



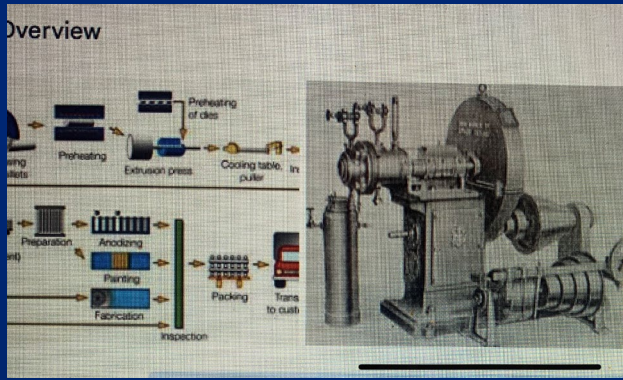
E.S.E. & INTEC
Process Equipment, Systems, Nutrition & Technologies

REVOLUCIONANDO EL PROCESO DE EXTRUSIÓN

INNOVACIÓN, EFICIENCIA, Y SOSTENIBILIDAD
EN LA INDUSTRIA

Preparado por:
Ing. Josef W. Barbi

HISTORIA DE LA EXTRUSIÓN



- La historia de la extrusión inicia en 1797 por Joseph Bramah con la extrusión de metales - aluminio.

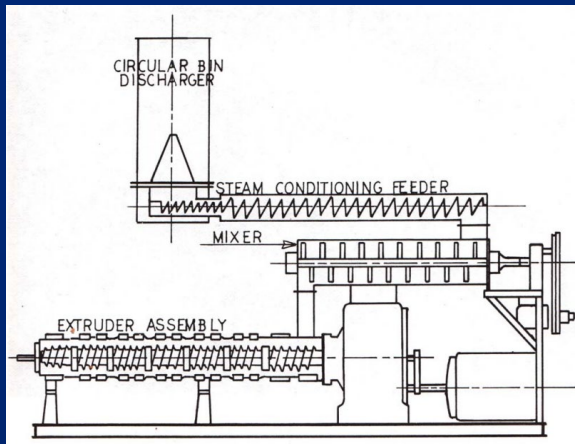


- En 1800, se logró el primer éxito de Extrusión de Goma y en 1935 los señores Paul Troester y Ashely Gerhoff de Alemania lograron el primer éxito con la Extrusión de Termo-Plástico.



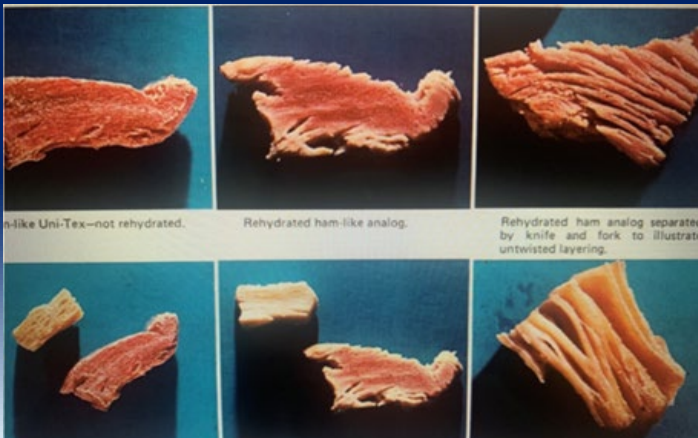
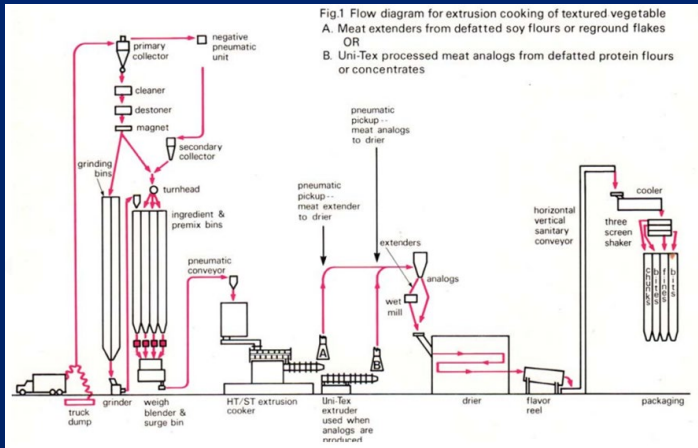
- El primer Extrusor para procesar alimentos Humanos fue diseñado en 1870, iniciando con carnes y salchicha y posteriormente en 1930 para pastas y cereales para desayuno.

