



ARICA Y PARINACOTA  
GOBIERNO REGIONAL

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS

# EXPERIENCIAS EN EL USO DE MAQUINARIA AGRÍCOLA EN LA PROVINCIA DE ARICA



Proyecto  
Financiado  
por FIC  
Región  
de Arica y  
Parinacota

Editores:  
Alexis Villablanca F.  
Marjorie Allende C.

INIA Ururi, 2014



ISSN 0717 - 4829

BOLETÍN INIA - Nº 294

**Editores:**

**Alexis Villablanca F.**, Ing. Agrónomo. M. Cs.  
**Marjorie Allende C.**, Ing. Agrícola.

**Autores de capítulos:**

**Alexis Villablanca F.**, Ing. Agrónomo. M. Cs.  
**Marjorie Allende C.**, Ing. Agrícola.  
**Jorge Riquelme S.**, Ing. Agrónomo. M. Cs., Dr.  
**Patricio Abarca R.**, Ing. Agr.  
**Valeska González F.**, Ing. Agr.

**Director Responsable:**

**Manuel Pinto C.**, Ing. Agrónomo, Ph.D.  
Director Regional INIA La Platina.

**Boletín INIA N° 294**

**Cita bibliográfica correcta:**

Villablanca F, Alexis; Allende C, Marjorie. 2015. Experiencias en el uso de maquinaria agrícola en la provincia de Arica. Boletín INIA N° 294, 63p. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Santiago, Chile.

© 2014. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA. Centro de Investigación Especializado en Agricultura del Desierto y Altiplano, CIE. INIA Ururi. Magallanes 1865, Arica. Teléfono (56-58) 313676.

ISSN 0717 – 4829.

Permitida su reproducción total o parcial citando la fuente y los autores.

Corrección y edición de textos: .....

Corrección técnica: ¿¿¿Comité técnico del proyecto???

Diseño y Diagramación: Jorge Berríos V., Diseñador Gráfico.  
Impresión: Salesianos Impresores S.A.

Cantidad de ejemplares: ????

Santiago, Chile, 2014.

**OJO!**  
**PENDIENTE TODO LO QUE**  
**ESTÁ DESTACADO EN ROJO**

**Equipo de Profesionales y Técnicos de INIA que  
Participaron en el Proyecto como Investigadores  
o Ayudantes de Investigación:**

**INIA URURI:**

*Alexis Villablanca F., Ing. Agrónomo. M. Cs.*

*Valeska González F., Ing. Agrónomo.*

*Marjorie Allende C., Ing. Agrícola.*

*Fabiola Sepúlveda S., Ing. Agrónomo.*

*Sergio Ardiles R., Ing. Ejec. Agrícola.*

*Eduardo Fernández O., Téc. Agrícola.*

**INIA LA PLATINA:**

*Pablo Gamboa B., Téc. Agrícola.*

*Juan Roa S., Téc. Agrícola.*

**INIA- RAIHUÉN:**

*Jorge Riquelme S., Ing. Agrónomo. M. Cs., Dr.*

**CONSULTA:  
FALTA INCLUIR  
A PATRICIO  
ABARCA???**

## AGRADECIMIENTOS

*Los editores del presente Boletín, desean expresar sus sinceros agradecimientos, en primer término, al Seremi de Agricultura de la Región de Arica y Parinacota 2010-2013 Sr. Jorge Alache por apoyar y confiar en el equipo de INIA Ururi.*

*Por otra parte, este trabajo no hubiera sido posible, sin la colaboración y activa participación de los agricultores de los Valles de Azapa, Lluta, y Camarones, en particular de Hugo Avilés, Marcos Mamani, Heriberto Mamani, Solón Chávez, Ana Quiguayo y Ricardo Ladrix, donde se realizaron y difundieron las actividades de campo; y a los agrónomos Héctor Subiabre y Fernando Manqui, por su apoyo en el desarrollo de la iniciativa.*

# ÍNDICE

<b>Prólogo</b>	7
<b>Introducción</b>	9
<b>Capítulo 1.</b>	
<b>Sembradoras de semillas</b>	13
1.1 Sembradora manual de semillas	14
1.2 Sembradora neumática de semillas de granos	17
1.2.1. Ensayos de germinación en campo	21
1.3. Regulación de la guía de siembra	23
1.4. Referencias bibliográficas	25
<b>Capítulo 2.</b>	
<b>Preparación de suelos</b>	27
2.1 Equipos más comunes para la preparación de suelos en el Valle de Lluta	29
2.2 La preparación de suelo en los sectores productivos de la Provincia de Arica	31
2.3 Referencias bibliográficas	34
<b>Capítulo 3.</b>	
<b>Trasplantadoras de hortalizas</b>	35
3.1 Trasplante de cebollas	36
3.2 Trasplante mecanizado de almácigos de cebolla	39
3.3 Calibración del equipo	42
3.4 Referencias bibliográficas	43

## Capítulo 4.

<b>Cultivadores agrícolas</b>	45
4.1 Calibración del equipo	46
4.2 Utilización del equipo cultivador	47
4.3 Ensayo de campo en Lluta	48
4.4 Modificaciones en el equipo cultivador	48
4.5 Referencias bibliográficas	48

## Capítulo 5.

<b>Uso de las pulverizadoras hidráulicas</b>	49
5.1 Pulverización con mochila	50
5.2 Las pulverizadoras hidráulicas de barra	52
5.3 Aplicación de plaguicidas en el campo	53
5.4 Dosificación adecuada	54
5.5 Evaluación de aplicación en campo	55
5.6 Medición del caudal de las boquillas a la “presión que habitualmente trabajan”	56
5.7 Referencias bibliográficas	58

## Capítulo 6.

<b>Producción de mantequilla en Lluta</b>	59
6.1 Adquisición de los equipos	60
6.2 Proceso de elaboración de mantequilla	61
6.3 Eliminación del agua en el proceso de amasado	62
6.4 Perspectivas del producto	63
6.5 Referencias bibliográficas	63

