



Membrane System Specialists



Especialistas en Separación por Membranas

INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGIA INDUSTRIAL

INTI



Lácteos

Buenos Aires Argentina

Junio 29, 2007





Whey Proteins Concentrate in Dairy Industries

Concentración de Proteínas de Suero en Industrias Lácteas

Membrane Filtration

Separación por Membranas

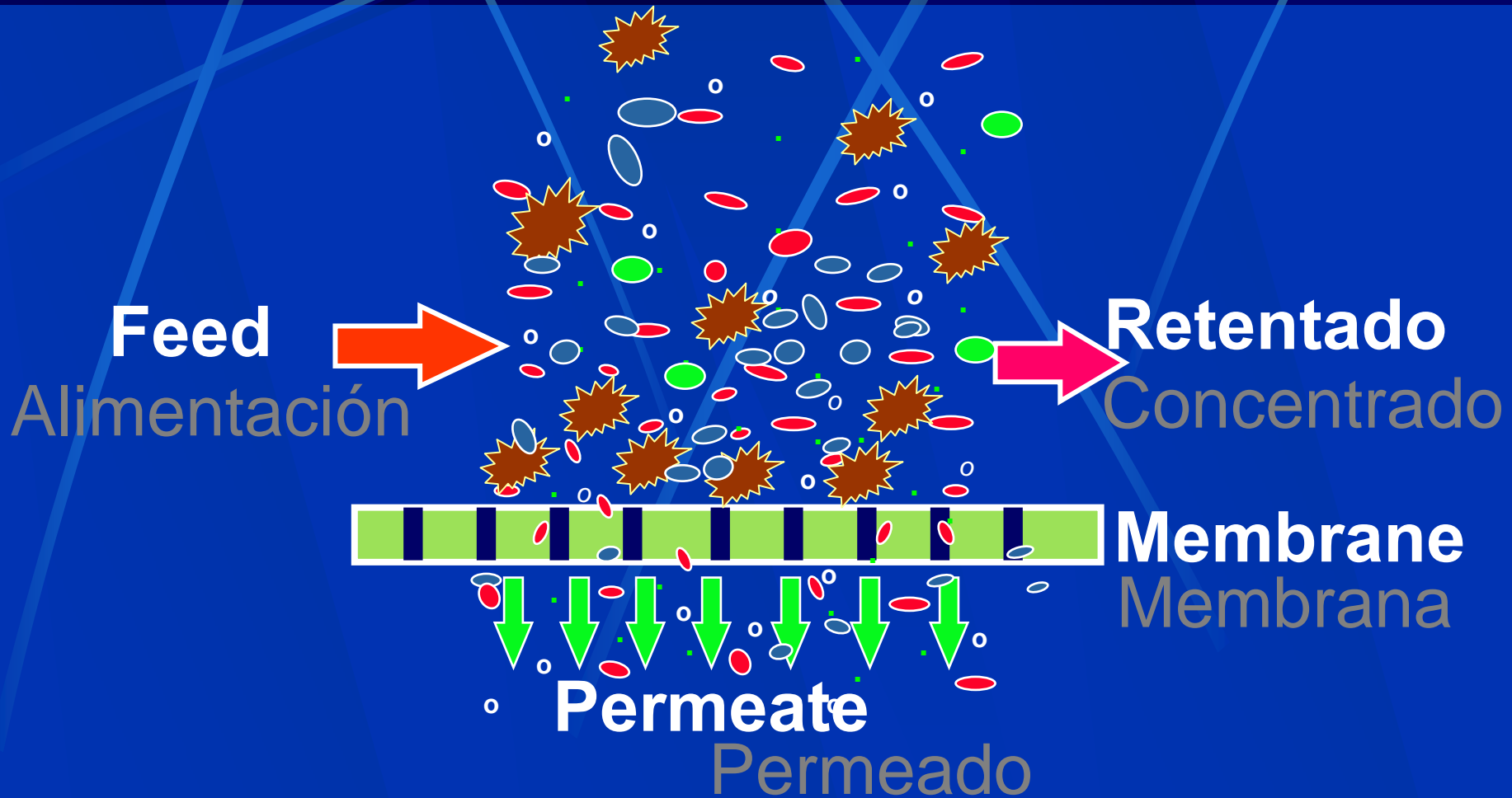


Pressure driven separations using semi-permeable membranes and cross-flow filtration.

Separación utilizando membranas semi-permeables con una presión controlada y a través de un filtrado por flujo cruzado.

Crossflow Filtration

Filtración Tangencial



Types of Membrane Processes

Tipos de Procesos de Membrana

- **Reverse Osmosis (RO) - Osmosis Inversa**
- **Nanofiltration (NF) - Nanofiltración**
- **Ultrafiltration (UF) - Ultrafiltración**
- **Microfiltration (MF) - Microfiltración**

Reverse Osmosis (RO)

Osmosis Inversa

- **Retentate:** all solutes of stream
 - **Permeate:** water only
 - **Operating Pressures:** 200 to 1000 psi
 - **Rating:** salt rejection standards
 - **Theory:** ability of compound to mimic tetrahedral structure of water determines ability to permeate
-
- **Concentrado:** todos los solutos de la corriente
 - **Permeado:** solamente agua
 - **Presiones de Operación:** 200 a 1000 psi
 - **Grado:** rechazo de sales
 - **Teoría:** habilidad del compuesto para imitar estructuras tetrahédricas del agua determinan su habilidad de permeado

Nanofiltration (NF)

Nanofiltración

- **Retentate:** all solutes of stream except monovalent ions
 - **Permeate:** water and monovalent ions
 - **Operating Pressures:** 150 to 600 psi
 - **Rating:** salt rejection standards
 - **Theory:** diffusion and flow through pores controlled by mass transfer, diffusion characteristics, and charge
-
- **Concentrado:** todos los solutos excepto iones monovalentes
 - **Permeado:** agua e iones monovalentes
 - **Presiones de Operación:** 150 a 600 psi
 - **Grado:** rechazo de sales
 - **Teoría:** difusión y flujo a través de los poros controlados por transferencia de masas, características de difusión y cargas