Ing. Josef W. Barbi



HISTORIA DE LA EXTRUSIÓN

- La Extrusión de alimentos para animales se inició en 1950, basados en los desarrollos de extrusión de pastas y cereales de 1930. Purina introdujo el primer proceso de Extrusión de croquetas en 1951.
- En 1954, Wenger desarrolló una máquina de Densificación de Alimentos para Mascotas.
- En 1963 inicia la Extrusión de Harina de Soya (Proteína Vegetal Texturizada) para niños y adultos, con gran éxito.

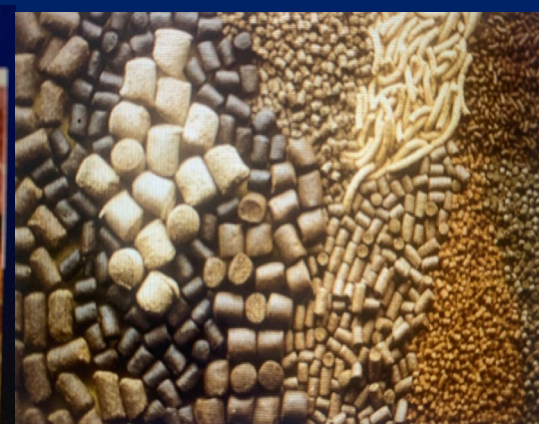
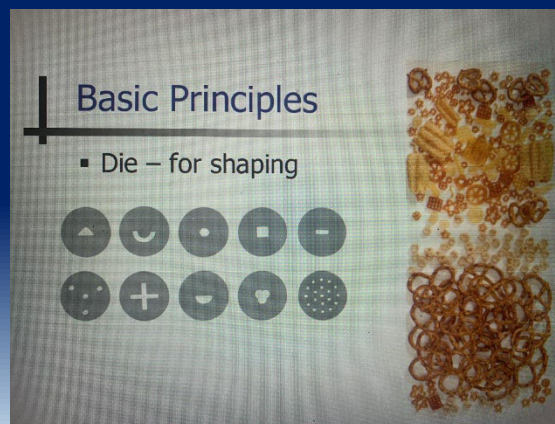
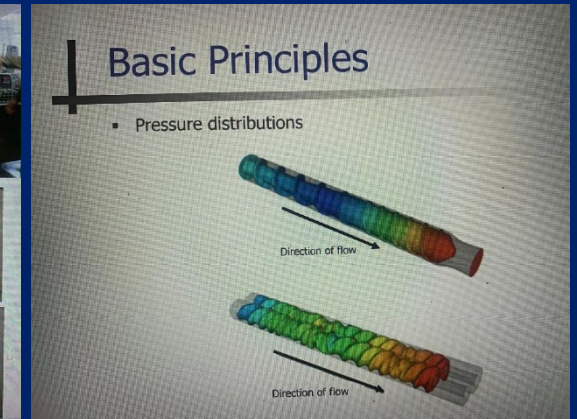
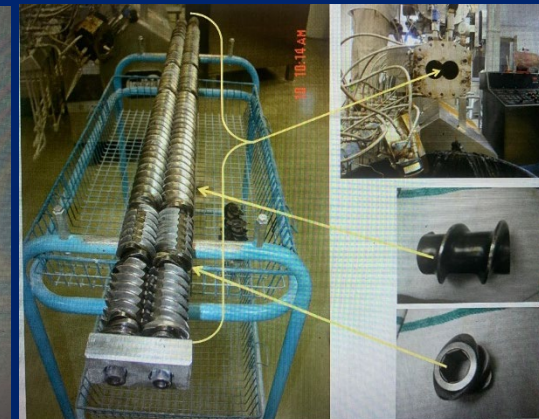
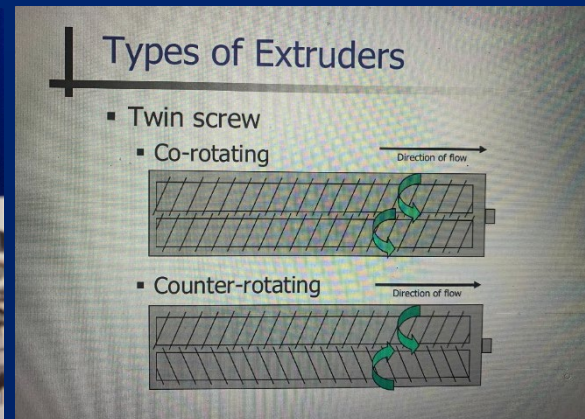


Ing. Josef W. Barbi

HISTORIA DE LA EXTRUSIÓN

En 1970, se hace la introducción de un extrusor de doble tornillo que revolucionó la industria de los snacks y otros productos de consumo Humano y posteriormente para Mascotas.