# PRÓLOGO

La Región de Arica y Parinacota estableció entre otras como área prioritaria de desarrollo la “agricultura tecnológica” y, en ese contexto el sector ha venido respondiendo al desafío con la búsqueda e implementación de técnicas y medidas para el aumento de la eficiencia y mejor uso del agua de riego y fertilizantes, uso de estructuras cubiertas tendientes a reducir el uso de pesticidas, mejorar la eficiencia y obtener productos inocuos, como así mismo la oferta de nuevos productos, exploración de nuevos mercados y adecuación a las exigencias de los mismos. No obstante, como otro actor, la mano de obra empezó también a abrirse paso como una nueva dificultad en el proceso agrícola, ya sea por el alto costo o por la escasa disponibilidad, gatillada principalmente por la preferencia de esta por otras actividades productivas de mayor atractivo económico.

Frente a eso tal como ocurre en el resto del país y a nivel mundial, se deberá optar a la mecanización de la actividad agrícola, con lo cual se podrá reducir los requerimientos de mano de obra, sin embargo, se tendrá que contar con personal especializado por ende mejor remunerado, que se traducirá en definitiva en mayor eficiencia y recuperación de la competitividad del sector. Sobre esa base el Gobierno Regional de Arica y Parinacota, en el marco del fondo de innovación para la competitividad (FIC-R), aprobó el financiamiento para la ejecución del proyecto “Aumento de la rentabilidad de los cultivos mediante la mecanización de las labores para la disminución de los costos asociados a la mano de obra”, el cual fue llevado a efecto por INIA-URURI entre los años 2011 al 2014, y que tuvo como objetivos determinar las labores de mayor demanda de MO en los valles costeros de la Región; como así mismo, introducir y evaluar la tecnología asequible y, difundir los resultados en el sector agrícola.

El presente manual forma parte del cumplimiento de los objetivos y da cuenta de los resultados de esta investigación aplicada, el cual permitirá orientar principalmente a los agricultores de la Región, en las decisiones de la eventual adquisición de algún tipo de maquinaria, o el uso de ellas en las labores agrícolas que aquí se presentan, como así también, estimular al sector agrícola a continuar en la línea de mecanización de su actividad.

**Jorge Alache González**

*Ingeniero agrónomo  
Seremi de Agricultura  
Región de Arica y Parinacota  
(2010-2013).*



# INTRODUCCIÓN

**E**l mercado actual exige año tras año, producir más y mejor, fruto de la creciente demanda de productos derivados de los campos. Sin embargo, cuando se observa el actual estado de la agricultura regional, es posible apreciar una importante escasez de mano de obra para la ejecución de las labores en el predio. Característica que ha generado las condiciones adecuadas para incorporar nuevos procesos de mecanización, siendo la herramienta que a corto plazo debe ser considerada, lo cual permitirá enfrentar la cada vez menor disponibilidad de trabajadores agrícolas.

Para enfrentar esta problemática, la pericia del hombre ha logrado introducir a los campos, la mecanización para labores antes impensadas, permitiendo desarrollar trabajos agrícolas con el mínimo de personal en el campo, realizando desde preparación de suelo hasta labores que permiten obtener el producto finalizado y listo para ser distribuido. Incluso en algunos casos se ha llegado a no tener contacto directo alguno entre los operarios y la producción, siendo una máquina quien realiza todo el proceso.

Por tal motivo, el incorporar la mecanización agrícola es considerado un eje estratégico para impulsar la agricultura tecnológica, donde las labores de campo, deben ser realizadas de forma adecuada y en el menor tiempo posible, permitiendo desarrollar los trabajos agrícolas en superficies extensivas.

En la actualidad, la mayor parte de la mano de obra ligada a la actividad agrícola de los valles costeros de la Región, provienen desde Perú y Bolivia, condición que no solo restringe la disponibilidad de contar con trabajadores en los campos sino que además, encarece la contratación del personal, condición que se forma más evidente en períodos de alta demanda.

Otro elemento a considerar, es la variada producción agrícola de los valles costeros de Azapa y Lluta, frente a la utilización de maquinaria. Por un lado, se observa la incorporación de maquinarias básicas para suelo o aplicación de plaguicidas, y por otro en donde la introducción de maquinarias a dado paso a la evaluación e incorporación de equipos especializados para las diferentes demandas del sector, las cuales en muchos casos, deben considerar su utilización bajo estructuras de exclusión (casas-malla o invernadero), que permiten reducir efectivamente las incidencia de plagas, siendo considerada como "agricultura intensiva", restringido por la actual disponibilidad de suelos agrícolas producto de la atomización de los predios, y en donde además, la profundidad media del suelo está entre 0,4 a 0,5 m., limitando el uso de equipos para la preparación del suelo, quedando sujetos a la utilización de motocultivadores; y no ha tractores con arados, que permitan trabajar a mayor profundidad, producto del reducido perfil de suelo, y poco espacio que existe dentro de las estructuras.

Finalmente, se debe tener presente que la mecanización exhibe una importante limitación, dada principalmente por el elevado costo de las diferentes maquinarias y accesorios, repercutiendo fuertemente en la toma de decisión al momento de adquirir algún equipo, especialmente cuando los cultivos no presentan una elevada rentabilidad, situación que se deja entrever por el gran número de motocultivadores para incorporar los abonos y motopulverizadoras para la aplicación de agroquímicos, ambas máquinas de bajo costo y de utilización manual directa, que

si bien permiten desarrollar las labores para lo que fueron adquiridas, se observa un retraso producto de la baja capacidad de los pequeños equipos y su trabajo. Este escenario, ha impulsado la generación de prestadores de servicios, quienes han invertido fuertemente en la adquisición de tractores de mayor potencia, así como también, implementos, que permitan ser utilizados tanto en cultivos cubiertos como al aire libre, siendo la preparación de los suelos la labor en la cual se han invertido la mayor cantidad de recursos por parte de los prestadores de servicios, quienes aseguran un trabajo rápido y de buena calidad.

