

6. RECOMENDACIONES PARA EL MANEJO AGRONÓMICO MEJORADO PARA LOS CULTIVOS DE PAPA Y MAÍZ ACORDE A LAS CARACTERÍSTICAS DE LA AGRICULTURA DE LA PRECORDILLERA DE LA COMUNA DE PUTRE

Gabriel Bascur B.
Ingeniero Agrónomo, M.Sc.

Pablo Gamboa B.
Técnico Agrícola.
INIA La Platina.

Franco Uribe L.
Ingeniero Agrónomo.

INIA Ururi.

A. PROTOCOLOS MEJORADOS PARA LA PRODUCCIÓN DE PAPA

Semilla

Para obtener buenos rendimientos la selección de semilla es muy importante. Entre estos tenemos: una brotación uniforme, descartar tubérculos infectados con plagas y/o enfermedades, entre otros. El criterio de selección debe basarse en tres puntos importantes:

- **Tamaño:** la semilla ideal debe pesar entre 50 y 80 gramos. Semillas inferiores a este peso originarán plantas débiles.
- **Sanidad:** no debe presentar daños mecánicos recientes, pudriciones o larvas de insectos.
- **Estado fisiológico:** el tubérculo semilla, tiene un desarrollo fisiológico que involucra cuatro etapas que conside-

ran: dormancia o reposo, dominancia apical, brotación múltiple y senectud. El momento ideal de siembra es cuando el tubérculo semilla se encuentre en inicio de la brotación múltiple.

Preparación de Suelo

La preparación del suelo es una de las labores agrícolas de mayor importancia en la producción de papa, debido a que pretende adecuar a las necesidades de las plantas, las características físicas del suelo que afectan la brotación de la semilla y su desarrollo posterior. Esta preparación varía dependiendo de: las condiciones climáticas, el tipo de suelo, la pendiente del terreno y la mano de obra disponible.

La preparación del terreno se debe realizar cuando el suelo tenga un adecuado contenido de humedad. Es decir, ni seco ni excesivamente húmedo. Esto es trascendental cuando se utiliza maquinaria agrícola, tales como: arados y rastras, debido a que en un suelo seco, la maquinaria sufrirá un mayor desgaste y se dificulta regular la profundidad de la labranza. En cambio, en suelos excesivamente húmedos, los equipos quedan con barro adherido en sus discos dificultando el trabajo y el buen funcionamiento de éstos.

Fertilización

Para realizar una adecuada fertilización es fundamental conocer el ciclo de vida del cultivo de la papa, el cual se describe a continuación:

Ciclo de vida de la papa

- Desarrollo de los brotes: a partir del tubérculo semilla se generará los tallos y en la base de éstos comienzan a emerger las raíces.

- Crecimiento vegetativo: comienza la fotosíntesis, desarrollo de tallos, ramas y hojas en la parte aérea y desarrollo de raíces y estolones en la parte subterránea.
- Inicio de la tuberización: los tubérculos se forman en la parte distal de los estolones, en la parte subterránea. En la mayoría de los cultivares el fin de esta etapa coincide con el inicio de la floración.
- Llenado de tubérculos: las células de los tubérculos se expanden con la acumulación de agua, nutrientes y carbohidratos. Los tubérculos se convierten en la parte dominante de la deposición de carbohidratos y nutrientes inorgánicos.
- Maduración: la fotosíntesis disminuye, el crecimiento del tubérculo también disminuye, la planta toma un color amarillento y eventualmente muere. En este punto, el tubérculo alcanza su máximo contenido de materia seca y tiene la piel bien formada.

De acuerdo a Sierra, Santos y Kalazich, 2002, los requerimientos de nitrógeno para el cultivo de la papa son del orden de los 100 kg/ha, recomendándose hacer aplicaciones parcializadas, una al inicio del cultivo y una segunda al momento del aporque, al inicio de la tuberización. El fósforo al ser importante en el desarrollo radicular de la planta, debe ser aplicado al inicio del cultivo, idealmente en la preparación del terreno. Las dosis a utilizar son del orden de las 70 kg/ha. El potasio, de gran importancia para la formación de carbohidratos, al igual que el fósforo debe ser aplicado al inicio del cultivo. Para los rendimientos obtenidos en precordillera se debe suministrar del orden 100 kg/ha.