Co-Blending/Mixing - Co-Extrusion - High - Pressure

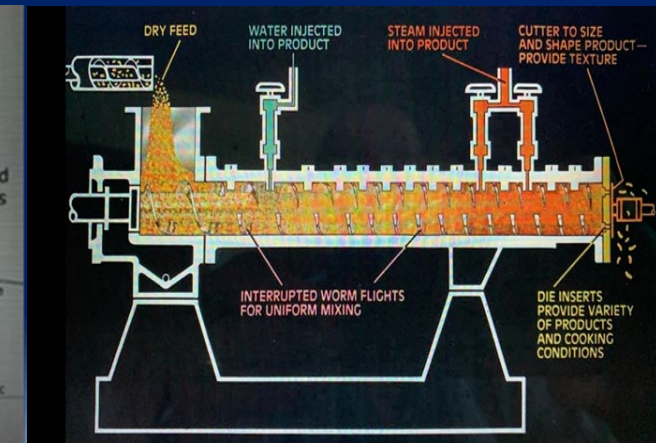
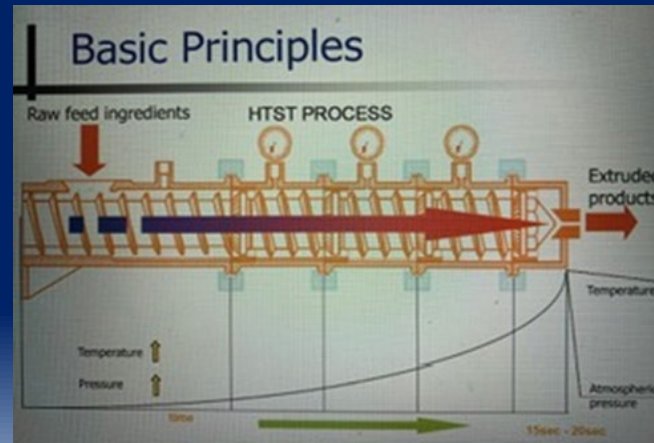
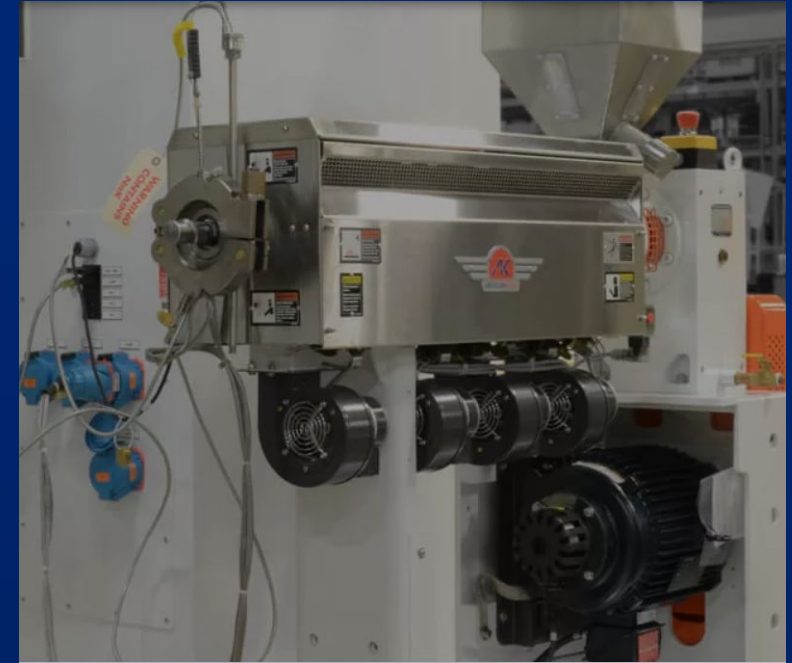