En este ámbito, la visión de INIA Ururi, bajo el marco del proyecto “Aumento de rentabilidad de los cultivos mediante la mecanización de labores para la disminución de los costos asociados a la mano de obra”, Código BIP 30114724-0, financiado por el Fondo de Innovación para la Competitividad (FIC), Región de Arica y Parinacota, ha sido determinar las labores agrícolas con mayor demanda de mano de obra. También, buscar la tecnología presente en el mercado e introducirla en el sector, realizando evaluaciones de campo y, difundir a los agricultores los resultados obtenidos. De esta forma, se busca que el agricultor cuente con la mayor información disponible para realizar inversiones, evaluando el riesgo, donde la información entregada permite ser una herramienta integral para la toma de decisiones.

El presente Boletín es una recopilación sobre el uso y manejo adecuado de las diferentes maquinarias adquiridas a través del proyecto en un período de trabajo de dos años de investigación en la Región de Arica y Parinacota realizados por el equipo técnico de INIA Ururi.

**Alexis Villablanca F.,**

*Ing. Agrónomo M.Cs.*

*INIA Ururi*



# SEMBRADORAS DE SEMILLAS

**Alexis Villablanca F.**

*Ing. Agrónomo M. Cs.*

**Marjorie Allende C.**

*Ing. Agrícola.*

La siembra es la actividad de ubicar semillas en el suelo y permitir que germinen y desarrollen una planta. Si bien esta labor suena sencilla de realizar, requiere un alto número de trabajadores cuando los cultivos son sembrados en grandes superficies.

El tipo de siembra que se realiza, está directamente asociada al tamaño de la semilla, y a la cobertura de las hojas que se observa cuando la planta está completamente desarrollada; condiciones que definen los diferentes métodos a utilizar para el establecimiento de un determinado cultivo.

En la agricultura de la Región de Arica y Parinacota, la producción de hortalizas es realizada con distintas formas de siembra, tradicional o convencional (**Cuadro 1**), las que se realizan comúnmente a mano por los trabajadores agrícolas, señalando algunas como: al voleo lineal, continua, golpes, y en almácigos.

La siembra tradicional de hortalizas tiene una elevada demanda de mano de obra, obligando al agricultor a invertir montos elevados, solo generando ingresos en los períodos de cosecha. Sin embargo, la siembra puede ser reemplazada con incorporación de maquinaria especializada en desarrollar diferentes labores como el colocar la semilla en el suelo, permitiendo un adecuado establecimiento no solo en la distancia entre las plantas, sino que además la profundidad a la que se coloca cada semilla, condición necesaria para que la germinación sea en el período óptimo.

**Cuadro 1.** Tipos de siembra tradicional utilizados en algunos cultivos en la Comuna de Arica.

Tipo de siembra tradicional	Sector	Cultivo
Al voleo	Lluta	Alfalfa
Lineal	Lluta Azapa	Haba Arvejas, Habas, Maíz (dulce-choclero)
Continua	Azapa	Poroto verde
Golpes	Lluta	Maíz choclero
Almácigo	Azapa	Hortalizas de chacra

El uso de cualquier tipo de maquinaria, ya sea para grandes superficies como lo es una sembradora neumática impulsada por tractor o pequeñas como las sembradoras manuales para el establecimiento de almácigos, requiere de una calibración previa para determinar si la cantidad de semilla que está entregando el equipo es la adecuada.

## 1.1 SEMBRADORA MANUAL DE SEMILLAS

Las primeras experiencias a nivel local de siembra mecanizada ó de precisión, fueron realizadas utilizando una sembradora manual (Marca EarthWay, mod. 1001B) el año 2008, la cual puede adaptarse a diferentes variedades de semillas de hortalizas con solo cambiar los discos de siembra que vienen incluidos con el equipo. Las pruebas iniciales de siembra de semillas para almácigos de cebolla, se realizaron utilizando la sembradora manual considerando la modificación de uno de los discos, al que se le agregaron orificios, permitiendo entregar un mayor número de semillas por superficie cercana a  $1 \text{ g mL}^{-1}$ , lo cual fue considerado como una cantidad adecuada para el buen establecimiento de la semilla de cebolla.

Para realizar un buen almácigo de cebolla, se requiere que previamente al establecimiento la cama siembra se encuentre debidamente mullida, incorporando materia orgánica, abono de fondo y finalmente esté nivelada.

A continuación, es recomendable humedecer levemente la cama, con el fin de apretar el suelo, y desplazar sales, debido a que las plántulas son sensibles a la salinidad de suelo, incluyendo además que están expuestas a estrés producto del trasplante. Posteriormente, se requiere realizar el rayado de las líneas de siembra, para establecer adecuadamente el almácigo de la cebolla (**Foto 1**). El rayado consiste en arrastrar un marco metálico, con perfiles metálicos (rectos) ubicados a 0,12 m entre sí, el cual va realizando marcas lineales ó pequeños surcos en la superficie del suelo, que son utilizados para la posterior siembra. Después del rayado, se utiliza la sembradora manual (**Foto 2**), la cual abre una pequeña zanja en el donde se coloca la semilla, cubriéndola nuevamente con tierra, quedando enterrada a una profundidad de 0,02 a 0,03 cm.

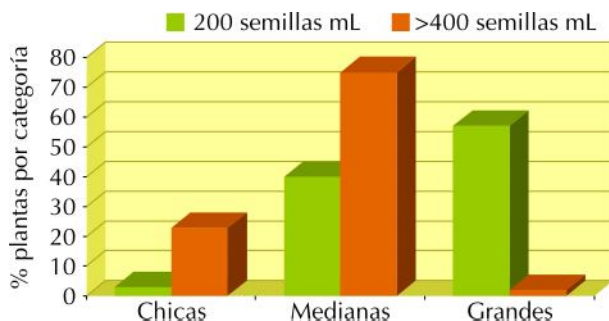


**Foto 1.**  
Rayado de las  
camas de siembra  
de almácigo.



**Foto 2.**  
Sembradora manual  
ensamblada con  
tres cuerpos de  
siembra para el  
establecimiento  
de almácigos de  
cebollas en el  
Valle de Lluta.

