



72658

UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA  
FACULTAD DE AGRONOMIA

EFFECTOS DE LA MECANIZACION DEL DESGRANE Y SIEMBRA DE AJO SOBRE  
PARAMETROS PRODUCTIVOS

FACULTAD DE AGRONOMIA

"por"

DEPARTAMENTO DE  
DOCUMENTACION Y  
BIBLIOTECA

Eduardo RICHIERI BOCHARD

TESIS presentada como uno de los  
requisitos para obtener el título  
de Ingeniero Agrónomo.  
(Orientación Producción Vegetal  
Intensiva)

MONTEVIDEO  
URUGUAY  
1998

Tesis aprobada por:

Director: Rubén Lachas  
Nombre completo y firma.

Juan Olivetti  
Nombre completo y firma.

Luigi Tuboleys  
Nombre completo y firma.

Fecha: 27 de marzo de 1998.

Autor: Eduardo Richieri Eduardo Richieri  
Nombre completo y firma.

## AGRADECIMIENTOS

A mis padres y hermana, por su apoyo incondicional a lo largo de toda la carrera.

A los directores de tesis quienes brindaron su tiempo y apoyo para la concreción de este trabajo.

## TABLA DE CONTENIDO

	Página
PAGINA DE APROBACION.....	II
AGRADECIMIENTO.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	VI
1. INTRODUCCION.....	1
2. REVISION BIBLIOGRAFICA.....	3
2.1 DESGRANE MECANICO.....	3
2.1.1 Eficiencia operacional y efectos directos sobre el material de siembra.....	3
2.1.2 Efecto agronómico.....	5
2.2 SIEMBRA MECANICA.....	6
2.2.1 Eficiencia operacional y efectos directos sobre el plantío.....	6
2.2.2 Efecto agronómico.....	13
3. MATERIALES Y METODOS.....	18
3.1 DESGRANE MECANICO.....	18
3.1.1 Evaluación de desgranadoras.....	18
3.1.2 Evolución del cultivo con dientes dañados mecánicamente por las desgranadoras.....	19
3.2 SIEMBRA MECANICA.....	20
3.2.1 Efectos de la siembra mecanizada sobre los principales componentes del rendimiento.....	20
3.2.2 Precisión de las sembradoras.....	23
3.2.3 Nivel de daño producido por las sembradoras.....	23
3.2.4 Efecto de la velocidad de siembra sobre la precisión.....	23

4. RESULTADO Y DISCUSION.....	25
4.1 DESGRANE MECANICO.....	25
4.1.1 Evaluación de desgranadoras.....	25
4.1.2 Evolución del cultivo con dientes dañados mecánicamente por las desgranadoras.....	27
4.2 SIEMBRA MECANICA.....	32
4.2.1 Efecto sobre el stand de plantas y población final.....	32
4.2.2 Efecto sobre el distanciamiento entre plantas.....	35
4.2.3 Efecto sobre la altura de plantas.....	36
4.2.4 Efecto sobre el rendimiento.....	36
4.2.5 Efecto sobre la calidad del bulbo.....	38
4.2.6 Precisión de las sembradoras.....	39
4.2.7 Nivel de daño producido por las sembradoras.....	41
4.2.8 Efecto de la velocidad de siembra sobre la precisión.....	41
4.3 CONSIDERACIONES FINALES.....	44
5. CONCLUSIONES.....	45
6. RESUMEN.....	46
7. BIBLIOGRAFIA.....	48

## LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro Nº	Página
1. Rendimiento operacional, nivel de daño y eficiencia de separación de ambas desgranadoras al desgranar 20 kilos de ajo .....	25
2. Distribución por peso y características del material obtenido en cada zaranda con las dos desgranadoras.....	26
3. Distribución por número de dientes y características del material obtenido en cada zaranda con las dos desgranadoras.....	26
4. Peso promedio (g) de los dientes (excluyendo el material desgranado parcialmente) obtenidos en cada zaranda para ambas desgranadoras.....	27
5. Evolución del número de plantas y rendimiento final para los distintos tratamientos.....	27
6. Número de plantas a cosecha para los tratamientos diente sano y dañado para ambas desgranadoras.....	28
7. Número de plantas a cosecha para cada desgranadora.....	28
8. Interacción entre los factores daño y desgranadora.....	28
9. Número de plantas anormales según tratamiento.....	31
10. Porcentaje de las distintas posiciones de caída de dientes para la siembra mecánica en ambos ensayos.....	33
11. Población final lograda para los dos tipos de siembra con respecto a la población objetivo.....	34
12. Distanciamiento promedio entre plantas y desvío estandar para cada método de siembra.....	35
13. Altura de planta (cm) para los dos tipos de siembra para ambos ensayos.....	36

	Página
14. Rendimiento comercial, peso promedio de bulbos y duración del ciclo para ambos ensayos.....	36
15. Porcentaje en kilos de bulbos obtenidos en la siembra neumática y la siembra manual para ambos ensayos.....	37
16. Calidad de los bulbos cosechados para el ensayo de INIA Las Brujas.....	38
17. Porcentaje de dientes depositados a la velocidad de 2.36 km/h para la sembradora neumática y 2.1 km/h para la sembradora mecánica....	39
18. Parámetros estimadores de la precisión de siembra para los dos tipos de sembradoras.....	39
19. Porcentaje de dientes dañados y pelados para los dos tipos de sembradoras.....	41
20. Porcentaje de dientes depositados por la sembradora neumática a 2.36, 3.4 y 3.99 km/h.....	42
21. Parámetros estimadores de la precisión de siembra para la sembradora neumática a 2.36, 3.4 y 3.99 km/h.....	42

Figura Nº	Página
1. Evolución del stand de plantas por tratamiento para la desgranadora de Canelón Grande.....	29
2. Evolución del stand de plantas por tratamiento para la desgranadora de INIA Las Brujas.....	30
3. Evolución del stand de plantas para los dos tipos de siembra ensayo Canelón Grande.....	32
4. Evolución del stand de plantas para los dos tipos de siembra ensayo INIA Las Brujas.....	33
5. Porcentaje de población final para los dos tipos de siembra para ambos ensayos.....	35
6. Rendimiento por categoría. Ensayo Canelón Grande.....	37

Figura N°	Página
7. Rendimiento por categoría. Ensayo INIA Las Brujas.....	38
8. Histograma sobre la sembradora neumática a una velocidad de 2.36 km/h.....	40
9. Histograma sobre la sembradora mecánica a una velocidad de 2.1 km/h.....	40
10. Histograma sobre la sembradora neumática a una velocidad de 3.4 km/h.....	43
11. Histograma sobre la sembradora neumática a una velocidad de 3.99 km/h.....	43

## 1. INTRODUCCION

El ajo (*Allium sativum* L.) pertenece taxonómicamente a la familia Liliaceae. Si bien no se conoce con certeza su antecesor salvaje, se considera al *Allium longicuspis* Rgl. la especie más relacionada al ajo cultivado. Debido a que dicha especie es endémica de Asia central, se toma a esta zona como el centro de origen del ajo cultivado.

Es luego de la cebolla, la especie de *Allium* más producida a nivel mundial. Se lo utiliza en todo el mundo como condimento (tanto en forma fresca como deshidratado) y se le reconocen propiedades medicinales. (Takagi, H. 1990)

A nivel mundial el consumo de ajo tiene una tendencia creciente que está en el orden de 6 al 10 % anual. Los principales países importadores son Francia, Alemania y Estados Unidos. Dentro de los países del Mercosur, Brasil es un importador neto de este producto. Demanda principalmente el tipo de ajo que se produce en nuestro país y en cantidades superiores a las que aquí se manejan como exportables. Uruguay tuvo durante la década de los '70 una importante corriente exportadora hacia ese mercado. Los principales competidores regionales serían Argentina (abastece el 50% de las importaciones de Francia) y Chile, donde el grado de mecanización de ciertas tareas les determina una eficiencia en el uso de la mano de obra muy superior a la nuestra (JUNAGRA-IICA, 1991.)

En nuestro país se plantaban en 1990, alrededor de 383 hectáreas obteniéndose rendimientos promedios de 2.704 kilos por hectárea. El área que las explotaciones hortícolas dedicaban a este cultivo era en promedio de 0,48 hectáreas (Censo General Agropecuario, 1990). La forma "tradicional" de producción implica el desgrane manual, la siembra diente clavado y la cosecha manual. Esto trae aparejado elevados requerimientos de mano de obra. Se necesitan para plantar una hectárea (JUNAGRA 1996):

- \_ 170 hs/hombre para desgranar los bulbos.
- \_ 10 hs/hombre para tamañar los dientes.
- \_ 180 hs/hombre para curar, sembrar y tapar.
- \_ 140 hs/hombre para arrancar.
- \_ 70 hs/hombre para atar.
- \_ 112 hs/hombre para acarrear y colgar.

En instituciones como INIA, JUNAGRA, Facultad de Agronomía y grupo de productores (com. pers. Sr. Ramón Perrone) se ha percibido que uno de los factores restrictivos para la expansión y aumento de la producción total del cultivo es el tiempo requerido por las técnicas "tradicionales" de producción.

La mecanización de algunas de estas tareas permitiría reducir los requerimientos de mano de obra y aumentar la eficiencia del trabajo. La posible expansión de la producción hacia áreas no tradicionales, en las cuales no exista abundante mano de obra así como el incremento en el tamaño de la superficie cultivada por productor son limitantes que podrían solucionarse con la mecanización de algunas tareas.

En nuestro país existen dos desgranadoras mecánicas que realizan la separación de los bulbos de ajo en bulbillos. Sus componentes básicos son: mecanismo de rotura del bulbo y separación de bulbillos, cinta transportadora, mecanismo de limpieza y mecanismo calibrador. Una de ellas pertenece a un grupo de productores de Canelón Grande. Su mecanismo de rotura consiste en tres cilindros rotatorios de eje horizontal cubiertos de goma. Esta máquina brinda su servicio a los productores del grupo y eventualmente a terceros. La otra máquina pertenece al INIA Las Brujas. Realiza la rotura por intermedio de una placa de presión seguida de dedos rotatorios de goma que terminan la tarea. Se la utiliza para la preparación del material que la institución siembra.

Las sembradoras mecánicas se componen de distintos mecanismos que permiten realizar: la apertura del surco de plantación, la dosificación y distribución de los dientes semilla, la cobertura y la compactación del suelo alrededor de la misma. No disponen de mecanismos que permitan controlar la forma de caída del diente semilla. Esto junto con la menor homogeneidad lograda en la distancia entre semillas se consideran sus principales desventajas frente a la siembra manual. En nuestro país el INIA Las Brujas posee dos sembradoras de precisión, una con mecanismo dosificador de plato alveolado y la restante con mecanismo dosificador neumático.

Los objetivos de este trabajo son:

- 1- determinar la capacidad efectiva de trabajo, eficiencia de separación y nivel de daño del proceso de desgrane mecánico.
- 2- determinar el efecto sobre el rendimiento del material desgranado (sano y dañado).
- 3- comparar rendimiento comercial y total de dos sembradoras (mecánica y neumática) y en relación a la siembra manual.
- 4- cuantificar el nivel de daño producido por las sembradoras.
- 5- comparar la uniformidad de distribución en la línea de plantación para ambas sembradoras.
- 6- determinar la uniformidad de distribución de la sembradora neumática a diferentes velocidades de operación.

## 2. REVISION BIBLIOGRAFICA

### 2.1 DESGRANE MECANICO

#### 2.1.1 Eficiencia operacional y efectos directos sobre el material de siembra

El desgrane consiste en la rotura o separación del bulbo en dientes o bulbillos. Burba (1992) sostiene, que previo al desgrane los bulbos deben ser calibrados de forma de asegurar el buen funcionamiento de la desgranadora y minimizar el daño a los bulbillos. Los bulbos "madres" podrán ser clasificados o tamañados con diversos equipos: separadores por peso o de "balanza"; seleccionadora por diámetro o de "líneas divergentes"; calibradoras cribadas o vibrátiles.

El material ingresa a dichos equipos libre de hojas y previa eliminación visual de bulbos con anomalías morfológicas, que se alejen de ideotipo varietal o presente problemas sanitarios (Burba *et al* 1982; Bartos y Holik, 1985 a).

El desgrane puede realizarse de dos formas: manual o mecánica. La primera, más corriente en explotaciones de pequeño o medio tamaño, familiares en gran medida, presenta como ventaja permitir una selección unidad por unidad y evitar el pelado (sacado de las túnicas) de los dientes. La desventaja es su alto costo. El segundo, por su parte presenta como desventaja el daño mecánico en las túnicas y la falta de selección sanitaria. La ventaja es su menor costo (García, 1990).

El desgrane mecánico se puede realizar por distintos mecanismos: una placa de metal cubierta de goma con movimiento alternativo; un cono mayor cuya cara interna presente listones de goma verticales dentro del cual encaja otro cono con listones helicoidales en su cara externa que gira accionado por un motor eléctrico; un pequeño martillo con movimiento alternativo, seguido de un rodillo con dedos de goma dispuestos radialmente que actúan sobre una superficie que también presenta dedos de goma; dos bandas de goma que aprietan los bulbos y giran accionadas por cilindros rotativos a diferentes velocidades. Algunas máquinas ofrecen la posibilidad de pre-calentar los bulbos de ajo a temperatura entre 32-36°C para facilitar el desgrane. También pueden completar los mecanismos antes mencionados zarandas oscilantes y cilindros rotatorios con mallas cuadradas o rectangulares que dejan un producto limpio y subdividido en 3 o 4 categorías (Demaldé y Manfredi, 1994).

Otros mecanismos pueden consistir de: rodillos de compresión a contragiro, los cuales van disminuyendo progresivamente la distancia entre ellos; una cinta que conduce los bulbos hacia una serie de rodillos que los aplasta sobre la propia cinta o mecanismos más sofisticados que utilizan chorros de aire comprimido dirigidos a la punta de los bulbos para desgranarlos limpiamente (García, 1990).

En cuanto al rendimiento operacional, este dependerá del mecanismo de desgrane que posea la máquina así como de su capacidad de alimentación. Según Demaldé y Manfredi (1994) las desgranadoras de doble cinta con velocidad diferencial, accionadas por cilindros rotativos presentan capacidades de 300-400 kg/h con dos trabajadores, 2 a 3 veces mayores que los otros tipos. Jorosová y Bartos (1984) citan rendimientos de 334 kg/h; Menezes *et al* (1984) de 400 kg/h y Bartos y Holik (1985 a) de 612 kg/hora .

Distintos autores (Bartos y Holik 1985 a; García 1990) coinciden en señalar que es común contar con cierto número de personas que trabajen luego de desgranado el material eliminando dientes pelados, dañados mecánicamente y enfermos y terminando de separar bulbos parcialmente divididos.

