

# Sistemas de Pesado y Mezclado

# Dos Procesos Independientes

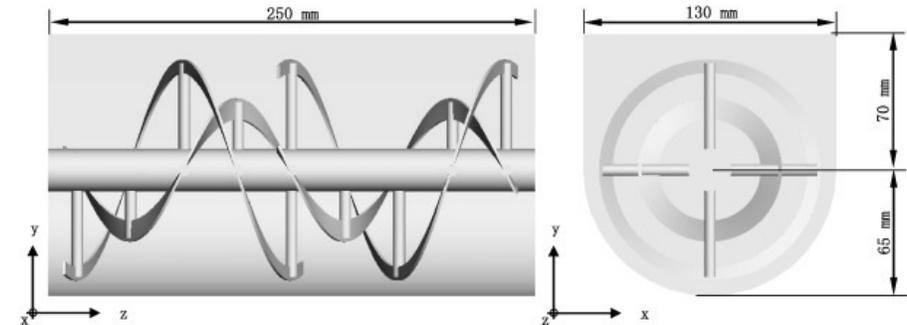
## Pesado

- **Pesar cada ingrediente con precisión**
  - Manual
  - Automático
  - Combinación

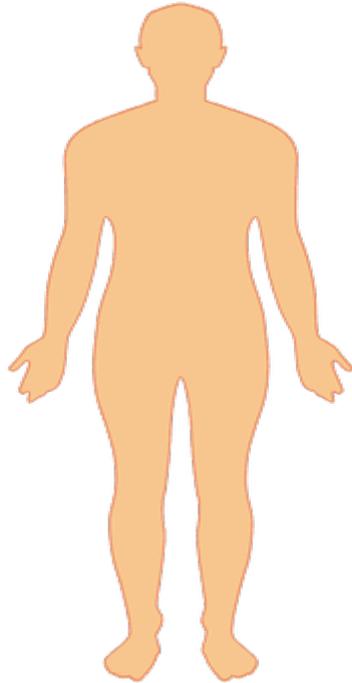


## Mezclado

- Producir alimento en el cual los nutrientes y medicamentos están distribuidos uniformemente en el menor tiempo posible



# Importancia



Desayuno



Almuerzo



Cena



A comparación de los alimentos para humanos, los alimentos para animales son usados como única fuente de nutrientes

