

CONCEPTO

AGLOMERACIÓN POR COMPRESIÓN

FASES

Acondicionamiento hidrotérmico de la harina

**Acondicionador
convencional**

Madurador

Expander

Granulación

Enfriamiento del gránulo

Operaciones complementarios sobre el gránulo

Adición de líquidos

Migajado

ACONDICIONAMIENTO HIDROTÉRMICO

ADICIÓN DE VAPOR (+ líquidos)

EFFECTOS

Aumenta la plasticidad
Disminuye la resistencia
Disminuye el desgaste de matrices y rodillos
Aumenta el rendimiento de la granuladora (kg/kWh)
Disminuye el porcentaje de finos
Mejora la calidad del gránulo

NECESIDADES: 50-60 kg/tonelada (otro tanto para calentar líquidos)

PRESIÓN DE INYECCIÓN: 1-3 kg/cm²

ACONDICIONAMIENTO HIDROTÉRMICO

TIPOS DE ACONDICIONAMIENTO

ACONDICIONADOR CONVENCIONAL

(simple, doble)

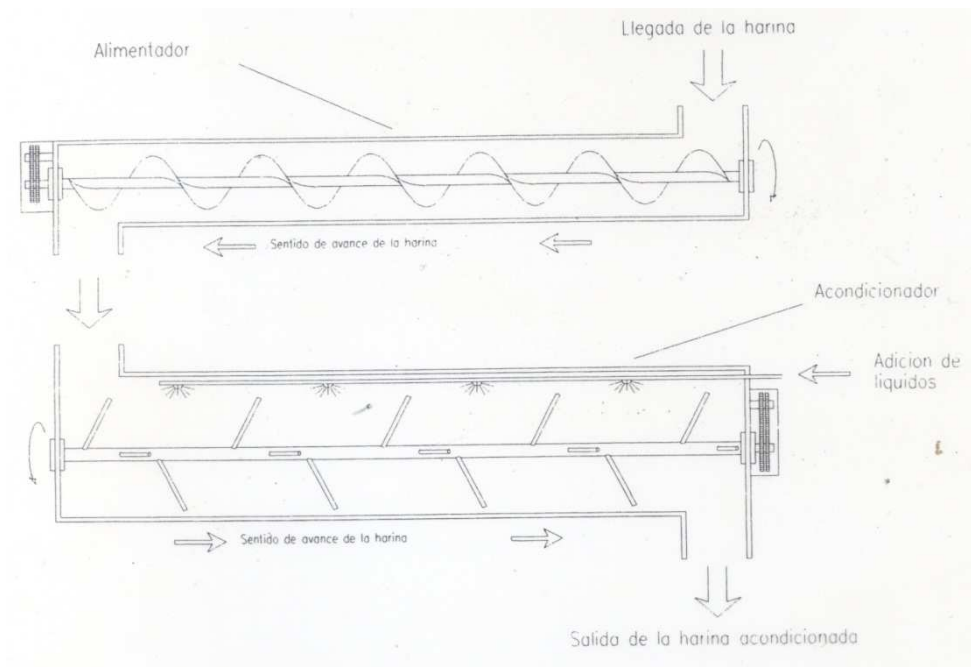
Cámara cilíndrica horizontal

Inyectores de vapor

Inyectores de líquidos (melzadores)

10-20'' a 240''

