

Análisis sobre la mecanización del empaque de ajo

López, A.M.; Burba, J.L.; Lanzavechia, G.E.; Lanzavechia, S.

Estación Experimental Agropecuaria La Consulta
2012



Análisis sobre la mecanización del empaque de ajo

López, A.M.; Burba, J.L. ; Lanzavechia, G.E. y Lanzavechia, S.

proajointa@laconsulta.inta.gov.ar

Contenido

✓ Introducción.....	3
✓ Equipos para secado	7
✓ Equipos para acopio	18
✓ Equipos para pelado	20
✓ Equipos clasificadores de bulbos	23
▪ Por tamaño	
▪ Por peso	
✓ Equipos de selección de bulbos	30

Análisis sobre la mecanización del empaque de ajo

López, A.M.; Burba, J.L. ; Lanzavechia, G.E. y Lanzavechia, S.
proajointa@laconsulta.inta.gov.ar

Introducción

Los galpones de empaque de ajo de la Argentina, particularmente los de la principal región productora (Mendoza), adolecen de una serie de deficiencias que muchas veces comprometen la calidad del producto y otras la rentabilidad del negocio.

Por tratarse el ajo de un producto rústico, los galpones de empaque también lo son, con escasa tecnificación, con desorden en las etapas y por lo general incompletos.

Si bien se trata de una tarea aún muy artesanal, estas pueden ser modificadas para mejorar el comportamiento del sistema.

El Proyecto Ajo/INTA propuso hace ya varios años algunas modificaciones a esta situación plasmada en el SME/INTA (Sistema Multimodal de Empaque), donde se amplían los sectores a los fines de proteger la materia prima y ordenan las etapas a los fines de hacerlos mas eficientes y seguros en términos de tiempo, de higiene y seguridad.

Si bien la propuesta del SME/INTA no abarcó el estudio y análisis de todos y cada una de las partes componentes (ya que toma equipos y herramientas comunes y de uso generalizado), si hizo hincapié en algunos de ellos que ayudan a mejorar la situación.

Las Figuras 1, 2 y 3 muestran la distribución propuesta de las áreas y sectores de un galpón de empaque de ajo cortado, sin embargo los diseños son muy variados en función del volumen trabajado, el espacio disponible y la capacidad operativa de la empresa.

En la Figura 1 se puede observar la posición de: 1. AREA DE ADMINISTRACIÓN; 2. AREA DE RECEPCION; 3. AREA DE EMPAQUE Y CONSERVACIÓN; 4. AREA DE INERTES Y DESCARTES y 5. AREA DE VIVIENDA

En las Figuras 2 y 3 se puede observar la posición de los Sectores dentro de las Áreas

AREA DE RECEPCIÓN

- Sector de secado
- Sector de corte

AREA DE EMPAQUE Y CONSERVACIÓN

- Sector de almacenamiento de materia prima
- Sector de almacenamiento de envases vacíos
- Sector de pre limpieza
- Sector de selección
- Sector de calibrado
- Sector de pelado
- Sector de empaque (pesado, cerrado y flejado)
- Sector de paletización
- Sector de almacenamiento frigorífico
- Sector de consolidado y despacho
- Sector de administración
- Sector de reunión y capacitación
- Sector de control de calidad
- Sector de baños y vestuarios
- Sector de primeros auxilios
- Sector de mantenimiento

La Figura 4 muestra un diseño de distribución intensivo, con el uso de pequeños espacios y gran capacidad operativa, mientras que la Figura 5 muestra el diagrama de flujo propuesto por el SME.

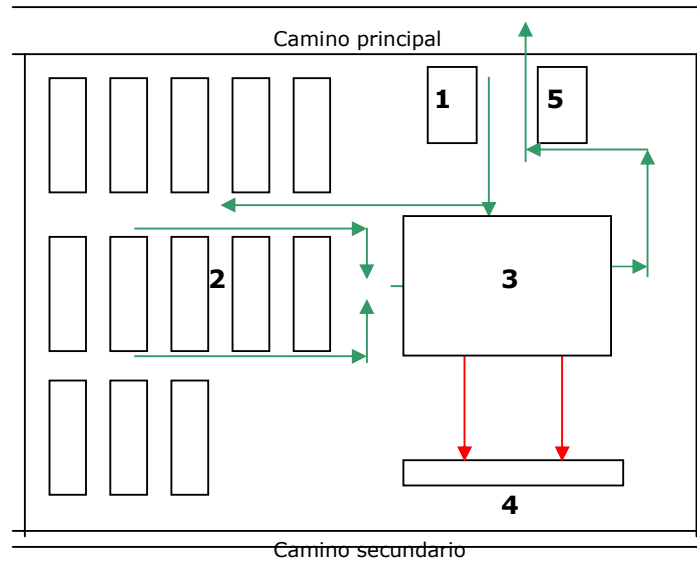


Figura 1 – Distribución de Áreas propuestas por el sistema SME

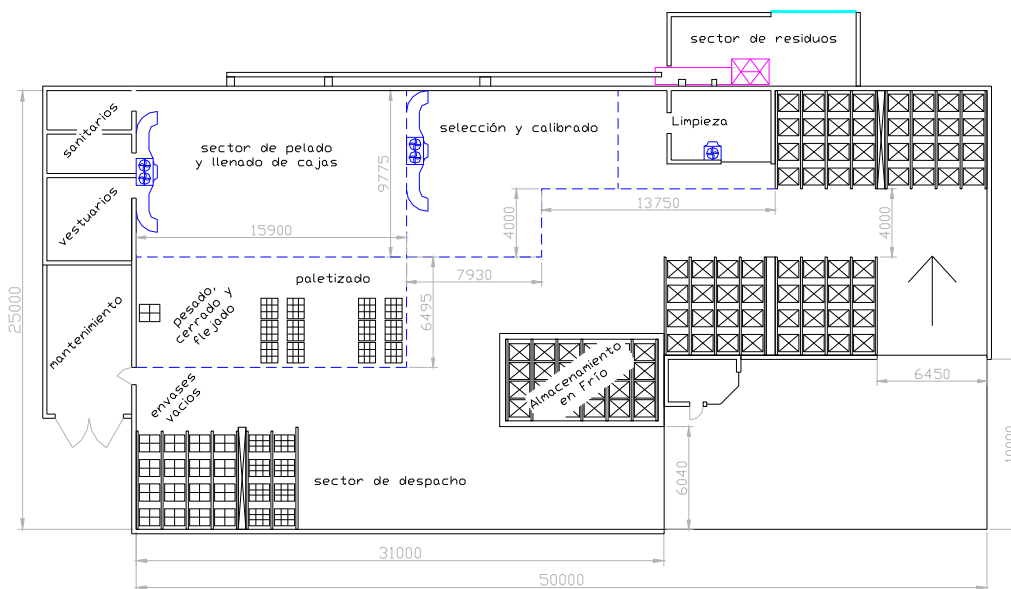


Figura 2 – Distribución de Sectores del Área de Empaque propuestas por el sistema SME

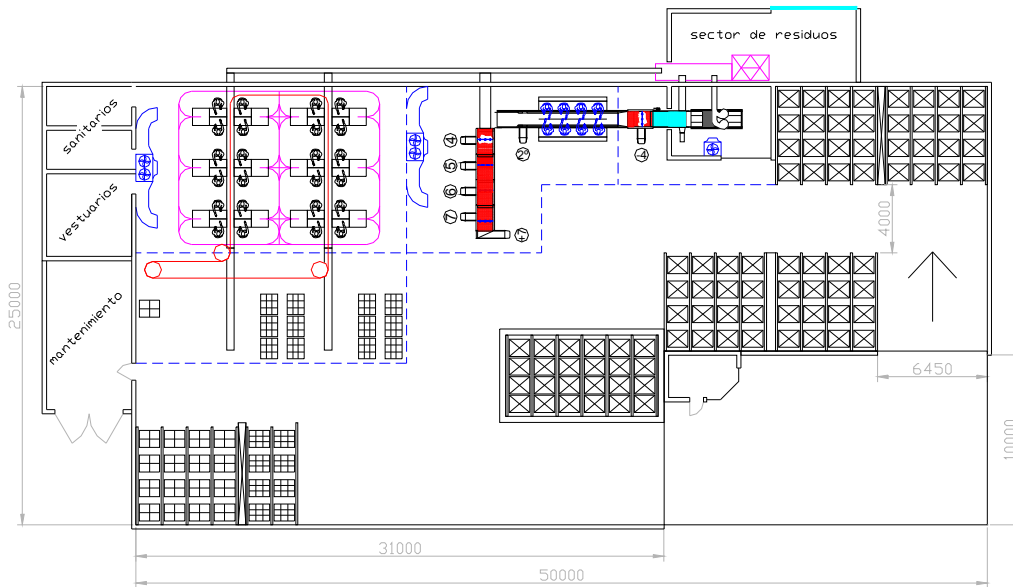


Figura 3 - Distribución de Sectores del Área de Empaque propuestas por el sistema SME