Ultrafiltration (UF)

Ultrafiltración

- **Retentate:** proteins and fat
- **Permeate:** water, minerals, NPN, and lactose
- **Operating Pressures:** 30 to 150 psi
- **Rating:** molecular weight cut offs (MWCO)
- **Theory:** shape, charge, flexibility, and molecular weight determine ability to pass through membrane

- **Concentrado:** proteínas y grasas
- **Permeado:** agua, minerales, NPN, y lactosa
- **Presiones de Operación:** 30 a 150 psi
- **Grado:** peso molecular
- **Teoría:** forma, carga, flexibilidad y peso molecular, determinan la habilidad para pasar a través de la membrana

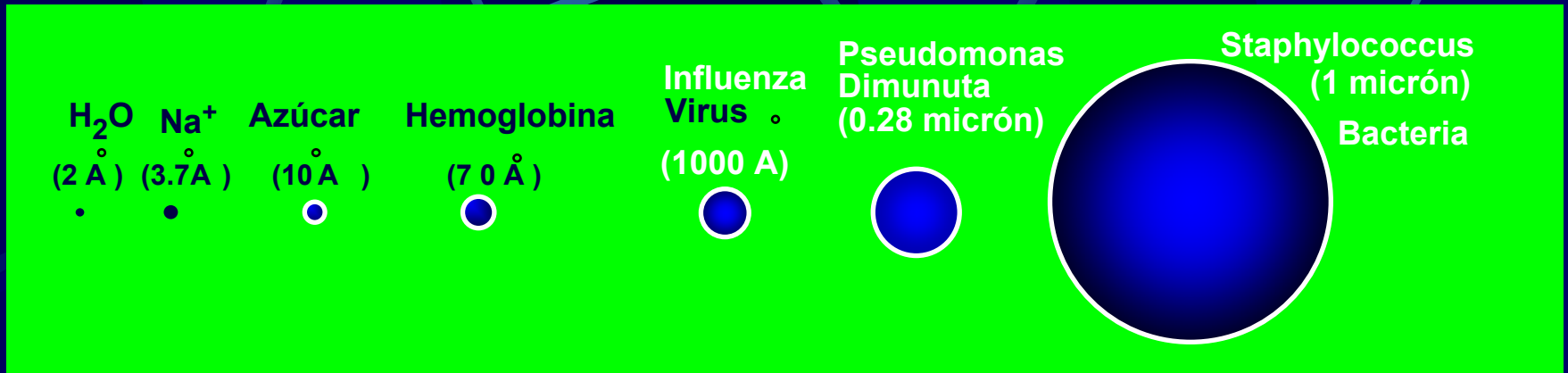
Microfiltration (MF)

Microfiltración

- **Retentate:** fats and large proteins
- **Permeate:** water, minerals, NPN, lactose, and small proteins
- **Operating Pressures:** 10 to 50 psi
- **Rating:** pore size (porosity)
- **Theory:** size determines ability to pass through membrane

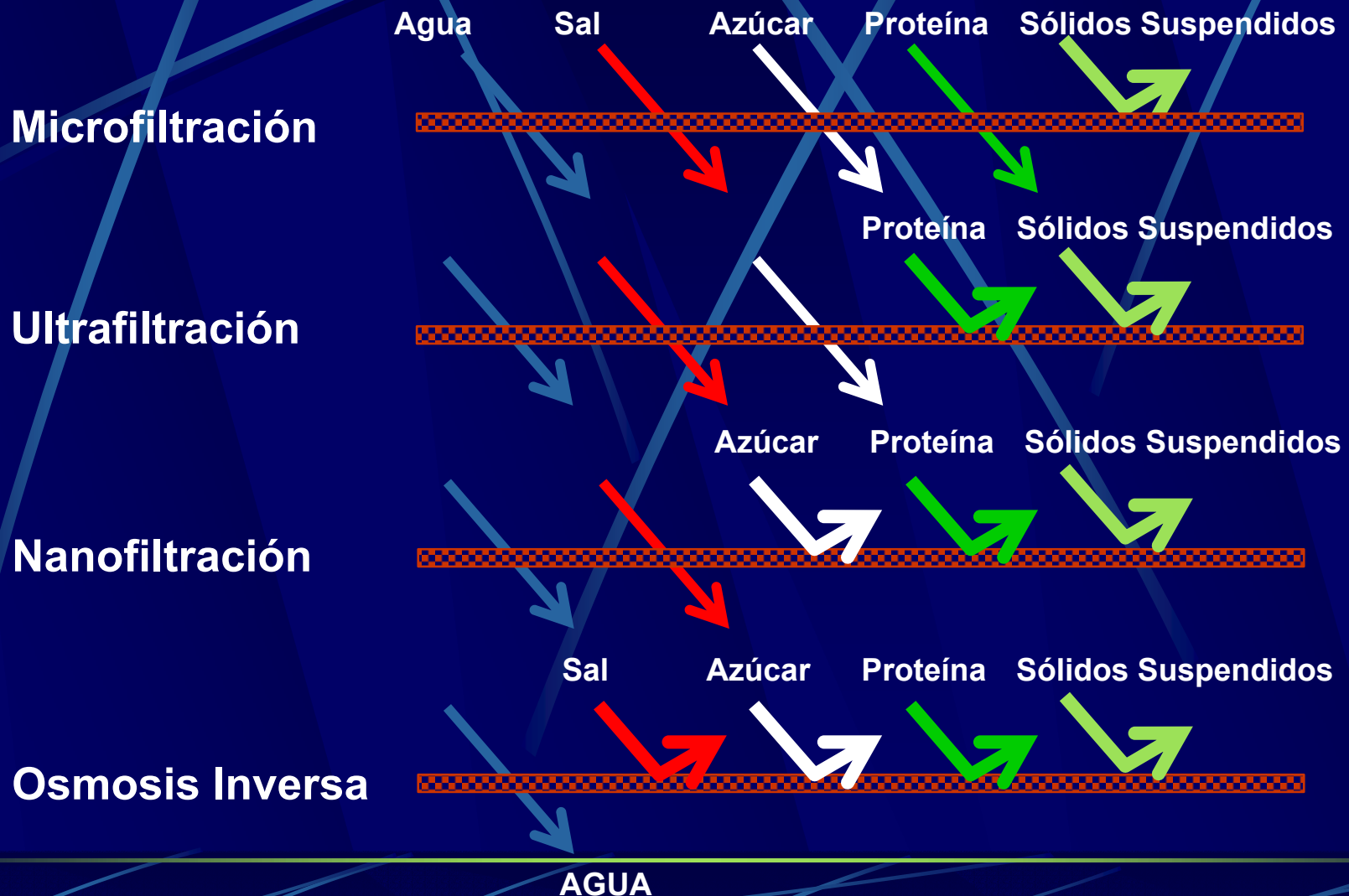
- **Concentrado:** grasas y proteínas grandes
- **Permeado:** agua, minerales, NPN, lactosa, y proteínas pequeñas
- **Operating Pressures:** 10 to 50 psi
- **Grado:** tamaño de poro (porosidad)
- **Teoría:** el tamaño determina la habilidad de pasar a través de la membrana