80-100 °C



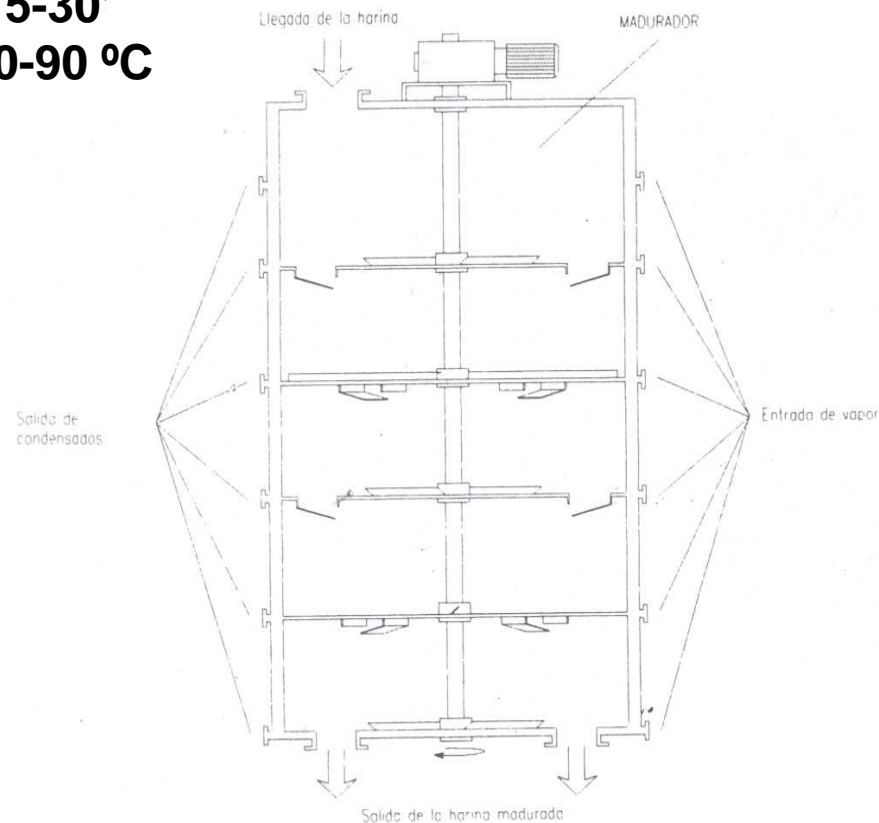
ACONDICIONAMIENTO HIDROTÉRMICO

TIPOS DE ACONDICIONAMIENTO

MADURADOR

Depósitos cilíndricos verticales
Inyectores de vapor
Inyectores de líquidos (grasas y melazas)
5-30'
80-90 °C

Inconvenientes:
Espacio
“Cuello de botella”



ACONDICIONAMIENTO HIDROTÉRMICO

TIPOS DE ACONDICIONAMIENTO

EXPANDER (HTST)

Equipo sofisticado (monotornillo)

Inyectores de vapor

Inyectores de líquidos (grasas y melazas)

5"

100-130 °C

40-100 bars

Ventajas:

Permite mayor % de incorporación de líquidos

Aumenta el rendimiento de la granuladora

Mejora la calidad del gránulo

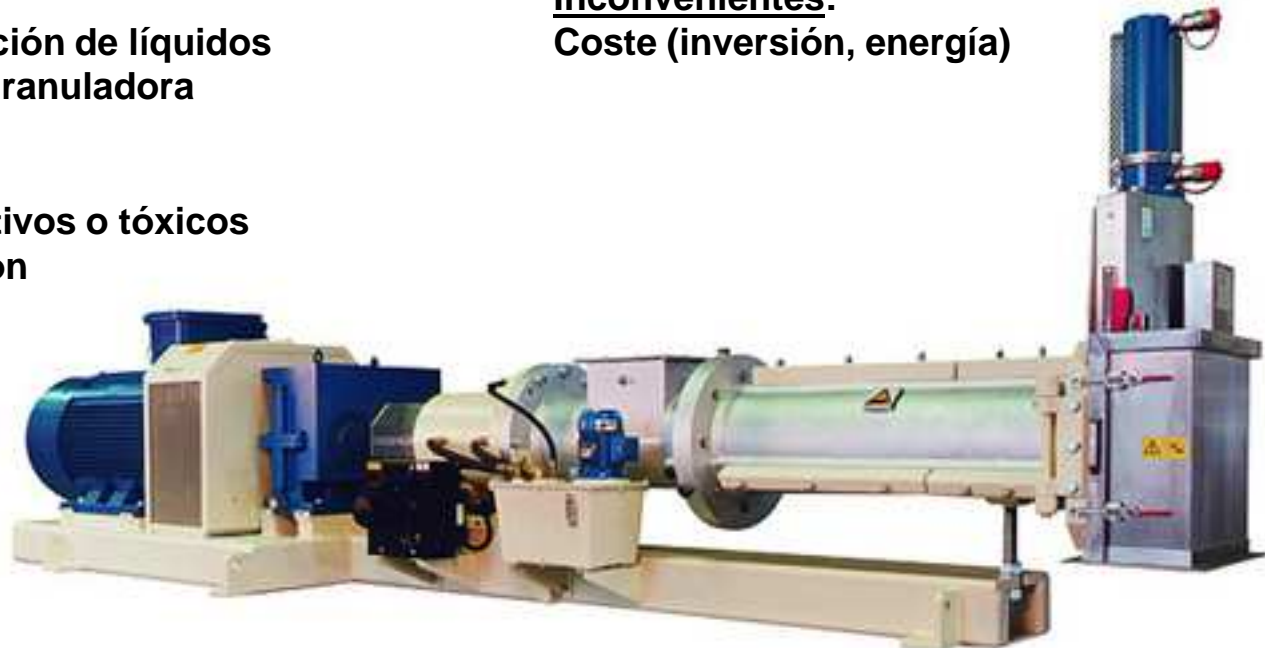
Mayor efecto antimicrobiano

Efecto sobre factores antinutritivos o tóxicos

Mejor disponibilidad del almidón

Inconvenientes:

Coste (inversión, energía)



GRANULACIÓN

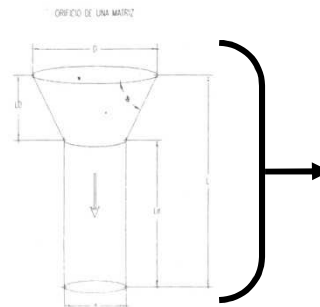
ELEMENTOS DE UNA GRANULADORA

MATRIZ

Acero de alta resistencia
(máxima perforación)

Parámetros que la definen

Diámetro de entrada
Diámetro de salida
Longitud total
Longitud del tramo cónico
Longitud del tramo cilíndrico



Grado de
compresión
(junto con la
naturaleza de
la mezcla)



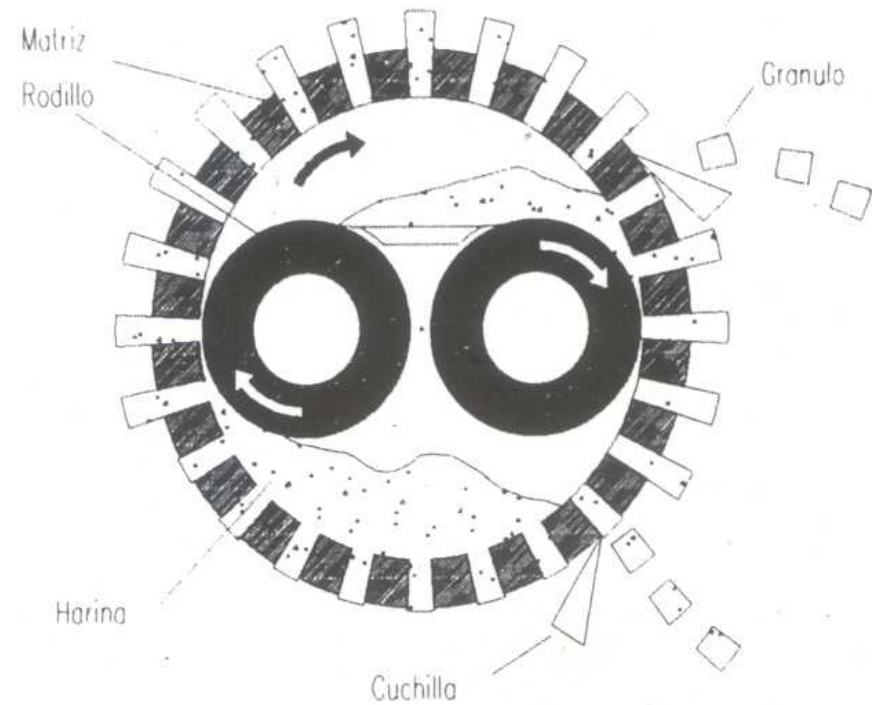
RODILLOS

Elementos de compresión
2 ó 3

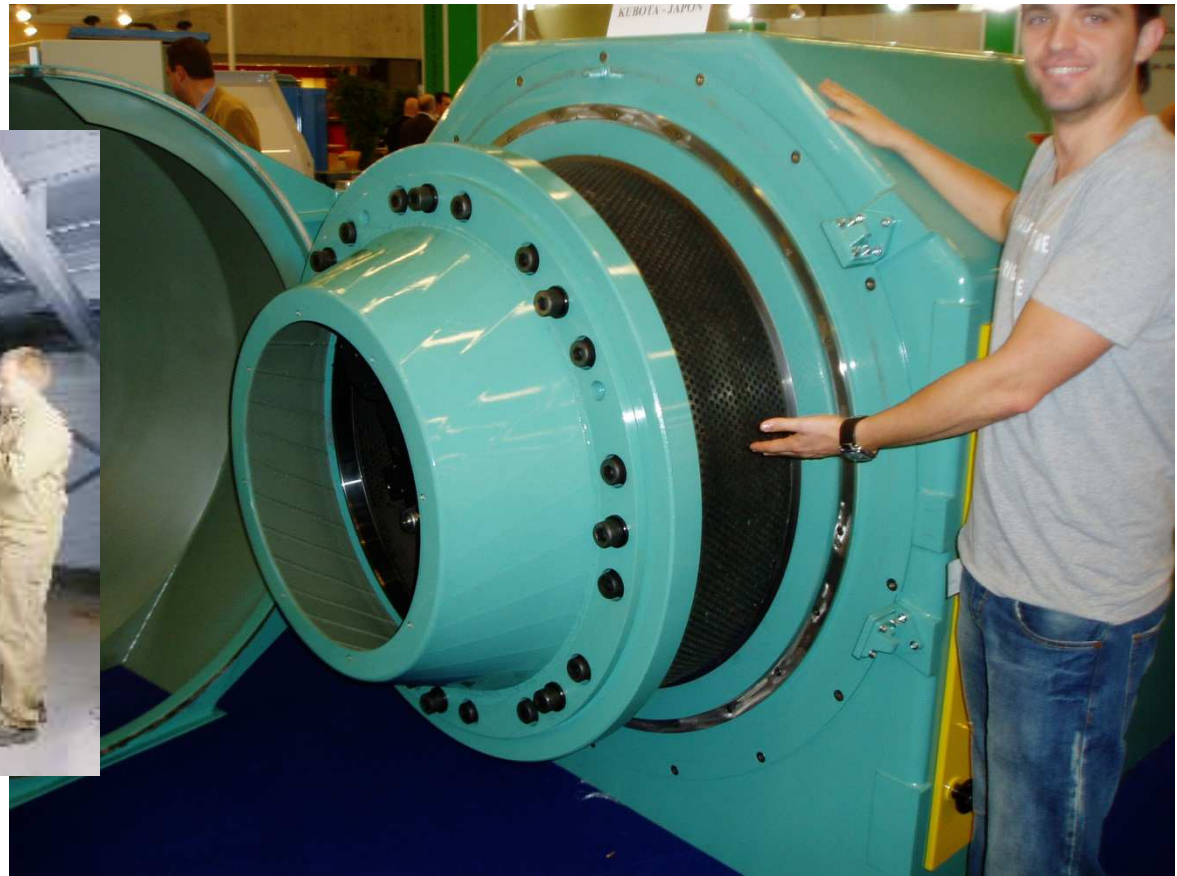


GRANULACIÓN

ELEMENTOS DE UNA GRANULADORA



ELEMENTOS DE UNA GRANULADORA



ENFRIAMIENTO

OBJETIVOS

Disminuir la temperatura

Disminuir la humedad

Separación y recuperación de finos

**El tiempo de enfriado depende de
la temperatura y humedad del aire
(5-10')**

(verano, aire acondicionado)