Aporque

A partir de la papa semilla, se desarrollan los tallos secundarios, estolones, los cuales pueden sobresalir del suelo convirtiéndose en una nueva planta en lugar de formar tubérculos, reduciendo así el número total de tubérculos por planta y por ende el rendimiento. Para evitar este fenómeno, se realiza el aporque, labor que consiste en "amontonar" la tierra desde la entre hilera y formar un camellón de unos 30 a 40 cm de alto a lo largo de la hilera.

En precordillera esta labor se debe realizar a los tres meses de establecido el cultivo, cuando la planta tiene un tamaño tal que al realizar la labor ésta no quede enterrada. No es conveniente realizar el aporque de manera tardía, debido a que los estolones que darán origen a los tubérculos crecen de forma lateral, por lo tanto con esta labor se pueden destruir estas estructuras.

El aporque tiene las siguientes ventajas:

1. Evita que los estolones se conviertan en tallos, aumentando los rendimientos.
2. Con el laboreo de suelo se elimina malezas que se hayan desarrollado alrededor de las plantas de papa y la entre hilera.
3. Ayuda a mantener la humedad del suelo alrededor de las raíces.
4. Evita que la luz llegue a los tubérculos y éstos se verdean.
5. Protege los tubérculos del daño de plaga tales como la perdiz y el gorgojo andino (arrocillo).
6. Facilita la cosecha al desarrollarse el mayor porcentaje de tubérculos en el camellón que se forma al aporcar.

Lo más importante al realizar esta labor, es que se debe hacer en el momento adecuado, para no destruir el sistema radicular y los estolones que darán origen a las papas.

Riego

La papa es un cultivo que desarrolla su sistema radicular de forma superficial, lo cual limita la extracción de humedad a los primeros 60 a 70 cm de suelo, concentrándose en los primeros 30 cm (70% del agua extraída). Los efectos que produce la falta de agua repercutirán en los rendimientos finales dependiendo de la etapa de desarrollo en que se encuentre la planta. El período crítico se inicia en el período de tuberización de la planta hasta el desarrollo de los tubérculos (Varas, 2003).

En precordillera, debido a los turnos de riego designados, se realizan riegos con una frecuencia de entre 10 a 15 días. Si bien, las mayores exigencias hídricas coinciden con las precipitaciones que se presentan entre diciembre y febrero, no se debe descuidar el aporte hídrico, sobre todo en años donde las precipitaciones son escasas. Se recomienda realizar riegos con una frecuencia de entre siete y 10 días como máximo. En la **Figura 1**, se presenta un resumen de los principales manejos agronómicos para el cultivo de la papa en la precordillera de Putre.

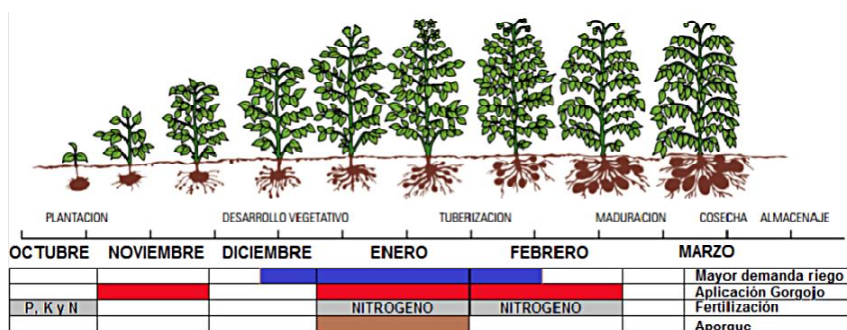


Figura 1. Resumen de los principales manejos agronómicos para el cultivo de papa en precordillera.