La calibración de los equipos es siempre necesaria, ya que permite determinar si los equipos se encuentran entregando dosis correcta de semillas. Las evaluaciones realizadas en campo demostraron que incorporando cerca de  $1 \text{ gr mL}^{-1}$  es posible establecer cerca de  $200 \text{ semillas mL}^{-1}$  de almácigo de cebolla, obteniéndose una plántula de tamaño grande, con un grosor cercano  $5 \text{ mm}$ , siendo adecuado para el trasplante (Tapia, 2009). Cuando se realizan almácigos con un mayor número de semillas, el tamaño de las plántulas disminuye (**Figura 1**).



**Figura 1.** Porcentaje de participación en cada categoría por tratamiento.

Fuente: Tapia (2009).

El rendimiento productivo de la cebolla, demostró estar directamente relacionado al tamaño de las plántulas de los almácigos. Plantas denominadas grandes ( $> 4 \text{ mm}$  diámetro) a nivel de cuello, demostraron ser más vigorosas, con una menor tasa de mortalidad que plantas pequeñas ( $< 2 \text{ mm}$  diámetro), siendo reflejado finalmente en el tamaño de los bulbos cosechados (Tapia, 2009).

Una de las evaluaciones realizadas en campo, requirió del apoyo de los trabajadores agrícolas del predio, y consistió en determinar el tiempo que se utiliza para establecer una hilera de almácigos de cebolla. Al comparar el tiempo de establecimiento del almácigo de forma manual versus el realizado con la sembradora, se estableció que para la siembra manual el tiempo promedio requerido fue de 18 minutos. Esto implica colocar la semilla en el surco y tapar el mismo, comparado con el establecimiento mecánico de la semilla el cual fue de 2,4 minutos en



hileras de 35 metros, considerando además que para la siembra manual se requiere de tres a cuatro trabajadores y en la siembra mecanizada sólo dos personas.

Los resultados finales demostraron que la sembradora funciona adecuadamente para el establecimiento de almácigos de cebollas, no existiendo diferencias con la siembra manual en términos de cantidad de plantas disponibles para el trasplante; no obstante, el uso de la sembradora genera un ahorro en la cantidad de mano de obra, reduciendo en cerca de 60% el tiempo requerido por los trabajadores destinados para la elaboración de los almácigos de la cebolla.

## 1.2 SEMBRADORA NEUMÁTICA DE SEMILLAS DE GRANOS

En la provincia de Arica, el cultivo del maíz tradicional se realiza principalmente en los Valles de Lluta y Camarones, a través de una siembra manual (**Foto 3**), la cual requiere de mano de obra no sólo para sembrar, sino también para incorporar los abonos de fondo, labor que es realizada por otro grupo de trabajadores agrícolas.

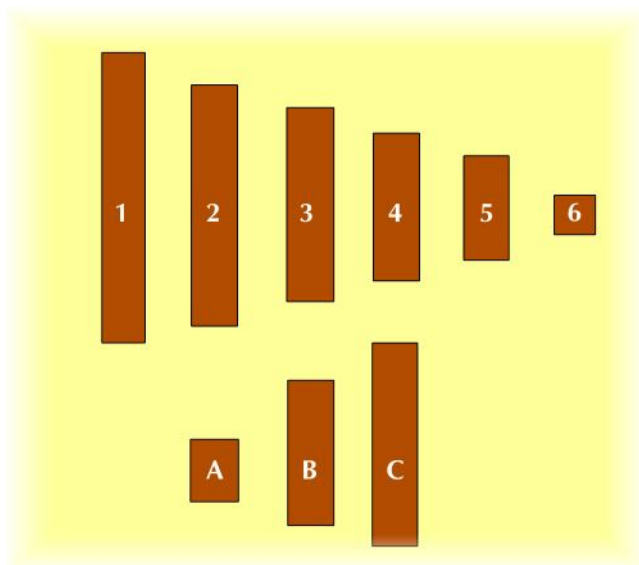


**Foto 3.** Siembra manual de maíz en el Valle de Lluta.

En el caso de la sembradora neumática de semillas de cuatro cuerpos, la calibración de la semilla está asociada a la adecuada combinación de piñones, los cuales transfieren el movimiento mecánico de las ruedas motrices hasta los discos distribuidores. La combinación de piñones (**Figura 2**), permite distribuir adecuadamente la semilla en el campo. Esta regulación se debe realizar moviendo los dos piñones, en función a la distancia que se desea depositar la semilla en el suelo. Además, es necesario tener claro la cantidad de orificios que presenta el disco de la sembradora neumática, ya que con dicha información se seleccionan los piñones que en combinación determinarán la distancia final entre semillas.

Inicialmente, se deben realizar pruebas en campo, para determinar la distancia requerida para el establecimiento de la semilla, para lo cual se recomienda observar el manual del equipo, que presenta la distancia de establecimiento de la semilla, relacionada a la cantidad de orificios del disco de siembra, y los piñones motrices, entregado en centímetros, tal como se observa a continuación en el **Cuadro 2**.