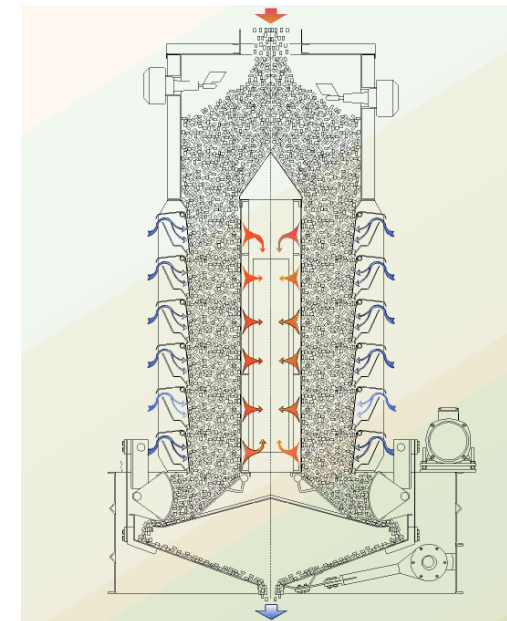
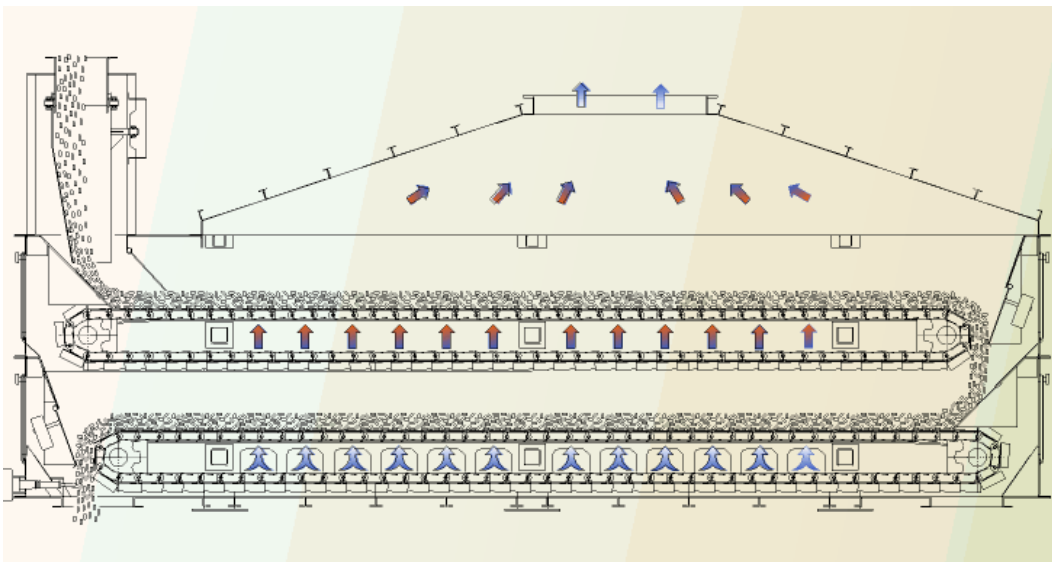
**Debe evitarse que sea
“cuello de botella”**