# Importancia

Crucial durante la etapa de inicio debido a un bajo consumo de alimento



12 g/día

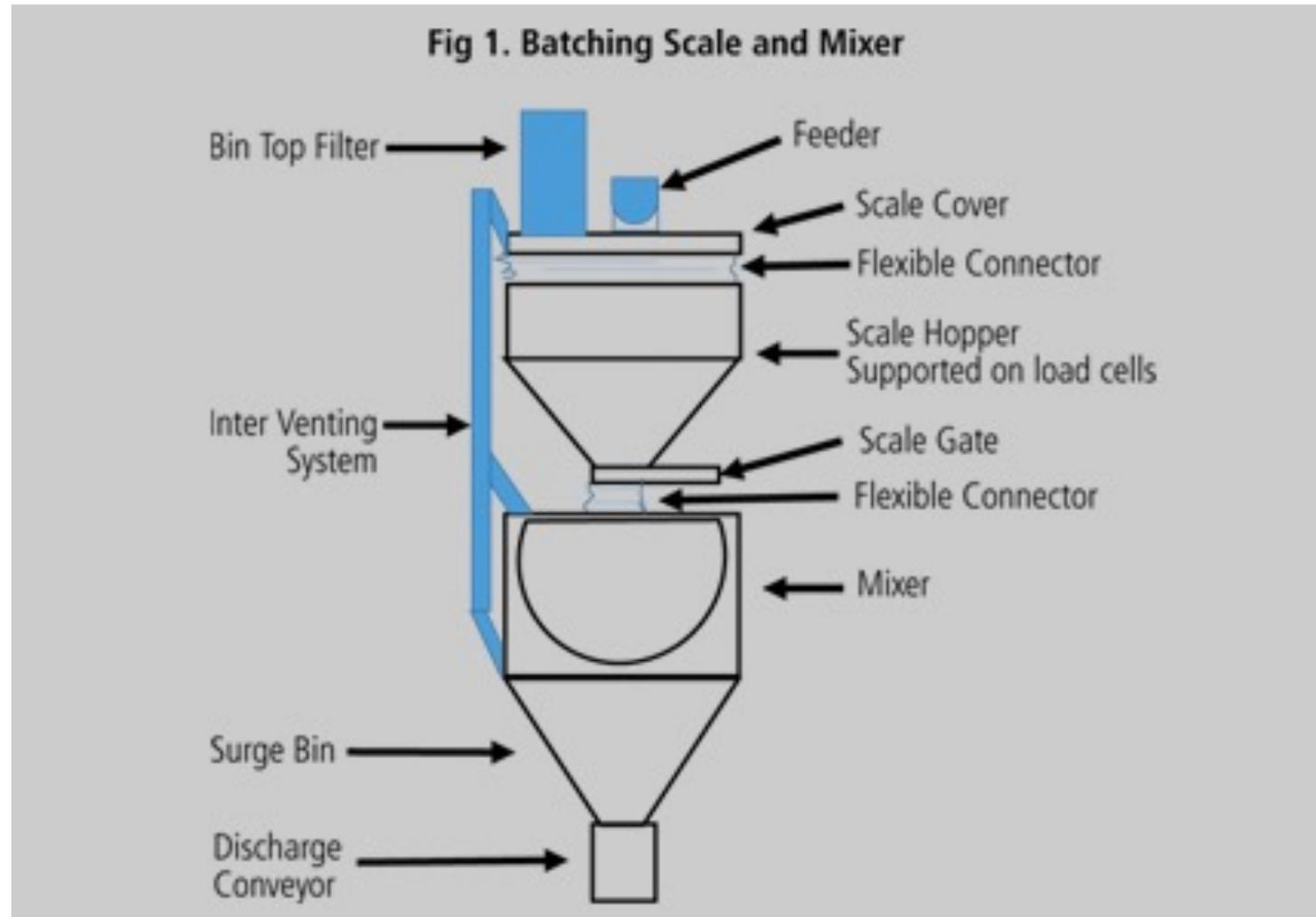


220 g/día



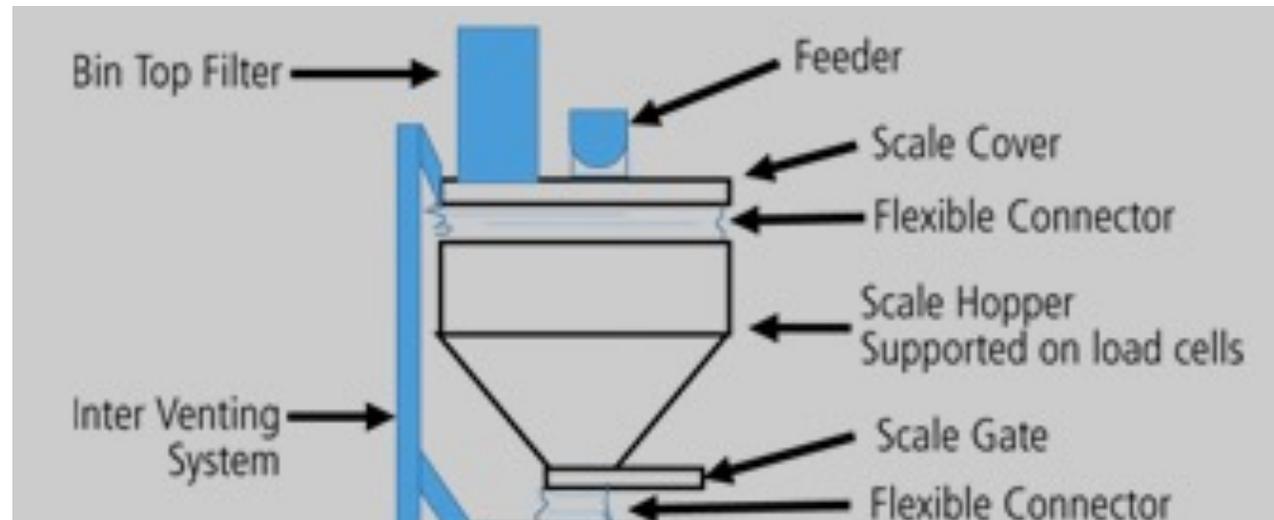
>1000 g/día

# Sistemas de Pesado y Mezclado



# Sistemas de Pesado

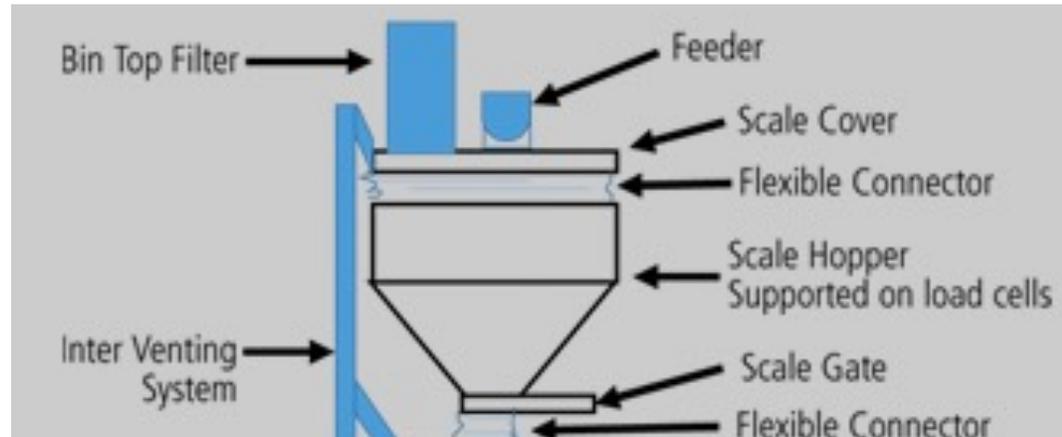
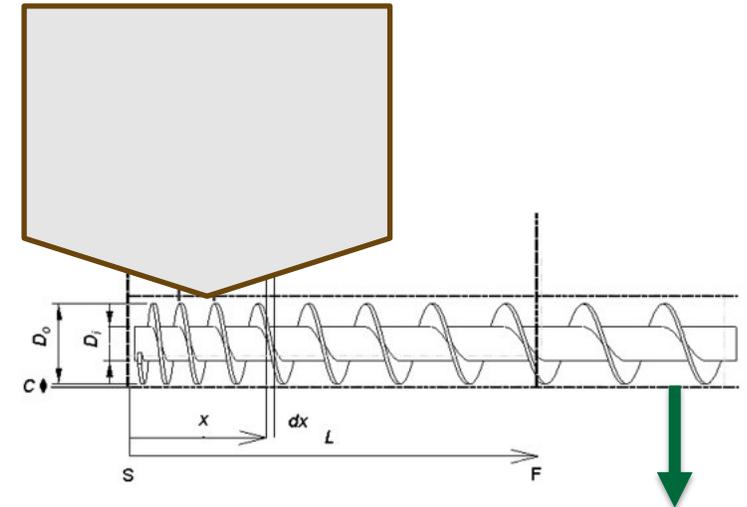
- Llenado por alimentadores con ingredientes de varios silos de almacenamiento
  - Múltiples básculas según la capacidad de la planta y la cantidad de ingredientes usados
- Los alimentadores que suministran la mayor cantidad de ingredientes (es decir, maíz molido) deben descargarse cerca del centro de la báscula
  - La parte superior de la báscula está unida a la tolva de la báscula con un conector flexible que sella la conexión entre la parte superior fija de la báscula y la tolva de la báscula



# Sistemas de Pesado

## Pesado de ingredientes

- Basculas calibradas y con buenas conexiones flexibles
- Alimentadores con el tamaño correcto
  - Alimentadores pequeños – toma más tiempo en pesar el ingrediente
  - Alimentadores grandes – pueden agregar más ingredientes de lo necesario
  - Considere el paso

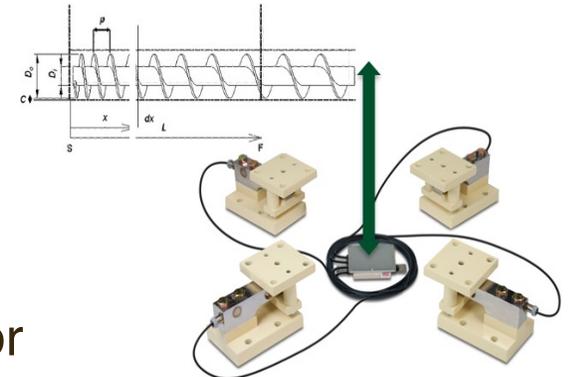


# Aspectos Para Considerar en las Balanzas

- Mayor – 80 a 90%
- Menor – 10 a 15%
- Micro - < 5%
- Ejemplo – capacidad de mezcladora: 10 toneladas
  - $10 \times 0.9 = 9$  toneladas – balanza mayor
  - $10 \times 0.15 = 1.5$  toneladas – balanza menor
  - $10 \times 0.05 = 0.5$  toneladas – micro balanza (comúnmente las plantas de concentrado tienen varias micro balanzas)
- Las balanzas deben ser calibradas al ser instaladas y certificadas una vez por año
  - Las inspecciones de balanza pueden hacerse internamente mensualmente o por lo menos cada 3 meses

# Pesado de Ingredientes

- Pesar los ingredientes en orden descendente
  - Reduce la caída libre de ingredientes con la menor inclusión
  - Definir la tolerancia de los ingredientes
- Sistema de micro ingredientes
  - Verificar que las tolvas estén correctamente identificadas
  - Inspeccionar visualmente la bolsa vs. el producto en el contenedor
  - Al cambiar los números de lote de los medicamentos la tolva debe estar completamente vacía y debe registrarse el cambio en la hoja de producción
  - Colocar medicamentos o los micro ingredientes más importantes cerca de la mezcladora



# Ingredientes Añadidos Manualmente

- Comprobar la precisión de la balanza
- Ingredientes en bolsas abiertas deben permanecer en la bolsa original
- Sellar bolsas de ingredientes cuando no se usen
- Asignar e identificar cucharas para cada ingrediente
- Registrar la adición manual de ingredientes en la hoja de fórmula
- Registrar dosis y lote de medicamentos



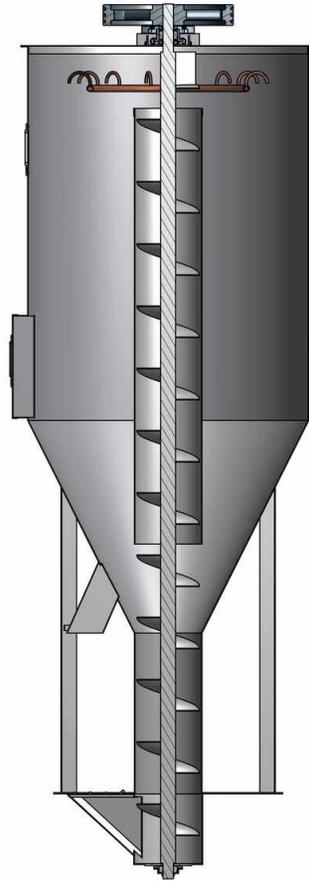
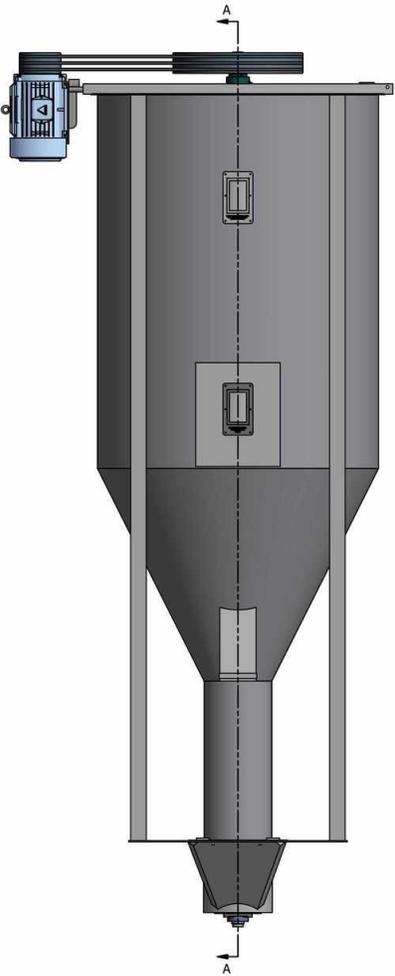
# Sistemas de Mezclado

## Ventilación de la mezcladora

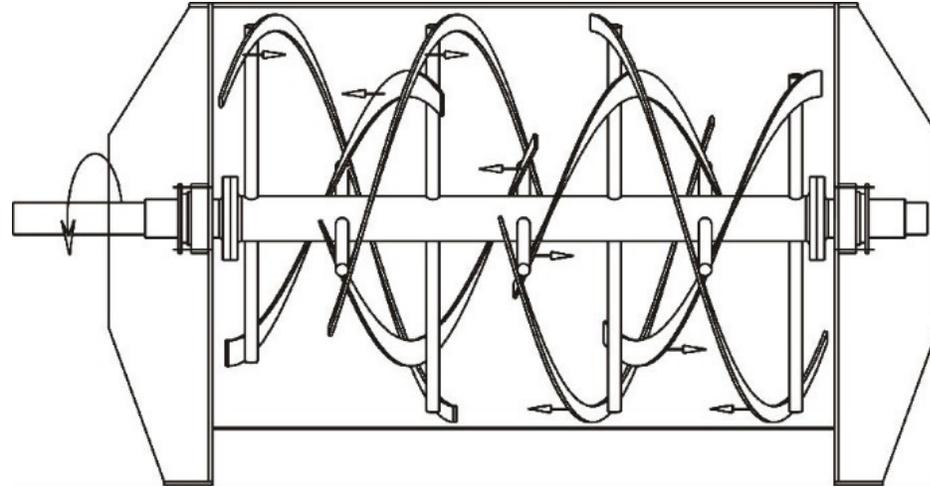
- La mezcladora no está vacía – “está llena de aire”
- Rociar ingredientes líquidos lejos de las paredes laterales
  - Evitar rociar ingredientes líquidos en las paletas o cintas de la mezcladora
  - Usar boquillas de aplicación adecuadas para la aplicación de líquidos a baja presión