En cuanto al número horas de trabajo humano requerido para desgranar y clasificar los bulbos necesarios para plantar una hectárea, estos se encuentran entre: 12-14 h (Demaldé y Manfredi, 1994); 10-20 h sin repaso manual luego de desgranado y clasificado el material o 25-40 h con repaso manual (García, 1990); 16 h sin repaso manual luego del desgrane (Bartos y Holik, 1985). Para JUNAGRA (1996) el desgrane y tamañado manual requiere 170 y 10 h/hombre respectivamente, lo que arroja un total de 180 h, para obtener la semilla de una hectárea.

El desgrane de los bulbillos produce un porcentaje variable de daño, que corresponde a rotura de dientes y/o pelado de los mismos. Incluso el desgrane manual, produce dientes dañados o pelados (Bartos y Holik, 1985 a). Los autores determinaron que con el desgrane manual se obtuvo un 5.08% de dientes pelados y dañados. Con el mismo material sujeto a desgrane mecánico se incrementó marcadamente la proporción de dientes pelados y dañados a 21.34 % reduciéndose por consiguiente la proporción de dientes utilizables a 71.54 %. La calibración del material a sembrar incrementó la cantidad de dientes pelados en un 2,85 % sin incrementar los daños mecánicos. Del análisis de cada categoría determinaron que los dientes más grandes fueron los más propensos a ser pelados.

El mecanismo que produciría menor daño a los bulbillos sería el de dos bandas de goma que aprietan los bulbos y giran accionadas por cilindros rotativos a diferente velocidad (Demaldé y Manfredi, 1994)

Jorosová y Bartos (1984) utilizando una desgranadora "Struko-20", encontraron un 8.34 % de dientes dañados mecánicamente y un 3.9 % de dientes pelados desprovistos de cubierta pero no dañados mecánicamente. La eficiencia de separación de esta máquinas medida como el número de dientes separados (individuales) sobre el total de dientes que salen fue de 95.02%.

Bartos y Holik (1985 a) al evaluar el trabajo de las desgranadora encontraron que la mayor proporción de bulbos no separados completamente, pasó dentro de la fracción clasificada como diente grande.

Burba *et al* (1982) utilizando zarandas de malla cuadrada con el cultivar Rosado Paraguayo cuyos bulbillos presentan caras plano-convexas y plano cóncavas así como marcado polimorfismo, determinó que dientes de un mismo peso aparecían en distintas categorías. Las diferencias morfológicas de los bulbillos en las variedades o tipos dan lugar a una baja eficiencia de las máquinas tanto por exceso como por defecto ya que las caras planas, convexas o cóncavas, el largo y el ancho, no se ajustan a formas geométricas regulares.

Generalmente, los equipos destinados a calibrar los dientes por zarandas, cribas o cilindros sin fin realizan una separación en forma y tamaño, las cuales no guardan estrictamente una relación con el peso de los mismos. Según el mismo autor variedades con bulbillos uniformes en forma y tamaño, como los del tipo "colorado", resultan más fáciles de calibrar y la eficiencia de las máquinas aumenta. Los equipos de cilindros giratorios sin fin brindan resultados satisfactorios y son los más difundidos en las regiones productoras (Burba 1992).

## 2.1.2 Efecto agronómico

Jorosová y Bartos (1984), al evaluar el comportamiento productivo de los dientes pelados y mecánicamente dañados determinaron rendimientos de 1392 kg/ha, significativamente menores que los obtenidos con dientes sanos de peso similar 4078 kg/ha. Esto se debe al menor número de plantas que llegaron a cosecha en relación a los dientes sembrados 32.74 % y 75.75 % respectivamente. En cuanto al peso promedio del bulbo no se apreciaron diferencias significativas al comparar dichos tratamientos. La siembra de dientes dañados y pelados mecánicamente redujo en un 27.27% los bulbos pertenecientes a las clases I y II (bulbos de mayor tamaño). La comparación de la relación kg cosechados por kg de semilla sembrada presentó diferencias significativas: 1.27 vs. 4.26 respectivamente. Se confirma la necesidad de descartar durante la división mecánica del bulbo, dientes de ajo pelados o dañados mecánicamente, ya que la siembra de estos disminuye significativamente el rendimiento, sobretodo por el efecto de la muy baja sobrevivencia de las plantas hasta la cosecha.

Numerosos estudios muestran que al aumentar el peso del bulbillo plantado se incrementa el rendimiento y tamaño de los bulbos a cosecha. El tamaño óptimo dependerá del cultivar utilizado y del destino comercial de la producción (Brewster y Rabinowitch 1990).

Ensayos realizados por Burba *et al* (1982) con el cultivar Rosado Paraguayo determinaron la necesidad de utilizar dientes de peso superior a 1,22 gr. para plantaciones comerciales pues son capaces de dar plantas de mayor altura y número de hojas al momento de la bulbificación que se traduce en un mayor perímetro y peso de los bulbos a cosecha.

Para Burba (1992) la importancia del eficiente calibrado de los dientes radica en que los diferentes tamaños, darán lugar a diferentes patrones de comportamiento a campo. Los dientes grandes y externos poseen menor estado de dormición y mayor vigor que los pequeños internos, lo que en el campo se traduce en mayores niveles de competencia cuando son plantados mezclados y sin calibrado previo. Cada tamaño de diente deberá ocupar una parcela o lote separado ya que el manejo a que serán sometidos es diferente. Los dientes semilla medianos y pequeños, admitirán relativas mayores densidades y requerirán un mayor nivel de fertilización que los grandes.

Otros autores, (Brewster y Rabinowitch 1990; Menezes *et al* 1984) sostienen que el plantío de bulbillos clasificados permite el desarrollo de cultivos uniformes, con maduración en un mismo momento lo que facilita la cosecha.

## 2.2 SIEMBRA MECANICA

### 2.2.1 Eficiencia operacional y efectos directos sobre el plantío

El cultivo de ajo se puede sembrar de tres maneras: manual, semi-mecánica y mecánica. La realización de una u otra técnica dependerá de factores como: la superficie destinada al cultivo, disponibilidad de mano de obra y destino de la producción (Burba, J. 1992?)

La siembra manual tradicional consiste en "clavar los dientes" con el ápice hacia arriba en el centro del camellón o surco previamente levantado. El mismo operario tapa la semilla en el momento de plantar. La siembra manual no sólo es crítica por su alto costo, sino también por la disponibilidad de mano de obra durante la época de siembra (Cabrera y Serwatowski, 1996). En contrapartida es la más homogénea en cuanto a la emergencia y garantiza, si los operarios son expertos, un cultivo en perfectas condiciones iniciales (García, 1990). También determina mayor homogeneidad en el distanciamiento medio de plantas (Del Monte, 1991)

Según JUNAGRA (1996) la siembra manual requiere 180 h/hombre para curar, plantar y tapar la semilla necesaria para instalar una hectárea de cultivo. Otras fuentes indican requerimientos de 60-80 h/hombre (García, 1990) y 107 h/hombre (Del Monte, 1991) para plantar una hectárea. Si el operario se encarga además, de abrir el surco de plantación los requerimientos se elevan a 370 h/hombre/ha (Menezes Sobrinho et al, 1984).

En los sistemas semi-mecanizados se da la participación de herramientas que realizan el surcado o marcado de las líneas de plantación, donde los operarios depositan en forma manual los bulbillos con el ápice hacia arriba "a la vista" (García, 1990 y Burba, J. 1992?). Una vez controlada la densidad correcta, se procede a tapar en forma mecánica las líneas (Burba, J. 1992?). Hay que tomar en cuenta que la operación de cubrir la semilla y compactar el suelo alrededor de ella se realiza normalmente utilizando el tractor con discos cubridores, con lo que no solamente se altera la posición vertical de la semilla sino también la uniformidad de su distribución (Cabrera y Serwatowski, 1996).

Las sembradoras pueden ser de alimentación manual (semiautomáticas) o mecánica (automáticas). Las primeras requieren de operarios auxiliares que van rellenando manualmente alvéolos o cavidades para la distribución de los dientes (Burba, 1992). En estas máquinas, la distancia entre filas no se puede modificar y se encuentra entre 32-35 cm. Plantan de forma regular especialmente si son usadas a bajas velocidades y por personas expertas. La velocidad de operación de estos equipos varía de 0.5-0.6 km/h, determinando una capacidad teórica de trabajo de 16-15 h/ha, para máquinas de 6 surcos con un tractorista y seis operarios alimentando los dosificadores (Demaldé y Manfredi, 1994).

Las sembradoras automáticas presentan dosificadores que realizan las operaciones de carga y distribución de bulbillos. Algunas presentan además mecanismos capaces de realizar las operaciones de surcado previo, fertilización, aplicación de herbicidas y tapado posterior (Burba, 1992).

Las sembradoras de precisión mecánicas utilizan sistemas de cangilones, platos, tambores o correas. Su rendimiento es satisfactorio, sin embargo la precisión de deposición no es suficiente y el daño mecánico es elevado (Cabrera y Serwatowski, 1996).

Las más antiguas sembradoras, actualmente en desuso presentan discos con escotaduras, dispuestas regularmente a lo largo del borde. El tamaño, forma y tipo de entallado interno de las mismas, depende de las características morfológicas de los dientes a plantar. El giro del mecanismo eleva un diente por alvéolo (en teoría) desde la tolva hasta que un empujador lo despide hacia el conducto de salida. La distancia entre golpes se regula en función de los engranaje que accionan el disco. El posicionamiento de los dientes sobre el terreno se realiza por caída libre.

Las principales desventajas de esta máquina radican en su facilidad de atraque y de machacamiento de los dientes entre el disco y los soportes. La ventaja fundamental es su simplicidad y robustez. El rendimiento para una máquina de 5 cuerpos, distanciados a 50 cm. y una eficiencia de 0.7 es de 5.7-7.1 h/h.ha (García, 1990).

Rocha *et al* (1990) desarrollaron un mecanismo distribuidor tipo espiral. Consta de dos platos horizontales: el superior es fijo y presenta en su cara inferior el espiral distribuidor; el inferior es cóncavo y gira a partir del movimiento entregado por las ruedas de mando. La dosificación de la semilla se realiza modificando la altura entre la compuerta reguladora del flujo de bulbillos (ubicada junto al plato superior) y el plato inferior. Con este prototipo que sembraba dos líneas a la vez se necesitaron 11 h. para plantar una hectárea (Menezes *et al* 1984).

Otro mecanismo utilizado para distribuir los bulbillos es el de correas con cangilones los cuales se encargan de extraer los bulbillos de la tolva y en algunos diseños de transportarlos sobre su cara convexa hasta el suelo, disminuyen la altura de caída libre. Este sistema exige que los bulbillos sean bien clasificados, para evitar que más de uno se ubique o que alguno deje de ubicarse entre los cangilones (Rocha *et al* 1990). Según Del Monte (1991), para sembrar una hectárea con este tipo de mecanismos se necesitan 4 h/hombre.

Los sistemas de siembra automatizada más avanzados hacen uso de dispositivos de separación y entrega neumáticos, que emplean presión o succión para separar semilla, llevarla a la zona de descarga y soltarla en el momento justo. Las sembradoras de presión (sobrepresión) cuentan con una cámara presurizada, que incluye la tolva y un disco vertical con entradas desde el interior. El aire saliendo por los orificios hace atrapar la semilla; en la parte de descarga una cortina, corta la presión y la semilla cae libremente en el suelo. Las de succión (aspiración) cuentan con la cámara de vacío atrás del disco con orificios. Este se obtura con la semilla atraída por aspiración, que luego se suelta en el lugar preciso al terminarse la cámara de succión. Las sembradoras neumáticas son más precisas, se adaptan mejor a la forma irregular y diferente tamaño de semilla, causan menor daño mecánico a la semilla y son más rápidas que las mecánicas (Cabrera y Serwatowski, 1996).

Demaldè y Manfredi (1994) citan una sembradora neumática que presenta un cilindro distribuidor ubicado transversal y horizontalmente con respecto a la dirección de avance. Una turbina genera dentro de aquel el vacío que permite la succión de los dientes a través de las series de orificios que presenta. Desde una tolva larga (de alrededor de 300 dm<sup>3</sup>) con compuertas ajustables en el fondo caen los dientes por gravedad hacia una zaranda reciprocante que alimenta al distribuidor y donde una corriente de aire generada por la turbina limpia de impurezas el material de siembra. La máquina presenta los inconvenientes de poseer los abresurcos solidarios al chasis, en vez de independientes y de que los bulbillos caen al suelo por gravedad desde una altura de aproximadamente 30 cm, lo que genera problemas en la regularidad de plantación. Provoca poco daño sobre los bulbillos. La velocidad de operación es de 1.5 km/h, lo que determina para una máquina de 5 surcos distanciados a 32 cm y manejada por un operario, sembrar una hectárea en 6 h de trabajo.

En otra sembradora neumática diseñada en México (Cabrera y Serwatowski, 1996) cada tolva cuenta con un alimentador helicoidal bidireccional que abastece dos unidades de siembra. Las unidades de siembra están formadas por un disco vertical giratorio, la cámara de succión y la tolva de la unidad. El disco giratorio presenta orificios con chaflán y es accionado por la rueda del implemento. Los discos son intercambiables y pueden tener orificios de 6, 9 o 12 mm dependiendo del tamaño de la semilla a sembrar. El principal problema de esta máquina fue la necesidad de aumentar la capacidad de atraer los bulbillos hacia los orificios, sin aumentar los niveles de succión, para evitar el uso de generadores de vacío de tamaño y consumo de potencia excesivos. Para solucionar este problema se colocó detrás de cada orificio un pequeño listón radial el cual empuja el bulbillito hacia el orificio, ayudándolo a adherirse, principalmente en la fase inicial de su movimiento cuando sufre una aceleración alta. Además el listón posibilita una velocidad de operación mayor que en otras sembradoras existentes. La succión es generada por un ventilador accionado por la toma de fuerza. El número de orificios no tapados por la semilla, principalmente al inicio del movimiento, causaba considerables pérdidas de vacío, impidiendo mantener el nivel de succión necesario para el funcionamiento correcto. Buscando reducir las pérdidas del vacío, se redujo la cámara de succión, quedando sólo en la parte de separación y levante y sustituyéndola en la parte del movimiento descendente, por una guía o conducto de descarga, donde el control del movimiento de la semilla se puede realizar fácilmente en forma mecánica. Se usa un ventilador extra para limpiar los orificios después que el ajo ha sido soltado y un ciclón para limpiar el aire succionado puesto que se encontraron residuos de cáscara de ajo pegados a los discos y las álabes del extractor (turbina). Este sistema de limpieza tuvo un buen comportamiento.