ENFRIAMIENTO

Horizontales

TIPOS DE ENFRIADORES

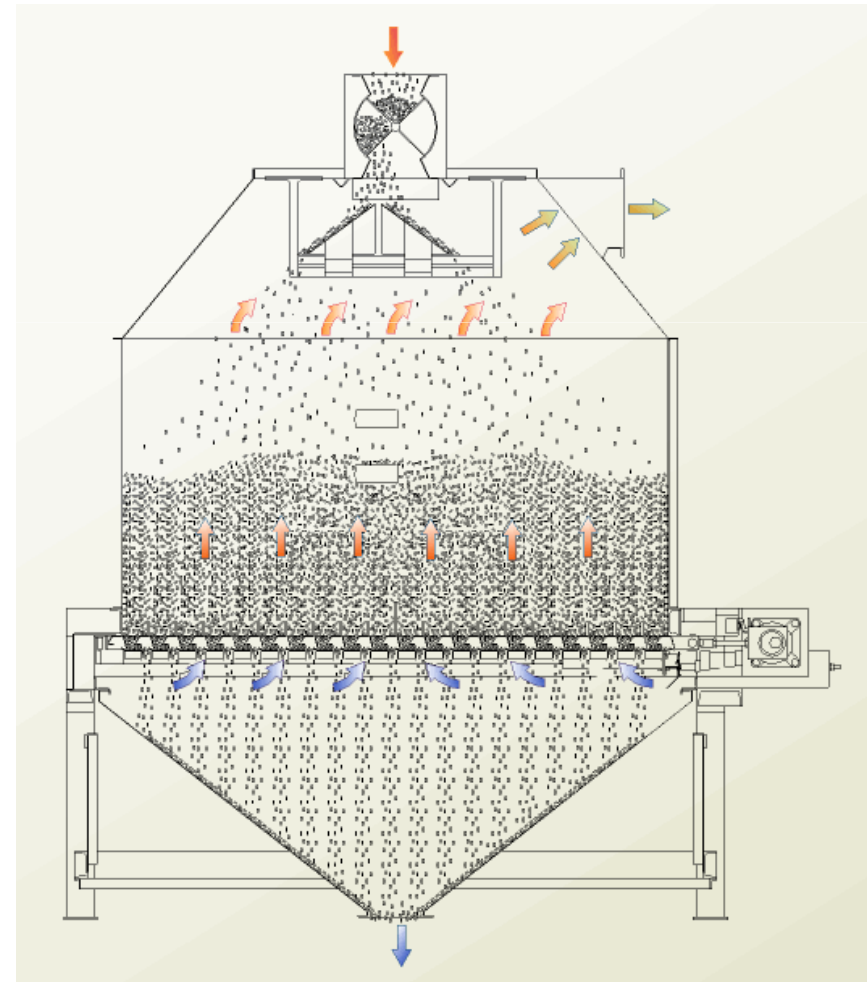
Verticales