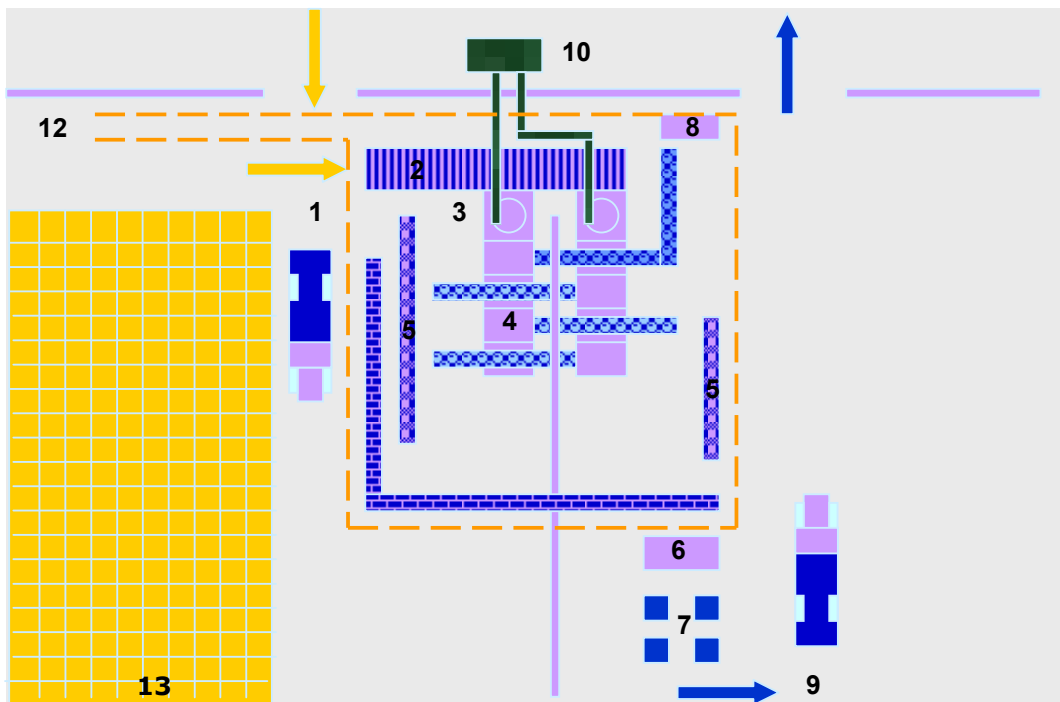


Figura 4 - Distribución de Sectores del Área de Empaque de una actividad intensiva.

1. Descarga ajo seco cortado; 2. Pre limpieza; 3. Cepillado; 4. Calibrado; 5. Envasado; 6. Pesado; 7. Paletizado; 8. Embolsado; 9. Carga y despacho; 10. Eliminación polvos; 11. Ajo industria y descarte; 12. Movimiento aéreo de cajas; 13. Acopio en cajas o rack

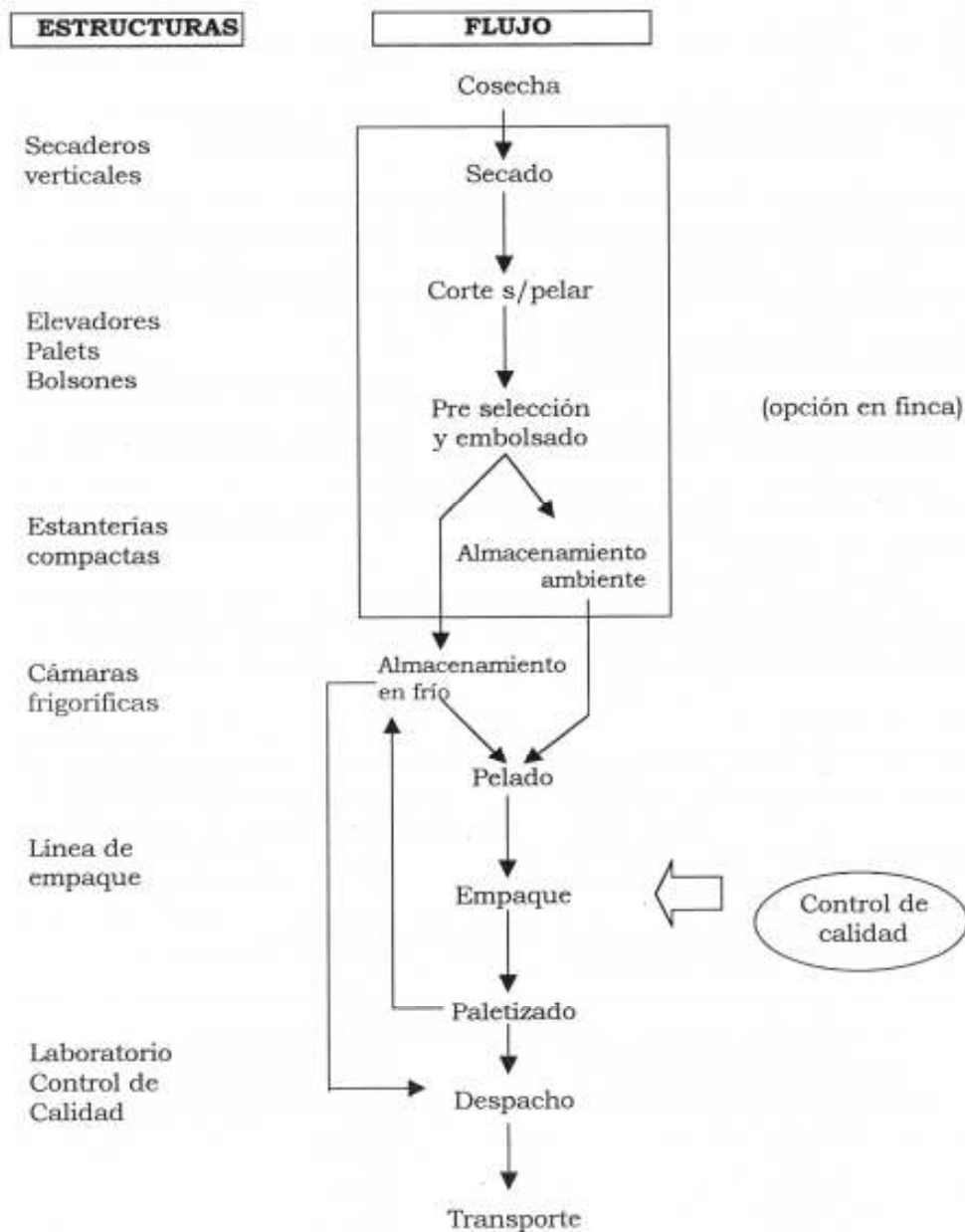


Figura 5 - Flujo de movimientos propuestos por el SME/INTA

Equipos para secado

El secado es el proceso de mayor importancia en la poscosecha del ajo, y condiciona la calidad comercial. Consiste en la evaporación del agua contenida en la "rama", catáfilas y el interior del bulbo favoreciendo la inactividad de los microorganismos.

Tiene dos etapas (Figura 6):

- ✓ Curado a campo y a la sombra (pérdida del 20 al 25 % del peso)
- ✓ Secado propiamente dicho (pérdida del 50 al 60 % del peso)

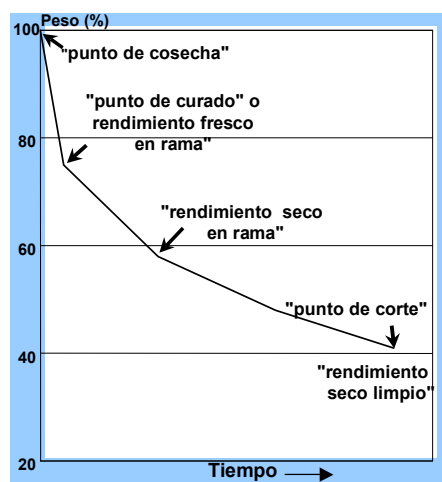


Figura 6 - Etapas de secado de bulbos de ajo

El secado natural a campo (o en estructuras rústicas), está afectado por las condiciones ambientales (temperatura, sol intenso, lluvias, H.R., vientos, etc.), y por estados propios de la planta.

Los sistemas de secado con aire forzado se utiliza obligatoriamente para ajos "destallados" mecánicamente y se presenta como la alternativa más eficiente de controlar las condiciones ambientales en ajos cosechados de otras maneras.

Durante el secado (Figura 7), las hojas envolventes deben mantener un cierto nivel de humedad para permitir la deshidratación continua. Si las hojas envolventes se secan y no permiten la deshidratación continua, el vapor de agua intenta salir por el falso tallo ("rama"), como si fuera una mecha, y cuando baja la temperatura durante la noche y la madrugada hay condensación interna y por lo tanto riesgos de oxidaciones y manchas.

El secado se debe producir de manera continua lo mas rápido posible pero sin que las hojas envolventes del bulbo se sequen bruscamente.

Cuando se comparan los sistemas tradicionales de secado con los túneles de aire forzado (Figura 8), se puede ver que la velocidad del proceso es muy distinta. Para alcanzar el mismo nivel de secado (pérdida del 30 % del peso), el caballete demora mas de 5 días, el secadero vertical 2 días y medio y el secado forzado en túnel algo mas de 24 horas.

Por otra parte no solo se mejoran los tiempos de secado sino también las pérdidas por defectos leves y graves como puede verse en la Figura 9.