Bartos y Holik (1985 b) adaptaron una sembradora de precisión neumática (Accord-Fahse Monoair 80) para la siembra de ajo. Presenta un tambor atornillado al disco de siembra que facilita la extracción de los bulbillos. Se amplió la capacidad de la tolva; se ensanchó el tubo de siembra y se eliminó el enrasador.

Los autores compararon el comportamiento de la sembradora neumática con una sembradora de bulbos de tulipán (Konigplanter) ampliamente usada en grandes explotaciones. Con la sembradora neumática el número de individuos sembrados con respecto a la densidad deseada fue de 118.78% y 99.77 % al usar dientes chicos con velocidades de 1.5 y 3.0 km/h respectivamente. Con los dientes de mayor tamaño se obtuvieron porcentajes de 89.10 (C.V. 3.47 %) y 82.20 (C.V. 16.69 %) para las velocidades antes citadas. Los dientes de mayor tamaño fueron los que presentaron mayores porcentajes de plantas a cosecha con respecto a la cantidad de individuos sembrados.

En Francia, la firma Rock, fabrica sembradoras mecánico-neumáticas. Cada tolva de 30-35 kg. es equipada con una cadena de cangilones los que se encargan de extraer 2-3 bulbillos, transportarlos y descargarlos en una cuchara con movimiento vibratorio y en continuo contacto con el disco vertical distribuidor. Una o dos semillas quedan adheridas al disco por la depresión que una turbina produce en la cámara de aire. Un mecanismo fijo, con forma de dedo posiciona el bulbillito y lo prepara para que el enrasador regulable permita el pasaje de solo uno. A continuación la semilla deja el disco al interrumpirse el vacío y cae sobre el dorso del cangilón que lo transporta y deposita en la tierra detrás de la reja (Demaldé y Manfredi 1994; García 1990).

Para lograr una buena distribución en la línea de plantación es necesario elegir el plato de siembra con orificios acordes al tamaño de los bulbillos. Si estos son pequeño pasarán a través de los orificios de succión; si son grandes la succión será insuficiente para sostenerlos y caerán. Se ha encontrado una cierta tendencia a marcar golpes dobles (García, 1990) y la necesidad de camas de plantación en perfecta condición (García, 1990; Cabrera y Serwatowski, 1996). Un aspecto a resaltar es su peso: 1.7 tt en la versión de 5 líneas lo que puede causar problemas en plantaciones sobre suelos arcillosos con excesiva humedad.

Operando a una velocidad de 1.7 km/h, se determinó una capacidad teórica de trabajo de 5 h/ha. para una máquinas de 5 surcos manejada por un operario (Demaldé y Manfredi 1994). Cabrera y Serwatowski (1996) sostienen que esta máquina es capaz de depositar hasta 4 semillas por segundo en una línea, lo que corresponde a velocidades de avance de 0.72 a 0.90 km/h, depositando entre 16 y 20 semillas por metro.

Una de las desventajas ampliamente reseñada del uso de sembradoras, es la imposibilidad de éstas de ubicar a los bulbillos con su ápice hacia arriba. García (1990) considera que la imposición de la plantación mecánica sobre la siembra manual pasa por una investigación más exhaustiva sobre sistemas de implantación que dejen el diente con la punta hacia la superficie, aseverando que entre el 80% y el 90% de los bulbillos sembrados mecánicamente está tumbado o, lo que es peor invertido en la línea.

Del Monte (1991) determinó que las frecuencias de aparición de las distintas posiciones de caída de los dientes son similares para la siembra manual diente tirado y la realizada por una sembradora de correas con cangilones. Las frecuencias obtenidas con el método manual diente tirado fueron: 8% de dientes en posición normal, 5% en posición invertida, 42% acostados sobre la cara plana, 29% con la concavidad hacia arriba y 17% con la concavidad hacia abajo. Para la siembra mecanizada se obtuvieron: 8% de dientes en posición normal, 4% en posición invertida, 49% acostados sobre la cara plana, 17% con la concavidad hacia arriba y 22% con la concavidad hacia abajo.

Tanto en la siembra con máquinas como al sembrar manualmente a chorrillo en el surco de plantación, la manera normal de caída de los dientes es de costado (Menezes *et al*, 1984). Cuando los dientes se siembran sin control de posición ya sea a mano o a máquina, solo una pequeña proporción de aquellos caen invertidos (Sinclair, 1983).

Bartos y Holik (1985 b) evaluando la sembradora Accord-Fahse modelo Monoair 80 determinaron un 24.09% de dientes colocados con la punta apical hacia arriba, 62.69% ubicados horizontalmente y un 13.22% en posición invertida. Utilizando la sembradora de tulipanes la distribución fue de: 10.48%; 71.43% y 18.09% respectivamente. Con respecto a la evaluación de la posición de caída durante la cosecha, los autores opinan que no es posible determinar si algunos de los dientes modifican su orientación por acción mecánica de las raíces.

Cabrera y Serwatowski (1996), compararon la calidad de la distribución en la línea de plantación, sembrando 0.5 ha en forma manual y 0.5 ha con la sembradora neumática de plato vertical. Cuando germinó la semilla contaron las plantas de cada hilera del surco en 10 tramos de 3 metros escogidos al azar. En el ajo sembrado manualmente se encontraron 14 pl./m en la hilera de la izquierda y 15 pl./m en la hilera de la derecha, con una desviación estándar de 7 y 4 pl./m respectivamente. En el sembrado mecánicamente: 15 pl./m en la hilera de la izquierda y 14 pl./m en la derecha con una desviación estándar de 4 y 7 pl./m respectivamente. En 15 tramos de 1 metro escogidos aleatoriamente se midió la distancia entre plantas y se encontró que en el sembrado manualmente la distancia entre plantas fue de 7.33 cm. con una desviación estándar de 5.2 cm (C.V. 70.9 %) y en el sembrado mecánicamente la distancia fue de 7.19 cm. con una desviación estándar de 5.01 cm (C.V. 69.7 %). Dichos autores encontraron para los dientes grandes insuficiencia de vacío lo que determinó irregularidades en la deposición de la semilla necesitándose un mínimo de 30 pulgadas de agua de vacío.

Según Bernacki *et al* (1972) citado por Cabrera y Serwatowski (1996), las sembradoras neumáticas para su funcionamiento satisfactorio requieren de semilla seca y lo más limpia posible, puesto que la práctica muestra, que pequeños segmentos de semilla, o los extremos agudos de ellas son aptos para bloquear los orificios, rompiendo la continuidad de deposición.

Según Bartos y Holik (1985 b) la distribución de las plantas en la línea de plantío fue casi ideal para la sembradora neumático-mecánica. Una mayor velocidad de desplazamiento disminuyó la exactitud de la plantación especialmente con dientes más grandes. El coeficiente de variación de la distancia entre plantas para la sembradora de tulipanes llega a ser del 85.74 %.

Según Rocha y Olivera (1992) el mecanismo distribuidor de bulbillos de correa dentada presentó un coeficiente de variación del espaciamiento medio 20 % menor que el prototipo con mecanismo distribuidor tipo espiral. El porcentaje de espaciamientos aceptables fue 64 % y 44 % respectivamente. El mecanismo con correa dentada es capaz de controlar la salida de los bulbillos, además de evitar que caigan por gravedad dentro del surco lo que aumenta sensiblemente la precisión de siembra.

Con la utilización de un equipo de plantación dotado de correas con cangilones Del Monte (1991) constató un 7 % de incisiones que no comprometieron la brotación y 0,7 % de deterioro grave. Demaldé y Manfredi (1994), consideran que la continua fricción de la cadena de cangilones dentro de la tolva en la sembradora Rockplant podría dañar los bulbillos aunque esto no es compartido por otros autores (García 1990).

Cabrera y Serwatowski (1996) encontraron que los dientes de mayor tamaño depositados tenían un 5 % de daño mecánico (corte, aplastamiento) atribuible al mecanismo de guía o conducto de descarga que acompañaba a la semilla en su fase descendente por el disco de vacío. Según los autores, es práctica habitual realizar un tratamiento sanitario a los bulbillos en forma previa a la siembra. Este tratamiento puede realizarse por inmersión o por espolvoreo. Al utilizar su prototipo con semilla mojada, los autores determinaron la necesidad de utilizar mayores niveles de succión, agregando también, elementos que pudieran agitar o mover la semilla acumulada en la tolva para evitar la formación de cavidades o puentes en la zona de acción de los orificios con listones.

Instalando agitadores en forma de dedos flexibles, transversales con respecto al plano del disco los resultados fueron bastante satisfactorios. Los dientes mojados requirieron de orificios de mayor tamaño, que los dientes secos. Se notó también que la semilla mojada dejaba en el disco unos residuos resinosos pegajosos, imposibles de limpiar con el chorro de aire, que se estaban acumulando en los orificios y sobre los listones del disco. El mismo problema se observaba dentro de la cámara de succión, pudiendo afectar a la larga no sólo el funcionamiento del dispositivo mismo sino también obstruir y bajar la eficiencia del extractor centrífugo. Una solución a este problema y para evitar el secado de la semilla después del tratamiento de inmersión es la aplicación de sustancias química en polvo, en vez del baño de inmersión actual.



Según Kachman y Smith (1995) es importante conocer la habilidad de una sembradora para depositar semillas a una distancia predeterminada. En condiciones de campo es difícil, si no imposible medir el espaciamiento entre semillas. Una alternativa es medir el espaciamiento entre plantas luego de la emergencia. Pero el espaciamiento entre plantas y entre dientes pueden diferir debido a que no todas las semillas emergen, condición del suelo, etc. Los parámetros comunes para analizar la variabilidad en el espaciamiento entre plantas son: histogramas de distancia, la media y el desvío estándar. Estos parámetros son influenciados directamente por la proporción de fallas, la proporción de espaciamentos múltiples y sobretodo por el porcentaje de emergencia. Esto hace que sean parámetros difíciles de analizar al momento de caracterizar la performance de una sembradora. Los autores sugieren la utilización de parámetros basados en el espaciamiento teórico de calibración de la sembradora:

- índice de múltiples: porcentaje de los espaciamentos menores o iguales que la mitad del espaciamiento teórico de calibración.
- índice de fallas: porcentaje de los espaciamentos mayores que 1.5 veces el espaciamiento teórico de calibración.
- índice de calidad de alimentación: porcentaje de espaciamentos mayores que la mitad pero no mayores que 1.5 veces el espaciamiento teórico de calibración.
- precisión: coeficiente de variación de los espaciamentos comprendidos dentro del índice de calidad de alimentación.

El efecto de la falla de emergencia de una semilla provoca el incremento del índice de fallas provocando el desplazamiento de los otros índice. El efecto del porcentaje de emergencia sobre la precisión es menor ya este índice se basa únicamente en los espaciamentos mayores que la mitad pero no mayores que 1.5 veces el espaciamiento teórico de calibración. Esto deja afuera aquellos espaciamentos mayores capaces de ser afectados por el porcentaje de emergencia. Debido al gran impacto que el porcentaje de emergencia tiene sobre la distribución de plantas deberían incluirse estimadores de este en los estudios de caracterización del performance de sembradoras. A pesar de su inclusión y del uso de los índices, es casi imposible separar completamente los factores ambientales de los sembradora que afectan el espaciamiento entre plantas.

### 2.2.2 Efecto agronómico

Distintos autores (Cabrera y Serwatowski 1996; Bartos y Holik 1985 b) coinciden en que la semilla de ajo es una de las más difíciles desde el punto de vista de la mecanización de la siembra, debido a su forma y rango de variación de tamaño. Por otro lado el ajo es un cultivo sensible a la uniformidad de separación de la semilla, lo que afecta en grado significativo el rendimiento y calidad del producto.

Bartos y Holik (1985 b) consideran además que la profundidad de colocación de los dientes y la cantidad de plantas por unidad de superficie que llegan a cosecha influyen en el nivel de rendimiento y su calidad. Del Monte (1991) sostiene que la plantación semimecánica (surcado mecánico-plantación manual) arroja los mejores resultados en cuanto a uniformidad de emergencia y distribución, sin embargo, los cambios de posición del diente en el suelo, dados por las plantadoras mecánicas, no afectan mayormente los resultados.

Trabajos nacionales realizados por Arboleya y Suárez (1994) sobre el efecto de la posición de caída de los dientes y el rendimiento permitieron obtener rendimientos totales de 7.884 y 5.952 kg/ha para los tratamientos diente clavado y siembra tipo chorrillo respectivamente. Los rendimientos comerciales (bulbos > a 4 cm), para ambos tratamientos fueron de 2.524 y 3.093 kg/ha. Los ensayos al año siguiente obtuvieron rendimientos totales de 5.283 y 5.439 kg/ha para los tratamientos diente clavado y siembra tipo chorrillo y rendimientos comerciales de 2.952 y 2.587 kg/ha para ambos tipos de tratamientos. Durante los años evaluados no se encontraron diferencias significativas en rendimiento total y comercial para ambos métodos de siembra. Al evaluar el número de plantas nacidas en el ensayo de 1995, comprobaron que recién a los 28 días después de la siembra la siembra a chorrillo igualaba el stand de plantas del tratamiento diente clavado. La altura de planta y diámetro del cuello fueron mayores estadísticamente para el tratamiento diente clavado hasta los 87 dds. El número de plantas a cosecha no presentó diferencias significativas para ambos tratamientos.

En lo referente a las demás posiciones, los mismos autores, encontraron que las mayores pérdidas de rendimiento total se dieron en los dientes invertidos, con disminuciones de 39% y 25% para 1994 y 1995 respectivamente; con respecto a la siembra diente clavado. Este tratamiento fue el único que mostró un número de plantas a cosecha inferior estadísticamente significativo que el resto de los tratamientos (11 % menos que diente clavado para el año 1995). En los dos años, las parcela sembradas con dientes con la concavidad hacia arriba mostraron disminuciones del rendimiento total; 15% y 8%; con dientes acostados sobre su cara plana la disminución fue de 8% y 4 %, respectivamente.

Del Monte (1991) tampoco encontró diferencias significativas de rendimiento entre el tratamiento normal (diente clavado), concavidad hacia arriba y acostados sobre la cara plana. Las pérdidas de rendimiento en comparación al tratamiento normal fueron 14 y 9% respectivamente. Si se aprecian pérdidas significativas en los tratamientos concavidad hacia abajo e invertido (18 % y 47 % respectivamente).

El mismo autor sostiene que, en lo referente a velocidad de brotación, los dientes en posición normal lo hacen más rápidamente que en el resto de las posiciones. A los dientes en posición invertida les cuesta más emerger, y alrededor de un 40 % no lo hace, mermando sensiblemente el stand de plantas y por lo tanto los rendimientos.

