniente tener presente la rotación del cultivo.
- Se recomienda utilizar el total de NPK a la siembra, incorporando estiércol o humus en los hoyos en donde se deposita la planta rebrotada para conservar la humedad y de esta manera asegurar un buen prendimiento.
- Se ha notado rendimientos satisfactorios cuando realizamos los trasplantes en dormideros de ganado ovino (corralones) por la buena cantidad de materia orgánica existente.

MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS Y ENFERMEDADES

Plagas

En esta fase de producción no se presentan plagas de importancia que perjudique económicamente al agricultor. El ataque de aphidos (pulgones) en los estados iniciales disminuye la floración y deformación de las ramas de inflorescencia o “pitas” ocasionando 20% de merma en el rendimiento por inflorescencia. El control se puede realizar con extracto de rotenona (EXTRACTO) y Biocontroladores (VEKTOR), que dan buenos resultados.

Enfermedades

Fusarium sp., Phythium

Se presenta con estrangulamiento del cuello de la planta, los síntomas es amarillamiento del área foliar y el cuello de la planta de color marrón claro que luego se oscurece a medida que avanza el ciclo del hongo y posteriormente muere la planta. Como medida de control preventivo desinfectar los hipocotilos con fungicida Benlate a razón de 90 gr/100 litros de agua y sumergirlos por el lapso de 2 minutos, Homai a razón de 200 gr/100 litros sumergidos en un tiempo de 1.5 minutos, luego hacer secar en sombra, caso contrario realizar aplicaciones foliares con Fusan a razón de 10 ml/mochila de 15 litros, a partir de 25-30 días de trasplantado.



Síntomas de Fusarium sp.

Pudrición

Ocasionado por el encharcamiento asociado con bacterias, pudriendo en su totalidad la raíz, teniendo como síntoma un amarillamiento y desprendimiento de las ramas de inflorescencia, ocasionando la muerte de la planta, se ha presentado *Oidium sp.*; pero en bajo porcentaje. Se recomienda realizar el trasplante con bastante cuidado y una asepsia necesaria.

De igual manera se ha notado la presencia de *Micoplasma* (multiplicación acelerado y deformaciones en las ramas y hojas de la inflorescencia).

Lo que sí debemos tener mucho cuidado es con el daño ocasionado por aves (pájaros) que si es significativo, toda vez que ocasionan caída de las semillas los cuales disminuyen el rendimiento.

La cosecha debe realizarse en horas de la mañana y sin tener que mover demasiado la inflorescencia porque con el calor del sol las silículas se abren y dejan caer la semilla (se vuelve dehiscente).

Es recomendable que las inflorescencias se depositen sobre mantas o plásticos para luego llevarlos a los tendales en donde van a completar su maduración y secado total no es recomendable acumular montones altos y en sitios con poca ventilación por que estaríamos permitiendo mayor humedad y el hongueado de las inflorescencias, consecuentemente tendríamos semillas poco viables.

MADURACIÓN

Tomar en consideración 2 aspectos: maduración fisiológica y maduración comercial. Para evitar la caída de los granos de semilla es necesario cosechar en madurez fisiológica y en horas de la mañana por cuanto las silículas a mayor intensidad de horas sol se vuelven dehiscentes y dejan caer la semilla, el cual repercute en el rendimiento

Evaluación de maduración de inflorescencia



COSECHA

La cosecha se realiza cuando la planta se torna de un color amarillento y que la semilla al presionar con las unas ofrece resistencia (no se parte) entonces se dice que está en una etapa de madurez fisiológica.

Sobado

Consiste en sobar las inflorescencias hasta hacer caer las semillas, que se encuentran protegidas dentro de las silículas, luego realizar el tamizado respectivo con el fin de separar los restos de inflorescencia, tierra y otras impurezas, así como separar por tamaño la semilla.



Sobado y tamizado de la semilla de maca

Selección

Labor que se realiza después del sobado y venteado respectivo, para separar por tamaño la semilla, obteniendo:

Semilla de Primera : 1.0 - 1.5 mm de diámetro

Semilla de Segunda : 0.8 - 1.0 mm de diámetro

Rendimiento

Luego de realizado el sobado se ha determinado que los rendimientos dependen del tamaño y conformación de la inflorescencia o “pita”; para tal caso se tiene que:

- En inflorescencia con diámetro promedio de 60 cm, se obtiene un peso bruto de 4 a 5 gr de semilla pura.
- En Inflorescencia menores de 60 cm sus rendimientos oscilan entre 2 a 3 gr de semilla pura.

Para determinar el n mero de semillas por gramo, esta varía de acuerdo a la fertilización del suelo y la altitud donde se produce, teniendo semillas de buen tamaño y bien conformadas en altitudes que van desde los 3 800 a 4 000 msnm, con un promedio de 1 400 a 1 500 semillas/gramo y de menor tamaño en altitudes menores, aumentando el n mero de semillas hasta un promedio de 2 500 por gramo.

Comercialización

Por ser un cultivo rentable y alternativo existe una buena demanda de semilla de los diferentes ecotipos de Maca en especial del amarillo o crema; teniendo requerimientos a nivel del mercado local, nacional e internacional. La venta se realiza por kilogramos y por charpos (plato).

Cálculo de la Rentabilidad

Costo de Producción	S/. 3 800.00
Rendimiento	S/. 50- 70 kg/ha
Precio por kg	S/. 300 - 400
Rentabilidad Promedio	S/. 14 000.00

Descripción de la Inflorescencia

La inflorescencia de la maca es en racimo presentándose desde la parte apical como también axilar en el eje del racimo, una flor completa es hipoginia y actinomorfa.

El fruto es una silícula el cual contiene 2 semillas, la semilla es ovoide y de un color que va desde el marrón claro al oscuro.

BIBLIOGRAFÍA

1. GARAY CANALES, Oscar. "Cultivo de la Maca".
2. GONZALES URETA, ANDERSON. "Cultivos y uso de la Maca" (*Lepidium meyenii* walper).
3. PEREZ AVILA, Ángel. "Informes Finales de los Trabajos de Investigación en Cultivos Andinos".