Procesos con Membranas



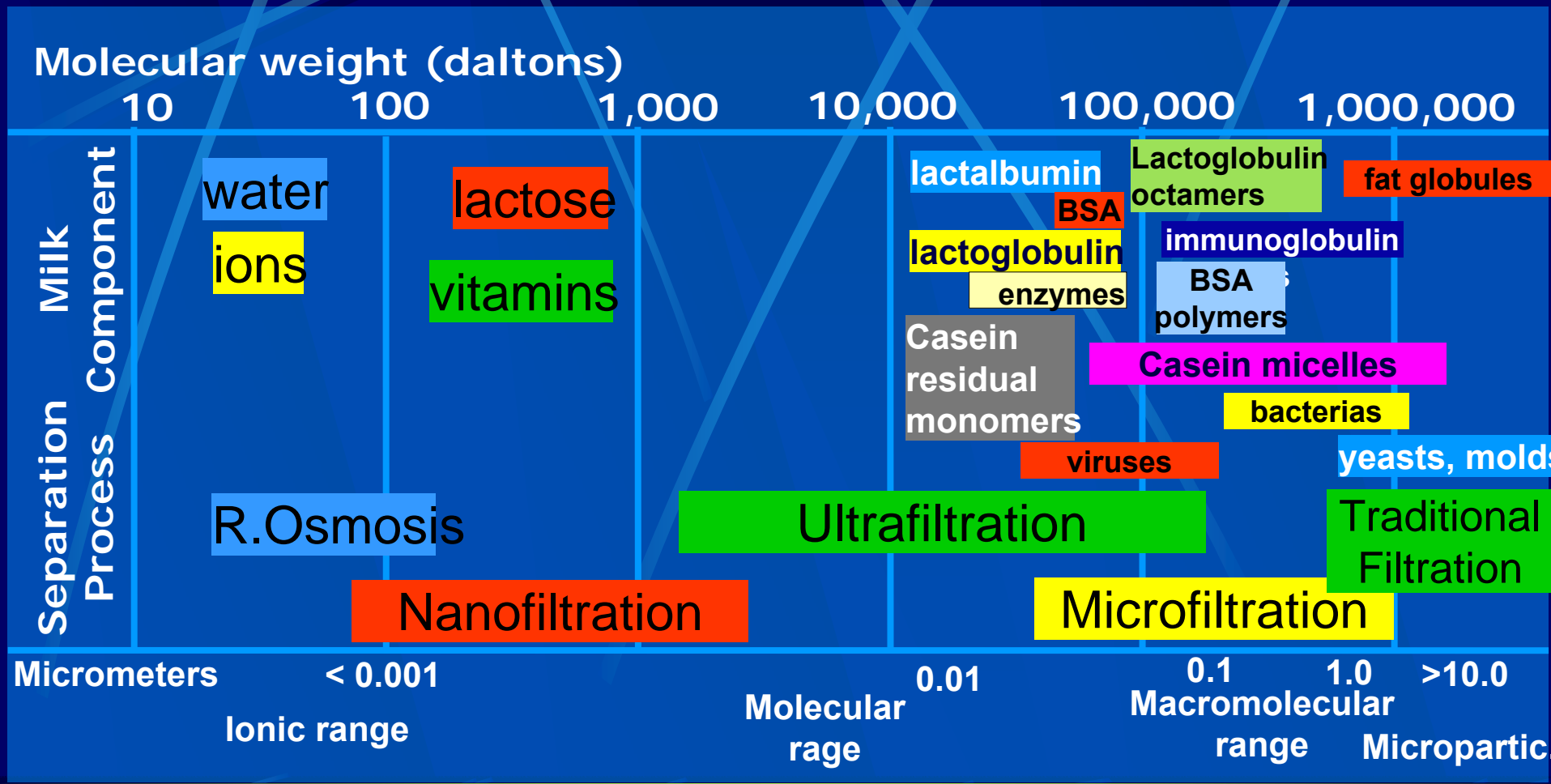
1 Å 10 Å 100 Å 1000 Å 1 micrón 10 micrón 100 micrón

Características de los Procesos con Membranas



Range of Membrane Separations in the Dairy Industry

Rango de Separaciones por Membranas en Industrias Lácteas



Whey Processing

Procesamiento del Suero

- Pretreatment
 - Process Temperatures
 - Crossflow Rates
 - Operating Pressures
 - Feed and Products Compositions
 - System Descriptions
 - Product Utilization
- Pretratamiento
 - Temperaturas del Proceso
 - Valores de Flujo Cruzado
 - Presiones de Operación
 - Composición de Alimentación y Productos
 - Descripciones del Sistema
 - Utilización del Producto



Pretreatment of Whey

Pretratamiento del Suero

- **Clarification:** typical allowable limits of 100-150 mg/l of Suspended Solids
- **Separation:** typical allowable limits of 0.02-0.07% Fat
- **Pasteurization:** legal HTST is typical
- **Temperature:** 60-70°F and 115-120°F are common ranges