Cosecha

La cosecha se realiza de forma manual, siendo recomendable cosechar tubérculos con el menor grado de humedad y de barro, puesto que de lo contrario, se generará problemas en la bodega. Se deben eliminar dentro de lo posible los tubérculos provenientes de plantas enfermas o defectuosas para evitar cualquier posibilidad de problemas sanitarios en el tiempo, y prolongar la vida de poscosecha de los tubérculos almacenados.

Rendimientos

Los rendimientos alcanzados en precordillera son distintos para cada ecotipo de papa, alcanzando los mayores rendimientos el ecotipo Belina. A continuación en el **Cuadro 1**, en evaluaciones realizadas por INIA, se observa los rendimientos de los ecotipos en estudio, dentro del contexto de este Proyecto.

Los rendimientos en este cultivo se ven influenciados directamente por las precipitaciones estivales. En años con precipitaciones normales (por sobre los 200 mm según DGA), los rendimientos son superiores a los obtenidos en años en donde el cultivo depende sólo de los turnos de riego.

Cuadro 1. Rendimiento de seis ecotipos de papa en la precordillera de Putre (Temporada 2013).

Ecotipos	Kg/ha
Belina	31.123
Yema de Huevo	26.500
Chiquiza Negra	24.480
Pitohuallac	24.120
Chiquiza	19.220

Evaluación económica

En los módulos de validación establecidos en la localidades de Putre y Chapiquiña, se determinó los costos de producción del cultivo de la papa ecotipo Chiquiza, empleando

manejos agronómicos mejorados acorde a las condiciones de la agricultura de precordillera. Dentro de las labores se debe considerar: selección de semilla, implementación de riego por surco, fertilización parcializada, aporque, y manejo fitosanitario.

En el **Cuadro 2**, se observa los costos de producción y los ingresos obtenidos con el manejo agronómico mejorado, donde para una superficie de 1.000 m² de papa Chiquiza se alcanzó un ingreso bruto de \$790.000.

Cuadro 2. Costos de producción, ingresos y márgenes obtenidos en papa con un manejo agronómico mejorado para una superficie de 1.000 m² (Putre 2013).

Ítem	Costos (\$)
Preparación Suelo	90.000
Establecimiento del cultivo	110.000
Manejo fitosanitario	12.945
Manejo de fertilización	100.532
Manejo del riego	80.000
Labores Culturales	100.000
Cosecha	62.500
Fletes	50.500
Total Costos Directos	606.477
Ingreso Bruto	1.396.500
Margen Bruto	790.023

El margen bruto logrado con el manejo mejorado, es aproximadamente un 23,2% superior a los alcanzados por los productores, con un manejo tradicional del cultivo (Cuadro 5), que se debe principalmente a un incremento de los rendimientos, respecto al promedio de la zona, en un 25% de 1.537 Kg a 1.922 Kg/1.000 m².

B. PROTOCOLOS MEJORADOS PARA LA PRODUCCIÓN DE MAÍZ

Con el establecimiento de parcelas de validación de los manejos agronómicos mejorados, de acuerdo a las necesidades y características del cultivo del maíz en la agricultura de precordillera, se evaluó el comportamiento de los ecotipos de maíz seleccionados como promisorios.

Fenología del cultivo del maíz

A partir módulos evaluados en las localidades de precordillera, se determinó la fenología del cultivo del maíz. Este cultivo tiene una duración de cinco meses desde siembra a cosecha en choclo fresco y de siete meses para la cosecha de grano destinado a elaboración de harina o maíz tostado. La primera etapa de crecimiento de la plántula tiene una duración aproximada de 15 días. Posteriormente, el crecimiento vegetativo se considera desde el día 16 hasta alcanzar los 90 días. La floración dura aproximadamente un mes (entre el día 90 al 120 desde la siembra). El desarrollo de la planta culmina con el llenado y maduración del grano.

En la **Figura 2**, se muestra las distintas etapas de desarrollo del maíz en las condiciones de precordillera de la comuna de Putre.