Ing. Josef W. Barbi

DIFERENCIAS Y TIPOS DE EXTRUSIÓN DE PRODUCTOS Y ALIMENTOS

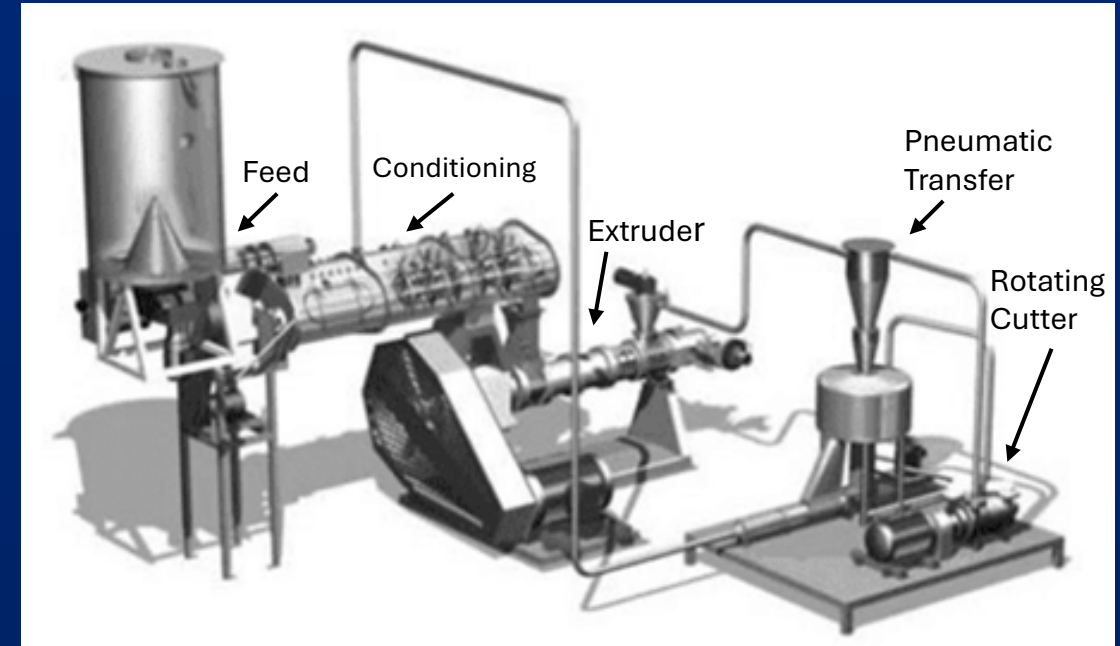
Existen diferentes tipos de extrusiones de productos, algunos de los más comunes incluyen:

- **Extrusión con Resistencia Eléctrica** en los Barriles, mas común con la extrusión de Pasta, Polímeros, Farmacéuticos, etc.
- **Extrusión seca:** Utiliza una baja humedad para crear pellets menos densos y más crujientes. La extrusión seca es ideal para alto cizallamiento – fricción para semillas oleaginosas, granos, células vegetales, etc. y para procesar alimentos para animales que requieren una textura crujiente.
- **Extrusión húmeda:** Utiliza una alta humedad para gelatinizar el almidón almidón y crear productos densos. La Extrusión húmeda es ideal para procesar alimentos para humanos y animales que requieren una alta digestibilidad, palatabilidad y uniformidad.
- Altas temperaturas y Humedad para:
 - Gelatinización de Almidones: Alta seguridad alimentaria
 - Eliminación de patógenos
- Bajas Temperaturas para:
 - Minimizar la degradación de nutrientes y aditivos
 - Protección de alta calidad nutricional



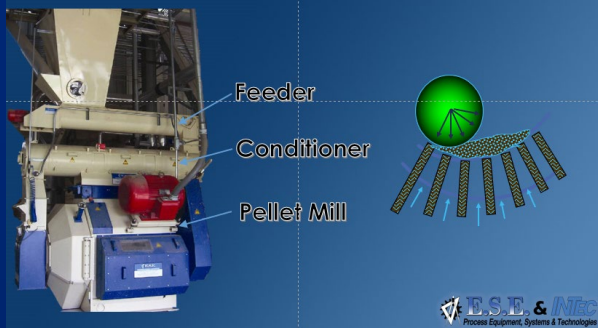
QUÉ ES LA EXTRUSIÓN?

- Extrusión es una tecnología eficiente utilizada para descomponer ingredientes crudos a un producto homogéneo, cocido y fácilmente digerible.
- Es un proceso mecánico tecnológico de coción de flujo continuo a alta temperatura (HTST) y alta presión en el que se utiliza un extrusor donde los ingredientes también se mezclan, se cuecen y se les da la forma.
- Este proceso permite transformar materias primas en ingredientes para modificar su estructura aireada y crujiente y una alta capacidad de interacción con el agua
- En la Industria Alimentaria, este proceso es clave para producir alimentos de varias formas, tamaño, densidad y textura para humanos y animales, incluyendo mascotas, animales acuáticos, caballos, animales terrestres y exóticos.
- Así mismo, es clave para la pasteurización y dedoxificación de alimentos, semillas oleoginosas y muchas otras aplicaciones.
- **Este método aumenta la digestibilidad y la estabilidad del alimento, mejora la vida de anaquel y garantiza una calidad constante del producto.**