Para que los discos de siembra funcionen adecuadamente, requieren de la succión de aire realizada por la turbina, la cual debe trabajar a



**Figura 2.**  
Piñones reguladores de entrega de semilla.

**Cuadro 2.** Determinación de la distancia (cm) de siembra a través de la combinación de piñones.

Orificios	C		B		A		C		B		A		C		B		A	
	6	5	6	4	6	4	6	4	6	4	6	4	6	4	6	4	6	4
18	12	13	14	16	17,5	18,5	20,5	22	23	24	25,5	27	28,5	29,5	32	35,5		
24	9	10	10,5	11,5	13	14	15,5	16,5	17,5	18	19	20	21,5	22	24	26,5		
30	7	8	8,5	9,5	10,5	11	12	13	14	14,5	15	16	17	18	19,5	21,5		
36	6	6,5	7	8	9	9,5	10	11	11,5	12	12,5	13,5	14	14,5	16	18		
60	3,5	4		4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5	9	10	11			
72	3		3,5	4	4,5	5	5,5			6	6,5	7	7,5	8	9			
120	2			2,5			3				3,5			4		4,5	5	5,5

Fuente: Monosem (2007).

una velocidad de 540 RPM del eje toma fuerza del tractor, que atrapa la semilla adhiriéndola al disco, tal como se observa en la **Figura 3**.



**Figura 3.** Mecanismo de succión de la semilla

En los ensayos de campo realizados con el maíz lluteño (**Foto 4**), se utilizó una semilla comercializada a nivel de productores, de calibre "primera", la cual corresponde a un grano grande de paredes irregulares, con un peso medio de 6,47 gr evaluado al azar (**Cuadro 3**).



Foto 4. Granos de maíz lluteño.

Cuadro 3. Semillas de maíz lluteño recogidas al azar (g).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	7,655	8,115	5,003	6,077	6,272	7,771	7,687	4,868	7,184	6,569
2	5,59	4,99	8,961	7,116	6,698	6,971	7,263	6,246	7,261	6,479
3	6,62	7,092	5,865	6,303	6,843	7,702	6,734	7,395	5,882	6,735
4	5,249	6,103	6,783	7,583	5,987	6,490	5,195	6,028	6,278	6,458
5	6,446	7,525	5,848	5,780	7,141	6,690	6,989	5,982	4,063	6,139
6	5,635	6,250	5,595	5,646	6,605	6,479	6,18	7,397	5,475	6,008
7	7,169	5,357	6,826	6,919	7,620	4,947	6,498	6,140	6,499	6,685
8	6,05	6,810	6,558	6,588	9,124	7,409	7,106	6,740	6,705	5,828
9	5,62	6,410	6,612	6,561	7,256	6,108	6,122	5,614	6,115	5,136
10	5,708	7,315	6,053	5,777	6,193	5,329	5,322	7,902	7,987	6,279

Este grano es previamente seleccionado por los productores de semi-lleros de maíz, ubicados en la zona alta del Valle de Lluta, comercializando el grano seleccionado en relación a: tamaño, similitud, baja irregularidad en sus caras, y que el grano no se encuentre deteriorado, lo cual incide directamente en la capacidad germinativa de la semilla.

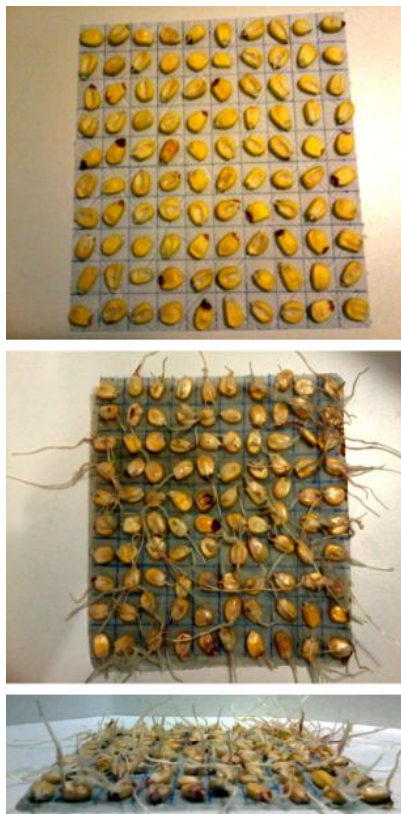
Se realizaron pruebas de germinación, con la semilla adquirida en el sector alto de Valle de Lluta, escogiéndose 100 granos al azar, divididos

en 10 grupos de 10 semillas, para determinar la capacidad germinativa y los daños que pudiera presentar el grano de maíz, tal como se observa a continuación en la **Foto 5**.

Las pruebas de germinación de semilla de maíz "lluteño", realizadas bajo condiciones de laboratorio, arrojaron que la germinación de la semilla fue superior a 90%, tal como se puede apreciar en la Foto 5.

### 1.2.1. Ensayos de germinación en campo

En el caso de la realización de los ensayos de campo, es necesario definir previamente la distancia entre las hileras, ya que conlleva a movilizar no sólo los cuerpos de siembra, sino que además requiere mover las tolvas para aplicación de abonos (**Foto 6**), y las surcado-



**Foto 5.** Prueba de germinación de la semilla de maíz lluteño.



**Foto 6.** Tolvas de aplicación de abonos sembradora neumática Monoseem.

ras incorporadas en el chasis de la sembradora (**Foto 7**). Teniendo en consideración el ancho de trocha del tractor, ya que las huellas, deben quedar ubicadas en las zonas fuera del surco donde se realiza la siembra de la semilla de maíz.

La incorporación de la surcadoras al chasis del equipo sembrador, permite no sólo desarrollar varias labores a la misma vez, como lo es sembrar, abonar y surcar, sino que además permite colocar la semilla en el fondo del surco, evitando el efecto negativo en las plantas provocado por las sales presentes en el suelo, siendo una práctica común entre los agricultores que producen maíz en Lluta, destinado para consumo fresco, ensilaje o semillas indistintamente.



**Foto 7.** Surcadora incorporada al chasis de la sembradora sembradora neumática de grano marca Monosem.

Es de vital importancia incluir en la siembra de maíz, la cantidad de abono de fondo necesario para el adecuado establecimiento del cultivo, por lo que es necesario evaluar la dosis de fertilizante que entrega el equipo, y que se relacione directamente a las necesidades del cultivo, siendo regulada la entrega a través de una compuerta ubicada bajo cada tolva.