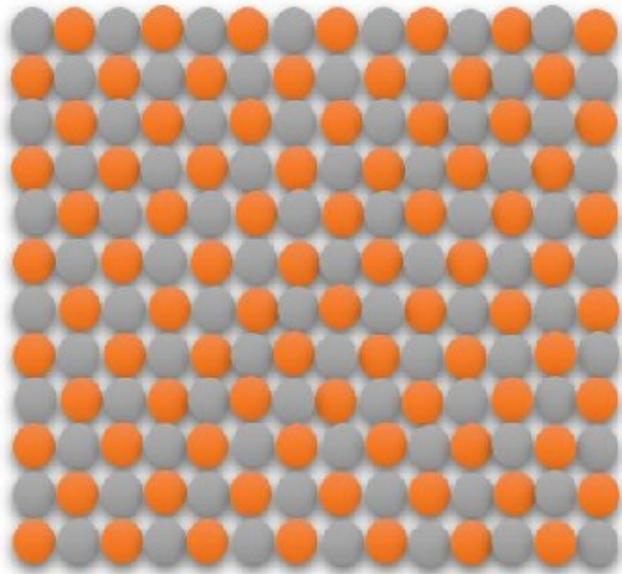
# Tipos de Mezcladoras



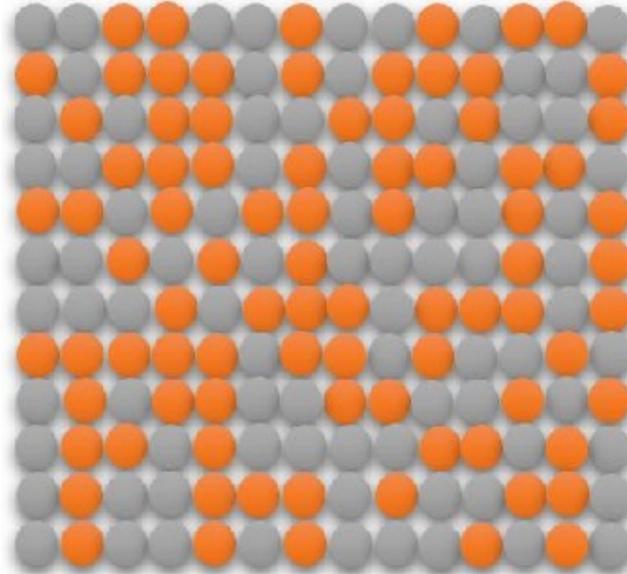
SECTION A-A  
SCALE .10/1



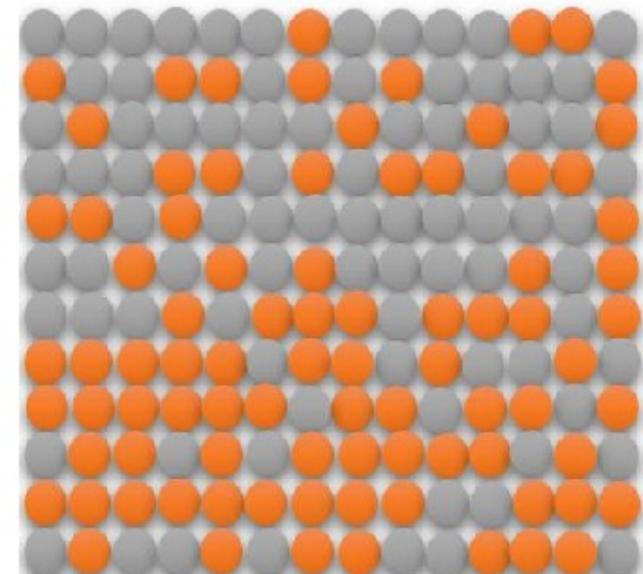
# Objetivos Durante el Mezclado



**Mezcla  
perfecta**



**Mezcla  
aleatoria**



**Mezcla  
segregada**

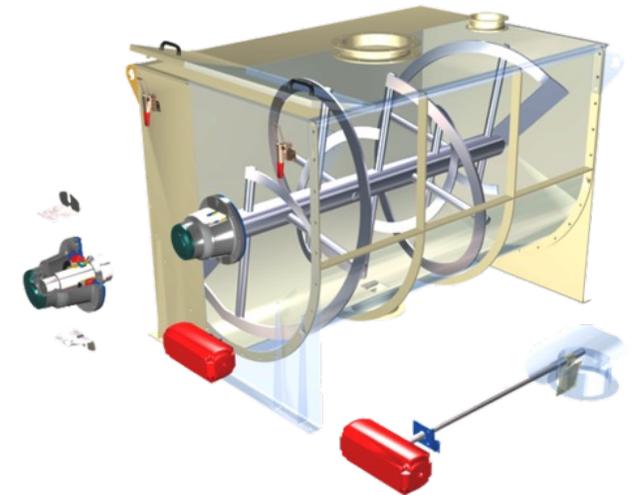
# Mezcladoras Verticales

- **Ventajas**
  - Baja inversión inicial
  - Bajo costo de mantenimiento
  - Poco espacio utilizado
- **Desventajas**
  - > 10 minutos para mezclado
  - Limitación para la adición de ingredientes líquidos
  - Limpieza deficiente
    - Riesgo de contaminación cruzada



# Mezcladoras de Doble Cinta

- **Ventajas**
  - ↓ tiempo de mezclado
  - Permite una mayor inclusión de ingredientes líquidos
  - Buena limpieza
- **Desventajas**
  - Requerimiento de motores potentes con mayor cantidad de caballos de fuerza

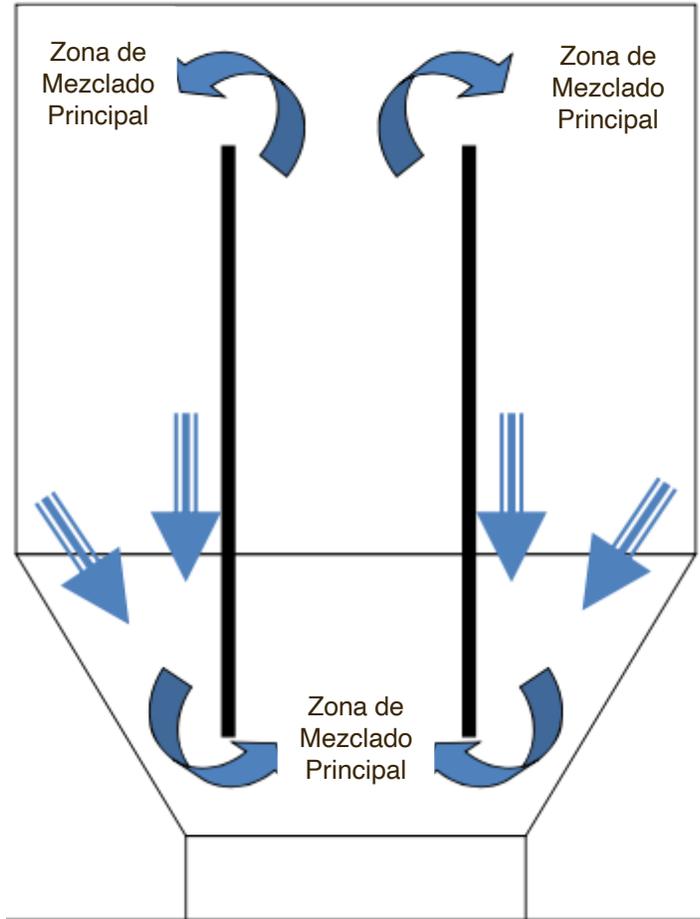


# Mezcladoras de Paleta

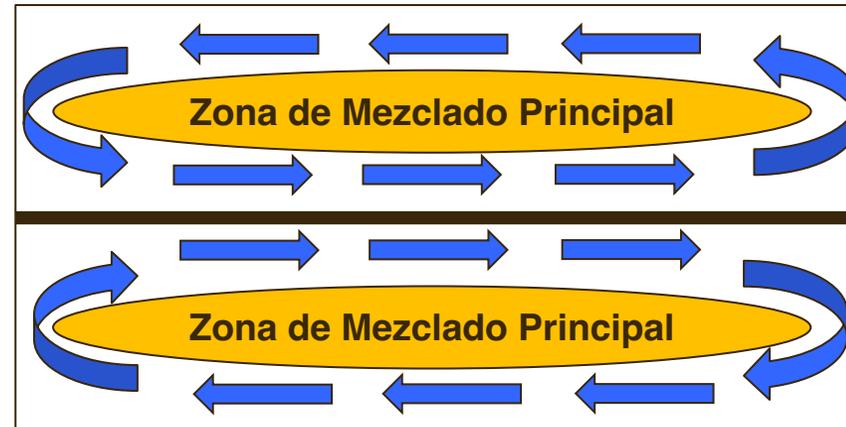
- Los mezcladores de paleta se usan en plantas que trabajan con dietas con alta inclusión de ingredientes fibrosos o líquidos
  - Menor superficie, lo cual reduce la acumulación de material en el interior de la mezcladora
  - Son más fáciles de limpiar



# Zonas de Mezclado



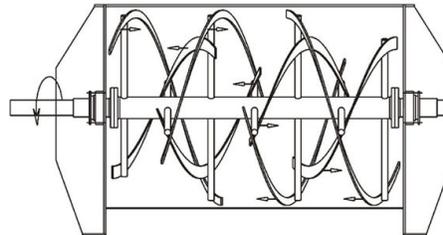
Las mezcladoras horizontales con una o doble cinta simple tienen zonas de mezclado mayores que las mezcladoras verticales