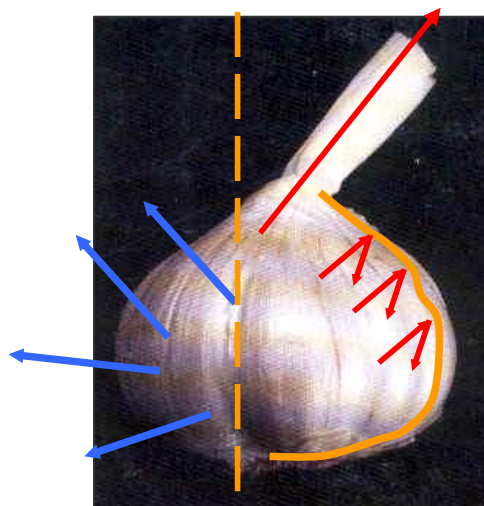


Figura 7 - Izquierda, representación de pérdida de vapor de agua a través de hojas "húmedas". Derecha, representación del efecto "rebote" del vapor de agua en hojas "secas" y salida por el falso tallo.

El secado con aire caliente también contribuye a mejorar el estado sanitario de los bulbos ya que, dependiendo de la temperatura, muchos de ellos pueden ser controlados, como muestra el Cuadro 1.

Existen una serie de factores que modifican o alteran las condiciones de secado artificial. Algunos dependen del equipo como la temperatura, la Humedad Relativa Ambiente y la corriente de aire. Otros dependen del producto como la cantidad de "chapas" envolventes, el diámetro del bulbo y la inmadurez de este.

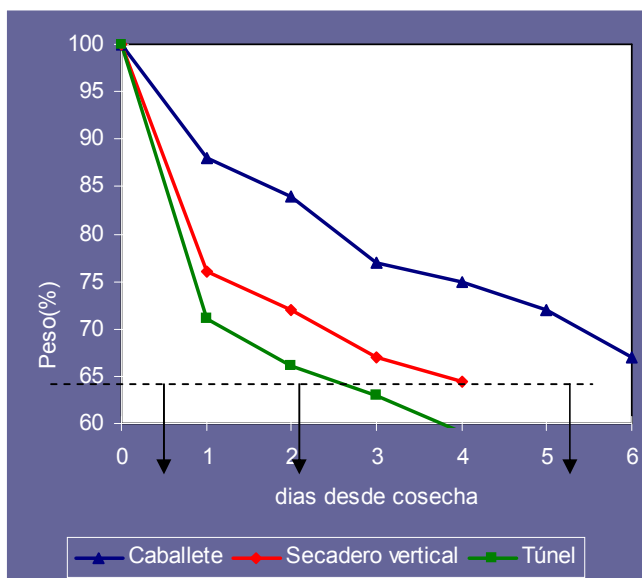


Figura 8 - Relación de pérdida de peso en ajos dispuestos en diferentes sistemas de secado

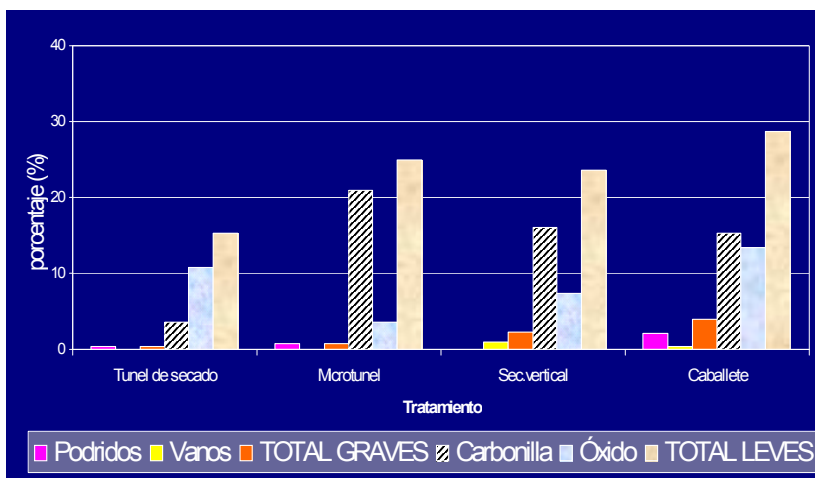


Figura 9 - Relación de pérdidas de calidad en ajos dispuestos en diferentes sistemas de secado

Cuadro 1 - Temperaturas de control térmico para hongos presentes en bulbos de ajo

Patógeno	Temperatura máxima para control (°C)
"Podredumbre blanda" <i>Alternaria porri</i>	45
"Carbonilla" <i>Helminthosporium allii</i>	40
"Moho verde" <i>Penicillium sp.</i>	35
"Podredumbre blanca" <i>Sclerotium cepivorum</i>	35
"Mancha de herrumbre" <i>Fusarium sp.</i>	30

Las ventajas del secado forzado son:

- ✓ Mejora la calidad del producto.
- ✓ Acelera el proceso de deshidratación
- ✓ Disminuye la incidencia de enfermedades, cuando éstas son causadas por hongos sensibles a las altas temperaturas.
- ✓ Disminuye el gasto de mano de obra por ser en general más fácil la carga y descarga del material cosechado.
- ✓ Mejora el aprovechamiento del espacio de almacenaje.

Los sistemas de secado forzado también tienen algunas desventajas, tales como el alto costo de inversión inicial y el nivel escaso de la amortización de las inversiones en equipamiento e infraestructura, ya que generalmente no son utilizados con otros fines.

Tres variables son las que se mueven en los secaderos en condiciones forzadas:

- ✓ Temperatura (°C)
- ✓ Humedad Relativa (H.R %)
- ✓ Corriente de aire
 - Cantidad de aire por tonelada (m^3/t),
 - Velocidad de aire (m/s)
 - Diferencia de presión (kPa)

Principales partes componentes

Todos los sistemas cuentan con una fuente de aire (ventilador), una fuente de calor y un elemento extractor. Los contenedores (cajas o bins), en que se coloca el producto también forma parte del diseño del secador.

La fuente de **aire** (ventilador), debe ser capaz de mover el aire a través del producto y de entregar la cantidad deseada de aire contra la resistencia estática de los bulbos en *bins*. Se mide de diferentes maneras:

- ✓ Cantidad de aire m^3 aire/ hora/ m^3 de cámara (60 a 150)
- ✓ Cantidad de aire m^3 aire/hora / t de ajo (120 a $450 m^3.h-1.t-1$).
- ✓ Velocidad de aire (m/s)
- ✓ Presión de aire (mm/Hg o mm de columna de agua)

La fuente de **calor** (alimentada generalmente a gas natural, gas licuado o fuel-oil, calentadores eléctricos, o energía solar), debe ser capaz de incrementar la temperatura del aire ambiental hasta el nivel deseado. El calor es transferido al aire de secado, ya sea indirectamente por medio de un intercambiador de calor o directamente por combinación de los gases de la combustión con el aire de secado.

El **extractor** (generalmente eléctrico), debe ser capaz de eliminar el vapor de agua generado en el sistema, y su capacidad debe estar calculada en función del volumen de aire caliente a eliminar.

Los **contenedores** (generalmente bins), están diseñados para facilitar la distribución de aire uniforme a través del producto. Los hay de paredes ciegas y piso perforado (para corrientes de aire vertical), como los de la Figura 10 y de paredes abiertas y piso abierto (para corrientes de aire horizontal), como los de la Figura 11.



Figura 10 - Bins para secado vertical. Izquierda vista en corte, Centro vista externa, Derecha vista interna del fondo

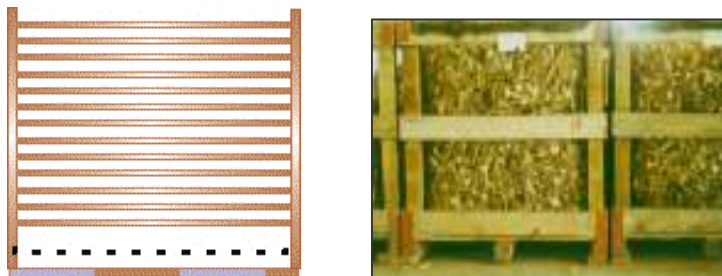


Figura 11 - Bins para secado horizontal. Izquierda vista en corte. Derecha vista externa

Algunas experiencias con diferentes contenedores abiertos para secado con corriente de aire horizontal (Figura 12), mostraron que mientras más grande son los contenedores, mayor es el núcleo húmedo central, y los valores de daños son altos (Cuadro 2), coincidiendo con las menores posibilidades de ventilación.



Figura 12 - Modelos de contenedores abiertos

Cuadro 2 - Defectos leves y graves en los estratos de bins abiertos

BIN	Capacidad de ajo verde cortado (kg)	ESTRATO	DEFECTOS TOTALES (%)	
			Por estrato	media/bin
Grande	430	Superior	18,6	57,9
		Medio	97,8	
		Inferior	57,4	
Mediano	320	Superior	25,3	33,2
		Medio	46,1	
		Inferior	28,2	
Chico	215	Superior	20,9	17,3
		Inferior	13,8	

Variantes de sistemas de secado forzado

Los sistemas de secado forzado pueden clasificarse en dos grandes grupos:

* Túneles de carga continua

- ✓ De corriente de aire horizontal (tipo "frutero")
- ✓ De corriente de aire vertical

* Túneles de carga discontinua

- ✓ De corriente de aire horizontal (tipos fijos y portátiles)
- ✓ De corriente de aire vertical (tipo "campana")

Los túneles de **carga continua de corriente de aire horizontal** (tipo "frutero"), como el que se muestra en las Figura 13 permiten el secado de los bulbos cargados en bandejas sobre carros que se trasladan en forma continua sobre rieles.



Figura 13 - Vista externa de túneles tipo "fruteros" con fuente de calor a contra corriente

Los túneles de **carga continua de corriente de aire vertical**, como el que se muestra en las Figura 14, permiten el secado de los bulbos cargados sobre una cinta continua dentro del túnel.