En cuanto al rendimiento por calibre, Del Monte (1991) no aprecia diferencias importantes entre los distintos tratamientos, si bien aquellos tratamientos con menor número de plantas tuvieron mayor frecuencia de bulbos en las categorías superiores.

Trabajos realizados por Lyon (1975), permitieron determinar que con la siembra a chorrillo se obtienen reducciones del rendimiento del 3.5% con respecto a la siembra diente clavado, siendo el porcentaje de bulbos deformes 14%, no habiéndose afectado el peso promedio de los bulbos. Las plantaciones con la cara cóncava hacia arriba, de costado y cara cóncava hacia abajo determinaron reducciones del rendimiento de 2.7%, 12.7% y 2.3% respectivamente. Al sembrar el diente invertido, la producción de ajo disminuyó un 35 %, siendo el porcentaje de bulbos deformados superior al 80% y el peso del bulbo 15% menor.

Bartos y Holik (1985 b) encontraron que apartir de la posición diente clavado se obtenian pesos de bulbo de 15.91 gr; de los dientes en posición de costado pesos de 13 gr y en los invertidos 10.57 gr por unidad.

Por su parte Sinclair (1983) considera que la posición de caída de los dientes tiene efecto en la tasa de emergencia de las plantas. En la posición diente clavado la emergencia se da más rápido que en la posición diente invertido. Esta última demora como mínimo el doble de tiempo en emerger. Aquellos plantados de costado demoraron 1- 4 días más que en los dientes clavados, pero igual demoraron menos que los dientes invertidos. En cuanto al porcentaje final de dientes emergidos se encontraron escasas diferencias, presentando las posiciones invertida y concavidad hacia abajo porcentajes levemente inferiores. En lo referente al diámetro y peso promedio de los bulbos, las posiciones diente clavado, concavidad hacia arriba, concavidad hacia abajo y de costado no presentaron diferencias significativas, sin embargo la posición diente invertido produjo bulbos de menor diámetro y peso. A pesar de esto, no se aprecian reducciones significativas en la calidad del bulbo. Si se estima el rendimiento para cada orientación a partir del peso promedio del bulbo y del porcentaje final de emergencia, las posiciones diente clavado, concavidad hacia arriba, concavidad hacia abajo y de costado no difieren significativamente (rendimientos alrededor de 10-11 t/ha). Solo la posición diente invertido produjo rendimientos menores (alrededor de 8 t/ha).

Los rendimientos obtenidos por Orłowski y Rekowska (1992) plantando los dientes al azar ("como caigan") no difieren considerablemente de los obtenidos plantando los dientes en la forma tradicional. Se observaron reducciones en el rendimiento total y comercial de aproximadamente el 13 % al comparar ambas posiciones para el promedio de los 3 años evaluados y dos variedades, la siembra de dientes en la forma "como caigan" trae aparejada una importante reducción de los costos de producción.

Los autores citados anteriormente encontraron que la posición diente invertido fue la que produjo pérdidas significativas de rendimiento total y comercial: entre 30 y 35 % menos que la forma tradicional. Esto se debió a una menor cantidad de plantas y menor peso promedio de bulbos. Para la posición de costado las pérdidas en rendimiento total fueron en promedio 5,7% y comercial 6,45%.

Los resultados de la evaluación emprendidas por Nir (1993) sobre las distintas posiciones de caída y su influencia sobre el rendimiento demuestran que el uso de una sembradora adecuada no causa un menor rendimiento ni daños en el tamaño y la forma de los bulbos en comparación con la siembra manual.

Los resultados obtenidos por Couto (1967), Filgueira (1972) y Souza et al (1976) citados por Vanni y Ferreira (1983) demuestran que la posición de los bulbillos en el surco de plantación afecta los rendimientos. Aquellos bulbillos que cayeron con el ápice hacia abajo no tuvieron una brotación normal, sin embargo los que caían con el ápice hacia arriba o hacia el costado si la tenían. Para compensar las pérdidas de los bulbillos que caen en posición indeseable, Couto (1976) citado por Vanni y Ferreira recomienda reducir el espaciamiento de 10 cm. a 7 cm. entre plantas.

Trabajos realizados por García (1990) han demostrado, que la semilla acostada o invertida (con la punta del diente hacia abajo) provoca disminuciones drásticas de la producción, como consecuencia de una brotación irregular y dificultosa. La plántula debe orientarse en el interior del suelo hacia la superficie a costa de gran cantidad de sus reservas nutricionales. El resultado es una planta de porte y vigor inferior al normal que a menudo, genera un bulbo deformado con su calidad comercial mermada.

En cuanto a la calidad de distribución y considerando que el costo de la semilla de ajo es elevado, la siembra de dos o más bulbillos en el mismo lugar o la ocurrencias de fallas implica pérdidas económicas significativas. Rocha (1992) sostiene además que la adopción de la siembra mecanizada por parte de los productores no dependerá solamente del costo y la capacidad efectiva de trabajo de los equipos, sino principalmente de la precisión que la máquina posea en comparación a la siembra manual. Sinclair (1983) considera que al sembrar los dientes sin control de posición ya sea a mano o a máquina, solo una pequeña proporción de aquellos caen invertidos por lo que la orientación de los dientes toma escasa significación. Lo más importante es lograr un buen control del distanciamiento entre dientes y profundidad de siembra.

Bartos y Holik (1985 b) evaluaron el efecto de la profundidad de siembra sobre el peso de los bulbos cosechados mediante el cálculo de correlaciones y regresiones para cada una de las posiciones de caída de los dientes. Altamente significativa se mostró la correlación profundidad - peso de bulbo para la posiciones diente clavado y diente de costado. Los coeficientes de regresión obtenidos fueron de -0.39 g/cm y -0.22 g/cm respectivamente.

Para la posición diente invertido no se demostró correlación dentro de los límites de profundidad ensayados. Los autores mencionados sostienen que para llevar a cabo efectivamente la técnica de cosecha es importante la siembra a una profundidad óptima. Esto beneficia tanto el desarrollo de las plantas, como la cosecha sin dañar al ajo, evitando asimismo enterrar excesivamente los órganos desenterradores y con eso incrementar el gasto de energía y esfuerzo de la máquina.

### 3. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1. DESGRANE MECANICO

##### 3.1.1. Evaluación de desgranadoras

Se evaluaron las dos desgranadoras existentes en nuestro país. Ambas máquinas se localizan en el departamento de Canelones, una en el Paraje Canelón Grande sobre ruta 64, Km 53.5 y la restante en INIA Las Brujas sobre ruta 48, km 10.

La desgranadora ubicada en Canelón Grande pertenece a un grupo de productores de esa zona. Fue fabricada por la empresa Franzino S.A. Presenta como mecanismo de rotura tres rodillos (con ejes horizontales) giratorios cubiertos con goma. El diámetro de los rodillos es de 0,34m y el largo de los mismo es de 0,29m. Se detallan a continuación algunos parámetro descriptivos de esta máquina:

- velocidad lineal cinta alimentadora (m/s):
- vel. giro rodillo desgranador 1: 49,5 rpm.
- " " " " 2: 48 rpm.
- " " " " 3: 78 rpm.
- vel. giro cilindro clasificador: 6,2 rpm.

El desgrane se realizó el 18 de mayo de 1996. La desgranadora se reguló según las condiciones normales de operación.

La desgranadora de INIA Las Brujas fue fabricada por la firma Erme S.A. (Modelo:E150). Realiza la rotura por medio de una placa de presión seguida de un cilindro rotatorio con dedos de goma que pasan por entre una serie de dedos fijos de metal. Se detallan a continuación algunos parámetro descriptivos de esta máquina:

- velocidad lineal cinta alimentadora: 1m/s.
- número golpes/minuto realizados por la placa compresora: 60.
- altura posterior placa compresora: de 0 a 6 cm.
- velocidad cinta de trilla: 0,083 m/s.
- vel. giro rodillo con dedos de goma: 25 rpm.
- vel. lineal cinta seleccionadora: 0,083 m/s.
- vel. giro cilindro clasificador: 14 rpm.

La evaluación se realizó el 20 de mayo de 1996. La desgranadora se reguló según las condiciones normales de operación.

Para ambas máquinas se desgranaron 20 kilos de ajo del tipo Colorado Mendoza. No hubieron operarios sobre la cinta transportadora para terminar de separar aquellos bulbos no desgranados completamente así como de realizar la eliminación del material dañado, enfermo o fuera de tipo.

Las determinaciones realizadas fueron:

- \_ tiempo requerido para desgranar y clasificar 20 kg de ajo.
- \_ kg de dientes visiblemente dañados (con cortes, rajaduras o desgarros).
- \_ kg de dientes separados totalmente (individuales) por la máquina.
- \_ kg de dientes totales obtenidos.
- \_ eficiencia de separación (cociente entre los kg de dientes separados totalmente por la máquina y los kg totales de dientes obtenidos).

### 3.1.2. Evolución del cultivo con dientes dañados mecánicamente por las desgranadoras

El diseño estadístico del ensayo fue de bloques con parcelas al azar con cinco repeticiones. Se seleccionaron de cada máquina dientes sanos y dañados pertenecientes a la categorías 1ª (peso diente de 3,5 a 4,5 gr.) y 2ª (peso de 1,5 a 3,0 gr.). Debido a que se encontraron pocos dientes dañados las parcelas fueron de 1,5m. de largo (15 dientes). El tipo de ajo utilizado fue Colorado Mendoza.

Se establecieron así los siguientes tratamientos:

tratamiento 1	Desgranadora Canelón Grande. Con daño. Categoría 2ª.
tratamiento 2	" " " " . Con daño. Categoría 1ª.
tratamiento 3	" " " " . Sin daño. Categoría 2ª.
trat. 4	" " " " . Sin daño. Categoría 1ª.
trat. 5	Desgranadora INIA Las Brujas. Con daño. Categoría 2ª.
trat. 6	" " " " . Con daño. Categoría 1ª.
trat. 7	" " " " . Sin daño. Categoría 2ª.
trat. 8	" " " " . Sin daño. Categoría 1ª.
trat. 9	Testigo. Desgrane Manual. Categorías 1ª y 2ª.

El material se plantó en forma manual en el campo experimental de INIA "Las Brujas" el 21 de Mayo de 1996. El sistema de plantación utilizado fue camellones distanciados a 0,55m, con distancias entre dientes de 0,10m. La fertilización base por hectárea se realizó con 120 kg de fósforo y 50 kg de nitrógeno. El control de malezas consistió en: Afalón (P.A. Linurón) a 1.5 kg/ha el 6/6 y carpidas manuales el 1/10 y 5/11. Se refertilizó a razón de 50 unidades de N/ha el 16/8. Se realizaron tratamientos sanitarios periódicamente a base de Dithane-M45 (P.A. Mancozeb) a razón de 400 gr/100 lts y cuando fue necesario se le agregó oxiclورو de cobre para combatir bacteriosis (*Pseudomonas marginalis*). El ensayo se cosechó el 5/12.

Los parámetros evaluados fueron:

- \_ evolución del stand de plantas (número de plantas encontrados en los sucesivos conteo).
- \_ plantas rebrotadas (número de plantas con dos o más tallos).
- \_ plantas anormales (número de plantas con múltiple emisión de tallos).
- \_ población final (número de plantas que llegan a cosecha).
- \_ rendimiento total.

Los análisis estadísticos se realizaron con el programa MSTATC.

## 3.2. SIEMBRA MECANICA

### 3.2.1. Efectos de la siembra mecanizada sobre los principales componentes del rendimiento

Para la evaluación de las sembradoras se realizaron ensayos en Canelón Grande e INIA Las Brujas. El material utilizado fue Colorado Mendoza y se desgranó con la máquina de INIA Las Brujas. Se sembraron únicamente dientes no dañados de aproximadamente 3 gramos de peso. El sistema de plantación fue de surcos separados entre si 0,55m. La distancia teórica entre semillas fue de 0,095m. para la sembradora neumática y 0,10m. para la siembra manual. Cada parcela consistió en 3 surcos de 12 metros, evaluándose 10 metros de cada surco.

El ensayo realizado en Canelón Grande se sembró en el predio del Sr. Andrés Cabrera el 19 de julio de 1996 sobre camellones en línea recta. La fertilización base consistió de 55 kg de nitrógeno/ha. y de 110 Kg fósforo/ha. Se refertilizó con 64 kg de N/ha el 5/8. Se realizaron aplicaciones preventivas con Dithane-M45 (P.A. Mancozeb) a razón de 300gr/100 lts de agua. El ensayo se cosechó el 5/12, algo temprano pero de manera de escapar a los daños de *Scierotium rolfsii*. El diseño estadístico fue de bloques con parcelas al azar con seis repeticiones. Los tratamientos realizados fueron:

tratamiento 1	Sembradora neumática.
tratamiento 2	Siembra manual.

El ensayo en INIA Las Bujas se sembró el 29 de mayo de 1996 sobre camellones conformados siguiendo curvas de nivel. La fertilización base, el control de malezas y los tratamientos sanitarios fueron iguales que para el ensayo de desgrane. La refertilización se realizó: el 16/8 y el 17/9 aplicándose cada fecha a razón de 20 kg de N/ha. El ensayo se cosechó el 12/12. El diseño estadístico del ensayo fue de bloques con parcelas al azar con cinco repeticiones. Los tratamientos realizados fueron:

tratamiento 1	Sembradora neumática.
tratamiento 2	Siembra manual.

Se había pensado incluir en este ensayo como otro tratamiento, a la sembradora mecánica. Debido a las condiciones del terreno en el momento de la siembra y a características propias del equipo (peso de sus componentes e ineficiente control de profundidad) fue imposible su realización.

La sembradora mecánica fue fabricada por AGROIND S.A y diseñada para la siembra sobre camellones. Cada unidad sembradora presenta dos tolvas, lo que permite sembrar dos hileras por camellón, distanciadas entre sí a 0,10m como mínimo. Cada cuerpo está compuesto por una tolva principal que contiene la semilla y alimenta al dosificador a través de un registro o control de flujo. El mecanismo distribuidor de semilla es un plato alveolado, presentando dos juegos de platos los que permiten sembrar tamaños de semilla mediana y grande. La distancia de siembra en la línea de plantación puede variar de 0,1 a 0,2 metros.

Posee un sistema de nivelación del suelo mediante una placa frontal, zapatas abresurcos y ruedas tapadoras de hierro. La profundidad de siembra se regula con la subida o bajada de la zapata quedando la máquina apoyada sobre el camellón por la pala frontal y la rueda compactadora trasera. El sistema de transmisión se mueve por una rueda de estrella con aletas antideslizantes. Según el fabricante la velocidad de avance puede variar entre 1,5 y 3 km/hora. Requiere dos operarios: un tractorista y un ayudante.