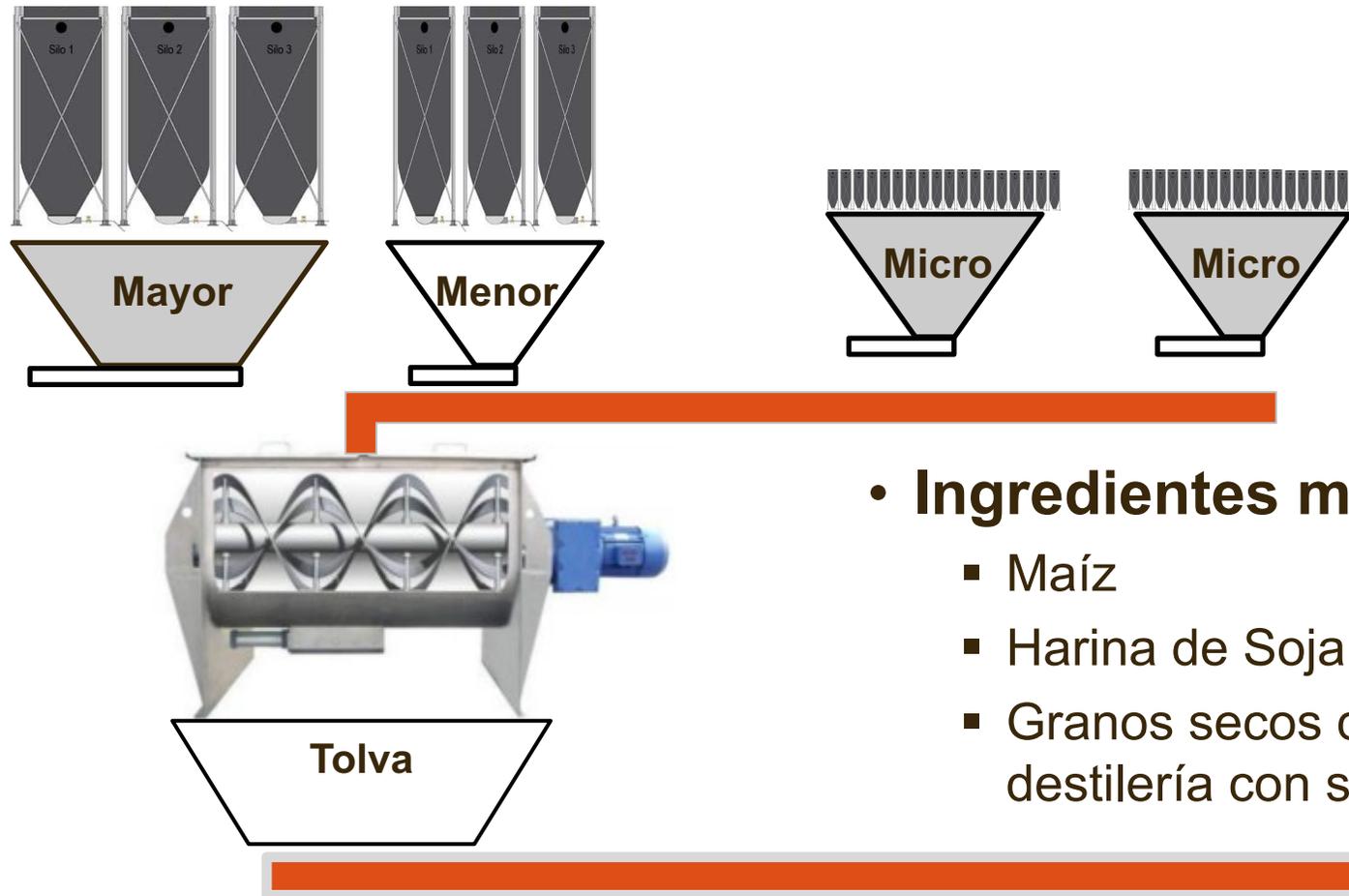
# Tiempos de Mezclado

Tipo de Mezcladora	Ciclo Seco, min	Ciclo Húmedo, min
Paletas – eje sencillo	3	3
Doble cinta	1-2	2 - 3
Contrapeso	0.75 - 1	2
Vertical	5 - 10	5 - 10