- **Clarificación:** límites tolerables 100-150 mg/l de T.S.Suspendidos
- **Separación:** límites tolerables 0.02-0.07% de grasas
- **Pasteurización:** legal HTST
- **Temperatura:** entre 15-21°C y 46-49°C

Whey Processing Temperature

Temperatura de Procesamiento del Suero

● **Feed Temperature <70°F:**

- Very little growth of bacteria
- Improved protein retention
- Calcium phosphate fouling eliminated
- Biofouling problems are minimized
- Systems are easier to clean
- Increase membrane life
- More membrane area required for duty

● **Temperatura de Alimentación < 21°C:**

- Muy poco desarrollo de bacterias
- Mejor concentrado de proteínas
- Fosfatos de Calcio eliminados por fouling
- Mínimos problemas de bio-fouling
- Sistemas de fácil limpieza
- Incremento de la vida útil de la membrana
- Mayor área de membrana requerida de trabajo

Whey Processing Temperature

Temperatura de Procesamiento del Suero

● **Feed Temperature $\geq 120^{\circ}\text{F}$:**

- Bacteria can double in number every 20 minutes
- Calcium phosphate fouling potential
- Biofouling problems may occur
- Systems are more difficult to clean
- Decreased membrane life

● **Temperatura de Alimentación $\geq 48^{\circ}\text{C}$:**

- Bacterias se duplican en número cada 20 minutos
- Fosfatos de Calcio con potencial fouling
- Pueden ocurrir problemas de Bio-fouling
- El sistema es muy difícil de limpiar
- Disminuye la vida útil de la membrana

Cross Flow Velocity

Velocidad del Flujo Cruzado

- Directly related to pressure drop across elements and stages
- Too low results in laminar flow
- Turbulent flow is required:
 - During processing for steady state operation
 - During cleaning for improved efficiency
- Too high wastes energy and may cause vexar migration

- **Directamente relacionada a la presión del paso del líquido a través del elemento y espacio**
- **Muy bajos resultados en el flujo laminar**
- **Un flujo turbulento es requerido:**
 - Durante el procesamiento para un constante estado de operación
 - Durante la limpieza para mejorar la eficiencia
- **Muy alta energía residual, puede causar migración vexar**

Operating Pressure

Presiones de Operación

- **Baseline Pressure:** the pressure on manifold of inlet to stage pumps. Can be used to assess steady state conditions.
- **Transmembrane Pressure:** the net driving pressure; the difference of element's feed and the permeate pressure.
- **Pressure Drop:** the pressure drop across an element or stage. Typically 10-15 psi per element.
- **Presión de Base:** presión de colectores de entrada de las bombas. Puede ser usada para calcular las condiciones de estabilidad.
- **Presión a través de la membrana:** la presión neta de manejo; es la diferencia entre la alimentación y la presión de permeado.
- **Caída de Presión:** la presión decae con el paso a través de cada elemento entre 10-15 psi por elemento.

Whey Processing Streams

Procesamiento de Diferentes Corrientes de Suero

- **Whey:** dairy stream with ~12% protein content.
 - **Whey Protein Concentrate (WPC):** UF product with 35-65 or 65-80% protein.
 - **Whey Protein Isolate (WPI):** UF product with 90% protein
 - **UF Permeate (a.k.a. de-proteinized whey):** UF by-product, 2-3% protein and ~75% lactose.
-
- **Suero:** Corriente láctea con ~12% de proteínas.
 - **Concentrado de Proteínas de Suero (WPC):** Producto de UF con 35-65 ó 65-80% de proteínas
 - **Proteínas Aisladas de Suero (WPI):** Producto de UF con 90% de proteínas
 - **Permeado de UF:** Bi-Producto de UF con 2-3% proteínas y ~75% lactosa.

Composition of Sweet Whey

Composición del Suero Dulce

Product	Whey %	Whey grams/gallon
Component	%	grams/gallon
Water	93.5	3540
Fat	0.3	11
phospholipid	0.08	2.8
Whey protein	0.8	30
b-lactoglobulin	0.32	12.1
a-lactoglobulin	0.12	4.54
immunoglobulins	0.06	2.27
BSA	0.04	1.51
proteose-peptone	0.07	2.65
lactoferrin	0.003	0.11
lactoperoxidase	0.002	0.08
glycomacropeptide	0.13	0.49
Lactose	4.9	186
Minerals	0.5	19
calcium	0.05	
phosphorous	0.04	
potassium	0.15	
TOTAL	100	3786

Relative Product Compositions

Composición de los Productos Relativos

Product	Whey	Whey powder		34% WPC		80% WPC		WPI	
Component	%	%	grams	%	grams	%	grams	%	grams
Water	93.5	4	10.0	4	3.4	4	1.5	4	1.3
Fat	0.3	1	2.5	3	2.6	5	1.9	1	0.3
Whey protein	0.8	12	30.0	35	30.0	81	30	91	30.0
Lactose	4.9	74.4	186.0	51	43.9	6	2.2	1	0.3
Minerals	0.5	8.6	21.5	7	6.0	4	1.5	3	1.0
TOTAL	100	100	250	100	86	100	37	100	33