La sembradora neumática es fabricada por la firma Franzino S.A. El modelo evaluado presentaba tres cuerpos y fue diseñado para la siembra sobre terreno plano. Su mecanismo distribuidor de semilla es neumático. La depresión creada por una turbina común a todos los cuerpos de siembra alcanza una cámara, separada mediante un disco vertical rotativo, de otra cámara donde existe semilla en depósito. El disco presenta orificios que se obturan con el grano atraído por la corriente de aspiración. Cuando el disco en su giro atraviesa una zona donde no actúa la depresión, la semilla se desprende y cae por gravedad al suelo. El ajuste del nivel de succión se logra accionando el acelerador del tractor(rpm del motor)el cual afecta directamente a la velocidad de giro de la turbina.

El sistema de transmisión recibe movimiento a partir de las ruedas sobre la que va montada la máquina. Los juegos de engranaje permiten modificar la velocidad de giro del plato de siembra con lo que se obtienen distancias entre semillas, que van de 0,095 a 0,16 m. Presenta dos juegos de platos de siembra con orificios de distinto diámetro para sembrar semilla mediana y grande.

Cada unidad de siembra se monta al chasis por un mecanismo de paralelogramo articulado, el que permite adaptarse a las ondulaciones del terreno. La profundidad de siembra se regula aumentando o disminuyendo la presión que las ruedas compactadoras realizan sobre el camellón.

Los parámetros evaluados en ambos ensayos fueron:

- \_ evolución del stand de plantas (número de plantas encontrados en los sucesivos conteos).
- \_ altura de plantas (distancia desde el suelo a la punta de la hoja más larga).
- \_ distancia entre plantas.
- \_ población final (número de plantas que llegan a cosecha).
- \_ rendimiento comercial (kilos de bulbos con diámetro mayor igual a 3.5 cm).
- \_ rendimiento por categoría.

Las categorías comprendían diámetros de bulbos mayores o igual 3,5cm pero menores a 4,5cm: categoría 4; mayores o iguales a 4,5cm pero menores a 5,5cm: categoría 5; mayores o iguales a 5,5cm pero menores a 6,5cm categoría 6; mayores a 6,5cm categoría 7.

En ambos ensayos se determinó las posiciones de caída de los dientes en el surco de plantación. Para esto se realizaron 6 muestreos destructivos de 2 metros de largo. La metodología consistía en remover delicadamente la tierra de uno de los costados del surco de plantación sin alterar la posición inicial del diente.

Para el ensayo de Las Brujas se determinó la calidad de los bulbos cosechados a través de las siguientes parámetros:

- \_ cociente entre el diámetro mayor y diámetro menor del bulbo cosechado.
- \_ forma de inserción del tallo en el bulbo: normal (inserción central) o lateral.

El diseño estadístico fue de bloques con parcelas al azar con cinco repeticiones. Cada parcela incluía 10 plantas.

### 3.2.2. Precisión de las sembradoras

El diseño experimental utilizado fue de parcelas al azar con 4 repeticiones. Cada parcela tenía 2m de largo. Se hizo trabajar a las máquinas a la mínima profundidad de siembra posible y sin el uso de tapadores ni compactadores de forma de poder observar la deposición de dientes sobre el terreno. La distancia teórica de calibración para ambas máquinas fue de 0,10m. Los tratamientos realizados fueron:

tratamiento 1	Sembradora neumática. Velocidad operación 2,36 km/h.
tratamiento 2	Sembradora mecánica. Velocidad de operación 2,1 km/h.

Los parámetros evaluados fueron:

- \_ distancia entre dientes.
- \_ número de dientes en 2m de surco.

La medición del espaciamiento entre semillas se analizó con los índices de precisión propuestos por Kachman y Smith(1995).

### 3.2.3. Nivel de daño producido por las sembradoras

Se tomó una muestra de 450g de dientes proveniente de la desgranadora de INIA Las Brujas y se los clasificó en sanos, dañados y pelados. El mismo material se hizo pasar por la sembradora simulando la siembra. Se recogió una muestra de 450 gr clasificándose los dientes en las categorías antes descritas. La diferencia entre muestras en el número de diente sanos, dañados y pelados fue atribuida al efecto sembradora. La sembradora mecánica trabajó a una velocidad de operación de 2,1 km/h, y el peso promedio de los dientes utilizados fue de 3.0g. Con la sembradora neumática se trabajó a una velocidad de 2.36 km/h, utilizándose dientes con peso promedio de 4.5g.

### 3.2.4. Efecto de la velocidad de siembra sobre la precisión

Este ensayo se realizó solo para la sembradora neumática. El diseño experimental utilizado fue de parcelas al azar con 4 repeticiones. El largo de parcela fue de 2m. La sembradora trabajó de la forma descrita en el ensayo de evaluación de precisión. La distancia teórica de calibración fue de 0.10 m.

Los tratamientos realizados fueron:

tratamiento 1	velocidad de operación: 2,36 km/h.
tratamiento 2	velocidad de operación: 3,40 km/h.
tratamiento 3	velocidad de operación: 3,99 km/h.

Los parámetros evaluados fueron:

- \_ distancia entre dientes.
- \_ número de dientes en 2m de surco.

La medición del espaciado entre dientes se analizó con los índices de precisión propuestos por Kachman y Smith(1995).

## 4. RESULTADOS Y DISCUSION

### 4.1. DESGRANE MECANICO

#### 4.1.1. Evaluación de desgranadoras

Ambas máquinas presentan elevada capacidad de desgrane si se las compara con el desgrane manual. En aproximadamente 4 horas separan y clasifican lo necesario para sembrar una hectárea (800 kg).

Cuadro N° 1. Rendimiento operacional, nivel de daño y eficiencia de separación de ambas desgranadoras al desgranar 20 kilos de ajo.

	<i>Desgranadora INIA "Las Brujas".</i>	<i>Desgranadora Canelón Grande.</i>
Rendimiento (kg desgranados/hora)	206	193
Daño visible (% en peso)	6 %	6 %
Eficiencia de separación (% en peso)	89 %	56 %

El porcentaje en peso de dientes dañados es bajo y similar en ambas máquinas, si se los compara con los obtenidos por Jorosová y Bartos(1984) 8,34 % y Bartos y Holík(1985) 9,81%. En ambas investigaciones se utilizó una desgranadora Struko 20, cuyo mecanismo de desgrane no se especifica.

En cuanto a la eficiencia de separación se observan diferencias entre las máquinas. La menor eficiencia encontrada en la desgranadora de Canelón Grande se puede deber a las características propias de diseño del mecanismo de desgrane o ajustes de éste. Esto aumenta los requerimientos de trabajo manual en la cinta transportadora. Jorosová y Bartos (1984) obtuvieron una eficiencia de 95.02 %.

Cuadro N° 2. Distribución por peso y características del material obtenido en cada zaranda con las dos desgranadoras

	Porcentaje del peso.		Eficiencia de separación.		Porcentaje dañado	
	L. B *	C.G. **	L. B	C.G.	L. B	C.G.
Zaranda 1ª (cuñas)	8.5	3.4	100	100	4.8	8.2
Zaranda 2ª	19.3	5.9	100	100	5.3	2.6
Zaranda 3ª	54.7	29.6	100	100	4.7	4.4
Zaranda 4ª (dientes dobles)	11.3	20	63	62.3	15.5	5.8
Boca salida cilindro.	5.4	41	0	11.5	6.3	7.4

Nota: \* se refiere a la desgranadora perteneciente a INIA Las Brujas.

\*\* se refiere a la desgranadora perteneciente a los productores de Canelón Grande.

Cuadro N° 3. Distribución por número de dientes y características del material obtenido en cada zaranda con las dos desgranadoras.

	Porcentaje del número.		Eficiencia de separación.		Porcentaje dañado	
	L. B *	C.G. **	L. B	C.G.	L. B	C.G.
Zaranda 1ª (cuñas)	25.3	12.4	100	100	7.7	8.1
Zaranda 2ª	21.4	13.2	100	100	5.4	3.2
Zaranda 3ª	39.5	28.7	100	100	5.3	3.9
Zaranda 4ª (dientes dobles)	10.3	15.4	67.9	58.3	14.2	5.5
Boca salida cilindro	3.5	30.3	0	11.8	5.2	6.2

Nota: \* se refiere a la desgranadora perteneciente a INIA Las Brujas.

\*\* se refiere a la desgranadora perteneciente a los productores de Canelón Grande.

En ambas desgranadoras se observa que el material no desgranado completamente se concentró en la zaranda 4ª y en el extremo del cilindro de clasificación. Para la desgranadora de Canelón Grande el total de kilos no desgranados fue de 6.98 kg, un 45.7% del total de dientes obtenidos. Para la desgranadora de Las Brujas el total de kilos no desgranados fue de 1.6 kg, un 13.8 % del total de dientes obtenidos.

Cuadro N° 4. Peso promedio (g) de los dientes (excluyendo el material desgranado parcialmente) obtenido en cada zaranda para ambas desgranadoras.

	INIA Las Brujas	Canelón Grande
zaranda 1 (cuñas)	1.15	0.94
zaranda 2	3.06	1.53
zaranda 3	4.71	3.06
zaranda 4	6.33	4.77

#### 4.1.2. Evolución del cultivo con dientes dañados mecánicamente por las desgranadoras

Para ambas desgranadoras en la primera evaluación realizada a los 17 dds se observa 7 plantas en promedio en los tratamientos dañados ( trats. : 1,2,5,6) mientras que en los sanos 4.4 plantas ( trats. : 3,4,7,8) (cuadro 5). En los tratamientos con dientes dañados el número de plantas a los 17 dds es mayor para los dientes grandes. A partir de los 32 dds. se invierte el comportamiento anterior pasando a tener las parcelas dañadas menor número de plantas que las parcelas sanas. Esta tendencia se mantienen hasta la cosecha, existiendo un 27% más de plantas en los tratamientos sanos que en los tratamientos dañados.

Cuadro N° 5. Evolución del número de plantas y rendimiento final para los distintos tratamientos (se presentan 3 de los 11 conteos realizados).

Tret	Número de plantas a los 17 dds.	Número de plantas a los 32 dds	N° de bulbos a cosecha.	Rendimiento total (kg/ha.)
1	6.8 AB	12.2 CD	12 BC	7.636 B
2	7.6 A	13.6 ABC	12.4 AB	10.303 AB
3	6 AB	14.8 A	14.8 A	12.242 A
4	5.2 AB	14.4 AB	14.8 A	12.606 A
5	5.4 AB	10.8 D	8.6 D	4.485 C
6	8.2 A	12.4 BCD	9.4 CD	7.636 B
7	3.8 AB	14.2 ABC	14.2 AB	10.546 AB
8	2.4 B	14.8 A	14.4 AB	12.000 A
9	2.6 B	14.2 ABC	14.8 A	11.152 A

Nota: los tratamientos con igual letra no difieren significativamente entre si al 5 % según la prueba de Tukey.

Cuadro N° 6. Número de plantas a cosecha para los tratamientos diente sano y dañado para ambas desgranadoras.

Tipo de diente	Número de plantas promedio.
Dañado	10.6
Sano	14.55
Prob. F	0.0000

Jarosová et al (1984) determinaron en las parcelas sembradas con bulbillos dañados un 30% menos de población final en comparación con la población inicial.

El número de plantas que llegaron a cosecha arrojó diferencias estadísticamente significativas al 1% entre desgranadoras (cuadro 7). Los tratamientos sembrados con dientes desgranados en Canelón Grande tuvieron un 13.7 % más de plantas a cosecha que los tratamientos con dientes desgranados en Las Brujas.

Cuadro N° 7. Número de plantas a cosecha para cada desgranadora

Desgranadora	Número de plantas promedio.
Canelón Grande	13.5
Las Brujas	11.65
Prob. F	0.002

Existió interacción significativa entre los factores daño y desgranadora. Los tratamientos con diente dañado desgranados en Canelón Grande llegaron con un 26% más de bulbos a cosecha que los tratamientos con diente dañado desgranados en Las Brujas (cuadro 8). El número de plantas a cosecha para los tratamientos sembrados con dientes sanos provenientes de cada una de las desgranadora fue similar.

Cuadro N° 8. Interacción entre los factores daño y desgranadora.

Desgranadora	Diente	Número de plantas promedio.
Canelón Grande	Dañado	12.2
Canelón Grande	Sano	14.8
Las Brujas	Dañado	9
Las Brujas	Sano	14.3
Prob. F		0.0045

En lo referente al efecto de cada máquina, con la siembra de los dientes dañados provenientes de la desgranadora de Canelón Grande se obtuvo en promedio un 17.6 % menos de plantas a cosecha que con los dientes sanos. Para la desgranadora de Las Brujas con la siembra de los dientes dañados se obtuvo un 37% menos de plantas que con los dientes sanos.

El factor tamaño de dientes no determinó diferencias significativas ( $F = 0.6405$ )  
Ninguna de las interacciones de tamaño con los factores desgranadora y daño fue  
significativa. ( $F = 0.1176$  y  $F = 0.3268$ )

Aquellos tratamientos que llegaron a cosecha con un mayor número de plantas  
fueron los que presentaron también mayor rendimiento.

Figura N° 1. Evolución del stand de plantas por tratamiento para la desgranadora de  
Canelón Grande.

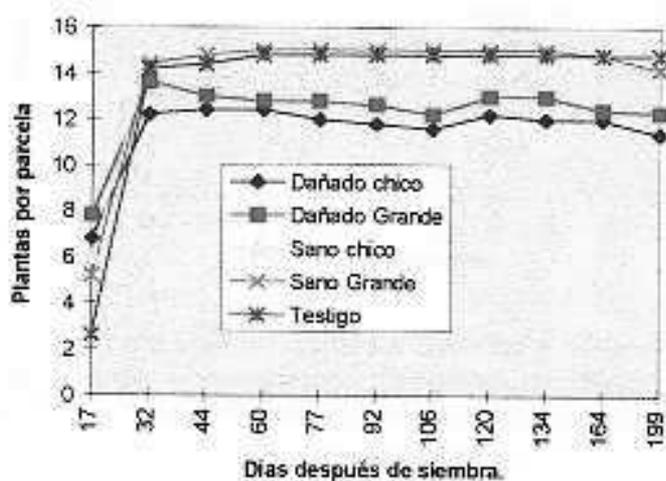
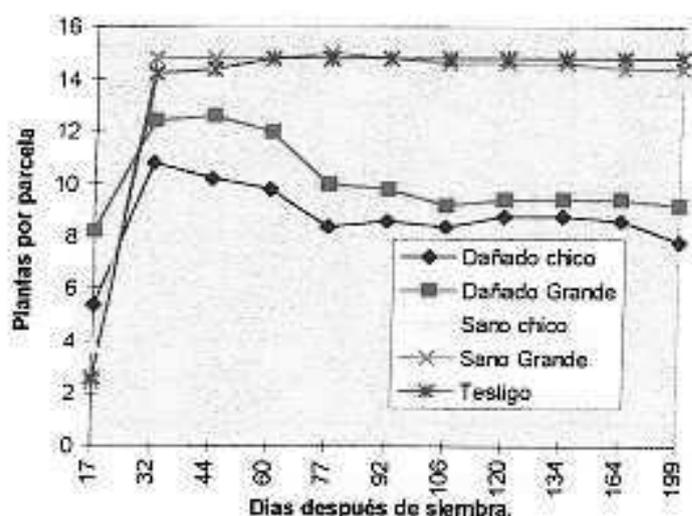


Figura N° 2. Evolución del stand de plantas por tratamiento para la desgranadora de INIA Las Brujas.