Preparación de suelo

La preparación del suelo en el cultivo del maíz es una de las labores de mayor relevancia. Una labranza de suelo demasiado superficial afecta directamente el desarrollo radicular del cultivo. De igual manera, un suelo mal mullido con terrones o piedras, afecta directamente el porcentaje de plantas emergidas, disminuyendo notoriamente la densidad

Fenología del cultivo del maíz en la Precordillera de Putre

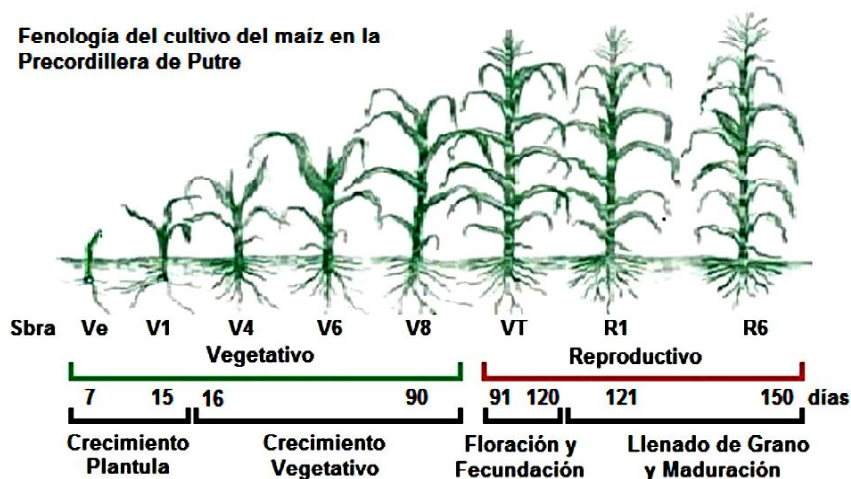


Figura 2. Fenología del cultivo del maíz en la precordillera de la comuna de Putre.

Fuente: imagen adaptada de www.campoglobal.com

poblacional. Si se realiza un riego inmediatamente después de la siembra, en el suelo se formará una costra impermeable, que evitará la emergencia de la planta, pudiendo provocar la muerte de la plántula de maíz.

Por lo tanto, se recomienda utilizar un arado a una profundidad mínima de 40 cm. Posteriormente, para mullir el terreno, se puede utilizar un motocultor. Una vez arado y mullido el suelo, eliminando los restos de piedras terrones y raíces, se comienza con la confección de los surcos, los cuales para evitar problemas con el riego no debieran tener un largo superior a 50 m. La distancia recomendada entre surcos es de entre 0,7 m a 1 m.

Siembra

Diversos estudios indican que, cuando crecen en el mismo sitio más de dos plantas, el rendimiento de grano es afectado por la competencia por el agua, los nutrientes y la luz.

Cuando crecen en el mismo sitio cuatro o más plantas, por lo general, una a tres de ellas no producen mazorcas. Por lo tanto, se recomienda realizar una siembra por planta individual, a diferencia del manejo tradicional en el que se depositan seis a siete semillas por golpe.

Existen tres tipos de problemas que surgen durante la siembra:

1. El suelo, tal vez no fue preparado adecuadamente, de tal modo que existan terrones o encostramiento que impiden sembrar a una profundidad uniforme o, incluso, obstaculizan la germinación.
2. La preparación del suelo, quizá se hizo de forma muy anticipada, respecto a la siembra, o no fue uniforme y, por consiguiente, la maleza tiene una ventaja sobre el cultivo.
3. Las semillas son depositadas a una profundidad inadecuada.

Los objetivos primarios de la preparación del suelo consiste en crear una estructura favorable para el desarrollo del cultivo, incorporar los residuos y combatir malezas y enfermedades.

Un buen método de siembra es aquel que permite colocar la semilla a la profundidad correcta y proporciona un buen contacto entre la semilla y el suelo. La profundidad correcta (aproximadamente unos cinco a diez cm), debe permitir que la semilla disponga de agua, esté protegida de la desecación y los pájaros y no germine con lluvias ligeras. Pero no debe ser tan profunda para que las plántulas no puedan alcanzar la superficie antes de agotar sus reservas de alimentos o ser atacada por insectos o enfermedades del suelo.