RO of SWEET WHEY

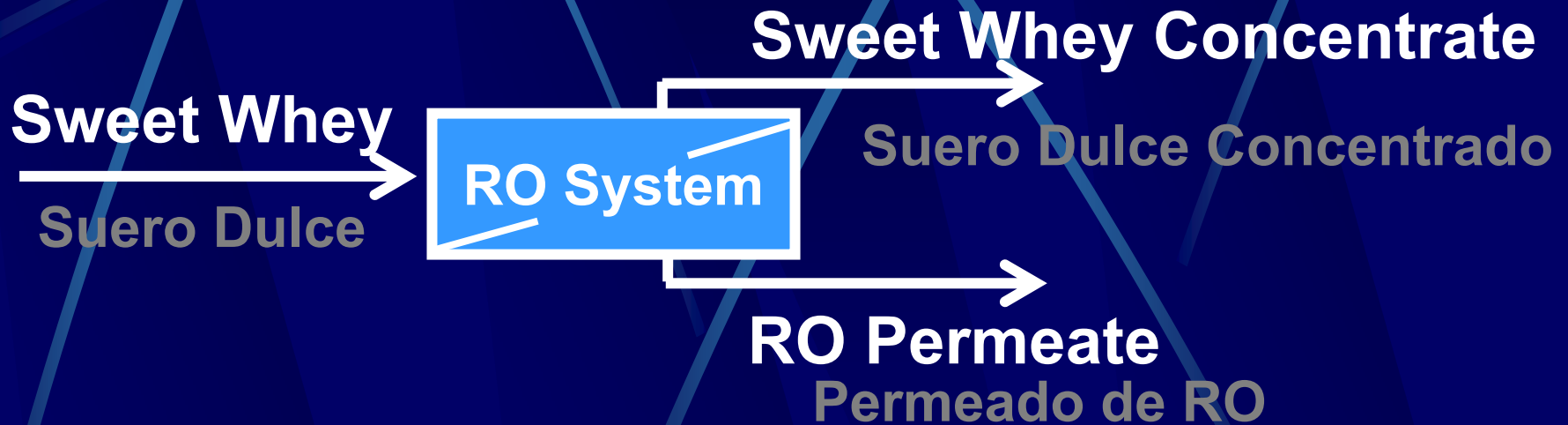
RO para SUERO DULCE

Preconcentration of sweet whey before evaporation allows for more energy efficient removal of water at lower solids and increased capacity of existing evaporators. Total solids (TS) levels of 10-25% can be obtained in an efficient, practical manner. Reverse Osmosis membranes are used to remove water and will not alter the relative composition of the sweet whey components. Permeate quality from RO systems depends on the quality and composition of the feed and the level of concentration. The higher the TS, the greater the amount of constituents in the permeate. Typically, RO permeate will contain small (but measurable) amounts of organic solids. The process performance is greatly affected by operating parameters such as feed flow rate, pressure, temperature, pH and micro-biological quality of feed stream, feed concentration and fouling characteristics of the membrane for various components.

Concentration Level (%)	9	12	15	18	21	24	25
DQO (ppm)	114	170	236	310	389	476	549

RO of SWEET WHEY

RO para SUERO DULCE



RO of SWEET WHEY

RO para SUERO DULCE



21 6 2007



RO of SWEET WHEY

RO para SUERO DULCE



20 6 2007



RO of SWEET WHEY

RO para SUERO DULCE



21 6 2007

RO of ACID WHEY

RO para SUERO ACIDO

Pre-filtered Acid Whey
Suero Ácido Pre-filtrado

RO System

Permeate
Permeado
Concentrate
Concentrado

Parameter Parámetros	Acid Whey Suero Ácido	RO Concentrate Concentrado RO	RO Permeate Permeado RO
Total Solids	3 – 6% TS	15 – 25% TS	---
pH	4.2 - 4.5	4.2 – 4.5	---
DBO	---	---	200 – 500 mg/l

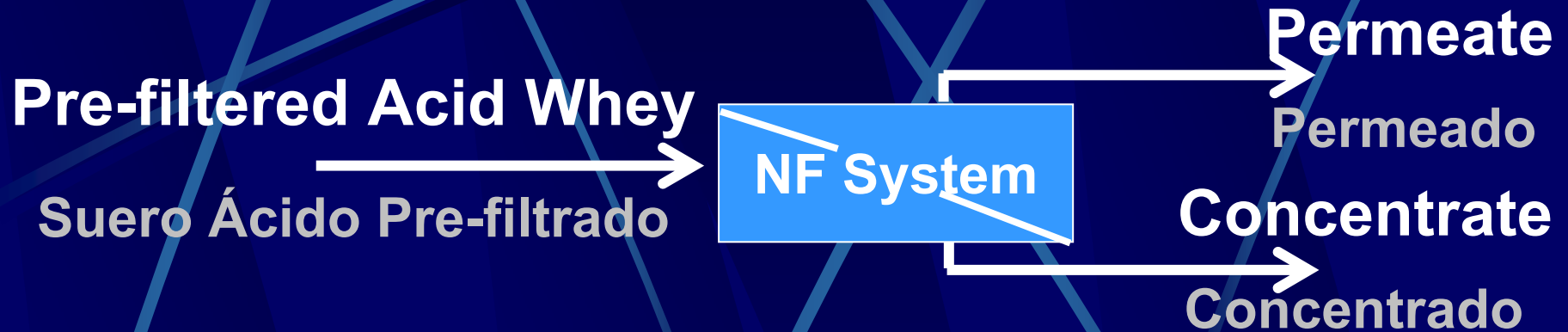
Nanofiltration

Nanofiltración

- NF of Acid Whey
 - Mineral Reduction with NF
 - NF of Salt Whey
- NF para Suero Ácido
 - NF para Reducción de Minerales
 - NF para Suero Salado

NF of ACID WHEY

NF para SUERO ÁCIDO



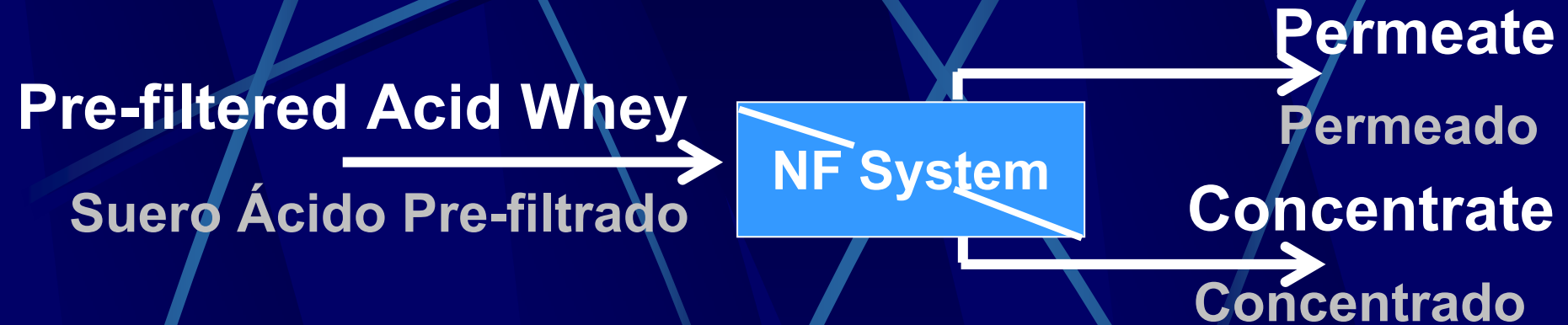
Parameter Parámetros	Acid Whey Suero Ácido	NF Concentrate Concentrado NF	NF Permeate Permeado NF
Total Solids	3 – 6% TS	18 – 25% TS	---
pH	4.2 - 4.5	4.2 – 4.5	---
DBO	---	---	1,500–2,500 mg/l