Ing. Josef W. Barbi

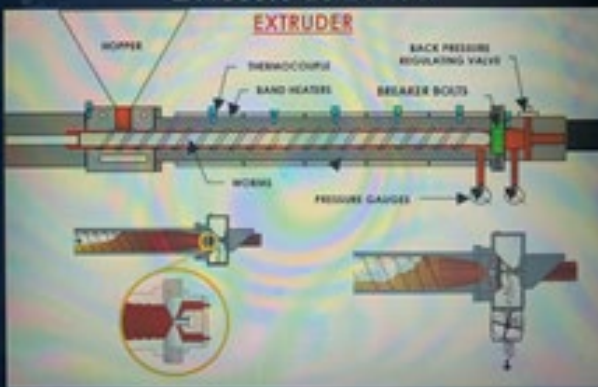
THE PELLETING PROCESS El Proceso de Peletizado



EXTRUSION - COOKING - EXPANSION EXTRUSIÓN - COCCIÓN - EXPANSIÓN



THE EXTRUSION PROCESS El Proceso de Extrusión

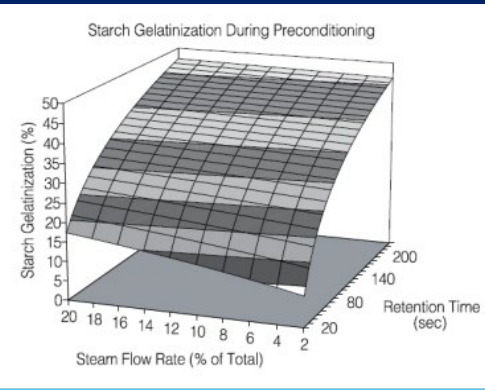
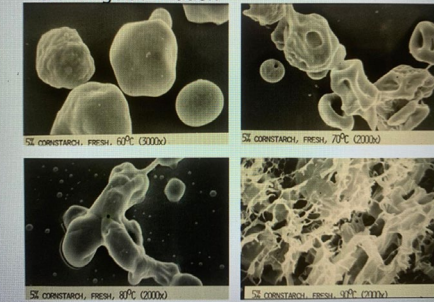


PELETIZACIÓN VS. EXTRUSIÓN LA IMPORTANCIA DE LA EXTRUSIÓN

- La Peletización es una densificación totalmente mecánica, con alguna preparación de los productos con acondicionamientos variables de acuerdo con el producto, fórmula, aplicación y peletizado, pero tiene limitaciones con la temperatura, la humedad y la gelatinización de almidones, debido al patinaje de los Rodillos.
- La importancia de la Extrusión sobre todo radica en el aumento de la disponibilidad y la digestibilidad de los nutrientes en el aparato digestivo de las especies.
- Esto ocurre principalmente una reducción radical del contenido de factores anti-nutricionales, a través de la desnaturalización de las proteínas, la gelatinización de los almidones, el aumento de la proporción de la llamada fibra soluble y la esterilización del material extruido.
- Por lo tanto, se trata de un efecto sinérgico que ayuda a mejorar la utilización de los nutrientes.
- Tanto el Peletizado, aun más la Extrusión, no son procesos de ciencia, sino de arte!.

Basic Theory

Starch gelatinization



Ing. Josef W. Barbi

PROCESOS DE EXTRUSIÓN EN ALIMENTOS BALANCEADOS

- La extrusión es un proceso de alta temperatura con tiempos cortos, humedad y precisión, lo que minimiza la degradación de los nutrientes mientras que mejora la digestibilidad de almidones y proteínas.
- Todos estos requerimientos son necesarios para alcanzar el grado deseado de expansión a la salida del extrusor. Para llevar a cabo este proceso se utilizan extrusores de tornillo, simples o dobles que cocinan y comprimen los materiales previamente mezclados pulverizados y acondicionados para garantizar las condiciones de humedad y temperatura requeridas para obtener un producto de alta calidad física y funcional.
- **La Extrusión – Coción – Expansión:**
 - Mejor la absorción de nutrientes
 - Mejora la digestibilidad
 - Mejora la Palatabilidad
 - Controla la flotabilidad del alimento
- **Secado y Enfriamiento:**
 - Prolonga la vida de anaquel
 - Evita el crecimiento bacteriano
- **Recubrimiento:**
 - Mejora la palatabilidad
 - Mejora la apetacibilidad con sabores y atractantes



BENEFICIOS Y APLICACIONES DE PRODUCTOS EXTRUÍDOS EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA

La extrusión se ha convertido en una técnica ampliamente utilizada en el procesamiento de alimentos para animales para mejorar seguridad alimentaria, reducción de patógenos y de enfermedades, aumenta la sostenibilidad.