Figura 14 - Vista de zona de carga superior y descarga inferior de túnel de secado de cinta continua.

Los túneles de **carga discontinua de corriente de aire horizontal** pueden ser fijos, similares a túneles "californianos" o portátiles.

Los del **tipo "californiano"** (Figura 15), se cargan con bines en dos columnas y en forma alternativa se abren y cierran las puertas, los *flaps* laterales y la cortina central para forzar al aire a pasar por la masa de bulbos, como ilustra la Figura 16.

Estos equipos multifunción trabajan con temperatura y HR controlada entre 20 °C y 30 °C y 50 a 60 % HR. En un período de 24 horas (cambiando el sentido de la corriente de aire cada 12 horas), el ajo "destallado" ha perdido mas del 25 % de su peso.

Los túneles del **tipo portátiles** propuestos por el INTA (Figuras 17 y 18), están conformados por un túnel de tela vinílica que corre sobre dos rieles, un caloventor (turbina de inyección 3.500 m³/hora, motor 2 HP, quemador industrial GN o GLP), y un extractor (turbina aspirante 10.000 m³/hora, motor 12,5 HP).

La capacidad operativa de estos, para 80 bines medianos (15.000 kg de ajo "destallado" verde), es de 20 % de pérdida de peso en 12 horas y 45 % de en 24 horas. Esto significa aproximadamente secar 5.500 kg de ajo seco limpio por día.



Figura 15 - Tunel de secado tipo "californiano" – Izquierda vista externa. Derecha vista interna

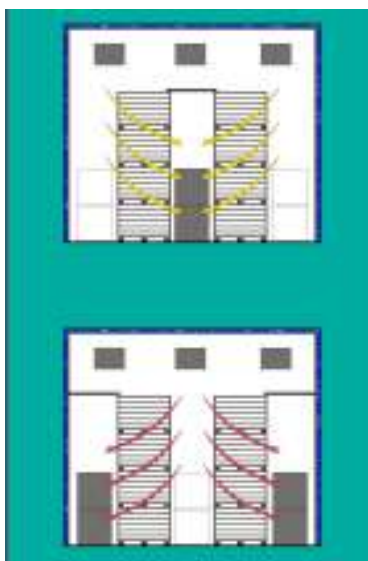


Figura 16 - Esquema de funcionamiento del túnel de secado. Superior, ingreso de aire desde afuera. Inferior ingreso de aire desde adentro.

La primera etapa consiste en ordenar 2 hileras de bins en pila de 4 con ajo destallado, instalar el extractor y la lona vinílica sobre los bins, desplazar el túnel sobre estos y encender el caloventor a 30 °C durante 12 horas para "curado" y 24 horas para "secado"

Mientras esto ocurre se prepara la segunda etapa que consiste en ordenar 2 hileras de bins en pila de 4 con ajo destallado en el otro sector hasta tanto se cumpla el secado de la primera etapa.

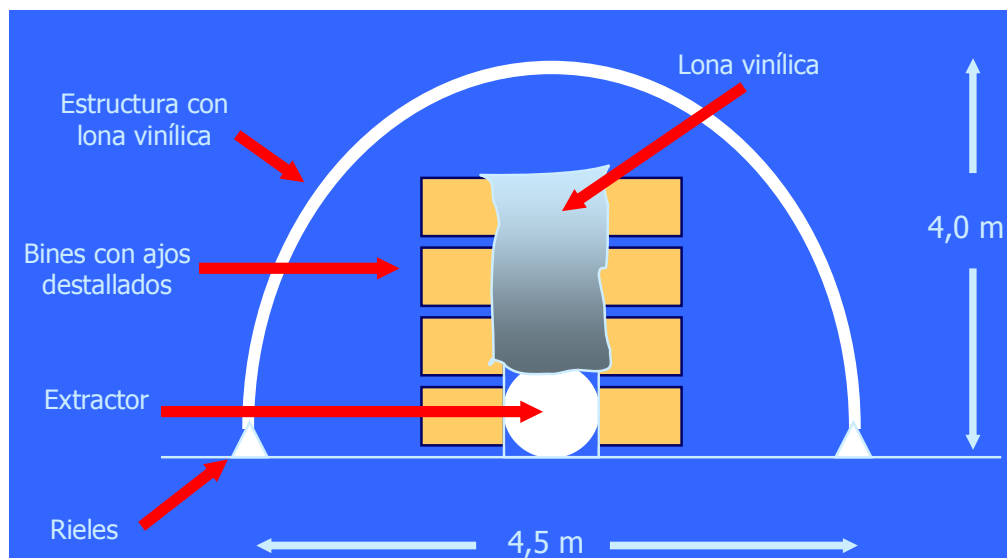


Figura 17 - Vista en corte de un túnel portátil de secado rápido

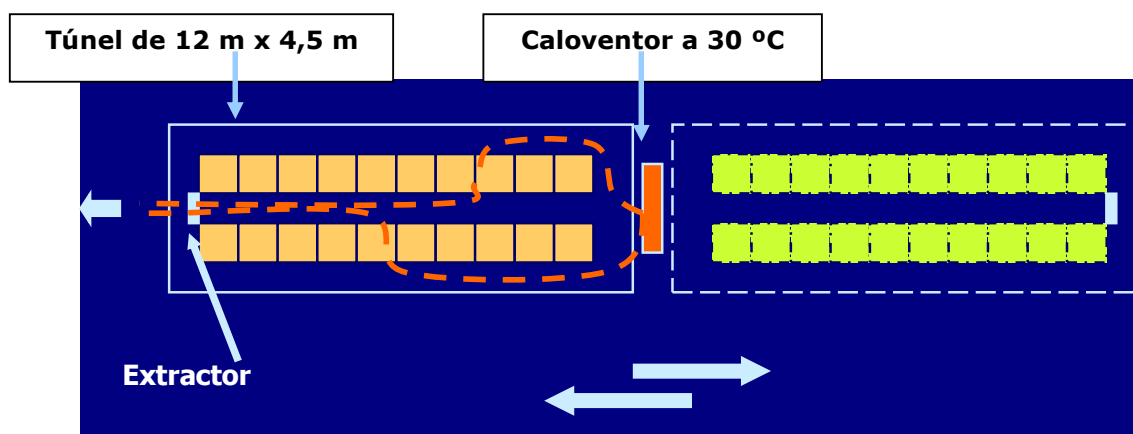


Figura 18 - Vista en planta de un túnel portátil de secado rápido. Izquierda en proceso de secado. Derecha en etapa de carga.

Otros modelos de secadores de **carga discontinua de corriente de aire horizontal** son aquellos que, utilizando bines de paredes ciegas con doble fondo (ciego y cribado), como muestra la Figura 19 y que permiten la distribución del aire mas equilibradamente, como muestran las Figura 20.

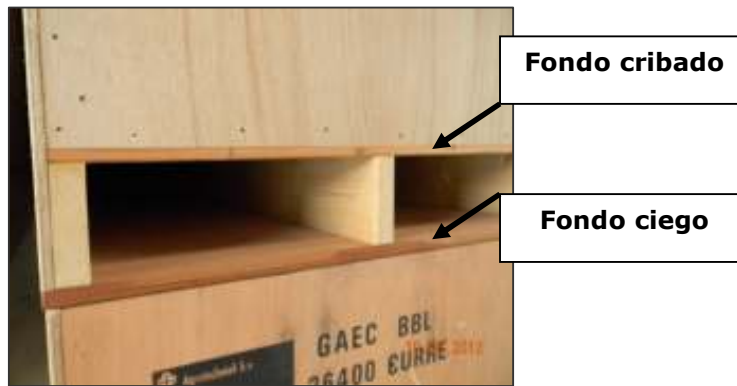


Figura 19 - Bines de paredes ciegas y doble fondo

El ventilador superior arroja aire cálido hacia abajo, el cual es conducido por los dobles fondos y a partir de allí asciende por entre la masa de bulbos arrastrando el vapor de agua que es retirado por un extractor superior.

Otras variantes de **secado forzado por succión** (Figuras 21), consiste en disponer los bulbos en contenedores permitiendo que el aire seco exterior pase por la masa de bulbos y el vapor de agua extraído salga a través de un ventilador/extractor.

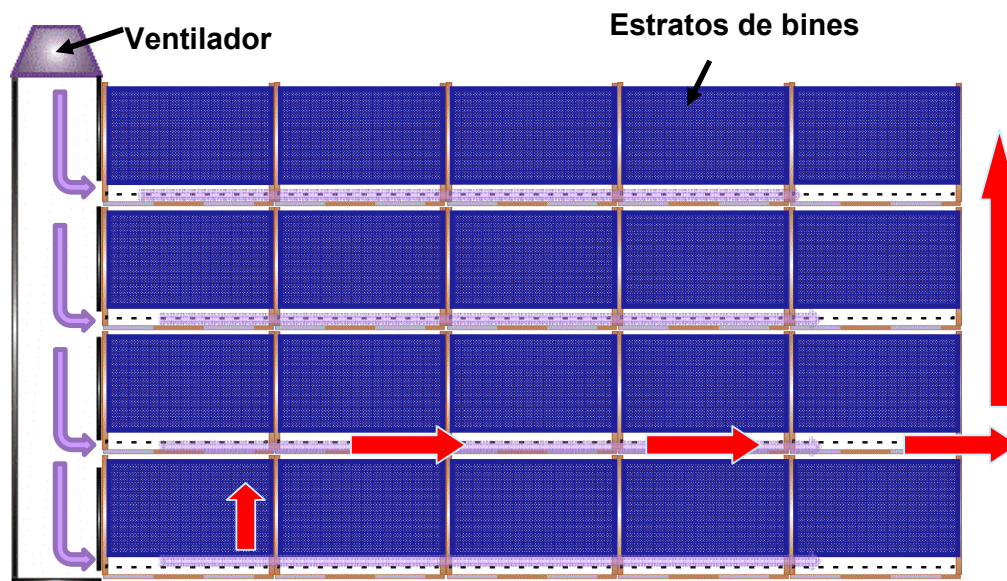


Figura 20 - Vista lateral de un secador con distribución de aire en estratos



Figura 21 - Armado de túneles de secado por succión. Izquierda, "imperabilización" exterior de bins con film plástico. Derecha, extractores.