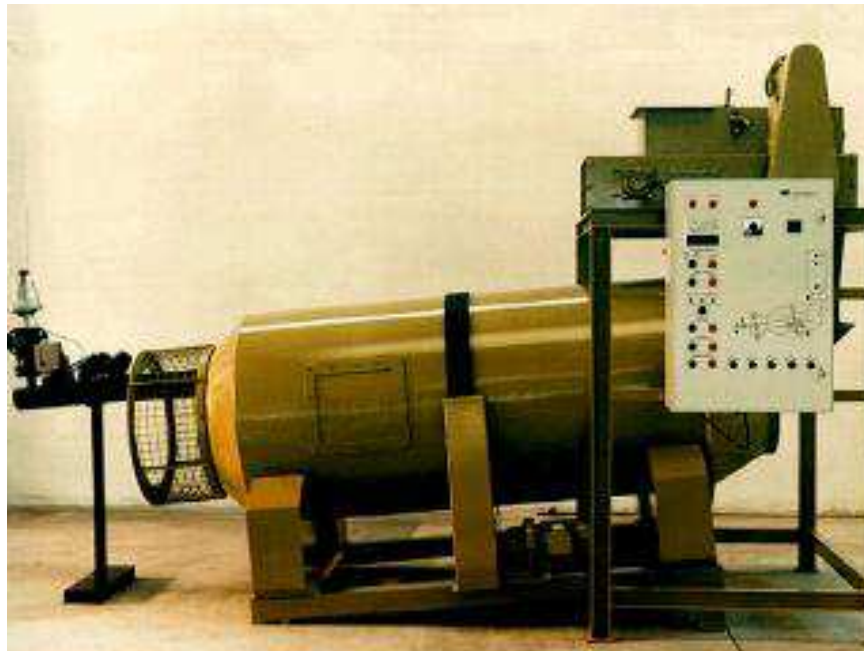
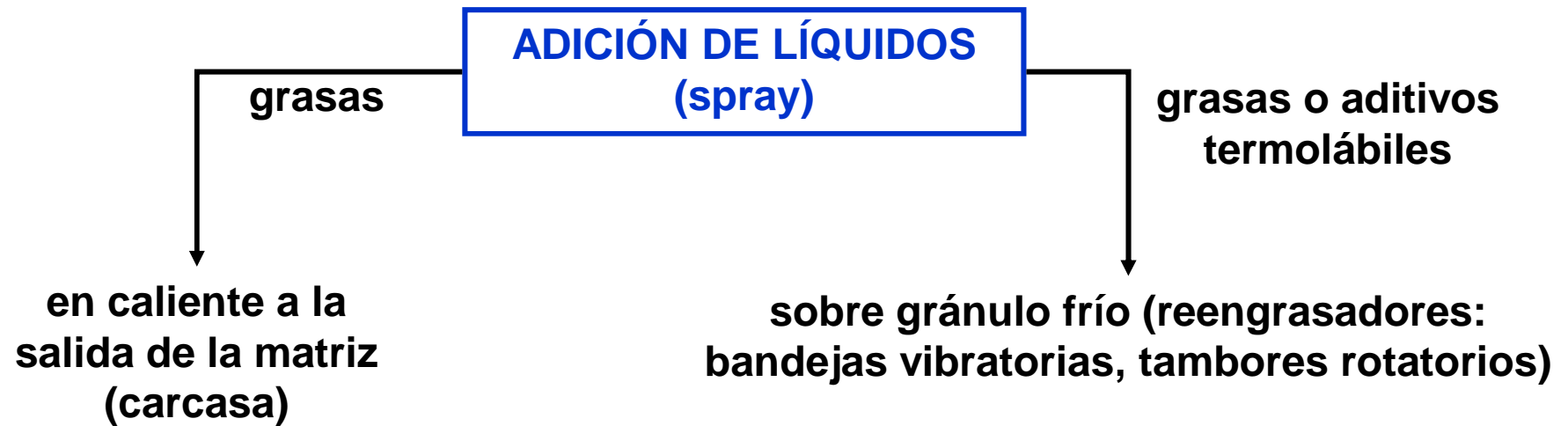
ENFRIAMIENTO