En relación al uso de la sembradora neumática y al establecimiento del cultivo, siempre es requerido calibrar todos los componentes del equipo de siembra, condición que favorecerá la adecuada posición de la semilla en el campo, en relación a la distancia y profundidad de las futuras plántulas. La calibración del equipo debe considerar además el nivel de aspiración, cambio de piñones, mantención, etc., lo que deben ser calibrados en terreno dependiendo de las características de la semilla y su sistema de cultivo.

### 1.3. REGULACIÓN DE LA GUÍA DE SIEMBRA

La regulación de las guías y la ubicación en el chasis del equipo de siembra, debe realizarse a nivel de campo, (Monosem, 2007), consistiendo en fijar la distancia adecuada del rayador guía, permitiendo disponer las hileras de siembra a una separación similar, considerando el centro del tractor para establecer la adecuada posición de la guía, determinado a través del siguiente cálculo:

$$\text{Largo de la guía} = N \times D - 0,5 \times B \quad \text{Ecuación 1}$$

Donde; N corresponde al número de cuerpos; D distancia entre los cuerpos (metros) y B corresponde al largo total de la barra del chasis (metros).

Por ejemplo, si la sembradora neumática cuenta con una barra del chasis de un largo total de 4,2 m y cuatro cuerpos con una separación de 0,85 m:

$$\text{Largo de la guía} = 4 \times 0,85 \text{ (m)} - 0,5 \times 4,2 \text{ (m)}$$

La guía se debe extender a 1,3 m posterior al último cuerpo, con el fin de ubicar las hileras de siembra a una distancia de 0,85 m entre los cuerpos de siembra cuando se desplaza el tractor.

Ensayos de campo

En el marco del proyecto, INIA Ururi, adquirió con una sembradora MONOSEM de cuatro cuerpos, con discos de 18 orificios cada uno, estableciendo ensayos de campo, comparando la siembra tradicional de maíz y la siembra mecanizada. Realizando diversas pruebas de campo utilizando el equipo sembrador neumático, incorporando y montando en el chasis del equipo las surcadoras, con la finalidad de realizar la siembra en el fondo del surco, reduciendo el efecto nocivo de las sales tóxicas sobre los cultivos en el Valle de Lluta.

Para el establecimiento del maíz, fueron realizadas calibraciones en: combinación de los piñones, profundidad de la semilla, utilización de la guía, y disposición de cuerpos, surcadoras y depósitos para abonos.

Inicialmente se evaluó con las combinaciones **A5** y **C3**, las cuales entregan la semillas a distancias de 0,185 y 0,205 m respectivamente, arrojando 540 y 487 semillas por cada 100 m, con una profundidad de siembra no superior de 5 cm, controlada con la manivela reguladora de profundización del equipo, ubicado en el costado posterior de la tolva destinada a las semillas, presentando una varilla de nivel graduada.

Antes de realizar los trabajos de preparación de suelos, se debe realizar un análisis de suelo, para estimar la cantidad y tipo de fertilizante a incorporar de fondo, el cual será añadido al mismo momento de la preparación, incluyendo el aporte de materia orgánica. Además es necesario determinar la cantidad de fertilizante que entregan las tolvas montadas en la sembradora de grano, y corregir la caída de abono, con las compuertas que se encuentran entre las mangueras y la tolva.

Las características del tractor son muy importantes, ya que requiere de 85 HP como potencia mínima, y una distancia de trocha (distancia entre las ruedas) sea la adecuada para utilizar con la sembradora neumática. Las siembras efectuadas con el equipo, fueron realizadas a una separación de 0,8 m entre hileras, con una separación de trocha de 1,62 m, pudiendo pasar sobre dos camellones, sin destruir los surcos por el paso de un tractor el paso del equipo.

Para montar el equipo de siembra tras el tractor, inicialmente se debe soltar todos los componentes que encuentran montados sobre el chasis de la sembradora, y se posicionan desde el centro del tractor hacia los extremos del chasis del equipo. Para mantener una separación ideal entre las hileras de siembra, se deben ubicar los cuerpos a la distancia en la cual se realizará la siembra, considerando el centro del tractor como referencia de la sembradora: Desplazando las surcadoras, toleas mangueras entre otros



Finalmente, podemos establecer que con la combinación de piñones **C3** a una distancia de 0,8 m entre los cuerpos, es posible establecer 60.875 semillas de maíz ha<sup>-1</sup>, considerando los caminos dentro del potrero, las acequias y otras superficies no destinadas directamente al establecimiento del cultivo.

Con este tipo de siembra, donde la semilla quedan separadas entre sí a 0,2 m (**Foto 8**), se reduce la competencia entre plantas, aumentando el número de plantas, tamaño y grosor de las cañas, factor relevante para reducir el encamado producto de los vientos fuertes en períodos cercanos a la cosecha de las mazorcas.



**Foto 8.** Vista en campo de la separación entre las cañas de maíz.

## 1.4 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Monosem. 2007. Notice semoris planter manual NC-2007. Quest Impressions Europe. Paris Francia. 64 p.
- Tapia, F. 2009. Estudio Básico: Investigación silvoagropecuaria de innovación en la I Región. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Boletín INIA N° 197. Santiago Chile. 144 p.



# PREPARACIÓN DE SUELOS

**Alexis Villablanca F.**

*Ing. Agrónomo M. Cs.*

**Marjorie Allende C.**

*Ing. Agrícola.*

**E**l realizar una adecuada preparación del suelo, permite generar condiciones óptimas para un buen establecimiento de los cultivos. Sin embargo, es necesario contar con la mayor cantidad de información de los campos, elemento que permitirá tomar la mejor decisión respecto a qué labores realizar y en cuánto tiempo, ya que una labor de preparación de suelo apresurada, repetitiva en el tiempo, mal ejecutada y sin evaluaciones, puede provocar un ambiente negativo tanto para el cultivo como para el propio suelo.