- **Mascotas:** Alimentos para perros y gatos. Las croquetas extruidas son pre-cocidos y pre-digeridos, más fáciles de masticar y digerir, lo que reduce el riesgo de problemas digestivos y salud, el olor del excremento y sostenibilidad.
- **Acuicultura:** Alimentos para peces, camarones y otras especies acuáticas. Los extruidos son más densos y menos propensos a desintegrarse en el agua, lo que reduce la contaminación y mejora la eficiencia de la alimentación, tanto con Alimentos flotantes y sumergibles, con la formación de Micro-Alimentos.
- **Animales Terrestres:** Alimentos para caballos, ganado, cerdos y aves de corral. Los productos extruidos son precocidos más digeribles y palatables, lo que lleva a mayor energía, mejor bellaje, un mejor rendimiento en el crecimiento, una mayor productividad y sostenibilidad para mejor salud.
- **Animales de granja:** Alimentos para conejos, ovejas y cabras. Los extruidos son más nutritivos y fáciles de digerir para estos animales, resultando en producción acelerada.



PRE Y POST PROCESOS O FASES PARA LA EXTRUSIÓN

ALIMENTO EXTRUSIONADO

Molienda
Fina

Mezcla
Homogénea

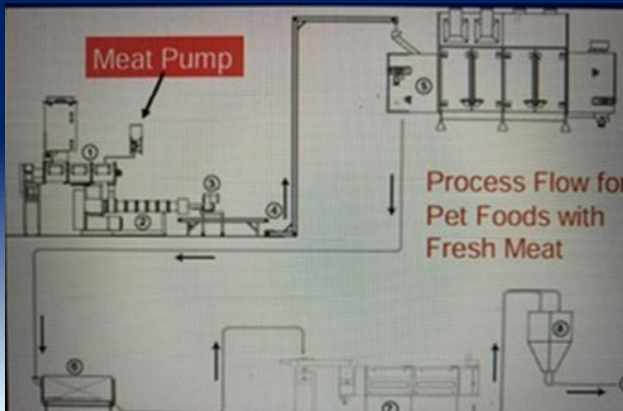
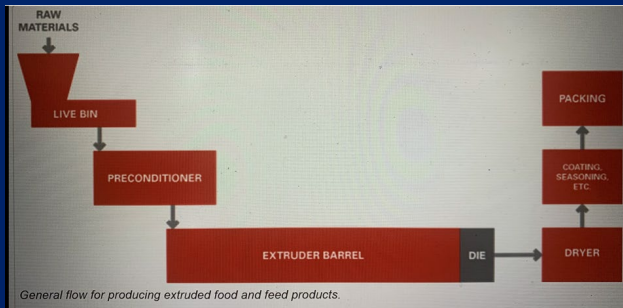
Limpieza
Acondicionamiento
Extrusión
Transporte
Neumático

Secado

Zaranda
Cubrimiento
con Líquidos

Enfriado

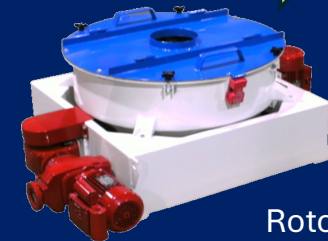
Tamizador
Ensacado



Limpiador de
Alimentos



Thermo Pro



Roto Sifter



Counter Flow

Ing. Josef W. Barbi

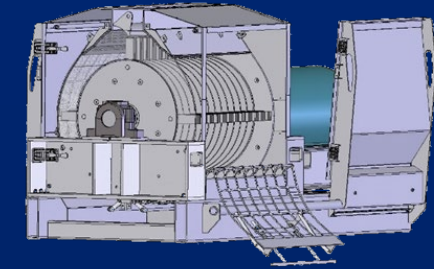
EL PROCESO DE MOLIENDA, PULVERIZACIÓN Y MEZCLA ANTES DE LA EXTRUSIÓN

- Las materias primas que forman parte de los alimentos llegan a las fábricas en diferentes condiciones, formatos y granulometrías (cereales, harinas, granos, proteínas, leguminosas, etc.). Todos estos elementos deben de ser pre-molidos para alcanzar el tamaño de partícula adecuado y uniforme para su posterior mezclado y **post-molienda fina – pulverización** para un perfecto y uniforme “cocinado” en el proceso de extrusión.
- El Mezclado**, es obviamente un proceso muy importante para lograr una óptima homogenización de la fórmula y los ingredientes muy finos. Las mezcladoras de paletas de doble eje y de lecho fluidizado son óptimas, pero buenas mezcladoras de cinta doble también son aceptables . La mezcladora incorpora cañones con boquillas para la inyección uniforme de grasas, aceites o agua.