**Siga las recomendaciones del fabricante y pruebe la uniformidad de mezclado**



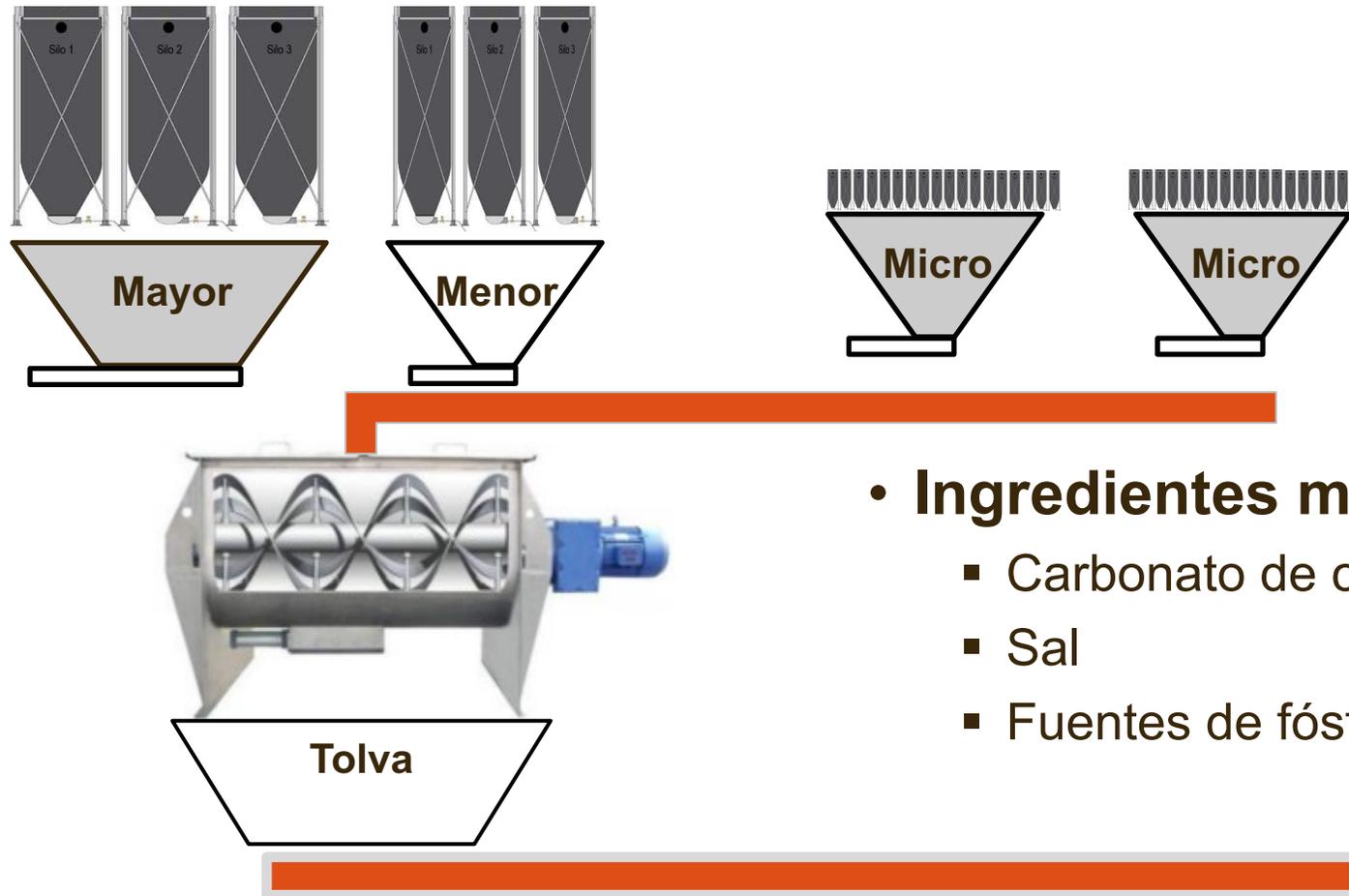
# Proceso de Pesado



- **Ingredientes mayores**

- Maíz
- Harina de Soja
- Granos secos de destilería con solubles

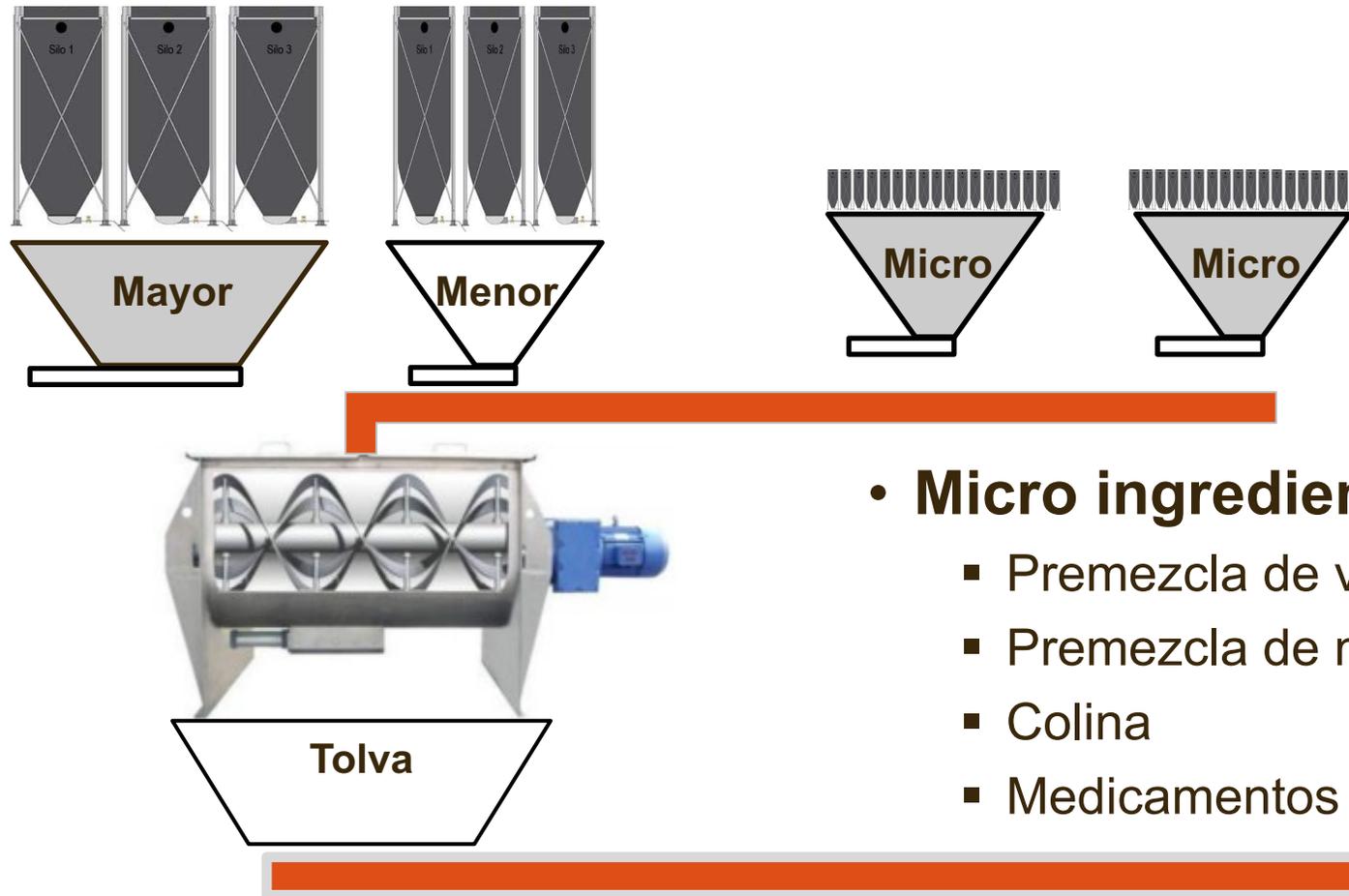
# Proceso de Pesado



- **Ingredientes menores**

- Carbonato de calcio
- Sal
- Fuentes de fósforo

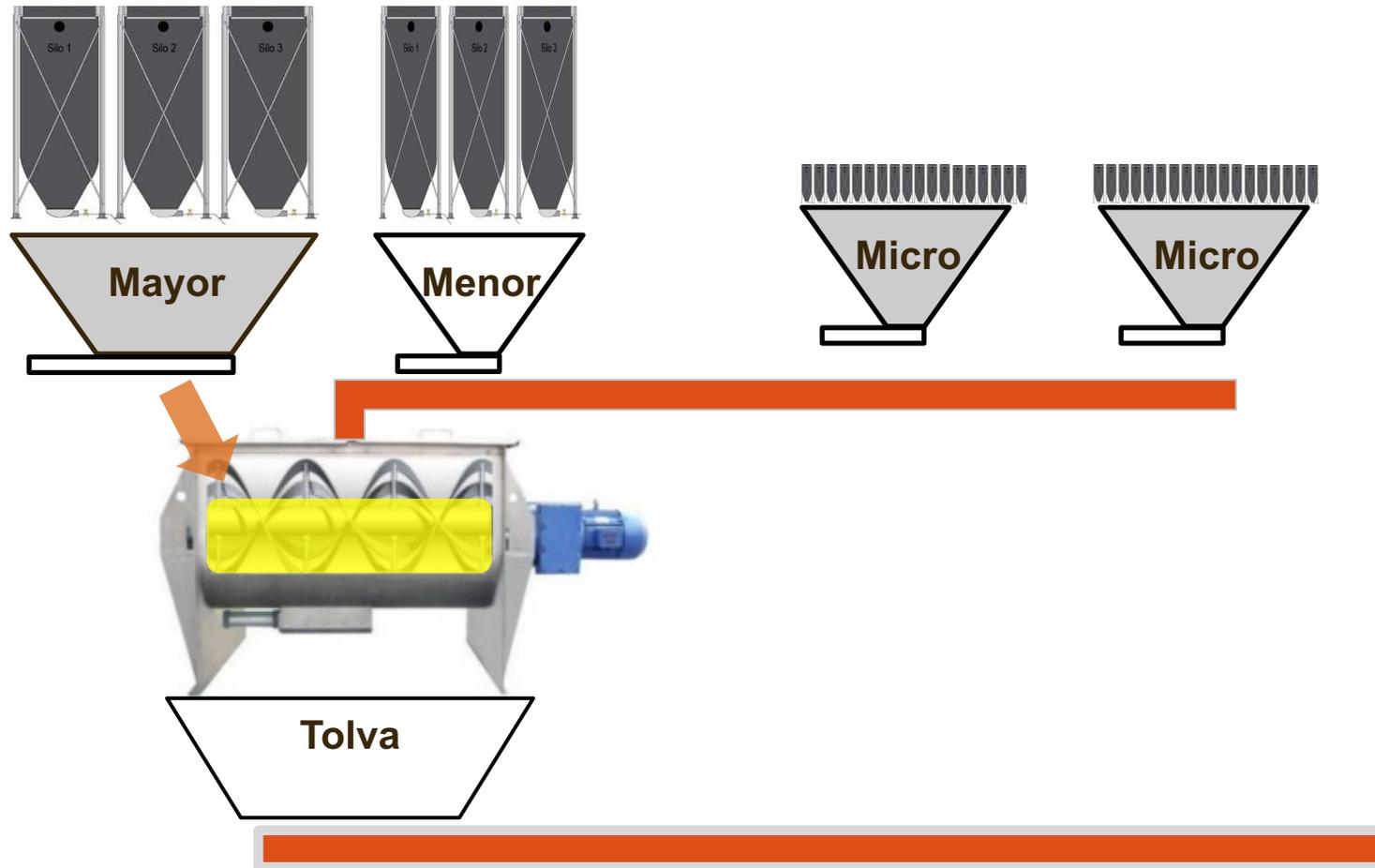
# Proceso de Pesado



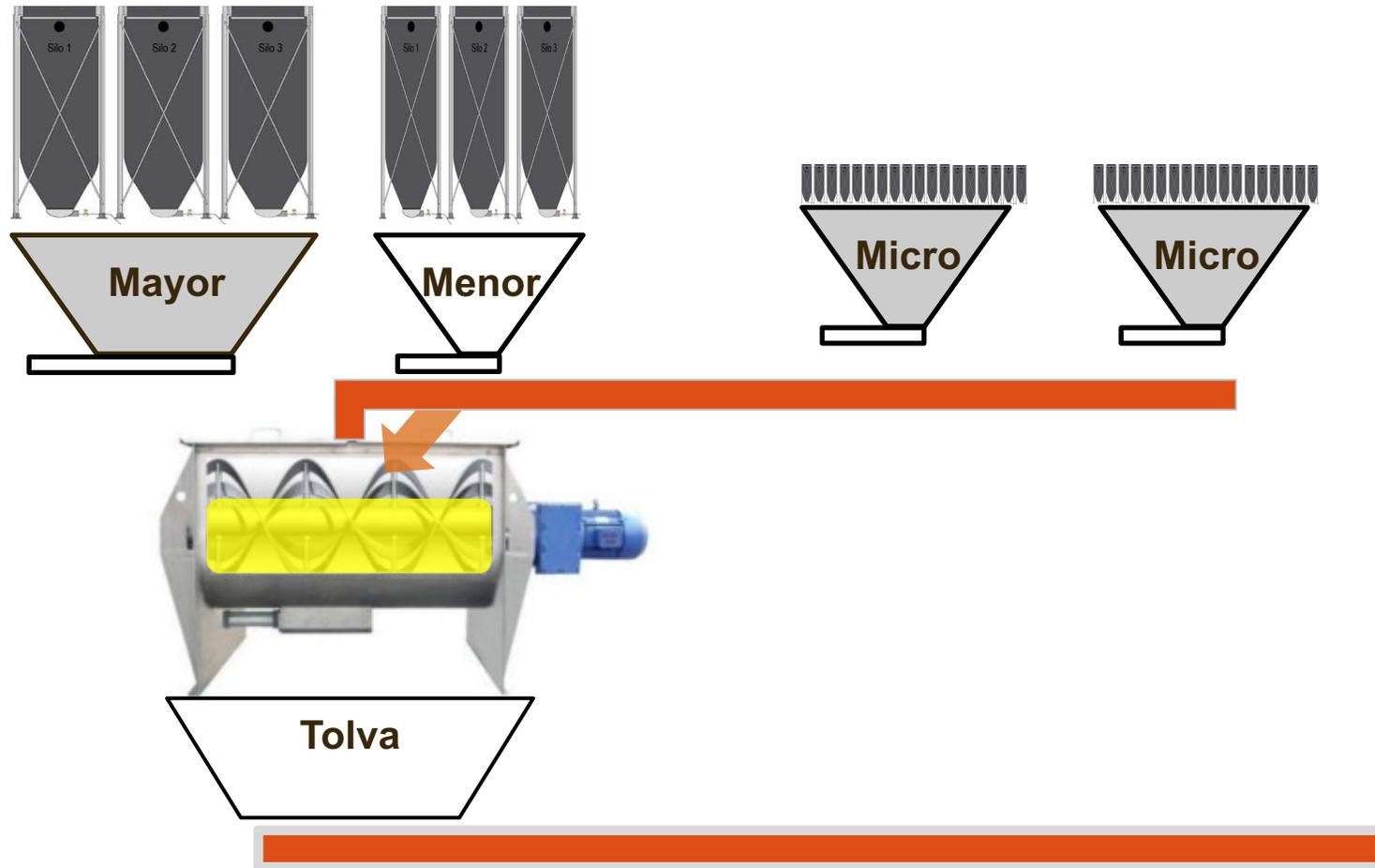