Los túneles de **carga discontinua de corriente de aire vertical** (tipo "campana"), como muestran las Figura 22, reciben aire caliente desde un piso cribado, que pasa por entre la masa de bulbos contenidos en bins de paredes ciegas y fondo cribado y cubiertos exteriormente por una cortina plástica, mientras un extractor superior retira el vapor de agua.

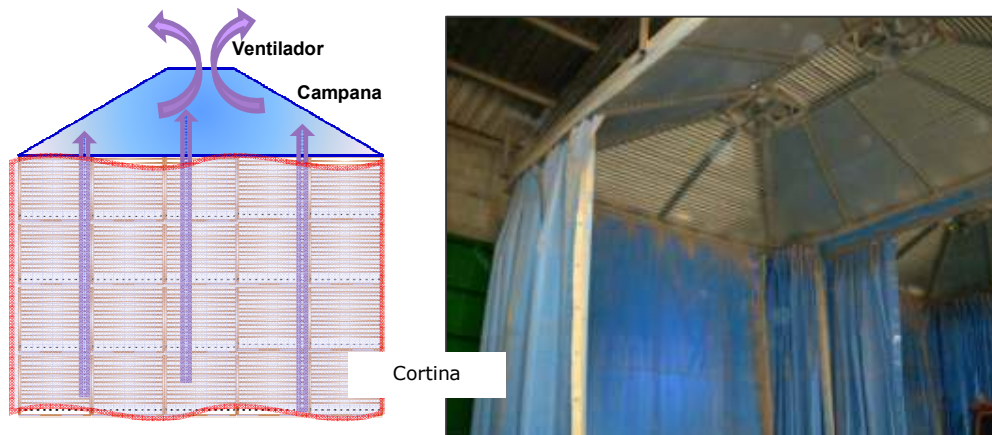


Figura 22 - Secador tipo "campana"

Indicadores para evaluar el secado

Anticipar el corte de "rama" cuando aún no se ha completado la etapa de secado, es una actividad que permite adelantar la fecha del primer embarque pero puede generar un aumento de defectos graves durante el transporte, como muestra el Cuadro 3.

Los indicadores analíticos de cuando un bulbo está verdaderamente seco ("punto de corte"), tales como la pérdida de peso del bulbo o de la planta entera, la humedad del "cuello", la humedad de catáfilas o los sólidos solubles son caros y poco prácticos.

Cuadro 3 - Pérdidas de calidad por corte anticipado de "rama"

Momento de corte (días desde la cosecha)	Bulbos con daños leves y graves (%)
2	54
4	36
8	24
12	16
16	14
18	12

Una forma práctica de determinar el "punto de corte" es cortar la rama a 3 cm del cuello, presionar el corte y observar que no haya salida de agua en la superficie del corte. Si el corte se humedece se debe continuar con el secado.

Si se desean mayores precisiones se puede presionar el corte sobre tiras de papel secante impregnadas con sal de Cloruro de Cobalto penta hidratada, las que cambian de color en contacto con humedad del azul al rosado, como muestran las Figura 23.



Figura 23 - Uso de tiras como indicador de la humedad de corte

Prácticas que favorecen el secado

El corte anticipado de "ramas" (hojas), como se muestra en la Figura 24, es una práctica que favorece el secado posterior sin afectar la producción en términos cuantitativos ni la calidad del producto.

El corte anticipado de raíces (Figura 25), disminuye la humedad relativa en cuellos y catáfilas al momento de la cosecha.

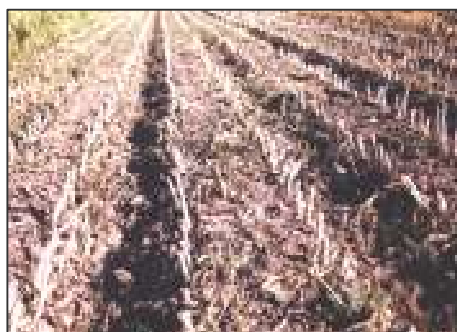


Figura 24 - Corte anticipado de "ramas"

Figura 25 - Corte simultáneo de hojas y raíces

Equipos para acopio

Las tareas pos cosecha mas tradicionales consisten en, una vez arrancado el ajo, orearlo, atarlo y estibar en el campo a la intemperie ("ballenas"), hasta su comercialización, como muestra la Figura 26 con los consiguientes riesgos de pérdidas por escaldaduras, lesiones, deshidrataciones y manchado, cuando no la aparición de desordenes fisiológicos tan graves como la Parálisis Cerosa.

Para evitar esta situación, el SME propone el uso de Secaderos Verticales o Microtúneles para proteger los bulbos "en rama" durante no menos de 15 o 20 días (para las condiciones de los llanos andinos de Argentina), para luego ser cortados, sin pelar y acopiados en bolsones de malla plástica (*big-bag*), especialmente diseñados (Figura 27).

Estos están fabricados con malla aireada de polipropileno con aditivos anti UV en paredes y fondo, con costura de alta seguridad y con 4 orejas (eslingas), de sujeción.

Las dimensiones son:

- cubo de 0,80 x 0,80 x 0,80 m (0,5 m³), de 360 kg de bulbos de capacidad
- cubo de 0,90 x 0,90 x 0,90 m (0,7 m³), de 500 kg de bulbos de capacidad

Poseen una "camisa" superior de polipropileno (cerrado o abierto), y válvula inferior de descarga de control manual. Tienen una duración de 680 horas de uso continuo o su equivalente a tres años de exposición a la intemperie



Figura 26 – Conservación a campo en "ballena"

Figura 27 – Conservación en bolsones

El protocolo de uso de los bolsones/estanterías indica:

- Arranque los ajos y trasládelos inmediatamente a la sombra para su secado, durante 20 a 30 días, considerando que las catáfilas protectoras deben estar bien secas.
- Corte cuidadosamente "ramas" (entre 1 y 3 cm desde el cuello) y raíces (al ras) y pre seleccione los bulbos eliminando los muy chicos, dañados o con síntomas de plagas o enfermedades
- Llene el bolsón hasta con 360 o 500 kg de bulbos según modelo (Figura 28)
- Pese e identifique el bolsón (Figura 29)
- Almacene los bolsones en estanterías compactas a temperatura ambiente o en cámaras frigoríficas durante el tiempo aconsejado para cada variedad (Figura 30).
- calibre los bulbos (o alternativamente pele los bulbos), alimentando el equipo o las mesas de trabajo desde la válvula inferior (Figura 31).
- Sopletee y aspire los restos de tierra y materia inerte antes de proceder al reutilización del bolsón.
- Doble los bolsones y apíelos en palets. Envuelva bajo carpa plástica y esterilice los bolsones con fosforo de aluminio a razón de 2 pastillas por m³ durante 72 horas
- Levante la carpa plástica, oree y guarde los bolsones hasta la próxima campaña en un lugar seco.

Los análisis de control de calidad del producto antes y después del período de almacenamiento realizados bajo la Norma MERCOSUR/GMS/Res 98/94 - SGT 3 Rec. 92/94 e IRAM/INTA 155.003, arrojando en media pérdidas de peso 1 % mensual (entre enero y marzo), y de defectos graves y leves que no superan el 2 por mil en peso.

Cuando se comparan los resultados del almacenamiento en "ballenas" o en bolsones surge claramente la ventaja de adoptar estos, ya que los sistemas convencionales a la intemperie pueden provocar pérdidas de hasta el 25 % o 30 %.



Figura 28



Figura 29



Figura 30



Figura 31

Equipos para pelado

El pelado es la operación mediante la cual se le retiran las hojas envolventes del bulbo afectadas por suciedad o manchas, dejando ver una cobertura limpia y bien presentada. Para que los bulbos tengan suficientes hojas para limpiar el punto de cosecha debe asegurarse esto ya que cosechas tardías o almacenamiento en malas condiciones dejan a los bulbos prácticamente sin cobertura.

La etapa de pelado de los bulbos es una de las más delicadas y caras del proceso ya que es la responsable de darle "vista" al producto. Cada mercado tiene un nivel de exigencia diferente.

Los equipos de pelado por lo general no hacen un buen trabajo cuando las exigencias de calidad son altas, particularmente para los mercados del Hemisferio Norte, y por lo tanto solo funcionan como equipos de pre-limpieza o "saca tierra" y la labor debe ser terminada en forma manual.

Las máquinas peladoras pueden ser de cepillos cónicos (Figura 32), de cepillos cilíndricos sobre cinta (Figura 33), o de cilindro rotativo (Figura 34). Requieren, para obtener su mejor rendimiento, que los bulbos estén suficientemente secos y calibrados. Estos equipos pueden alcanzar una capacidad operativa de 500 kg/hora.