En cuanto al número final de plantas a cosecha y el rendimiento final, el contraste entre el tratamiento desgranado manualmente (testigo) y los tratamientos dientes sanos de ambas máquinas no presentó diferencias estadísticamente significativas ( $F = 0.147$  y  $F = 0.982$  respectivamente.)

En cuanto al rendimiento final, el contraste entre los tratamientos con diente sano fue estadísticamente diferente al 1% que el obtenido con diente dañado ( $F = 101.6$ ; Prob.: 0.000) El rendimiento en los tratamientos diente sano fue 36,6% superior que el obtenido con los dientes dañados.

En el número de plantas rebrotadas, no se apreciaron diferencias significativas al 5% entre tratamientos para las evaluaciones realizadas a los 77 dds ( $F = 1.9$ ;  $CV = 69.58\%$ ), 120 dds ( $F = 2.16$ ;  $CV = 71.01\%$ ) y 174 dds ( $F = 1.08$ ;  $CV = 69.97\%$ ).

Un efecto del daño en el proceso del desgranado sobre los bulbillos, es posteriormente observado en el campo. Aparecen plantas anormales con emisión múltiple de tallos. La presencia de este tipo de plantas presentó diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos al 5% a los 174 dds ( $F = 7.14$ ;  $CV = 34.88\%$ ) no encontrándose a los 199 dds ( $F = 2.05$ ;  $CV = 31.58\%$ ). Para ambas fechas se observa una mayor cantidad de este tipo de plantas en las parcelas con bulbillos dañados (cuadro 9).

Cuadro N° 9. Número de plantas anormales según tratamiento (medias ordenadas en forma decreciente):

Tratamiento	Plantas anormales (174 dds)	Valores corregidos* (174 dds)	Plantas anormales (199 dds)	Valores corregidos* (199 dds)
6 Dañado	3	1.784 A	3	1.044
2 "	2.8	1.756 A	2.8	0.812
1 "	2	1.456 AB	2	1.044
5 "	2	1.522 AB	2	1.088
9 Sanos	0.2	0.812 B	0.9	0.71
4 "	0.2	0.812 B	0.2	0.71
3 "	0	0.71 B	0	0.71
8 "	0	0.71 B	0	0.71
7 "	0	0.71 B	0	0.71

\* Factor de corrección:  $0,5 + N^{\circ}$  de plantas anormales.

Nota: los tratamientos con igual letra no difieren significativamente entre si al 5 % según la prueba de Tukey.

La diferencia encontrada en la eficiencia de separación de ambas máquinas, no se vieron reflejadas en diferentes cantidad de dientes dañados pero si en distinto comportamiento productivo de dientes dañados al sembrarse. Si bien la desgranadora de Las Brujas presentó un 33% más de eficiencia de separación, los tratamientos dañados desgranados con esta máquina llegaron con un 26% menos de plantas a cosecha que los dañados desgranados en Canelón Grande.

## 4.2. SIEMBRA MECÁNICA

### 4.2.1 Efecto sobre el stand de plantas y población final

En ambos ensayos la evolución del stand de plantas tuvo un comportamiento similar. En las dos localidades, el número de plantas encontradas en los dos primeros conteos fue estadísticamente diferente entre tratamientos. En la siembra manual se observó un mayor número de dientes emergidos en relación a la siembra neumática, diferencia que se mantuvo a lo largo del desarrollo del cultivo. La velocidad de emergencia también fue mayor para la siembra manual. Resultados similares fueron obtenidos por Del Monte (1992) y Gracia (1990) los que sostienen que el sistema manual permite obtener mejores resultados en cuanto a uniformidad de emergencia y distribución de plantas siempre que los operarios que realizan la tarea sean expertos.

Figura Nº 3. Evolución del stand de plantas para los dos tipos de siembra ensayo Canelón Grande.

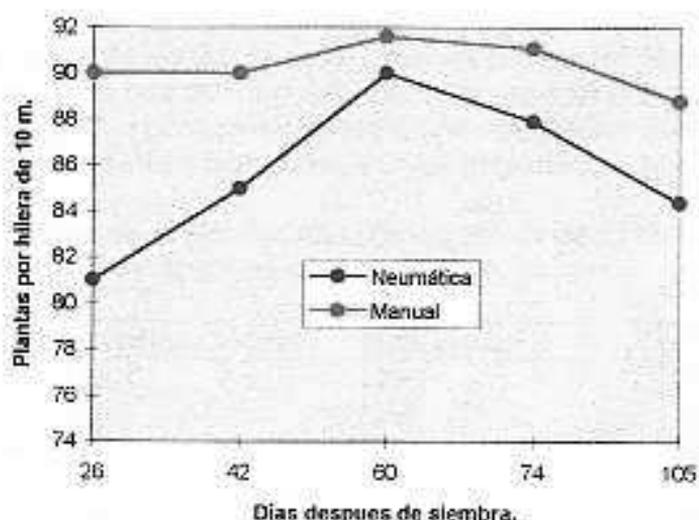
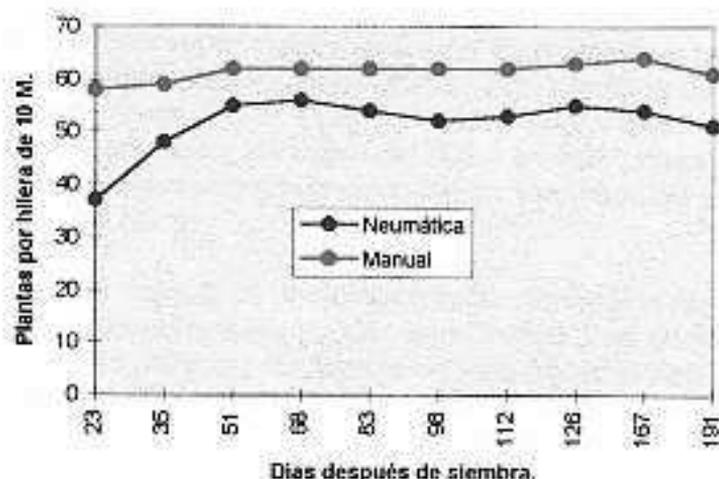


Figura N° 4. Evolución del stand de plantas para los dos tipos de siembra ensayo INIA Las Brujas.



Una de las causas de los resultados obtenidos con ambos métodos de siembra es la posición de caída de los dientes en el surco de plantación. No existen en la actualidad, sembradoras que puedan controlar este aspecto lo que determina que algunos dientes caigan en posiciones en las que les es difícil o demoran más en emerger y quedan más tiempo expuestos a un posible ataque de enfermedades.

Cuadro N° 10. Porcentaje de las distintas posiciones de caída de dientes para la siembra mecánica en ambos ensayos.

Forma de caída (%)	Canelón Grande	Las Brujas	Promedio
Normal	22.1	20.2	21.1
Invertido	6	3.8	4.9
Concavidad arriba	24	22.8	23.4
Concavidad abajo	18.6	17.7	18.1
De costado	29.3	35.4	32.3

La evaluaciones se realizaron a los 24 días después de la plantación en Las Brujas y a los 32 ddp en Canelón Grande.

Las frecuencias encontradas para las distintas posiciones, coinciden en general con los resultados obtenidos por otros autores. Menezes et. al, (1984) y Sinclair (1983) sostienen que la forma normal de caída de los dientes es de costado, existiendo un bajo porcentaje que caen invertidos. En sus trabajos Del Monte (1992) y Bartos y Holik (1985) obtuvieron un 4 y 13 % de dientes en posición invertida, respectivamente.

Existe coincidencia entre distintos autores Arboleya y Suarez (1994 y 1995); Del Monte (1991); Sinclair (1983); Orłowski y Rekowska (1992) en que la posición diente clavado (ápice hacia arriba) es la que permite obtener mayor porcentaje y velocidad de emergencia. Los mismos sostienen que los dientes que caen en posición invertida son los que presentan menor velocidad de brotación y un importante número de ellos no llegan a emerger. Según Del Monte (1991) el 40 % de los dientes en esta posición no emergen. Lyon (1974), Bartos y Holik (1985) y Sinclair (1983) encontraron además reducciones en peso y diámetro del bulbo en esta posición. Para el resto de las posiciones, distintos autores observaron menor velocidad de emergencia sin pérdida importante de plantas.

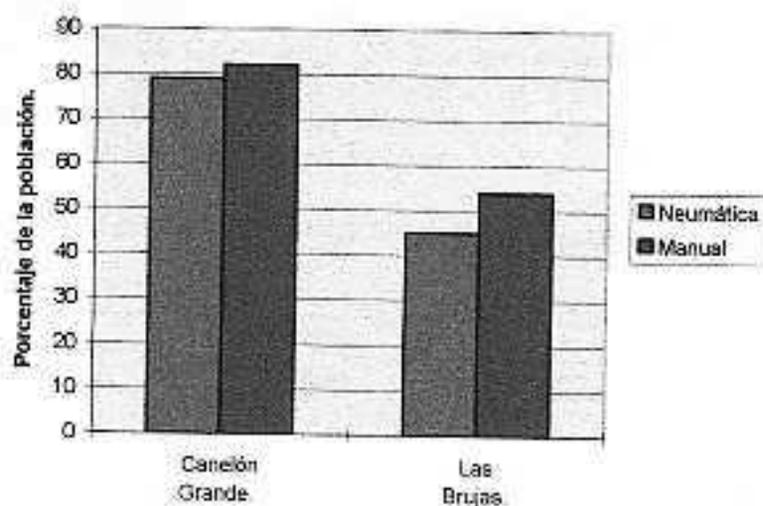
Con la siembra manual se observaron reducciones con respecto a la población objetivo de un 18 % para el ensayo de Canelón Grande y un 46 % para el de Las Brujas (cuadro 11). Las pérdidas de plantas en este último ensayo pueden deberse a las condiciones de sequía y frío que existieron al momento de sembrar y durante las primeras etapas del cultivo. Se observaron dientes no emergidos con ataque de *Penicillium* spp.

Las reducciones en cuanto a población final obtenida con la siembra mecanizada en comparación con la manual fue de un 3 % en Canelón Grande y un 17 % en Las Brujas (cuadro 11 y figura 5).

Cuadro N° 11. Población final lograda para los dos tipos de siembra con respecto a la población objetivo.

	Población final de plantas / há.			
	Canelón Grande	Porcentaje %	Las Brujas	Porcentaje %
Siembra neumática	144.121	79	81.818	45
Siembra manual	148.758	82	98.182	54
Población objetivo	181.818	100	181.818	100
C.V %	4.03		13.97	
Prob. F	0.007		0.1102	

Figura N° 5. Porcentaje de población final para los dos tipos de siembra para ambos ensayos.



#### 4.2.2 Efecto sobre el distanciamiento entre plantas

El análisis de varianza del espaciamento medio entre plantas arrojó diferencias significativas al 5% únicamente para el ensayo de Canelón Grande. En ambos ensayos la siembra manual se aproximó más a la distancia entre plantas buscada y permitió obtener una mayor uniformidad en la distribución de plantas en el surco de plantación.

Cuadro N° 12. Distanciamiento promedio entre plantas y desvío estándar para cada método de siembra.

Siembra	Ensayo Canelón Grande *			Ensayo Las Brujas **		
	Distancia (cm)	Desvío estándar	CV %	Distancia (cm)	Desvío estándar	CV %
Neumática	12.47	8.2	65.7	17.06	13.44	78.8
Manual	11.63	3.37	29	15.43	9.04	58.6
CV %	4.87			20.17		
Prob. F	0.045			0.32		

\* Evaluación realizada a los 72 dds.

\*\* Evaluación realizada a los 116 dds

#### 4.2.3 Efecto sobre la altura de plantas

Se realizaron evaluaciones de altura de planta a los 25 y 67 ddp para el ensayo de Canelón Grande y a los 68 y 118 ddp para el ensayo de Las Brujas. Si bien no se encontraron diferencias significativas al 10 % entre tratamientos, la altura promedio de las plantas sembradas manualmente fue algo mayor que las de la siembra mecanizada en las cuatro evaluaciones.

Cuadro N°13. Altura de planta (cm) para los dos tipos de siembra para ambos ensayos.

	Canelón Grande		Las Brujas	
	25 ddp	67 ddp	68 ddp	118 ddp
Neumática	17	47	23.9	51.8
Manual	17.7	47.9	25.5	52.3
C.V %	10.99	5.11	6.22	4.07
Prob. F	0.553	0.534	0.174	0.738

#### 4.2.4 Efecto sobre el rendimiento.

Se presentan a continuación los resultados de rendimiento comercial para los ensayos de INIA Las Brujas y de Canelón Grande.

Cuadro N° 14. Rendimiento comercial, peso promedio de bulbos y duración del ciclo para ambos ensayos.

Tipo de siembra	Rendimiento comercial (Kg/ha)		Peso promedio de bulbo (gr.)		Días de plantación a cosecha	
	L.B. *	C.G. **	L.B.	C.G.	L.B.	C.G.
Neumática	5.885	7.268	72	50	191	105
Manual	7.055	8.033	72	54	191	105
C.V %	14.95	8.64				
Prob. F	0.1291	0.1015				

\* L.B: Las Brujas.

\*\* C.G: Canelón Grande.

Si bien se observaron reducciones en el rendimiento del 9.6 % (765 kg.) y 16.6 % (1170 kg.) para los ensayos de Canelón Grande y Las Brujas respectivamente estas diferencias no llegaron a ser estadísticamente significativas al 5 %. Los pesos promedio por bulbos para el ensayo de Canelón Grande fueron de 50 g para la siembra mecánica y 54 gr. para la siembra manual. En el ensayo de Las Brujas los pesos fueron de 72 gr. para ambos métodos de siembra. El distinto peso promedio de bulbo encontrado en ambos ensayos se puede explicar por la distinta duración del ciclo productivo 105 días en Canelón Grande y 191 días para Las Brujas.