El marco de plantación recomendado para precordillera es de 0,7 m a 1 m entre surco y de cuatro plantas/metro lineal. Esta labor puede ser realizada con un bastón de siembra, pues de esta forma se disminuyen la mano de obra, reduciendo los costos de producción.

Riego

El principal efecto de la sequía en el período vegetativo del maíz es la reducción en el crecimiento de las hojas, de tal modo que el cultivo intercepta menos radiación solar y disminuye la fotosíntesis. En el período de floración el maíz es muy sensible al estrés hídrico, y el rendimiento puede ser seriamente afectado si se produce sequía durante ese período. Durante el llenado de granos, el principal efecto de la sequía es reducir el tamaño de éstos (Lafitte, 1993).

De acuerdo a lo anterior, es trascendental para una buena cosecha evitar que la planta sea sometida a períodos de sequías, especialmente desde la fase de floración hasta el llenado de granos. En precordillera se recomienda realizar riegos cada siete días con una frecuencia máxima de 10 días, principalmente en los períodos críticos mencionados.

Aporca

Debido a que los maíces son sembrados a menor profundidad en comparación a la utilizada tradicionalmente en precordillera, es necesario realizar aporques. Esta labor tiene como objetivo dar mayor sostén a la planta evitando su tendadura por el viento. La aporca se realiza cuando la planta ha alcanzado un desarrollo tal que al momento realizar el aporque la planta no sea enterrada o dañada. El momento ideal de ésta, es cuando se realiza la segunda fertilización nitrogenada, al estado de ocho hojas del maíz, pues se facilita la aplicación e incorporación del fertilizante.

Fertilización

Previo al establecimiento del cultivo, se debe realizar un análisis de suelo para determinar su contenido nutricional. Se recomienda realizar la fertilización en dos etapas, con la finalidad de entregar los fertilizantes a medida que la planta los necesite. La primera corresponde al momento de la preparación del terreno, donde se deberá aplicar los fertilizantes potásicos, fosfóricos y la mitad de la dosis del nitrogenado. La segunda mitad del fertilizante nitrogenado deberá aplicarse cuando la planta se encuentre en su octava hoja o bien al momento del aporque.

Los requerimientos del cultivo del maíz acorde a los rendimientos obtenidos en precordillera son del orden de los 130 kg/ha de Nitrógeno, 24 kg/ha Fósforo y 114 kg/ha de Potasio.

Plagas

Si bien los principales insectos plaga del cultivo del maíz son el gusano de la mazorca y el gusano cogollero, la fauna silvestre puede provocar la pérdida total del cultivo. En el caso de las aves, las que provocan mayores daños son las perdices (*Nothoprocta perdicaria perdicaria*) y yales (*Phrygilus fruticeti*), que se encuentran en abundancia en la precordillera de la comuna de Putre. Una vez que el maíz emerge estas aves escarban en busca de la semilla pudiendo eliminar hileras completas en un día disminuyendo así considerablemente la densidad de plantas por superficie.

Cuando la planta comienza a desarrollar el follaje, existe otro tipo de animales que producen daños al cultivo. Es el caso de liebres (*Lepus europaeus*) y tarucas (*Hippocamelus antisensis*), las que se alimentan de las hojas de la planta. El daño producido por liebres es leve, debido principalmente a

que éstas sólo se alimentan de las puntas de las hojas, permitiendo que la planta continúe su crecimiento, siempre y cuando la población de éstas no sobrepase los límites normales. En el caso de las tarucas el daño es mayor, ya que se alimentan de la planta completa, dañando el tallo y en algunos casos incluso arrancan la planta de raíz.

Para el caso de el gusano cogollero (*Spodoptera spp*), se debe realizar un monitoreo directo, en forma semanal hasta el segundo mes de desarrollo. Por su parte, para el control del gusano de la mazorca (*Helicoperva zea*), se deben iniciar las aplicaciones de insecticidas, del grupo de los Piretroides, cuando un 5% de las plantas hayan emitidos sus estilos.