RO & NF of SWEET WHEY

RO & NF para SUERO DULCE

Mineral Reduction with NF

NF para Reducción de Minerales



Low rejection of monovalent salts - Bajo rechazo de sales monovalentes

Diafiltration can be used during processing - Se puede usar diafiltración durante el proceso

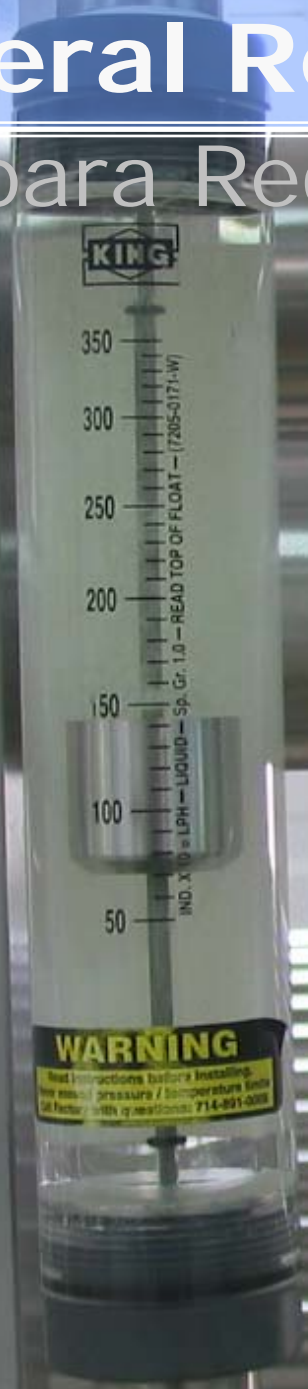
Typical reduction levels up to 30-40% - Niveles de reducción por encima del 30-40%

Reduced effects of osmotic pressure - Reduce los efectos de la presión osmótica

System construction similar to RO - Construcción similar al de OI

Mineral Reduction with NF

NF para Reducción de Minerales



Ultrafiltration

Ultrafiltración

- UF of Whey for 35 - 65% WPC
- UF of Whey for 65-80% WPC
- Whey Protein Isolate (WPI)
- UF Acid Whey

- UF de Suero para 35-65% WPC
- UF de Suero para 65-80% WPC
- Proteínas de Suero Aisladas (WPI)
- UF para Suero Ácido

UF of WHEY FOR 35-65% WPC

UF de SUERO para 35-65% WPC

A complete process scheme to handle and process whey to produce whey protein concentrate (WPC). Whey is a “by-product” of cheese making; approximately ninety percent of the milk volume is generated as whey during cheese manufacture. The whey is rich in whey proteins, which provide a good nutritional source and serve to impart excellent functional properties in various products when used as specially formulated additives. However, whey proteins constitute only ten to twelve percent of the total whey solids and require further purification before their properties can be efficiently exploited.

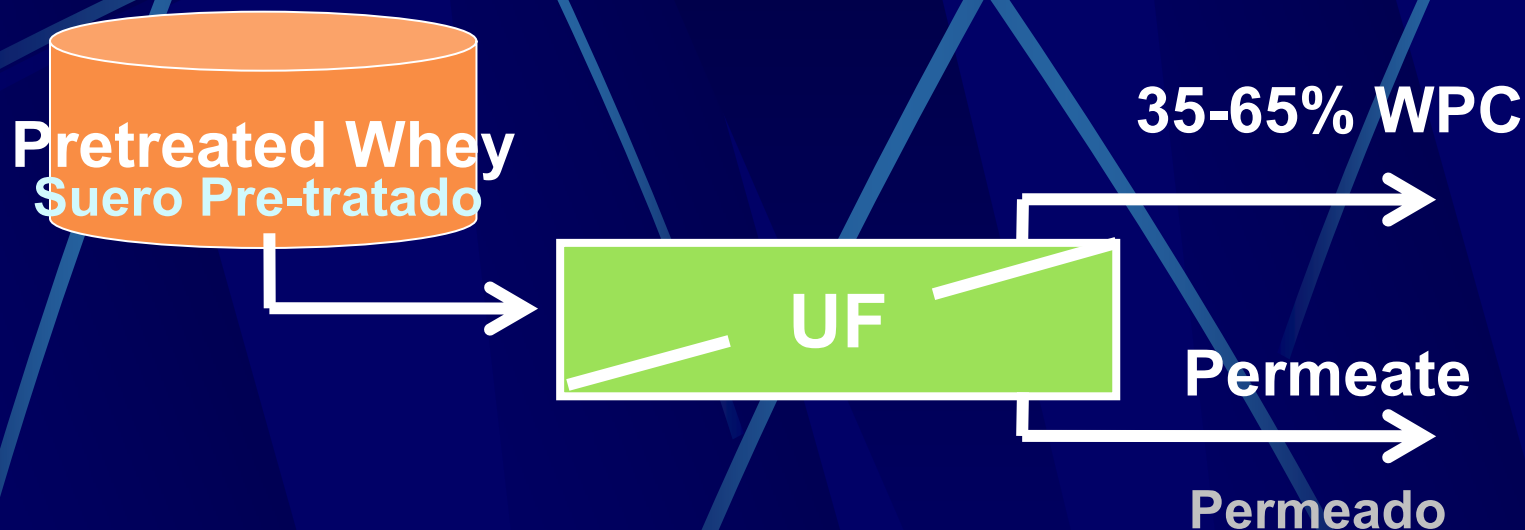
The process begins with a fines saver to remove cheese fines from sweet whey and sequentially proceeds through tanks, pasteurizer, separator, and ultrafiltration. This process scheme will yield product that ranges from 35% to 65% WPC. A secondary product from the system is the lactose rich (i.e. 70-80%) permeate stream.