En los dos ensayos se observa que con la siembra manual se obtiene un mayor peso total de bulbos en las categorías 5, 6 y 7, si bien estas diferencias no llegan a ser estadísticamente significativas al 10% con respecto a la siembra mecánica.

Cuadro N° 15. Porcentaje en kilos de bulbos obtenidos por categoría en la siembra neumática y la siembra manual para ambos ensayos.

	Canelón Grande		Las Brujas	
	Siembra neumática	Siembra manual	Siembra neumática	Siembra manual
Categoría 4	19.8	10.1	4.1	1.8
" 5	46.3	49.9	27.3	25.7
" 6	33.9	40.1	46	48.7
" 7	-----	-----	22.6	23.8

Figura N° 6. Rendimiento por categoría. Ensayo Canelón Grande.

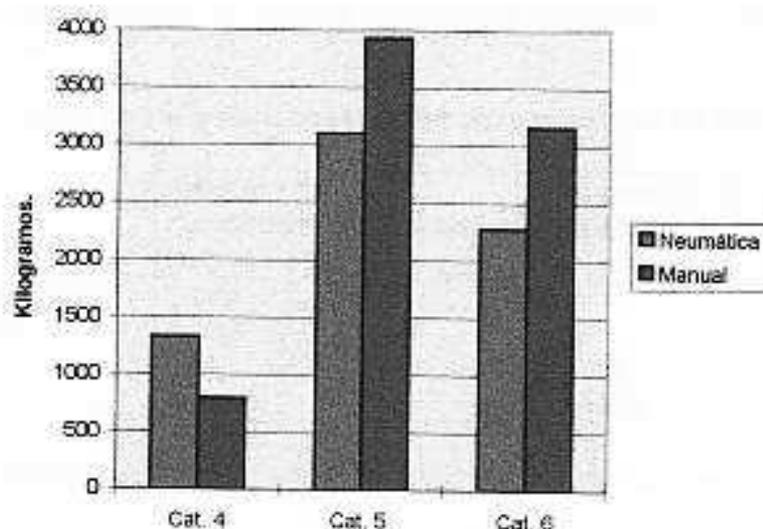
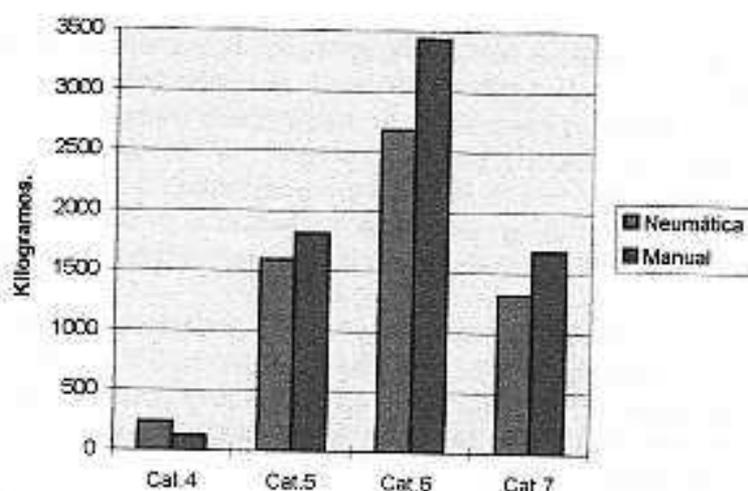


Figura N° 7. Rendimiento por categoría . Ensayo INIA Las Brujas.



#### 4.2.5 Efecto sobre la calidad del bulbo.

El análisis estadístico de ambas variables no determinó diferencias significativas para los distintos métodos de siembra, si bien es apreciable la mayor frecuencia de bulbos con tallos insertos lateralmente en la siembra mecánica. Lyon (1974) obtuvo con la realización de la siembra a chorrillo un 14 % de bulbos deformes. Menezes Sobrinho et al (1984) encontraron en la siembra mecánica bulbos con tallo curvado indicando que esto es una desventaja para quienes comercializan el ajo en forma de ristras. Desde el punto de vista práctico, el material obtenido en ambos ensayos con los dos métodos de siembra no presentó anomalías que pudieran incidir en su comercialización.

Cuadro N° 16. Calidad de los bulbos cosechados para el ensayo de INIA Las Brujas.

	Relación diám. mayor/diám. menor de los bulbos	Porcentaje de plantas con inserción lateral del tallo.*
Sembradora neumática	1.064	44
Siembra manual	1.052	18
C.V %	1.6	78.35
Prob. F	0.3239	0.1658

\* el análisis de varianza se realizó para la variable número de plantas con inserción lateral.

#### 4.2.6 Precisión de las sembradoras

La sembradora mecánica presenta problemas de diseño que no le permiten aproximarse a la densidad deseada. Esta menor deposición de dientes determina que la distancia media entre dientes sea el doble de la buscada. El 41.6% de los distanciamientos son mayores a 15 cm lo que hace suponer que existen problemas en los mecanismo de carga o descarga de dientes en el plato de siembra. Solo un 37.7% de las mediciones se encuentran dentro del rango aceptable presentando estas observaciones, 2.89 cm de desviación standar.

La sembradora neumática depositó el doble de semilla que la mecánica y un 15% más que la densidad deseada. Se observó una tendencia a marcar golpes dobles, determinando que la proporción de distanciamientos menores o iguales que 5 cm fuera un 38.6%. La mitad de las observaciones cayeron dentro del rango aceptable presentando estas un desvío standar de 2.6 cm. Según Kachman y Smith (1995) se puede considerar una precisión de 29% como un límite práctico superior, indicando que existe una distribución de espaciamentos uniforme dentro del rango considerado. Valores mayores deben ser considerados con precaución.

Cuadro N° 17. Porcentaje de dientes depositados a la velocidad de 2.36 km/h para la siembra neumática y 2.1 km/h para la sembradora mecánica.

Sembradora	Vel. km/h	Dientes depositados por parcela.	Porcentaje respecto a la población objetivo.
Neumática	2.36	23	115
Mecánica	2.1	11.25	56
CV		19.48	
Prob. F		0.0025	

Cuadro N° 18. Parámetros estimadores de la precisión de siembra para los dos tipos de sembradoras.

Sembradora	Media (cm)	Desvío estándar	Índice de múltiples %	Índice de fallas (%)	Índice de calidad de alimentación(%)	Precisión (CV%)
Neumática	8.98	6.85	38.6	11.4	50	26.32
Mecánica	19.38	15.07	20.7	41.6	37.7	28.94
CV	34.7					
Prob. F	0.024					

Figura N° 8 Histograma sobre la sembradora neumática a una velocidad de 2.36 km/h.

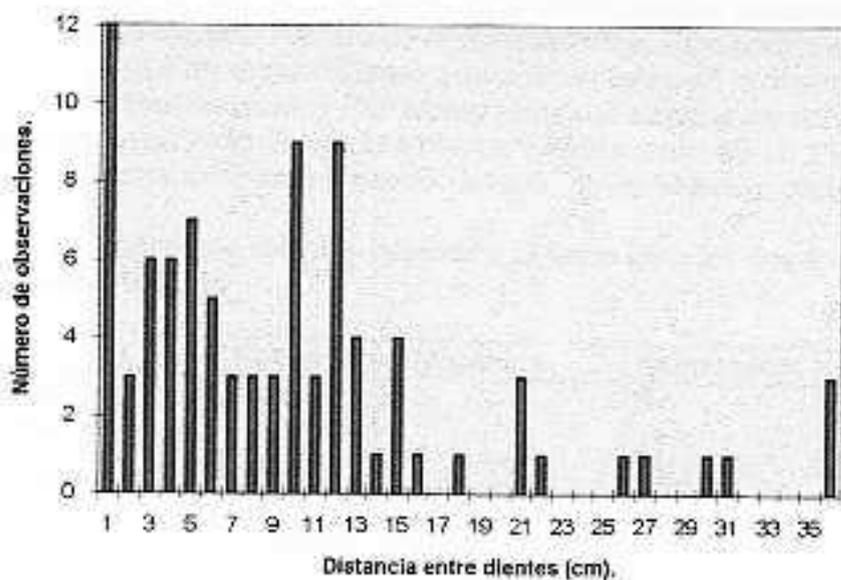
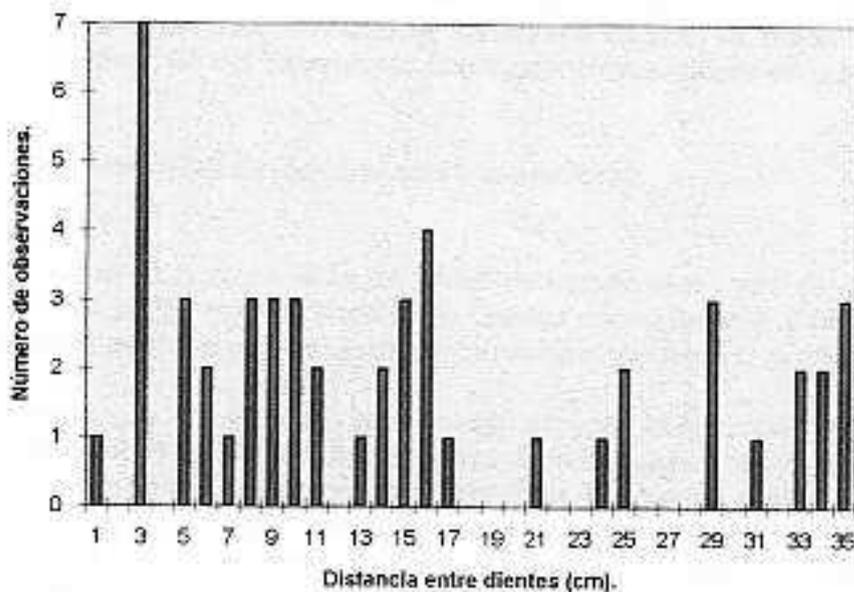


Figura N° 9 Histograma sobre la sembradora mecánica a una vel. de 2.1 km/h.



#### 4.2.7. Nivel de daño producido por las sembradoras.

Existieron diferencias entre las dos máquinas. En el caso de la sembradora neumática se constataron alteraciones en el 18% de los dientes sembrados. Su utilización produce un elevado número de dientes pelados. Esto podría exponer a dichos dientes al ataque de enfermedades provocando fallas en la emergencia y reduciendo el stand final de plantas. Del Monte (1991) al analizar los niveles de daño producidos por un mecanismo de correas con cangilones encontró un 7% de incisiones que no comprometían la brotación y un 0.7% de deterioro grave.

Cuadro N° 19. Porcentaje de dientes dañados y pelados para los dos tipos de sembradora.

	Sembradora Mecánica	Sembradora Neumática
Dientes dañados (%)	1.95	3.4
Dientes pelados (%)	0.95	14.8
TOTAL (%)	2.9	18.2

En cuanto a la forma de realizar el tratamiento químico a los dientes a sembrar, la utilización de baños de inmersión debe ir acompañada del posterior secado de los dientes. Si estos se encuentran húmedos se producen apelotonamientos y cavidades en la tolva que dificultan el llenado de los orificios del plato de siembra. También se dificulta la limpieza de dicho orificio al obturarse con trozos mojados de tunicas protectoras. Cabrera y Serwatowski (1996) al trabajar con semilla mojada debieron incrementar los niveles de succión y colocar agitadores en la tolva. Estos autores recomiendan la realización del tratamiento con sustancias químicas en polvo.

#### 4.2.8. Efecto de la velocidad de siembra sobre la precisión.

A medida que se incrementó la velocidad de trabajo el número de semillas depositadas disminuyó. La mayor cantidad de dientes depositados a 2.36 km/h viene asociada con una mayor frecuencia de distanciamientos menores o iguales que 5 cm.

El incremento de la velocidad de operación provocó la reducción del índice de múltiples y el incremento de la aparición de fallas. Con la mayor velocidad se lograron los mayores porcentajes de observaciones aceptables. En cuanto al efecto sobre la precisión, el incremento de la velocidad incrementó sus valores sin sobrepasar en ningún caso el límite práctico superior del 29% propuesto por Kachman y Smith (1995). Al incrementar la velocidad de operación se incrementa directamente la velocidad de giro del plato de siembra. Esto reduce la posibilidad de que más de un diente sea succionado por orificio pero incrementa la frecuencia de fallas por falta de llenado de los mismos.

Cuadro N° 20. Porcentaje de dientes depositados por la sembradora neumática a 2.36, 3.4 y 3.99 km/h.

Velocidad km/h	Dientes depositados por parcela	Porcentaje respecto a la población objetivo.	Capacidad teórica de trabajo (ha/hora)
2.36	23	115	0,39
3.40	20	100	0,56
3.99	18	90	0,66
CV	13.72		
Prob. F	0.086		

Cuadro N° 21. Parámetros estimadores de la precisión de siembra para la sembradora neumática a 2.36, 3.4 y 3.99 km/h.

Velocidad km/h	Media (cm)	Desvio standard	Indice de múltiples (%)	Indice de fallas (%)	Calidad de alimentación (%)	Precisión (CV%)
2.36	8.98	6.85	38.6	11.4	50	26.32
3.40	10.13	7.65	32.9	17.1	50	27.38
3.99	11.6	9.11	26.5	20.6	52.9	29.64
CV	12.96					
Prob. F	0.0591					

Bartos y Holik (1985 b) encontraron con el uso de una sembradora neumática Accord-Fahse que el número de individuos sembrados con respecto a la densidad deseada era de 118,78.% y 99,77% al usar dientes chicos con velocidades de 1.5 y 3 km/h. respectivamente. Para las misma velocidades pero utilizando dientes de mayor tamaño obtuvieron porcentajes de 89,10% y 82,20%.

De los resultados anteriores y considerando que con la utilización de la sembradora neumática un número de dientes no emerge se debería trabajar a la velocidad de 2.36 km/hora. Esta velocidad permite depositar un mayor número de dientes que el objetivo de población deseado, cubriendo las fallas que el método de siembra impone.

En la figura 10 y 11 se especifican la distribución de distancias entre plantas para la sembradora neumática a la velocidad de 3.40 y 3.99 km/h.

Figura N°10. Histograma de la sembradora neumática a una velocidad 3.40 km/h.