Figura 32 - Peladora de cono



Figura 33 - Peladora de cinta



Figura 34 - Peladora de cilindro

Los operarios pueden pelar entre 100 kg/persona/día y 180 kg/persona/día dependiendo de la experiencia, el estado de humedad del ajo, el calibre de que se trate y el tiempo de la jornada.

Esta operación puede realizarse en mesas de abastecimiento discontinuo (Figura 35), donde al personal fijo se les acercan cajas con la mercadería a pelar, o de abastecimiento continuo en la cual al personal fijo le llega el producto a través de una cinta (Figura 36). La Figura 37 muestra una propuesta de abastecimiento continuo.



Figura 35 - Mesas de pelado con abastecimiento discontinuo



Figura 36 - Mesas de pelado con abastecimiento continuo

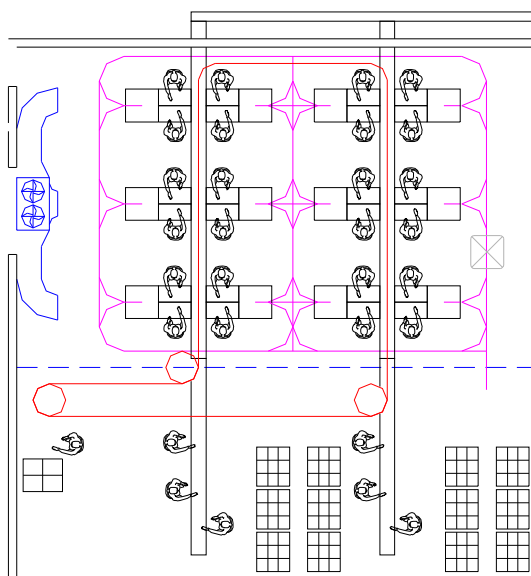


Figura 37 - Vista en planta de un módulo de pelado con abastecimiento continuo y sala de envasado

Equipos clasificadores de bulbos

Las llamadas máquinas calibradoras de bulbos son equipos destinados a clasificar los mismos, ya sea por su diámetro mayor o por su peso. Una clasificación por principios de funcionamiento de estas máquinas se muestra en el Cuadro 4

Cuadro 4 - Principio de funcionamiento de equipos clasificadores de bulbos.

Sistema	Principio de funcionamiento	Material de elemento de clasificación	Denominación vulgar
Por calibre	Avance por golpes	Madera cribada	Golpe
	Avance a través de cilindros	Cilindro único	Cilindro simple
		Cilindros concéntricos	Cilindro múltiple
	Avance por traslación	Goma cribada	Banda de goma
Por peso	Avance por traslación individual	Cadenas metálicas	Cadena
		Balanza electrónica	Peso

Las normas nacionales e internacionales (Cuadros 5 y 6), son estrictas en cuanto al nivel de tolerancia de mezclas de tamaños dentro del mismo envase, sin embargo la eficiencia de estas es en general muy baja (muchas no superan el 70 %, es decir tienen 30 % de error), tanto mas mientras mas rústica y primitiva sea el principio de funcionamiento.

Cuadro 5 - Calibres de ajos para la Norma IRAM/INTA 155.003

Calibre *	Diámetro transversal mayor (d) (mm)	Representación
3	$26 \leq d \leq 35$	26/35
4	$36 \leq d \leq 45$	36/45
5	$46 \leq d \leq 55$	46/55
6	$56 \leq d \leq 65$	56/65
7	$66 \leq d \leq 75$	66/75
8	$76 \leq d \leq 85$	76/85
9	$86 \leq d \leq 95$	86/95

Cuadro 6 - Requisitos y tolerancias para calibres de ajo según Grado de Calidad

Requisitos	grado 1	grado 2	grado 3	grado 4
	g/100 g			
Bulbos cuyo calibre no cumple con sus límites, pero sí con los del inmediatamente inferior	5,0	10,0	15,0	-

Las **calibradoras "de golpe"** (Figura 38), consisten en un bastidor soporte de las placas cribadas (generalmente de madera), y un excéntrico motorizado que mueve el mismo haciendo "saltar" los bulbos, los cuales caen por los orificios y derraman en boquillas que a su vez llevan a cajas. Estos modelos pueden tener un rendimiento de 400 a 800 kg/hora.

Las mayores deficiencias constructivas son la falta de versatilidad para regularlas ya que las 4 placas de madera para cada uno de los calibres son de longitud fija lo que implica que el lote de bulbos a clasificar debería tener 20 a 25 % de cada calibre para que el equipo sea eficiente, situación que no es real.

Los calibres intermedios son siempre mas frecuentes, y por lo tanto los orificios de esas placas están sobre saturados y los bulbos pasan a la placa siguiente. Otro inconveniente es los eventuales daños que los golpes le confieren a los bulbos.

Por otra parte la relación entre orificios y superficie plana de las placas de madera tampoco es uniforme (Cuadro 7), por lo que la eficiencia entre ellas también es distinta.

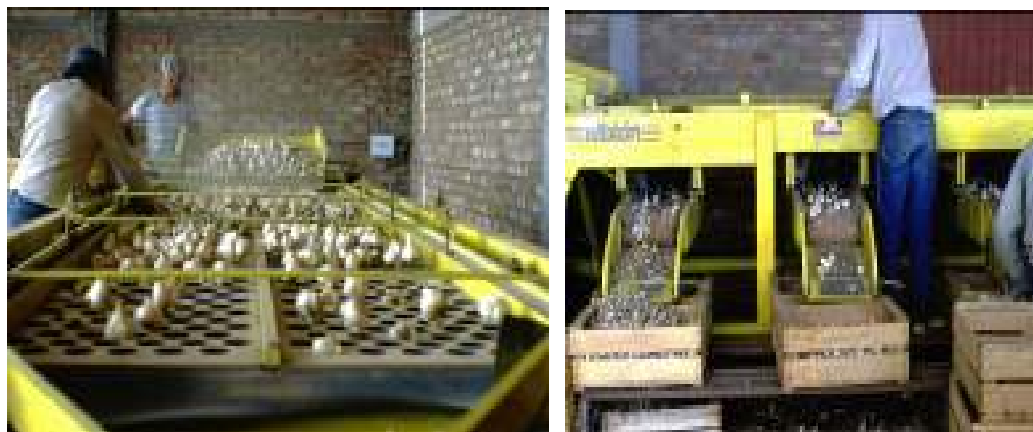


Figura 38 - Calibradora de bulbos "de golpe"

Cuadro 7 - Características de las placas de madera de la calibradora "de golpe"

Calibre	Nº de orificios/m ²	Superficie de orificios/m ² (%)
4	180	50
5	153	65
6	105	70
7	65	70

Ensayos realizados con estos modelos indican (Cuadro 8), que la eficiencia es tanto menor cuanto mas pequeño sea el calibre, así para el C4 es del 46 %, para el C5 es 72 % y para C6 87 %. Las placas de menor calibre tienen error por exceso ("regalando" tamaño), mientras que las de mayor calibre tienen error por defecto.

Cuadro 8 - Eficiencia de calibradora de bulbos "de golpe"

Diámetro (mm)	CALIBRE DE PLACAS			
	4	5	6	7
	4,5	5,5	6,5	> 6,5 (caída libre)

CALIBRE	FRECUENCIA DE CAIDA (%)			
Calibre 4	46	54	0	0
Calibre 5	1	72	27	0
Calibre 6	0	11	87	2
Calibre 7	0	0	0	100

Las **calibradoras de cilindro simple** (Figura 39), consisten en un bastidor que soporta un tubo metálico de 4 m de longitud y 0,60 m de diámetro, cribado con diferentes diámetros, y posee una capacidad de trabajo del orden de los 400 kg/hora, sin embargo su eficiencia es muy baja.

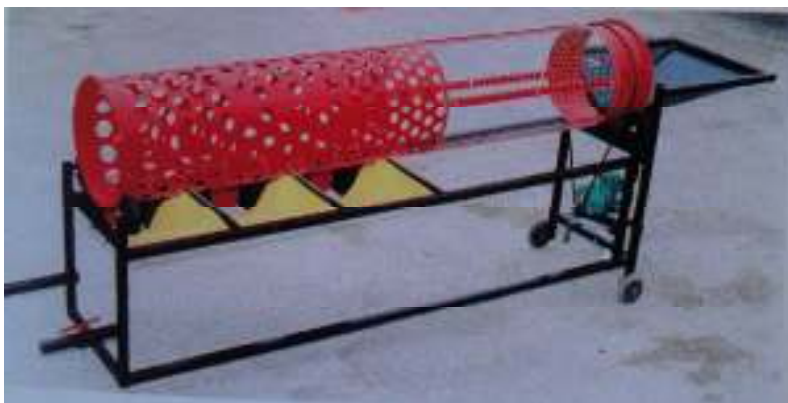


Figura 39 - Calibradora de bulbos de cilindro simple

Los modelos mas difundidos de las **calibradoras con bandas de goma o con cadena** o mallas (Figuras 40 y 41) poseen cuatro cuerpos rotatorios independientes que contienen una malla cuyos diámetros teóricos medios son: 35, 43, 53 y 63 mm. Estos 4 módulos (cada uno de ellos de 90 cm de ancho y 84 cm de superficie actuante), pueden variar su velocidad de giro (avance) en función de la composición del lote a calibrar.