UF Operating Parameters / Parámetros de Operación de la UF

Protein Level - Nivel de Proteínas	35%	45%	55%	60%	65%
Volumetric Yield - Volúmen de Producción	17.5%	10.3%	6.1%	4.6%	3.4%

UF of WHEY FOR 35-65% WPC

UF de SUERO para 35-65% WPC



UF of WHEY FOR 35-65% WPC

UF de SUERO para 35-65% WPC



UF of WHEY FOR 65-80% WPC

UF de SUERO para 65-80% WPC

A complete process scheme to handle and process whey to produce whey protein concentrate (WPC). Whey is a “by-product” of cheese making; approximately ninety percent of the milk volume is generated as whey during cheese manufacture. The whey is rich in whey proteins, which provide a good nutritional source and serve to impart excellent functional properties in various products when used as specially formulated additives. However, whey proteins constitute only ten to twelve percent of the total whey solids and require further purification before their properties can be efficiently exploited.

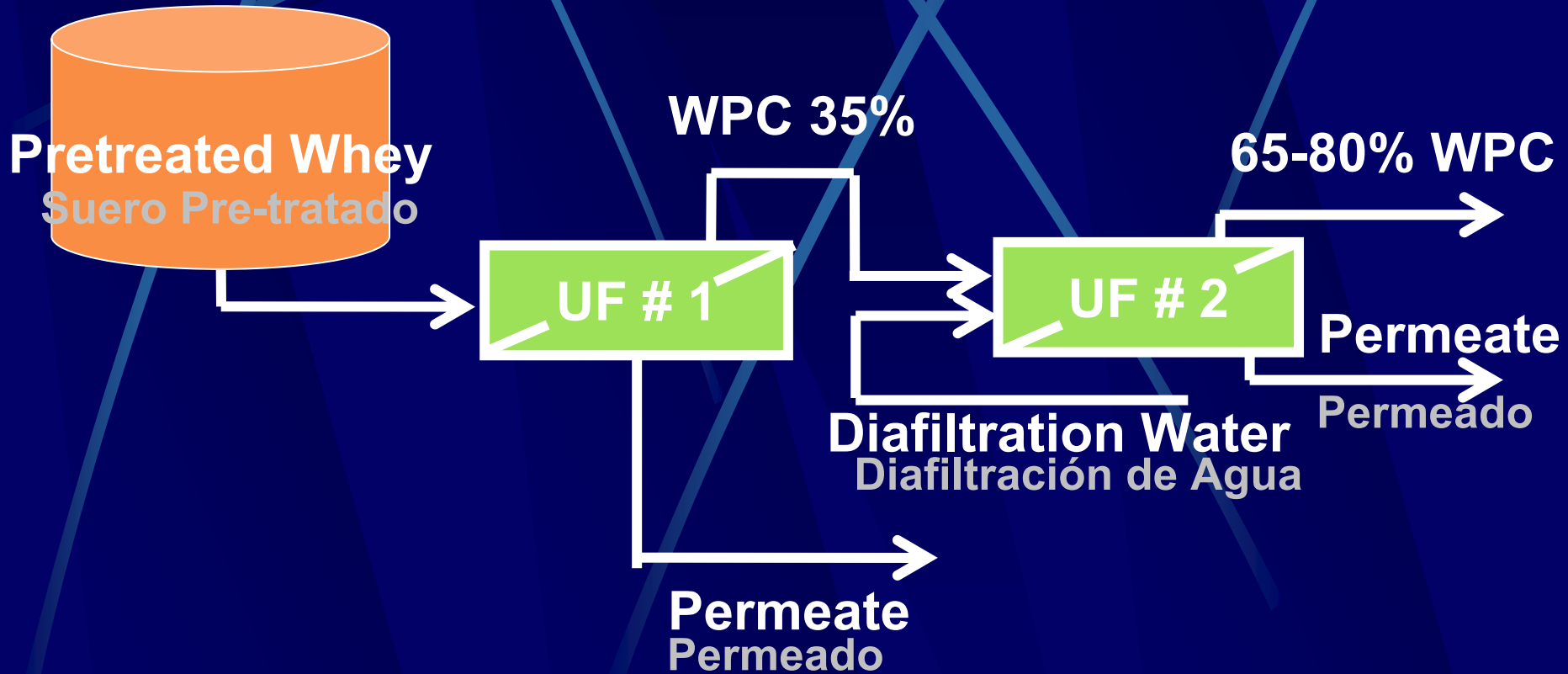
The process begins with a fines saver to remove cheese fines from sweet whey and sequentially proceeds through tanks, pasteurizer, separator, and ultrafiltration. This process scheme will yield product that ranges from 65% to 80% WPC. A portion of this system utilizes diafiltration water to “wash” some of the non-protein constituents from the product stream. A secondary product from the system is the lactose rich (i.e. 65-80%) permeate stream.

Es un completo sistema para procesar el suero y producir proteínas concentradas (WPC). El suero es un sub-producto de las fábricas de queso; durante la elaboración de los quesos, aproximadamente el 90% del volumen de leche utilizado es suero. El mismo es rico en proteínas, que proporciona una muy buena fuente nutricional y además brinda excelentes propiedades funcionales en varios productos al usarlo como aditivos específicos. Sin embargo, las proteínas de suero constituyen del 10% al 12% del total de sólidos del suero y deben realizarse futuros tratamientos antes de que sus propiedades puedan ser eficientemente explotadas.

El proceso comienza al separar los finos de queso del suero dulce y posteriormente pasa a través del tanque al pasteurizador, separador y luego la ultrafiltración. De este esquema de procesos resultará un producto de un rango de 65% to 80% WPC. Una parte de este sistema utiliza agua de diafiltración para “lavar” algunas de las no-proteínas compuestas de la corriente del producto. Un producto secundario de este sistema es la lactosa (i.e. 65-80%) contenida en la corriente de permeado.