Es por ello, que la preparación de suelos es tan relevante, debido a que sí es realizada de forma idónea, asegura un medio propicio para los plantas y que sea sustentable en el tiempo. Existen diversos factores que deben ser evaluados de forma previa con la realización de calicatas como: compactación, textura, humedad, etc. También es necesario tomar muestras de suelos y analizar su composición química, para procurar realizar adecuados planes de fertilización que requieren los diferentes cultivos, incorporando además, materia orgánica, la cual favorece la actividad microbiana, los cuales son necesarios para aumentar la fertilidad de los suelos.

Cuando se observan perfiles o capas duras a nivel de subsuelo, producto de la compactación o inadecuados laboreos, es posible apreciar una limitada penetración y bajo desarrollo de raíces, asociado a una mínima infiltración, entre otros, por lo cual, es necesario incorporar de forma

previa a la siembra, equipos que permitan aumentar la profundidad de crecimiento de las raíces, con el fin de romper las estratas duras, incrementando el tamaño del perfil de suelo.

Las labores de preparación de suelos pueden ser también de tipo superficial, labor en la cual el motocultivador (**Foto 9**), cumple un rol fundamental debido a su capacidad de desarrollar todas las labores necesarias, siendo la incorporación de los abonos y materia orgánica las más relevantes. Dependiendo del tamaño del motocultivador y las cuchillas, la profundidad variará, sin embargo, nunca será mayor a 0,2 m.



**Foto 9.** Preparación de suelo con motocultivador en el Valle de Lluta.

Este equipo es utilizado cuando las superficies destinadas a las siembras son reducidas, como para almacigos o cultivos pequeños, con suelos poco profundos, siendo equipos de mediano costo, motorizados, y donde además su costo de operación es bajo, comparado con implementos que requieren de un tractor para ser utilizados.

El ancho de trabajo dependerá de las especificaciones del fabricante con medidas desde 0,6 a 1 m, siendo la gran diferencia si cuentan o no, con ruedas motrices, lo cual asegura un desplazamiento uniforme sobre

el potrero, incrementando la eficiencia del equipo en comparación con motocultores que no cuentan con ruedas motrices. Si bien, este equipo se observa normalmente en los dos valles (Azapa y Lluta), es cada vez más recurrente el uso de estos equipos en el Valle de Azapa, debido a que las superficies destinadas a los cultivos son reducidas y sólo preparan los suelos de las hileras; en el Valle de Lluta, se observa este equipo, principalmente para la preparación de suelos en trasplante de cebolla.

Sí las superficies agrícolas son de mayor tamaño, es preferible que la preparación de suelos sea realizada con el tractor y sus diferentes aperos, los cuales están diseñados para trabajar en todas las situaciones y condiciones del campo, donde se requiere realizar labores de aradura, rastraje, y encamado cuando la profundidad del terreno es reducida, asegurando un perfil de suelo útil para cultivar.

Para realizar una adecuada preparación de suelo, se debe tener en cuenta las condiciones de humedad del perfil del mismo; ya que suelos con baja humedad y texturas arcillosas, son siempre duros y difíciles de preparar, impidiendo la penetración de los implementos. Por el contrario, cuando los suelos se encuentran anegados, tienden a empantanar al tractor y sus aperos, requiriéndose de trabajos previos de drenaje para reducir el exceso de agua presente en el perfil de suelo. Es por ello, que al realizar labranzas con arados de disco o vertedera en donde se cortan grandes prismas de suelo sumado a una elevada humedad, se forman bloques de difícil manejo.

## **2.1 EQUIPOS MÁS COMUNES PARA LA PREPARACIÓN DE SUELOS EN EL VALLE DE LLUTA**

El Valle de Lluta se caracteriza por tener una agricultura tradicional, en donde el maíz y la cebolla, son las hortalizas de mayor superficie cultivada en la temporada agrícola dentro de la cuenca del Río Lluta; siendo los tipos de cultivos y su manejo agronómico tradicional, los ejes principales que han orientado la adquisición como el tipo de equipos requeridos para la preparación de los suelos. Por lo general, estos equi-

pos se encuentran en manos de los propios productores agrícolas del sector, como también en manos del creciente número de prestadores de servicios, los cuales han adquirido equipos nuevos e implementos acordes a la demanda; como también se ha incrementado la adquisición de tractores nuevos y de mayor potencia, con el fin de poder suplir la demanda concentrada en los períodos estivales, previo a los trasplantes e inicios de las siembras de invierno.

Entre los equipos más comunes con que cuentan los agricultores y los prestadores de servicios en el Valle de Lluta para realizar la preparación de suelos son: arados de disco, rastras tándem o de doble acción y tipo Offset.

En el caso del arado de disco, éste es utilizado para ejercer una acción mecánica y romper a profundidad el suelo, para que pueda ser roturado. El roturado lo realiza realizando un corte desuniforme al prisma del suelo, enterrando las malezas, a una profundidad de trabajo no superior a 0,35 m.

La rastra simple, está compuesta por dos cuerpos ubicados en forma de "V", perpendicular al punto de enganche al tractor, y donde además los discos quedan ubicados de forma opuesta entre ellos por sus lados convexos. Su utilización es posterior al uso del arado, permitiendo mullir el suelo y destruir las malezas.

En cambio, la rastra offset, corresponde a la rastra excéntrica de tiro desplazada hacia la izquierda, con dos cuerpos ubicados en forma de "V", siendo útil para la eliminación de malezas, nivelando y mullendo la superficie del suelo.

El problema con el uso de las rastras, surge debido a que este tipo de equipos no logra trabajar a mayores profundidades, y por consiguiente se generan capas duras e impermeables, impidiendo el buen drenaje de suelo, y con ello, problemas de establecimiento en los cultivos, cuando los niveles freáticos del suelo son superficiales. Siendo notoria la condición de excesiva humedad en varios sectores del Valle de Lluta.