TIPOS DE ENFRIADORES

DE CONTRACORRIENTE

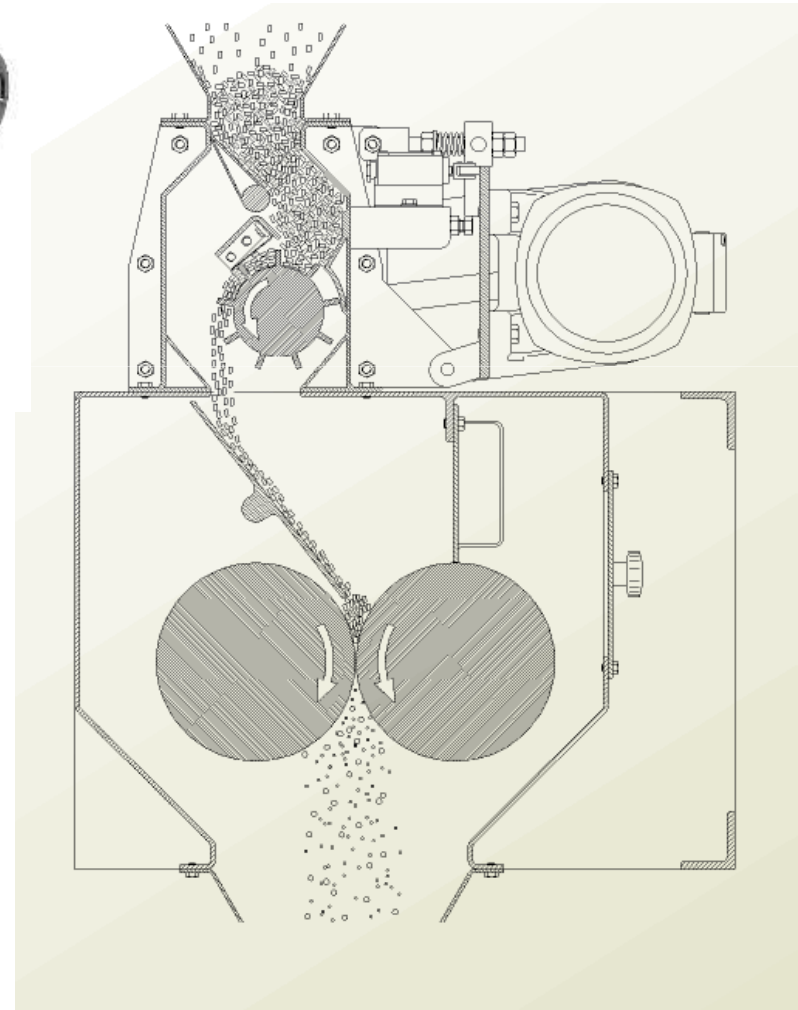
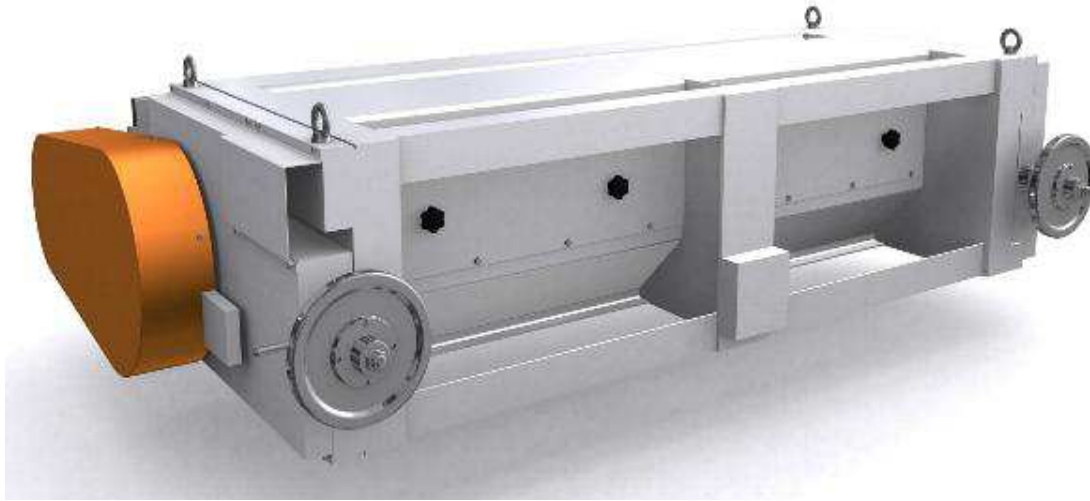