Poseen por lo general cinco bocas de salida (calibres 3 hasta 7), y cada módulo, cuyo velocidad de giro es de 29 RPM, posee un excéntrico para resalto accionado por motores de 1/2 HP y variador de velocidad. La eficiencia es mayor a medida que aumenta la velocidad de resalto. Las capacidades teóricas del equipo oscilan entre 5.000 kg/h y 7.000 kg/h.

Cuando la composición de frecuencia de calibres de la partida de bulbos a calibrar varía, la eficiencia de los equipos también lo hace, por lo que siempre es aconsejable conocer la composición de lote a calibrar para ajustar el equipo.

El Cuadro 9 muestra la relación que existe entre los distintos "romaneos" y la eficiencia del equipo, siendo esta mayor cuanto mas homogénea es la partida. Por otra parte los errores por defecto y por exceso también muestran variaciones para cada uno de los casos estudiados.

Cuadro 9 - Deficiencias (%) para las Normas IRAM/INTA 155.003 de la tamañadora de bulbos en función de las características de la materia prima (lotes homogéneos y heterogéneos)

ROMANEO ORIGINAL	DEFICIENCIA	CALIBRE 4	CALIBRE 5	CALIBRE 6	EFICIENCIA %
Diámetro (mm)		42,74	52,78	62,30	
HETEROGENEO	por defecto	0	0	1	68
(10:66:24)	por exceso	40	45	9	
	total	40	45	10	
HOMOGÉNEO	por defecto	1	6	14	77
(33:33:33)	por exceso	31	15	2	
	total	32	21	16	

Ensayos realizados con estos equipos permiten inferir que:

- Los diámetros de las mallas son por lo general inferiores a los declarados por el fabricante, y existen diferencias que oscilan entre 1,0 y 1,8 mm para los diámetros dentro de la misma malla.
- La eficiencia media del equipo oscila en torno del 73 % cuando se lo compara con las exigencias de las normas IRAM/INTA 155.003 para calibres de bulbos.
- En todas las mallas se manifiestan, en mayor o menor medida, errores por defecto (falta grave), y errores por exceso (falta leve).
- Los errores por defecto (bulbos de menor tamaño que los admitidos para ese calibre), estarían dados por:
 - bulbos que quedan "atrapados" entre la estructura de los costados de las mallas y son arrastrados hasta mallas superiores.
 - falta de permanencia de la carga en la malla anterior debido al exceso de un determinado calibre, y por escaso movimiento de la misma
- Los errores por exceso (bulbos de mayor tamaño que los admitidos para ese calibre), estarían dados eventualmente por el exceso de movimiento en las mallas y en las irregularidades de los bulbos.
- Los bulbos de la boca correspondiente al calibre 4 no muestran prácticamente deficiencias por defecto, sin embargo manifiestan altos valores de deficiencias por exceso.
- Los bulbos de la boca correspondiente al calibre 6 no muestran prácticamente deficiencias por exceso, sin embargo manifiestan altos valores de deficiencias por defecto.
- A medida que aumenta la velocidad de resalto disminuyen sensiblemente los errores por defecto y aumentan los errores por exceso.
- Parece conveniente mantener fija y alta la velocidad de resalto y dejar solo variadores para la velocidad de la malla.
- Estos equipos generalmente están construidos bajo la premisa que la materia prima presenta similares proporciones de calibres, sin embargo cuando estas proporciones varían la eficiencia del equipo también debe variar.
- Las diferencias son menores mientras mas grande es el calibre de los bulbos, lo que sugiere que los defectos se producen en parte por sobrecarga de las mallas de menor diámetro.

Los defectos más notables en estos equipos los podemos resumir de la siguiente manera:

- Los bordes imperfectos de las mallas suelen arrastrar bulbos entre un calibre y otro.
- Hay numerosas imperfecciones y desvíos del diámetro de orificios de las mallas.
- Los rodillos inferiores de las cadenas retienen algunos bulbos que terminan desgranados entre estos y la placa deflectora.
- Las puertas de las boquillas de salida deben permitir operar con comodidad y eficiencia, ya que el cierre brusco termina dañando los bulbos. Dos bocas por cada calibre en paralelo facilitarían la labor.
- Las boquillas deben diseñarse de manera tal que permitan la descarga tanto en cajas como en bolsas de diversos diámetros.

Es aconsejable conocer el "romaneo" de la partida original para graduar la máquina en la búsqueda del mayor rendimiento. Cuando las partidas están muy desbalanceadas respecto a un calibre en particular se debe aumentar la permanencia de los bulbos sobre las cadenas, aunque esto puede comprometer la mercadería por los daños causados. La velocidad de carga del elevador debe ser menor.

Es aconsejable disminuir el recorrido de los bulbos cuando las partidas están muy desbalanceadas respecto a un calibre en particular, y esto puede lograrse rediseñando la caída y selección de los calibres extremos (3 y 7 por ejemplo).

Los modelos de **clasificadoras por peso** (Figura 42), y regulación computarizada (llamadas también calibradoras electrónicas de cadena inteligente), son las de mayor capacidad de trabajo, llegando a procesar entre 8 y 12 bulbos por segundo por cada vía, y se fabrican hasta de 8 vías.

Estos equipos, cuando la cazoleta o "mano" donde se colocan los bulbos es la adecuada, pueden clasificar a estos con tanta precisión como se requiera, brindando hasta 8 o más boquillas diferentes.

Algunos ensayos indican que:

- Cuando el individualizador no es el adecuado la eficiencia baja de aproximadamente 99 % al 80 %.
- La ineficiencia del equipo en estos casos se puede deber a que los "cuellos" rígidos de los bulbos (porción cortada del tallo floral a 2 cm del "hombro" del bulbo), se apoyan, al momento de la determinación del peso, en las partes fijas de la máquina, consiguiéndose un pesaje defectuoso, menor al real, generando *a posteriori* un error por exceso.



Figura 40 - Calibradora con banda de goma



Figura 41 - Calibradora con malla o cadena



Figura 42 - Calibrado de peso

Equipos de selección de bulbos

Por lo general las cintas de selección en los galpones de empaque de ajo no adquieren la importancia que merecen debido a que la etapa de pelado es prácticamente la última y la selección se realiza simultáneamente con esta.

Es importante contar con dos tipos de cintas: la de selección primaria (cuya posición deseable es anterior a la calibradora (Figura 43), y la de selección secundaria o definitiva (cuya posición deseable es posterior al calibrado).

La cinta de **selección primaria** retira de la línea todos aquellos bulbos que por sus defectos graves no tiene sentido que pasen por la calibradora y por lo tanto "ocupen espacio" que hace disminuir la eficiencia de esta.

La cinta de **selección secundaria** retira de la línea todos aquellos bulbos que por sus defectos leves no deben ingresar al envase definitivo.

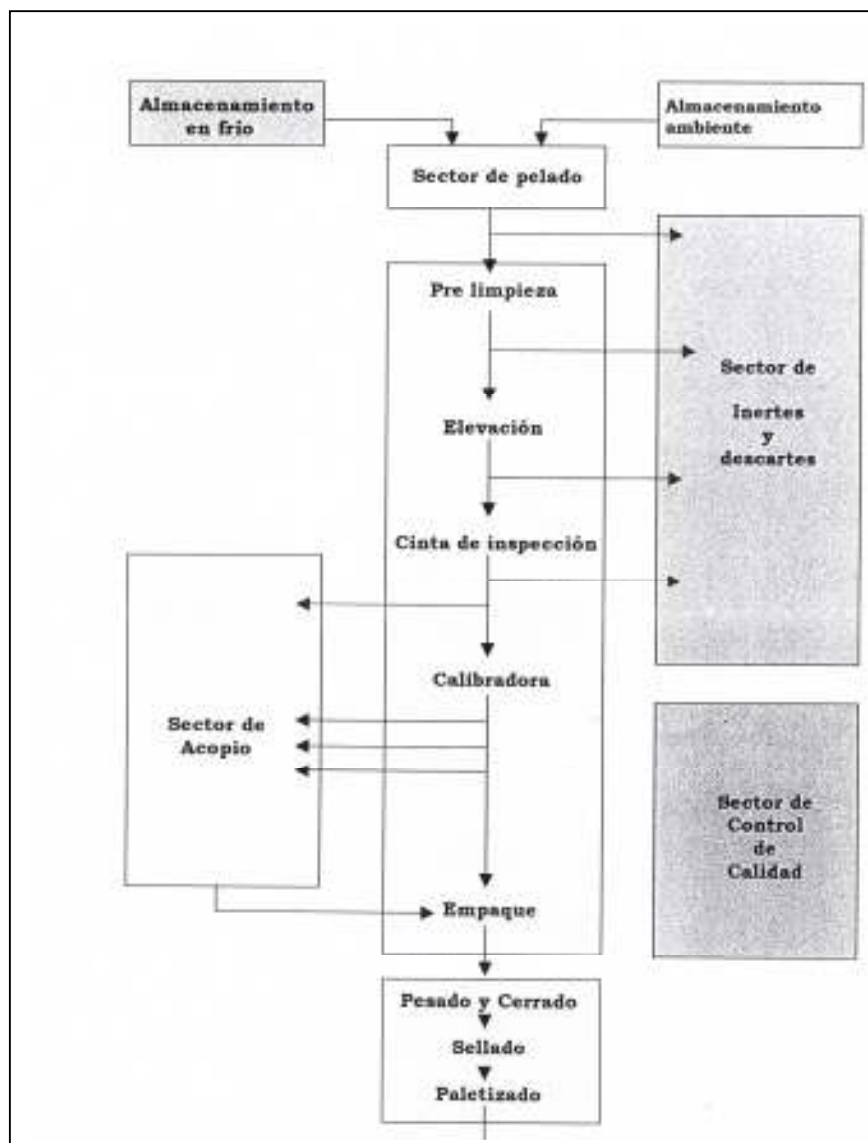


Figura 43 - Diagrama de flujo y sectorización de una línea de empaque del sistema SME/INTA

Si bien el diseño de las cintas de selección es relativamente simple, la mayoría de ellas adolecen de varios defectos que tienen que ver con la calidad del trabajo de los operarios que trabajan en ella.