Por último, se debe destacar que durante la temporada 2011-2012, la población de ratones en precordillera presentó un incremento considerable, provocando serios problemas a la comunidad. Este aumento de la población de ratones provocó serios daños en la mayoría de los cultivos de precordillera. En el caso del cultivo del maíz, existieron sectores en donde los rendimientos de maíz disminuyeron hasta en un 40%.

Cosecha

La madurez de cosecha de los ecotipos de maíz de precordillera se alcanza a los cinco meses de cultivo para el caso de los choclos destinados a consumo fresco, o sea en grano lechoso y de siete meses para los maíces destinados para grano.

Los calibres obtenidos son tres: el calibre grande corresponde a las mazorcas que miden más de 16 cm, el medio va desde los 12 cm a 15,9 cm y el chico corresponde a las mazorcas de entre 10 a 11,9 cm. Las mazorcas que se encuentre por debajo de los 10 cm no son cosechadas y se consideran desecho.

El ecotipo de mayor producción en la precordillera de Putre es el "Blanco de Socoroma", que es comercializado principalmente como choclo fresco y además es utilizado para la elaboración de harina de maíz.

Rendimientos

El potencial productivo de los ecotipos evaluados en precordillera, con un manejo agronómico propuesto para esas condiciones, se encuentra por sobre las 20.000 unidades/ha, pudiendo alcanzar, en años sin complicaciones climáticas, rendimientos por sobre las 25.000 unidades/ha. En el **Cuadro 3** se presenta los rendimientos alcanzados en las evaluaciones realizadas por INIA, en el contexto de este proyecto, donde destaca Blanco de Socoroma, con 28.640 mazorcas comerciales/ha.

Cuadro 3. Rendimiento de 7 ecotipos de maíz en la precordillera de Putre (Temporada 2013).

Ecotipos	Nº Mazorcas/ha
Blanco	28.640
Taruja	20.380
Puko	17.630
Milico	16.610
Api	15.800
Matizado	12.240
Ch'irpe	11.020

Evaluación Económica

El cultivo del maíz fue el que presentó el mayor incremento en cuanto a sus márgenes brutos, debido a los manejos agronómicos implementados, dentro de los que destacan: el sistema de siembra, el método de riego y la fertilización parcializada. Con estos manejos no sólo se mejoró los rendimientos, sino que también el porcentaje de calibres grandes (sobre el 60%), por los cuales se obtuvo el mejor precio de venta, tal como se aprecia en el **Cuadro 4**.

Cuadro 4. Maíz Blanco de Socoroma. Desagregación del rendimiento de mazorcas en calibres comerciales. Precordillera de Putre, temporada 2013.

Calibre	Sistema de Manejo			
	Mejorado		Tradicional	
	Nº de Mazorcas	% del Total	Nº de Mazorcas	% del Total
Grande	1.775	62,0	188	15,0
Mediano	831	29,0	525	42,0
Chico	258	9,0	538	43,0
Total	2.864	100	1.251	100

Como se observa en el **Cuadro 5**, el margen bruto obtenido en una superficie de 1.000 m² de maíz Blanco de Socoroma, con un rendimiento medio de aproximadamente 2.900 mazorcas, fue de \$ 424.806. Este margen supera en forma considerable lo obtenido con un manejo tradicional, en el cual se obtuvo cifras negativas, debido fundamentalmente al incremento del rendimiento, de 1.251 a 2.864 mazorcas en 1.000 m², es decir, un 128,9%.

Cuadro 5. Costos de producción, ingresos y márgenes obtenidos con maíz "Blanco de Socoroma", con un manejo agronómico mejorado para una superficie de 1.000 m² (Putre 2013).

Ítem	\$/1.000 m ²
Preparación Suelo	90.000
Establecimiento de cultivo	12.415
Manejo fitosanitario	12.620
Manejo de fertilización	95.460
Manejo del riego	60.000
Labores Culturales	80.000
Cosecha	53.250
Fletes	29.000
Total Costos Directos	444.324
Ingreso Bruto	869.130
Margen Neto	424.806