OPERACIONES COMPLEMENTARIAS



OPERACIONES COMPLEMENTARIAS

MIGAJADO



CALIDAD DEL GRÁNULO

DUREZA

DURABILIDAD



Depende de:

Parámetros de la matriz

Condiciones de granulación

Características de la harina

Grado de molienda
"Comportamiento" a la granulación
Empleo de aglomerantes

VENTAJAS E INCONVENIENTES

VENTAJAS

Uniformidad

Mejor transporte y distribución

Menos espacio para almacenamiento

Menos riesgo de oxidación

Reduce carga microbiana y factores antinutritivos

Menos polvo (mermas, irritación)

Mejor digestibilidad

Reduce necesidades de mantenimiento

Aumenta ingestión

Mejora rendimientos productivos

INCONVENIENTES

Efectos negativos sobre ciertos micronutrientes o aditivos

Heces más acuosas y canibalismo en aves

Úlceras en porcino

Coste

Vigilar temperatura
Comprobar estabilidad a granulación
Sobredosificación
Protección
Incorporar al gránulo frío

DIGESTIBILIDAD

Digestibilidad aparente en lechones (%)

(Medel *et al.*, 2004)

	Harina	Gránulo	P
Energía	77,8	80,6	<0,001
Proteína	74,1	77,2	<0,001

RENDIMIENTOS PRODUCTIVOS

Broilers

Productividad en broilers de 21 a 49 días

(Capdevila, 1993)

	Harina	Gránulo
Peso inicial (g)	634	625
Aumento de peso (kg)	1,514 (100)	1,738 (115)
Consumo de pienso (kg)	3,491 (100)	3,767 (108)
Índice de conversión	2,305 (100)	2,168 (94)

RENDIMIENTOS PRODUCTIVOS

Porcino

Productividad en porcino

(Braude, 1972)

	Nº de ensayos	
	GMD	IC
Mejor en gránulo	39	48
Mejor en harina	2	1
Sin diferencias	16	7
Sin datos	-	1

RENDIMIENTOS PRODUCTIVOS

Porcino

Productividad en lechones de 21 a 42 días(Medel *et al.*, 2004)

	Harina	Gránulo	P
Consumo de pienso (g/d)	363	307	<0,01
Aumento de peso (g/d)	242	257	NS
Índice de conversión	1,49	1,20	<0.001

Productividad en cerdos de engorde (mismo racionamiento)(Quemere *et al.*, 1988)

	Harina	Sopa	Gránulo
Peso inicial (kg)	28,40	28,40	28,40
Peso final (kg)	100,5	100,3	101,5
Duración del engorde (d)	103,6	101,0	96,0
Índice de conversión	3,37 (100)	3,25 (96)	3,06 (91)

OTROS ASPECTOS

Dedicación de tiempo a comer
(minutos/día)
(Jensen *et al.*, 1962)

	Harina	Gránulo
Pollos	206	68
Pavos	272	32

Conteo de microorganismos (nº/g)
(Pickford, 1992)

Tª (°C)	Harina (x10 ⁶)	Gránulo (x10 ²)
70	0,3	5,4 x 10 ²
80	3,2	3,1 x 10
85	7,4	1,3 x 10
90	0,9	0,7
95	1,9	-

COSTE

COSTES DE FABRICACIÓN (€/tonelada)

(estimación a partir de Capdevila, 1993)

	Harina	Gránulo
Mano de obra y costes sociales	1.761	3.402
Energía eléctrica	1.355	4.030
Combustible	0.081	0.536
Reparaciones y mantenimiento	1.111	1.890
Material complementario	0.397	1.162
Amortizaciones	0.705	1.598
TOTAL	5.409	12.618

HECES ACUOSAS

Presentación del pienso y huevos sucios

(Mateos, 1987)

	Nº granjas	Nº huevos	Sucios (%)	Totalmente limpios (%)
Ponedoras blancas				
Harina	40	7000	2,6	45
Migajas	28	5000	8,5	21
Ponedoras rubias				
Harina	46	6000	2,9	63
Migajas	6	2000	6,7	50

ESTABILIDAD

Estabilidad de la vitamina A frente a la granulación

(% retenido)

(Pickford, 1992)

Tª de granulación (°C)	En fábrica	Tras 60 días
70	96	91
80	99	89
85	90	86
90	85	75
95	88	72

Actividad de enzimas no estabilizados

(Pickford, 1992)

Tª de granulación (°C)	% retenido
68	95
75	61
83	0