EVOLUTION MILLS

TEXTURIZADOR & PULVERIZADOR



MEZCLADOR DE LECHE FLUIDIZADO



Ing. Josef W. Barbi

PROCESO DE SECADO – ZARANDEO – CUBRIMIENTO CON LÍQUIDOS – ENFRIAMIENTO Y ENSAQUE

- El alimento que sale del extrusor contiene alta humedad debido a la adición de vapor - agua durante el pre-acondicionamiento y la extrusión, el secado es, por tanto, un proceso obligatorio para que se pueda mantener la estabilidad de la humedad en el alimento terminado.
- **El secado** se realiza en Secadoras eficientes de Gas o Vapor, calentando el Producto extruído para evaporar la humedad hasta el contenido deseado.
- **La Zaranda** separa tamaños y finos antes de aplicar líquidos
- **El Aplicador – Cubridor de Líquidos (Aceites, Grasas) ‘ ‘Disc Coater’ ’** es importante para lograr de incorporar la cantidad de Líquidos requerido.
- **El Cernidor (Roto Sifter)** separa los finos de los Extruídos antes del Ensaque.
- **El enfriamiento** obviamente es indispensable en todos los procesos de Extrusión o Peletizado.



Enfriador



Zaranda



Disc Coater



Roto Sifter

Ing. Josef W. Barbi

LA IMPORTANCIA Y LA EFICIENCIA DEL PRE-ACONDICIONAMIENTO EN EL CONSUMO DE LA ENERGÍA DE LA EXTRUSIÓN

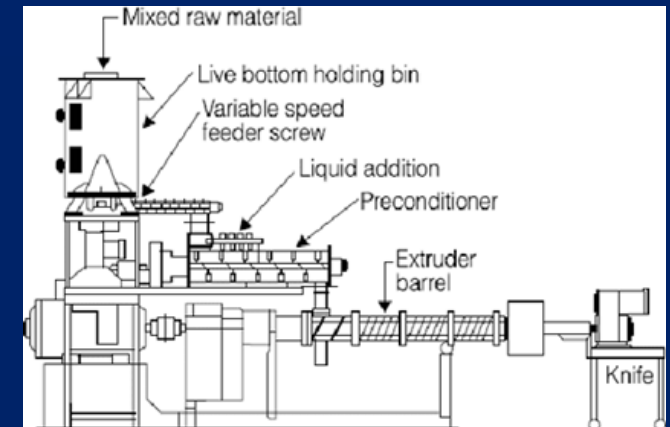
En el proceso de extrusión, que es muy exigente en cuanto a energía, los costos más altos están asociados al consumo de electricidad, vapor y energía térmica para el secado. En el extrusor y sus vías de transporte, la energía eléctrica se transforma en energía mecánica (SME) y la energía del calor se transforma en temperatura (STE). Ambas fuentes de energía son equivalentes y, en cierta medida, intercambiables. Pero en algunos países, los costos de producción de un kilovatio como vapor son sólo un tercio de los de un kilovatio como electricidad. Por lo tanto, es económicamente ventajoso maximizar el uso de la energía del vapor. Otra forma de ahorrar energía es usar sistemas de recuperación de energía calorífica.

Key Variables

- Extruded Product Properties
 - Composition changes
 - Protein, lipid, fiber, starch, ash, AA profile, FA profile.
 - Digestibility changes
 - Moisture content
 - Water activity
 - Color (Hunter *L-a-b*) changes
 - Product diameter
 - Product expansión (CSE, LEI, VEI)
 - Unit density / porosity
 - Bulk density
 - Pellet durability
 - Water absorption
 - Water solubility
 - Water stability
 - Floatability / sinking velocity



Thermo Conditioner



Ing. Josef Barbi

RETOS Y FUTURO DE LA TECNOLOGÍA DE EXTRUSIÓN

La tecnología de extrusión tiene ventajas, pero también retos:

- **Costos de equipamiento:** Invertir en buenas y eficientes Líneas de Extrusión puede resultar costoso. Es importante seleccionar bien las ventajas y los costos.
- **Control de procesos:** Mantener la calidad constante exige un control exacto de la temperatura, la presión y los niveles de humedad durante la producción. Este proceso requiere mucha concentración para la Inocuidad.
- **Limitaciones de ingredientes:** Algunos ingredientes no funcionan bien con la extrusión debido a sus características físicas, lo que restringe las opciones de las recetas. Las recetas nunca son simplemente una lista de Ingredientes, sino una lista de requerimientos Nutricionales para la necesidad del Animal o Especie, y deben ajustarse en función de lo que funcione mejor, pero debe formularse para quién las consume, no por el proceso.
- **Conocer estos retos es clave para que los fabricantes mejoren sus técnicas y buenos resultados con la extrusión.**