- **Micro ingredientes**

- Premezcla de vitaminas
- Premezcla de minerales
- Colina
- Medicamentos

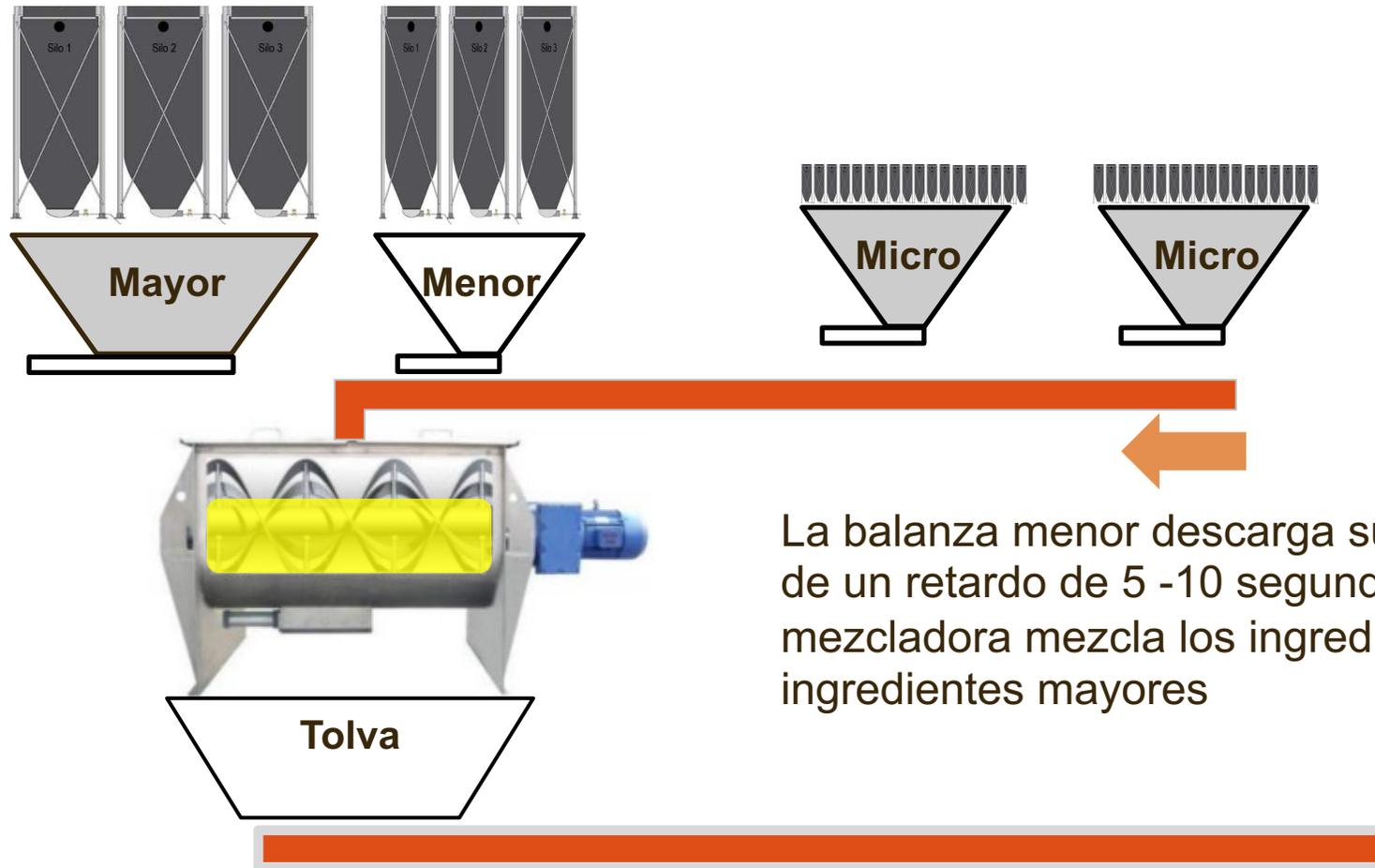
# Adición de Ingredientes



# Adición de Ingredientes

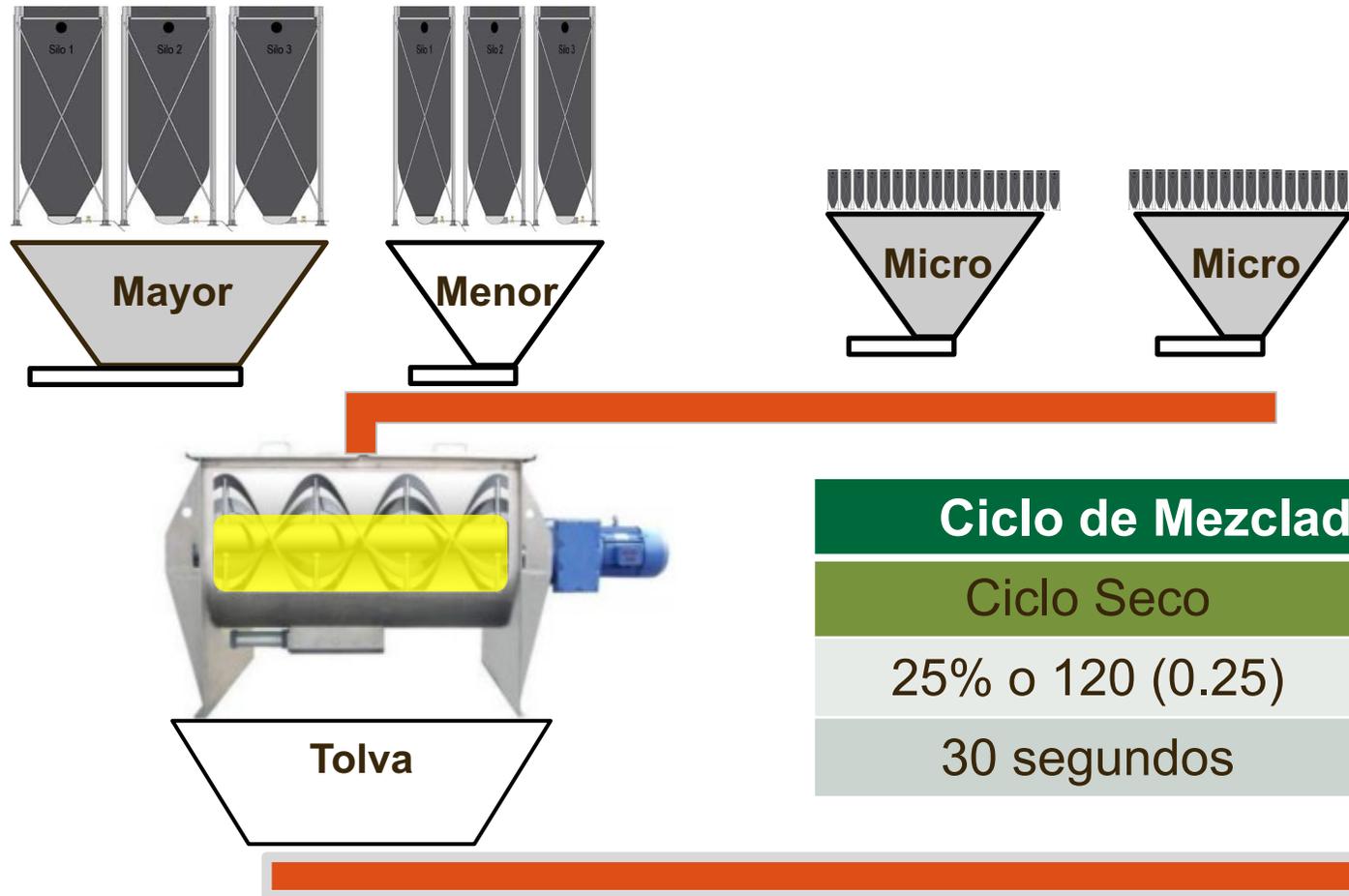


# Adición de Ingredientes



La balanza menor descarga sus contenidos después de un retardo de 5 -10 segundos; posteriormente la mezcladora mezcla los ingredientes menores con los ingredientes mayores