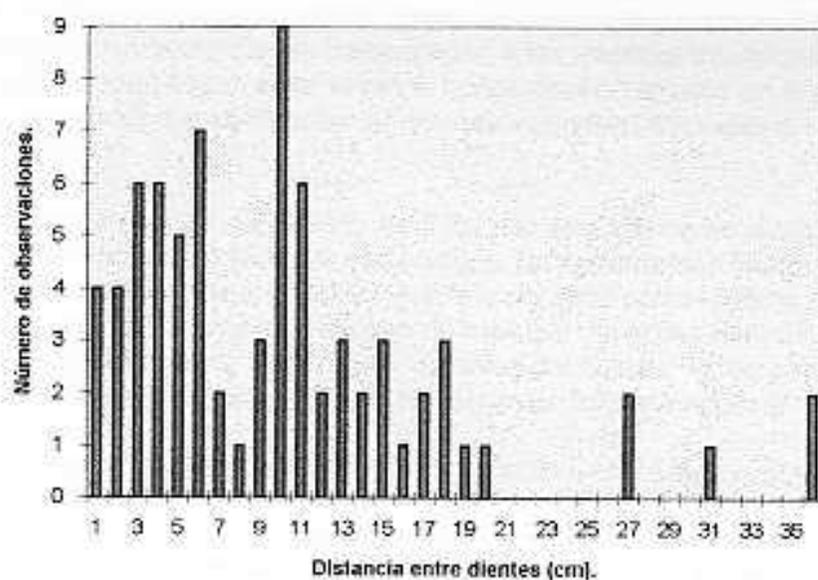
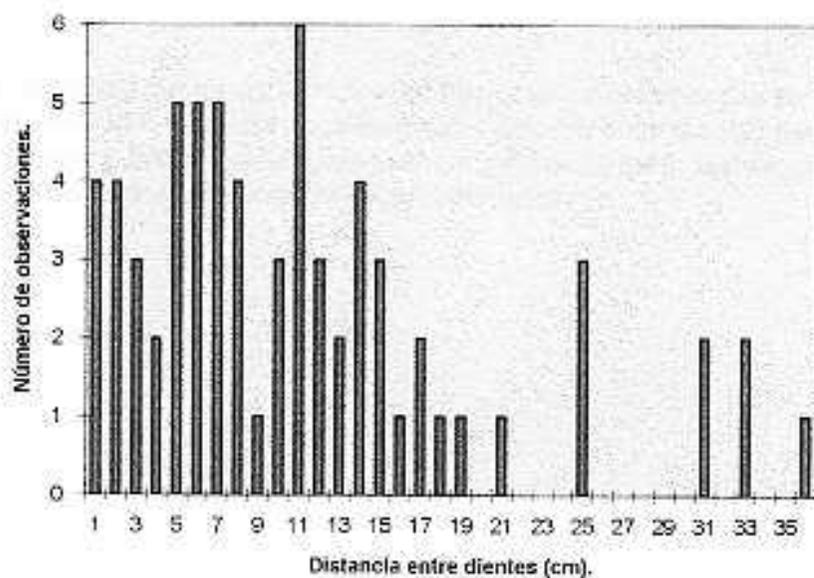


Figura N°11. Histograma sobre sembradora neumática a una velocidad 3.99 km/h.



#### 4.3 CONSIDERACIONES FINALES.

De los resultados obtenidos con este trabajo surgen conclusiones y tendencias importantes. Haciendo el supuesto de que estas tendencias se confirmaran en ensayos futuros, la mecanización de las tareas de desgrane y siembra determinarían un rendimiento comercial menor en comparación a las técnicas tradicionales de producción. Esto podría llegar a ser válido si no se hicieran ajustes en el paquete tecnológico, tendientes a minimizar los aparentes inconvenientes que la mecanización produce.

Analizando los datos del cuadro 1 y 5 las pérdidas de rendimiento por desgranar mecánicamente y sembrar ese material (sin eliminar los dientes dañados) serían del 2%. Este valor surge de considerar 6% de daño por desgrane mecánico y de las pérdidas de rendimiento de este tipo de material del orden del 36% en comparación al material sano. Analizando los datos del cuadro 14 las pérdidas de rendimiento al mecanizar la siembra podrían llegar aproximadamente al 13%.

Los efectos acumulativos de desgrane y siembra mecanizada podrían llegar a determinar un rendimiento 15% menor que las tareas realizadas en forma tradicional. Si nos planteáramos separar el material dañado antes de la siembra podríamos obtener un 2% más de rendimiento comercial aumentando para ello en un 6% las necesidades de semilla. Con respecto a la siembra, adjudicándole a las diferencias en población final el origen de los menores rendimientos obtenidos, el aumento de la dosis de siembra en un 8,5% tendería a equiparar el resultado final de ambos métodos. Por lo tanto con un aumento total de 14,5% en los kilos de semilla utilizados por hectárea los rendimientos serían similares para ambas técnicas de producción.

Estas consideraciones deben tomarse con gran cautela porque se deducen de un solo año de ensayos. No sería improbable que futuros ensayos y la experiencia que los productores puedan ir acumulando en la aplicación de la tecnología evaluada pueda generar resultados diferentes a los ya obtenidos.

## 5. CONCLUSIONES.

- 1- Las dos desgranadoras evaluadas desgranaron y clasificaron los bulbillos a razón de 200 kg de bulbos preclasificados por hora con un 6 % en peso de daño visible.
- 2- El número de plantas a cosecha y el rendimiento final mostraron diferencias estadísticamente significativas al 1% para los tratamientos diente sano y diente dañado.
- 3- El número de plantas a cosecha fue diferente estadísticamente al 1% para los tratamientos diente dañado desgranado con el mecanismo de rodillo y diente dañado desgranados con el mecanismo de placa de presión.
- 4- No se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas en rendimiento comercial, entre los métodos de siembra manual y neumático. A pesar de esto la siembra manual produjo mayor rendimiento: 9.6% para el ensayo de Canelón Grande y 16.6% para el ensayo de las Brujas.
- 5- La sembradora neumática produjo mayor porcentaje de dientes dañados y pelados (18.2%) que la sembradora mecánica (2.9%).
- 6- Se encontraron diferencias estadísticamente significativas al 5% en el número de dientes depositados y distancia entre dientes para la sembradora mecánica y la sembradora neumática.
- 7- El incremento en la velocidad de trabajo (de 2.36 a 3.99 km/h) en la siembra neumática produjo un descenso en el porcentaje de dientes depositados y un aumento de la distancia promedio entre dientes, pero sin llegar a detectarse diferencias estadísticamente significativas.

## 6. RESUMEN

La forma "tradicional" de producir ajo en Uruguay tiene elevados requerimientos de mano de obra en las tareas de desgrane, siembra y cosecha. Esto ha determinado que la producción la realicen productores familiares en pequeñas superficies. En la búsqueda por reducir las necesidades de mano de obra y de ampliar las áreas productivas un grupo de productores de Canelón Grande adquirió una desgranadora así como el INIA Las Brujas una desgranadora y dos sembradoras.

Las desgranadoras evaluadas presentan mecanismos de rotura de triple rodillo (con ejes horizontales) y placa de presión. Las máquinas se ajustaron según sus condiciones normales de trabajo y se evaluó su capacidad de desgrane, eficiencia de separación y porcentaje de dientes dañados al desgranar 20 kg de bulbos de ajo. Ambas máquinas fueron capaces de desgranar 200 kg de ajo por hora presentando daño visible el 6% del material. La desgranadora con mecanismo de placa a presión presentó una eficiencia de separación del 89% mientras que la desgranadora de triple rodillo un 56%. Se evaluó a campo el comportamiento de dientes dañados y sanos, de tamaño grande (peso entre 3,5 y 4,5 gr) y chico (peso entre 1,5 y 3 gr) provenientes de ambas desgranadoras. Se incluyó un testigo desgranado manualmente. El ensayo se plantó en INIA Las Brujas siguiendo un diseño estadístico de bloques con parcelas al azar con cinco repeticiones. El número de plantas que llegaron a cosecha y el rendimiento final mostró diferencias estadísticamente significativas al 1% entre tratamientos diente sano y dañado. Se encontraron diferencias estadísticamente significativas al 1% en el número de plantas a cosecha para cada desgranadora. No se observaron diferencias significativas entre el tratamiento desgranado manualmente y los tratamientos diente sano para las variables número de plantas a cosecha y rendimiento final.

Se evaluaron dos sembradoras, una mecánica de plato alveolado y la restante neumática de succión. Para la evaluación de precisión de siembra se realizó un ensayo con diseño de parcelas al azar con cuatro repeticiones. Se observaron diferencias estadísticamente significativas al 5% en las variables número de dientes depositados y distancia media para ambas sembradoras. La sembradora neumática depositó un 115% de los dientes para la cual fue calibrada, mientras que la mecánica depositó un 56%. Se evaluó para la sembradora neumática el efecto de la velocidad (2.36, 3.4 y 3.99 km/h) de siembra sobre los parámetros número de dientes depositados y distancia media, no encontrándose diferencias estadísticamente significativas al 5%. El incremento de velocidad determinó disminuciones en el número de dientes depositados asociado con reducciones en el porcentaje de espaciamientos múltiples e incrementos en el porcentaje de fallas. Con la menor velocidad de trabajo la capacidad teórica de trabajo fue de 0.39 ha/hora.

Para determinar los efectos que la siembra neumática produce en comparación a la siembra manual se realizaron dos ensayos. Uno en Canelón Grande con diseño estadístico de bloques con parcelas al azar con seis repeticiones y otro en INIA Las Brujas con igual diseño estadístico pero con cinco repeticiones. No se encontraron diferencias significativas al 10 % en rendimiento comercial en ambos ensayos para ambos tratamientos si bien la siembra manual produjo mayores rendimientos comerciales y mayor porcentaje en kilos de bulbos de categorías mayores.

## 7. BIBLIOGRAFIA

- 1-ARBOLEYA, J; SUAREZ, C. . 1994. Efecto de la posición de los dientes en el surco de plantación sobre el rendimiento y la calidad del ajo colorado. Reunión técnica sobre resultados experimentales en ajo. I.N.I.A Las Brujas. Serie Actividades de difusión N°8. pp53-56.
- 2-ARBOLEYA, J; SUAREZ, C.. 1995. Efecto de la posición de los dientes en el surco de plantación sobre el rendimiento y la calidad del ajo colorado. Reunión técnica sobre resultados experimentales en ajo. I.N.I.A Las Brujas. Serie Actividades de difusión N°58. pp71-74.
- 3-BARTOS, J; HOLIK, K. 1985 a. Preparación mecánica de la siembra de ajo. Sborník UVTIZ -Zahradnictví, 12, ( 2 ) : 131- 140.
- 4-BARTOS, J; HOLIK, K. 1985 b. Intensificación de la producción de ajo puntualizando en la siembra mecánica de precisión. Sborník UVTIZ - Zahradnictví. 12 ( 3 ) : 195-201.
- 5-BREWSTER, J; RABINOWITCH, H. 1990. Garlic agronomy. In: Rabinowitch, H, y Brewster, J.; Onions and allied crops. Boca Ratón, Florida. CRC, Press. pp.147-155
- 6-BURBA, J L, FONTAN, H.M, LANFRANCONI, L; BERRETA, D. 1982. Influencia del calibrado mecánico en "semilla" de Ajo ( *A. sativum*) sobre producción comercial. Revista de Ciencias Agropecuaria 3: 37-48.
- 7-BURBA, J. 1992. Producción , propagación y utilización del Ajo (*Allium sativum*). In: Izquierdo, J; Paltrinieri, G; Arias, C.. Producción, poscosecha, procesamiento y comercialización de ajo, cebolla y tomate. Santiago, Chile. FAO. pp 63-127.
- 8-BURBA, J.1992?. Sistemas de plantación en cultivos de ajo. INTA EEA La Consulta. 15p.
- 9-CABRERA SIXTO, J.M; SERWATOWSKI, R.J; 1996. Diseño de una sembradora neumática para ajo. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agricola. 2º Congresso Latinoamericano de Engenharia Agricola (25º, 1996, Bauru, SP). Resumos, p.549
- 10-DEL MONTE, R.F. 1991. Aspectos de la mecanización en el cultivo de Ajo. In: Curso /Taller de ajo. INTA EEA La Consulta. pp 169-184.

- 11- DEMALDE, R.; MANFREDI, E. 1994. The mecanization of garlic cultivation. Instituto de Mecánica Agraria. Universidad de Bologna. Italia. Repote N. 94-D-077. 8 p.
- 12-GARCIA ALONSO, C.R. 1990. El ajo. Cultivo y aprovechamiento. Madrid, Mundi-Prensa. 166p.
- 13-JAROSOVA, J; BARTOS, J.. 1984. Influencia de la calibración del plantio de ajo de primavera (*Allium sativum* L.) sobre los indicadores del cultivo y económicos de la producción. Sbornik UVTIZ Zahradnictví. 11 (1): 60-66.
- 14-KACHMAN, S; SMITH, J.. 1995 Alternative measures of accuracy in plant spacing for planters using single seed metering. America Society of Agricultural Engineers. 38(2):379-387.
- 15-LYON, M. 1975. Mécanisation de la récolte et séchage de l'ail. Pepinieristes Horticulteurs Maraichers. 154: 35-39.
- 16-MENEZES SOBRINHO, J A DE; COBRE, R. V.; LOPES, C.A.; REIFSCHNEIDER, F.L.B.; CHARCHAR, J.M.; CRISÓSTOMO, L.A.; CARRIJO, O.A; BARBOSA, S. 1984. Cultivo do alho (*Allium sativum* L.). EMBRAPA-CNPq. Instruções Técnicas: 2. 15p.
- 17-NIR, Y. 1993. The position of garlic scales when sown and resultant yield. Hassadeh. 74 (3): 259-261.
- 18-ORLOWSKI, M; REKOWSKA, E. 1992. The influence of the way of planting cloves on the garlic yield. Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej Szczecinie Rolnictwo. 52: 65-77.
- 19-ROCHA, F; FOLLE, S; MARQUELLI, W. 1990. Prototipos de equipamientos para producao de hortalias. EMBRAPA-CNPq. Documento 6. 30 p.
- 20-ROCHA, F; OLIVEIRA, C. 1992. Avaliação da precisao de duas plantadoras de alho. Pesquisa Agropecuaria Brasileira. 27(5):743-750.
- 21-SINCLAIR, P. 1983. Planting garlic-sideways, up or down ?? Farmers' Newsletter. 158: 14-15.
- 22-TAYALAKI, H. 1990. Garlic *Allium sativum* L. In: Rabinowitch, H. y Brewster, J.; Onions and allied crops. Boca Ratón, Florida. CRC, Press. pp.109-144.
- 23-URUGUAY, MGAP JUNAGRA-IICA. 1991. Perfil técnico económico ajo para exportación. Reconversión de la granja hacia los mercados externos, Canelones. 64p.

- 24-URUGUAY. MGAP JUNAGRA 1996. Coeficientes técnicos y costos de implantación de cultivos Horticolas. Canelones.p 70.
- 25-...- VANNI,J; FERREIRA, A. 1983. Semente, plantio e espaçamento na cultura do alho. In.Vanni, J. A cultura de alho em Santa Catarina. Florianópolis, S.C . EMPASC. pp 40-43.