Competing Effects during Extrusion

- Ingredient particle size is important
 - Best to mill all ingredients prior to extrusión
 - <0.5mm
- Otherwise
 - Stress fractures in pellets
 - Poor pellet durability
 - May plug die
 - Especially fish bones (from fish meal)

Extrusion Challenges

- **Fiber Content**
 - Nonreactive with starch or protein
 - Absorbs water from other ingredients
 - Solution: Grind all ingredients well; change formulation
- **Oil content**
 - Oil is a lubricant at high levels
 - Screw can[t push dough or build up pressure
 - Solution: Coat oil after extrusion
- **Protein content**
 - High protein blends do not expand
 - Do not float well; are not water stable
 - Solution: Increase moisture during extrusion; change starch source

LOS MOTORES DE LA REVOLUCIÓN

La nueva era de la extrusión se sustenta en tres pilares fundamentales:

1. Digitalización y control avanzado

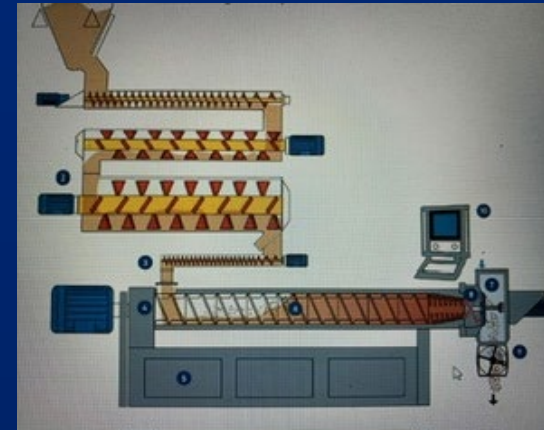
- Uso de sensores en tiempo real para monitorear temperatura, presión y humedad.
- Aplicación de inteligencia artificial para optimizar parámetros automáticamente.
- Sistema LOT que permiten trazabilidad completa del proceso.

2. Innovación en materiales y formulaciones

- Inclusión de proteínas vegetales de alto valor biológico.
- Extrusión de biopolímeros y compuestos funcionales.
- Ajustes en la densidad y flotabilidad de extruídos en Acuicultura.

3. Sostenibilidad y eficiencia energética

- Equipos más eficientes que reducen hasta un 30 - 40% el consumo de energía.
- Implementación de sistemas de reciclaje de calor
- Desarrollo de procesos adaptados a la economía circular



Ing. Josef W. Barbi

RESÚMEN Y CONCLUSIÓN

- Las tendencias de aumento de los precios de los productos y de disminución de los costos de la energía juegan a favor de los métodos de tratamiento hidrotérmico de los alimentos, como la extrusión.
- Sin embargo, la optimización de todo el proceso ofrece un camino para reducir la demanda de energía y mejorar la calidad del producto final, sin duda un camino hacia el éxito.
- La investigación y el desarrollo de la tecnología de extrusión han hecho grandes avances, en particular en la automatización del control y la optimización de la eficiencia energética.
- No obstante, la optimización de la extrusión en términos del valor del extruido relacionado con los alimentos con el objetivo de aumentar la productividad de los animales sigue ofreciendo un margen considerable de mejora y seguirá siendo un área de investigación activa en el futuro.
- La constante Investigación y Desarrollo de la tecnología y de la nutrición de animales y especies será el gran éxito de los procesos de Extrusión.



“ LA EXTRUSIÓN NO SOLO TRANSFORMA MATERIALES Y PRODUCTOS, TAMBIÉN TRANSFORMA INDUSTRIAS. ”

La revolución de la extrusión no es solo un avance tecnológico, es una transformación integral que redefine la forma en que producimos alimentos para humanos, animales y especies.

Al combinar Innovación, Digitalización y Sostenibilidad, este proceso se convierte en un motor estratégico para la competitividad de las empresas y en una herramienta clave para enfrentar los retos de la seguridad alimentaria global.



GRACIAS !



Es tiempo de
PREGUNTAS



1564 Hwy 166 E. Industrial Park. P.O. Box 99,
Caney, Kansas 67333 USA

Phone: + 1 (620) 306-4100 – Fax: +1 (620) 840-2087

Email: info@eseintec.com - www.eseintec.com