# Secuencia de Mezclado



**Ciclo de Mezclado = 120 segundos**

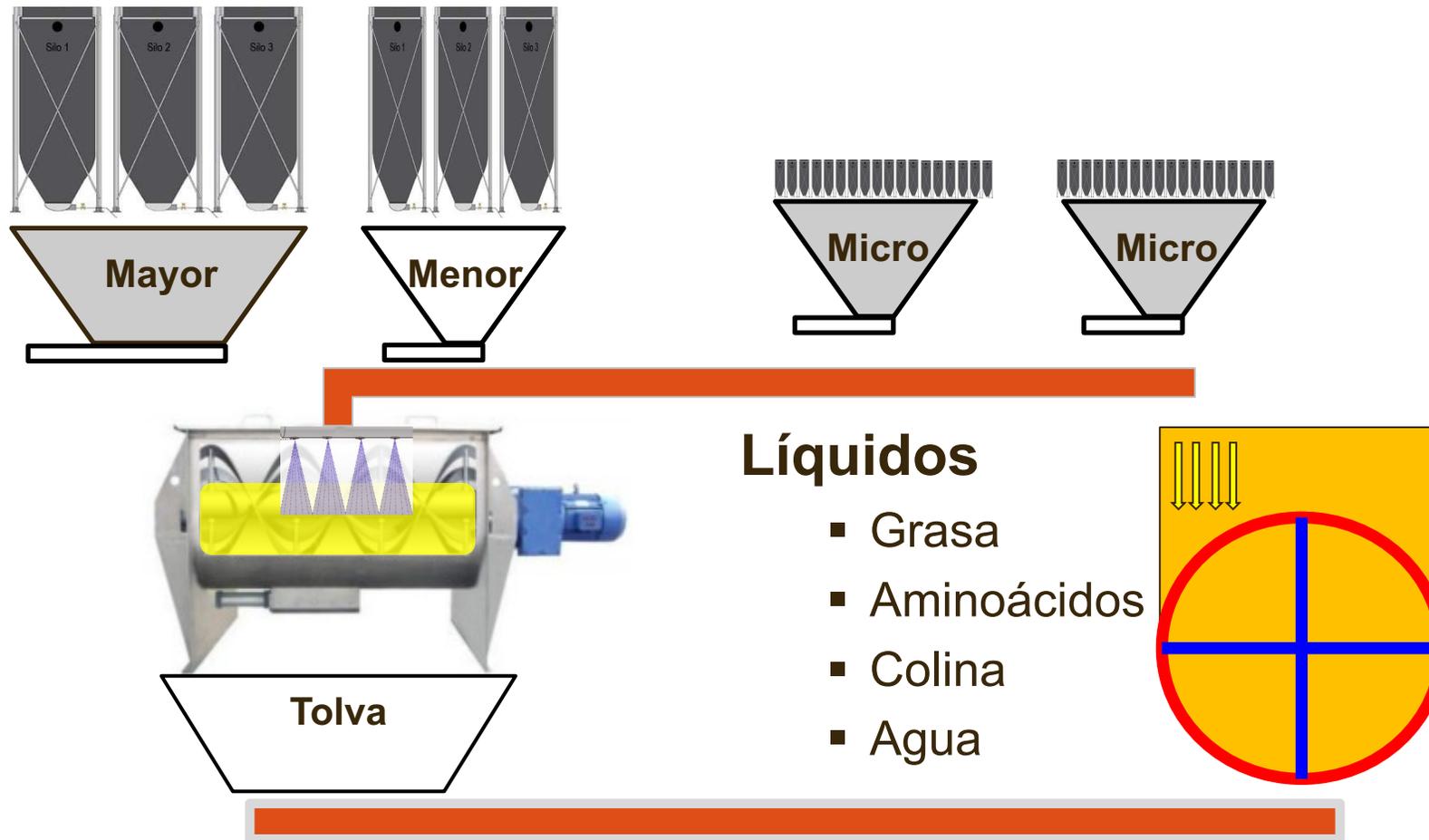
Ciclo Seco

Ciclo Húmedo

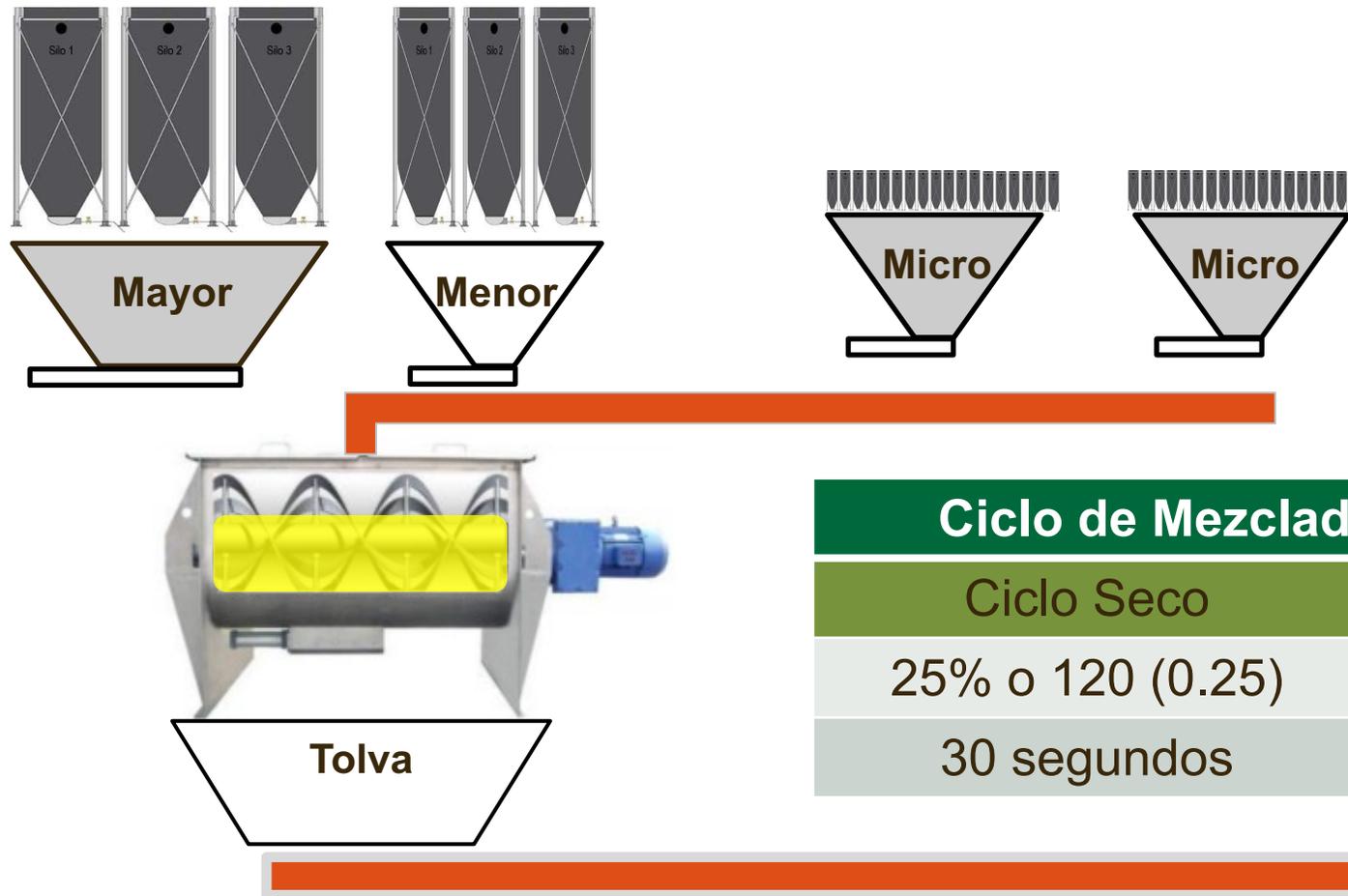
25% o 120 (0.25)

30 segundos

# Secuencia de Mezclado



# Secuencia de Mezclado



**Ciclo de Mezclado = 120 segundos**

Ciclo Seco

Ciclo Húmedo

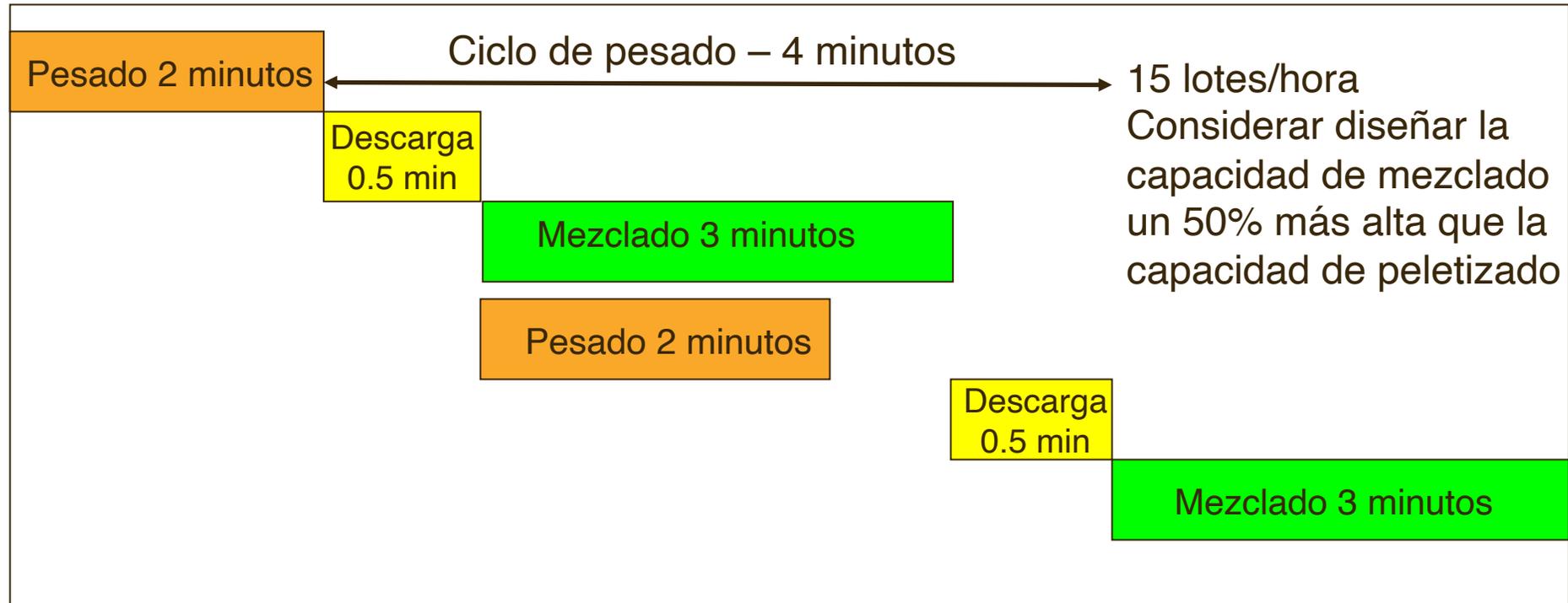
25% o 120 (0.25)

75% o 120 (0.75)