## 2.2 LA PREPARACIÓN DE SUELO EN LOS SECTORES PRODUCTIVOS DE LA PROVINCIA DE ARICA

A nivel de valles costeros en la Región de Arica y Parinacota, la preparación de suelos con tractor se realiza de forma íntegra en los Valles de Lluta y Camarones, ya que los cultivos desarrollados, el tamaño de los potreros y baja superficie con estructuras, permiten la inclusión de implementos para aradura y rastraje. Esta condición se contrapone a lo observado en el Valle de Azapa, en donde los cultivos utilizados en muchos casos se encuentran bajos sistemas de exclusión, en superficies reducidas; por lo cual la preparación de suelos es de forma localizada, solo en la hilera de siembra, y no a toda la superficie. Además, la maquinaria para dicha labor se reduce a un motocultivador o un mini tractor que realiza el mullido del suelo y el encamado, incorporando materia orgánica y los fertilizantes de fondo.

La labranza primaria como concepto dentro de la preparación de suelo, corresponde a la rotura en profundidad del suelo, invirtiéndolo, destruyendo las raíces y enterrando las malezas. En el Valle de Lluta, los agricultores utilizan arado de disco para la realización de la labranza primaria, con una duración media de tres horas de maquinaria según el tiempo determinado por el prestador de servicio, que cuentan con un tractor y el implemento respectivo. Sin embargo, evaluaciones realizadas en relación a la velocidad de avance del tractor y del ancho de trabajo del arado, el tiempo máximo requerido es de 1,78 horas (**Cuadro 4**), cuando la velocidad media del tractor es de 5 km h<sup>-1</sup> y con un arado de 1,4 m siendo notablemente distintos a los tiempos que acordados entre los dueños de los campos y los prestadores de servicios, ya que en su mayoría los tiempos destinados a la aradura las definen entre 3 a 5 hora de maquinaria. Es probable que se considere un tiempo promedio, debido, a que el operario de la maquinaria requiere constantemente bajar del vehículo para constatar el trabajo realizado, como para observar el equipo, y si se encuentra trabajando de forma correcta.

**Cuadro 4.** Tiempo en horas que se requiere para realizar el arado de suelo en una hectárea.

Velocidad del tractor	Ancho de trabajo del arado (m)			
	1,4	1,6	1,8	2,0
5 km h <sup>-1</sup>	1,78	1,55	1,38	1,25
6 km h <sup>-1</sup>	1,48	1,29	1,15	1,04
7 km h <sup>-1</sup>	1,27	1,11	0,98	0,89
8 km h <sup>-1</sup>	1,11	0,97	0,86	0,78
9 km h <sup>-1</sup>	0,99	0,86	0,76	0,69

La mano de obra requerida para desarrollar la aradura se reduce a sólo al operario del tractor, dependiendo de su experiencia en campo, y capacidad visual, ya que el buen trabajo de aradura requiere tener clara la pendiente, la nivelación del terreno, y la eliminación de las malezas.

La labranza secundaria corresponde principalmente a la utilización de la rastra, transitando por todo el potrero que previamente ha sido arado, mejorando la micronivelación, y la eliminación de algunas malezas que hayan quedado presentes. En el caso de la utilización de la rastra en los suelos de Lluta, los tiempos destinados en una hectárea de suelo a dicha labor son cercanos a 2,5 a 3 horas, dependiendo de la velocidad del tractor y la pericia del operador para dejar de forma óptima la superficie de suelo destinada la siembra.

En trabajo desarrollados en terreno con productores agrícolas, y prestadores de servicio, se evaluó la demanda de implementos para desarrollar un adecuado laboreo de suelo. INIA Ururi adquirió un arado escarificador marca Marchesan TATU de cinco pintas (**Foto 10**), que trabaja hasta una profundidad cercana a 0,48 m, con la cual es posible cortar las raíces ubicadas en zonas profundas del suelo, sin tener que invertir el prima del suelo, alcanzando las zonas duras a las cuales no se logra llegar con el arado de disco y donde se generan los problemas de compactación.





**Foto 10.** Arado escarificador de cinco puntas.

Posterior a la preparación del suelo, se utilizan equipos surcadores, dispuestos entre sí dependiendo del cultivo, siendo distintas en tamaño y ancho de aletas, las cuales se ubican a la misma distancia entre los cuerpos. Para la siembra de maíz, en el Valle de Lluta, las surcadoras se disponen a 1 m. entre sí y para la cebolla, los cuerpos de la surcadora están distanciados a 0,4 m.

Para finalizar todas las labores de suelo que requieren el uso de maquinaria en el maíz, se realiza la confección de las acequias y regueras, las cuales son obras relevantes para distribuir adecuadamente el agua a nivel de potrero, realizando una labor llamada "contra", que consiste en conectar ocho hileras de cultivo con una sola entrada y salida, permitiendo al regador mantener un control del agua que ingresa al potrero, y poder distribuirla según sea necesario.

Otra práctica o labor que se realiza en el maíz es el aporcado, el cual puede hacerse de forma mecanizada o manual, y consiste en acumular suelo en la zona baja de la planta cuando la caña de maíz cuenta con cerca de 1,5 m de altura, donde además se desplaza la acequia de riego, quedando ésta en medio de las hileras de cultivo.

En cambio, la preparación de suelo en el Valle de Azapa, al ser localizada, es posible de realizar simultáneamente dos o más labores, como

el levante de los camellones o mesas, considerando además la incorporación de otros equipos, tanto para la instalación de las cintas de goteo, y acolchado (mulch), realizando todas las labores en una misma vez. Sin embargo, sólo los grandes productores de hortalizas (tomate y pimentón), realizan la instalación del acolchado de forma mecanizada, y no así los pequeños productores, quienes siguen realizando dicha labor y instalación de las cintas de forma manual, incrementando el costo final asociado a mano de obra.

## **2.3 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Manqui, F. Allende, M. y Villablanca, A. 2012. Preparación de suelos. Informativo N° 61. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Arica Chile. 4p .