Entre estos defectos mayores se puede citar la carencia de:

- Espacio suficiente para el personal
- Asientos ergonómicos o apoya pié
- Límites centrales para la demarcación del campo de trabajo
- Reguladores de altura y velocidad de cinta
- Reguladores de altura e intensidad de iluminación

La longitud de la cinta debe permitir como mínimo 8 operarios (4 por lado), separados un metro entre si (Figura 44). Esta tarea no requiere que el personal trabaje de pié, pero en caso que así fuese la mesa debe disponer al menos de una barra que funcione como "apoya pié".

El campo visual óptimo de cada operario es en un ángulo de 50° y aceptable hasta 100° como muestra la Figura 45. Si la cinta tuviese 70 cm de ancho, con delimitador central, el sector de visión óptima sería de 30 cm x 30 cm, con visión lateral aceptable de 30 cm x 60 cm.

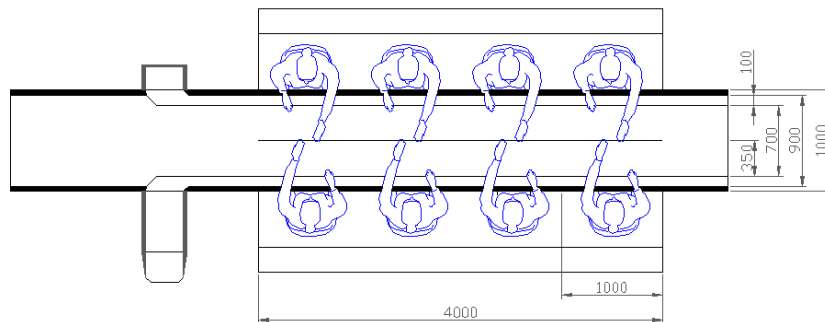


Figura 44 – Vista en planta de una cinta de inspección con delimitador central (para el campo visual), y laterales para la separación de bulbos defectuosos

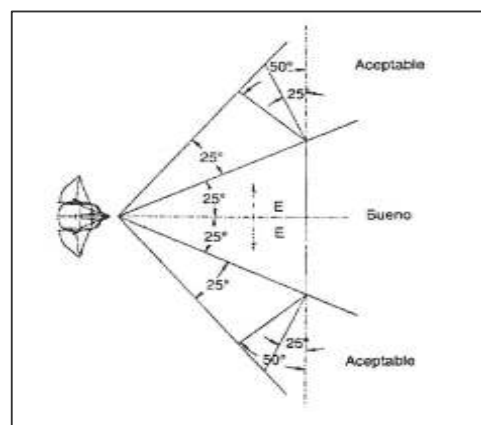


Figura 45 – Delimitación del campo visual lateral

Si el personal trabajara de pié, la cinta debe contar con la posibilidad de graduar la altura desde el codo al suelo del operario de pie. Para el mínimo, un percentil 5 femenino (la mujer de más baja altura). La altura desde el piso a la superficie de inspección es de 850 mm con regulación hasta 950 mm.

La posibilidad de regular la velocidad de avance de la cinta permitirá mejorar la calidad de la selección. Mientras mas detalles se pretendan visualizar, mas lenta será la velocidad.

El color de la cinta para la selección de ajos tiene gran importancia. Esta deberá ser blanca, o celeste (nunca negra), para permitir el contraste de daños por carbonillas.

Con respecto a la iluminación de la cinta, se debe recordar que la necesidad de luz de cada individuo, aumenta con la edad. Para ver lo mismo, a los 10 años el nivel luminoso requerido 175 lux, a los 40 años es de 500 lux y a los 60 años es de 2.500 lux.

La Figura 46 muestran la variación de productividad, reducción de fatigas y disminución de errores en función de la intensidad lumínica. A modo de ejemplo se comparan dos situaciones en el Cuadro 9.

Cuadro 9 – Efecto de la intensidad lumínica en cintas de inspección

Intensidad (lux)	Productividad (%)	Errores cometidos (%)	Fatiga (%)
0	0	100	-
200	4	97	4,3
500	10	82	3,0
900	14	72	2,2

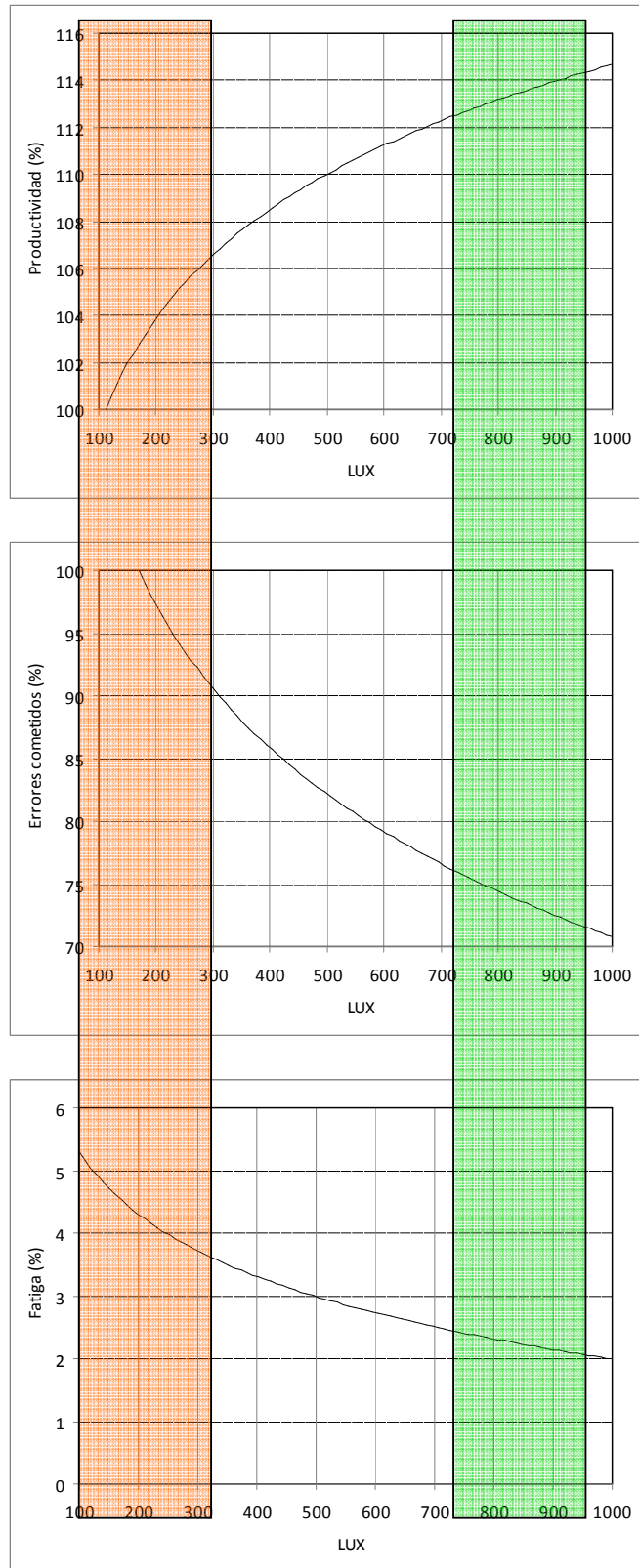


Figura 46 - Efecto de la intensidad lumínica sobre la productividad, los errores y fatiga del personal

Bibliografía

- BURBA, J.L.; LOPEZ, A.M. y LANZAVECHIA, S. 2003. Sistema multimodal de empaque para exportación diferida de ajo termoprotegido a mercados del Hemisferio Norte. INTA. Estación Experimental Agropecuaria La Consulta Doc. 075.
- LOPEZ, A. y BURBA, J.L. 2001. Evaluación de la precisión de calibrado de la tamañadora de ajo en función de las velocidades del elevador y resalto. INFORME 2. INTA. ESTACION EXPERIMENTAL AGROPECUARIA LA CONSULTA.
- LOPEZ, A. y BURBA, J.L. 2001. Evaluación de la precisión de calibrado de la tamañadora de ajo en función del "romaneo". INFORME 3. INTA. ESTACION EXPERIMENTAL AGROPECUARIA LA CONSULTA.
- LOPEZ, A. y BURBA, J.L. 2002. Evaluación de mallas para grandes contenedores hiper ventilados para el secado forzado y conservación de ajo. ACTIVIDAD 3 - INFORME 9. INTA. ESTACION EXPERIMENTAL AGROPECUARIA LA CONSULTA.
- LOPEZ, A.M. y LANZAVECHIA, G.E. 2005. Evacuación preliminar de un equipo de malla inteligente para el calibrado de ajo tipo "Morado". INFORME 2. INTA. ESTACION EXPERIMENTAL AGROPECUARIA LA CONSULTA.