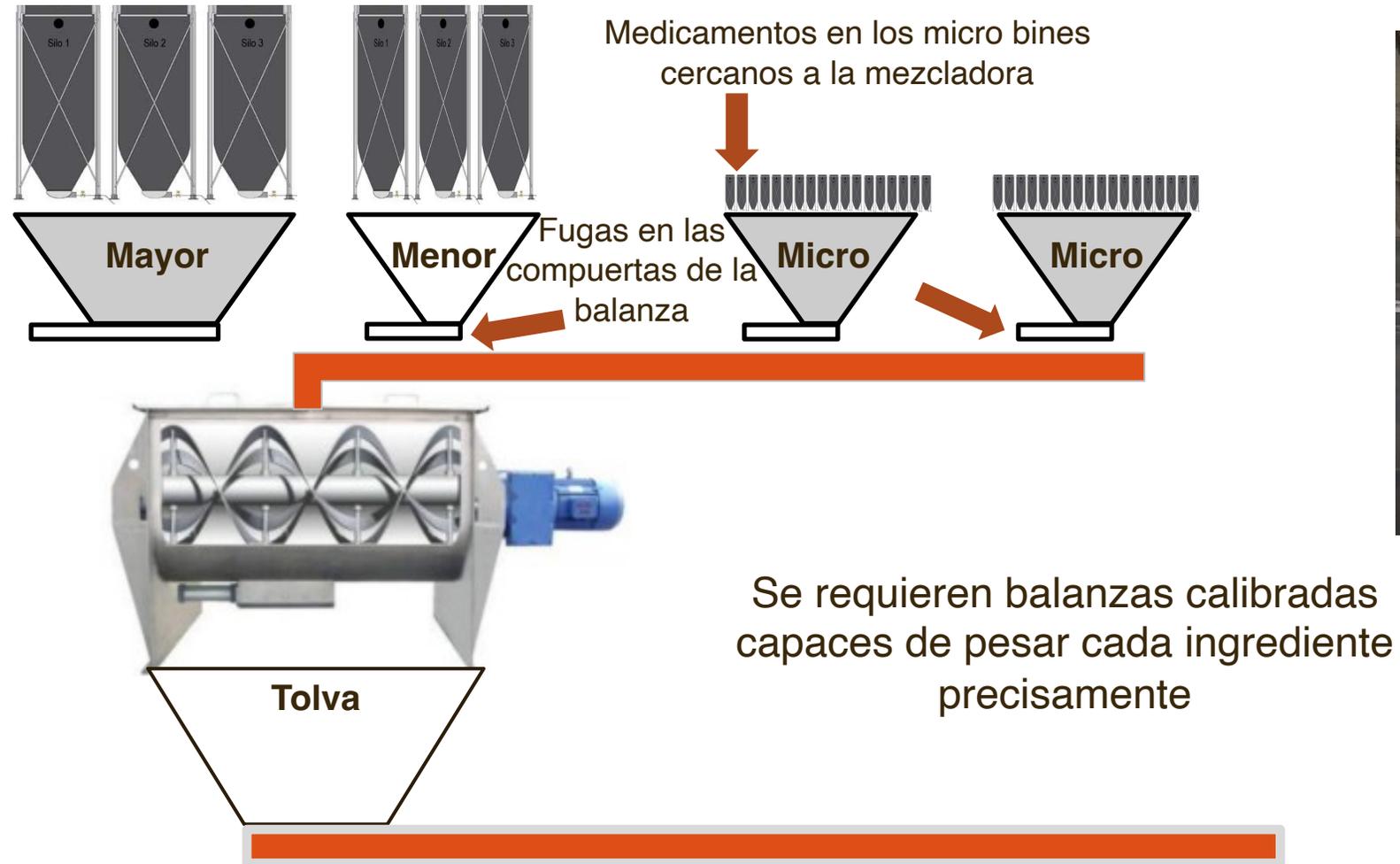
30 segundos

90 segundos

# Capacidad de Pesado y Mezclado



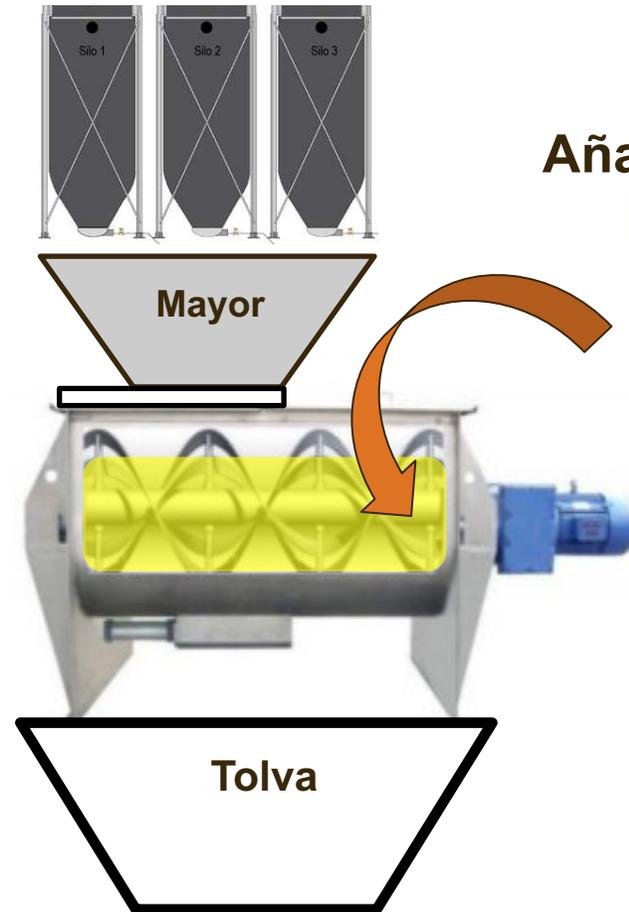
# La Mayoría de Problemas No Ocurren en la Mezcladora



# Problemas Potenciales

- **Hay varios problemas potenciales que pueden ocurrir durante el mezclado**
  - Sobrellenado de la mezcladora debido a cambios en densidad
  - Rociar líquidos en la cinta (acumulación de material en la superficie)
  - Ciclos secos y/o húmedos cortos
  - Orden incorrecto en la adición de ingredientes
  - Cintas rotas
  - Problemas en la precisión de las balanzas

# Problemas Potenciales



**Añadir micro ingredientes y  
líquidos rápidamente**

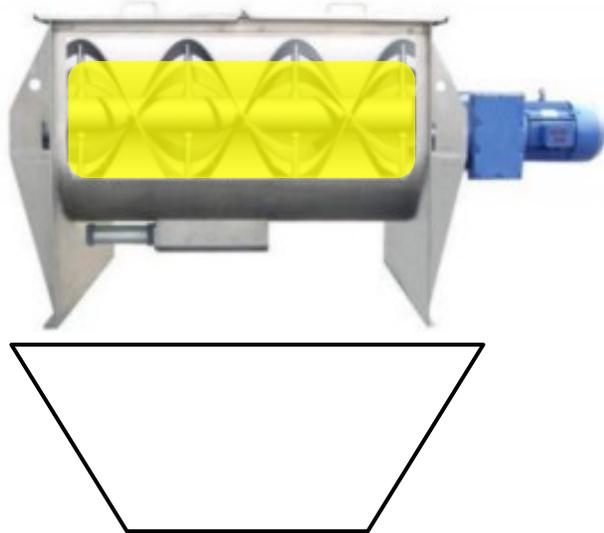
# Mantenimiento

- Inspeccionar silos de la balanza y la mezcladora trimestralmente
- Inspeccionar balanzas
- Inspeccionar medidores de líquidos 4 veces por año
- Verificar procedimientos de purga o barrido
- Realizar un análisis de mezclado
  - Instalación
  - Dos veces por año
  - Después de cualquier mantenimiento correctivo o preventivo

# Uniformidad del mezclado

- Estimado por el coeficiente de variación (CV) de un nutriente o ingrediente en específico
- Usado para medir el grado de dispersión de los ingredientes en el lote de alimento
- Se recomienda un CV de  $< 10\%$
- Generalmente, la uniformidad de mezclado incrementa al incrementar el tiempo de mezclado

# Uniformidad del mezclado



- Muestreo
  - 10 muestras del mismo lote
- Seleccionar un micro-  
ingrediente (inclusión < 0.05%)
- Realizar el ensayo
- Análisis de datos
- Calcular CV

$$CV\% = \frac{\text{Desviación estándar}}{\text{Promedio}} \times 100$$



# Uniformidad del mezclado



Colectar 10 muestras



Pesar 10 g de cada muestra



Añadir 90 g de agua caliente



Mezclar por 60 segundos y luego colocar el papel filtro para filtrar el interior del papel



Micro-trazadores

- Manganeso
- Zinc
- NIR



Calcular el coeficiente de variación y desviación estándar



Calcular la concentración del indicador en cada muestra



Colocar una tira Quantab®

# Uniformidad del mezclado

CV	Calificación	Acción Correctiva
< 10%	Excelente	Ninguna
10 -15%	Bueno	Incrementar tiempo de mezclado de un 25% a 30%
15 - 20%	Regular	Incrementar tiempo de mezclado un 50%. Busque equipo desgastado. Identifique sobrellenado y/o orden de adición de ingredientes incorrecto.
> 20%	Pobre	Posible combinación de todas las anteriores. Consulte con el fabricante.

- Recuerde que si incrementa el tiempo de mezclado, reducirá la capacidad de mezclado. Problemas con la uniformidad de mezclado deben ser investigados cuidadosamente y corregidos
  - Incrementar tiempo de mezclado debería ser una de las últimas opciones

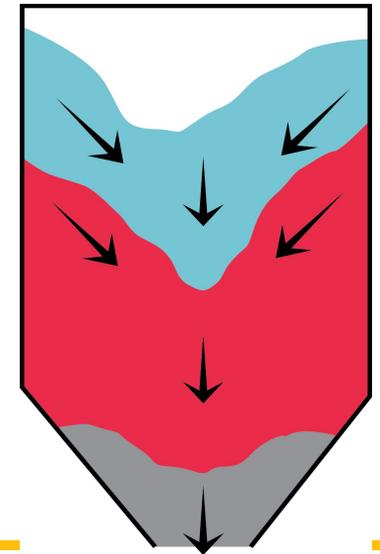
# Mantenimiento Preventivo

- Equipo
  - Inspeccionar silo de trabajo y mezcladora trimestralmente
    - Puertas, tolvas
- Inspeccionar balanzas
  - Interior - semanalmente o mensualmente
  - Exterior - 2 a 4 veces por año
    - Prueba de llenado de la balanza mayor
    - 1/3 llena + prueba de peso
    - 2/3 llena + prueba de peso
- Tarar balanzas diariamente o cuando sea necesario
- Revisar medidores 4 veces al año



# Mantenimiento Preventivo

- Inspeccione anualmente el cabezal giratorio y las válvulas de 2 vías
- Realice pruebas a la mezcladora
  - Instalación
  - Anualmente (mínimo), idealmente 2 veces por año
- Verificar los procedimientos de purgado
  - Mínimo del 10% de la capacidad de la mezcladora
  - Instalación
  - Cada tres años



# Registros

- Registros de producción de alimento
  - Fecha/hora que el alimento fue producido
  - Nombre de la fórmula
  - Número de lote y medicamentos utilizados
  - Número de lotes
    - Cantidad total de alimento producido
  - Producción teórica vs. producción real
    - ¿Hay variaciones más grandes que 5%?
  - Lugares a los cuales el alimento fue enviado
  - Nombre de los operadores

# Conclusiones

- El mezclado es una de las operaciones más importantes en una planta de concentrados
- Factores como el tipo/condición del equipo, características de los ingredientes y partículas (ej. densidad) y tiempo de mezclado pueden influenciar la uniformidad de mezclado
- Entender la influencia de estos factores críticos puede ayudar a mantener una buena uniformidad de mezclado y asegurar la provisión de una dieta nutricionalmente homogénea al animal



# Resumen

- Problemas potenciales de mezclado pueden ser identificados y resueltos con:
  - Mantenimiento regular preventivo
  - Inspecciones visuales
  - Pruebas de uniformidad de mezclado
    - Las mezcladoras deben ser inspeccionadas para evaluar la uniformidad de mezclado después de la instalación y una vez al año como mínimo
    - La uniformidad de mezclado es determinada por medio del coeficiente de variación (CV) de un nutriente o ingrediente en específico:
      - Cloro en la sal, minerales traza, micro trazadores, aminoácidos sintéticos
  - Un coeficiente de variación igual o menor a 10% es recomendado

# ¿Preguntas?



**Wilmer Javier Pacheco, MSc., PhD.**  
**Especialista de Extensión y Profesor Asociado**  
**Universidad de Auburn**  
[wjp0010@auburn.edu](mailto:wjp0010@auburn.edu)