UF of WHEY FOR 65-80% WPC

UF de SUERO para 65-80% WPC



UF of WHEY FOR 65-80% WPC

UF de SUERO para 65-80% WPC

UF of WPC35 for WPC80

UF de WPC35 para WPC80



WHEY PROTEIN ISOLATE

PROTEÍNAS de SUERO AISLADAS

The Whey Protein Isolate (WPI) Process train transforms pre-treated (pasteurized, clarified, separated) feed whey into WPI. It consists of three membrane systems placed in series:

1. Ultrafiltration #1 - Whey to WPC35 followed by
2. Microfiltration - Delipidization of WPC35 followed by
3. Ultrafiltration #2 - Delipidized WPC35 to WPI

Diafiltration water is added to the MF and UF #2 systems. Plants that already produce WPC35 can directly incorporate the MF and UF #2 systems to transform WPC35 into high value WPI.

The MF retentate stream is an additional source of income since it is a raw material for specific phospholipids, which have cosmetic and pharmaceutical applications.

A spray dryer (not shown in schematic) is used to convert UF#2 retentate (25% TS WPI solution) into WPI powder.

Overall WPI yield is ~ 0.5 lbs of powder per 100 lbs of whey infeed.

El Proceso de Aislar Proteínas de Suero (WPI) transforma el suero de alimentación pre-tratado (pasteurizado, clarificado y separatado) en WPI. Este se compone de 3 sistemas de membranas colocados en serie, a saber:

1. Ultrafiltración #1 - Suero de WPC35 seguido por
2. Microfiltración - Delipidización de WPC35 seguido por
3. Ultrafiltración #2 - Delipidización de WPC35 para WPI

El agua de diafiltración es tratada por los sistemas de MF y UF #2. Las plantas que producen alrededor de WPC35 se puede incorporar directamente el sistema de MF y UF #2 para transformar WPC35 en altos valores de WPI.

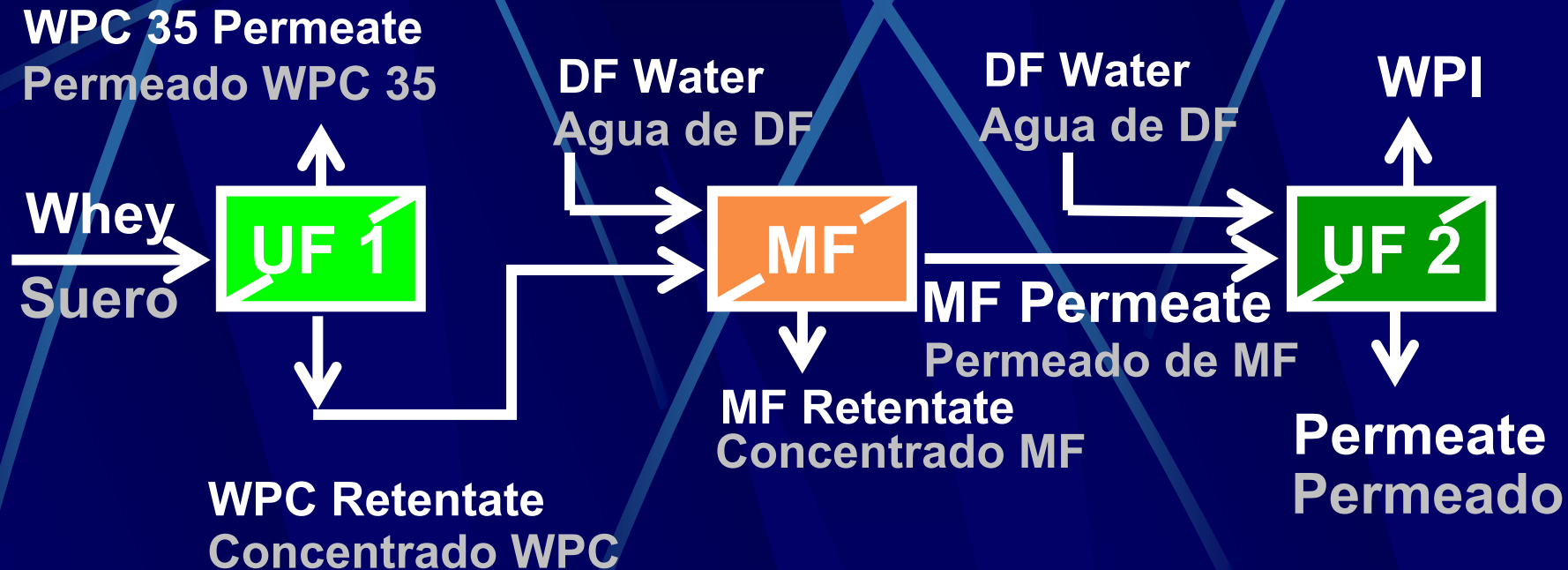
La corriente del concentrado de la MF es una fuente adicional de recursos, ya que el material crudo producido se puede utilizar específicos fosfolípidos, que tienen aplicaciones cosméticas y farmacéuticas.

Un Secador es usado para convertir el concentrado de la UF#2 (25% WPI de TS en solución) en WPI en polvo.

El total de WPI producido es ~ 0.5 lbs de polvo por cada 100 lbs de suero de alimentación.

WHEY PROTEIN ISOLATE

PROTEÍNAS de SUERO AISLADAS



WPI – MF



CONCENTRATION of WPC and WPI

CONCENTRACION de WPC y WPI

- Combination of RO and NF can be used to concentrate whey product streams
- Levels of 35-42% TS are obtainable
- Allows UF operation at lower solids for better efficiency and higher protein yield
- Improves drying operation
 - Lowers energy consumption
 - Improves bulk density
- La combinación de RO y NF puede ser usada para concentrar diferentes corrientes de suero
- Se obtienen niveles de 35-42% TS
- Generalmente la UF concentra menor cantidad de sólidos, pero de mayor contenido proteico.
- Mejora la operación de secado
 - Menor consumo de energía
 - Mejor densidad por volúmen

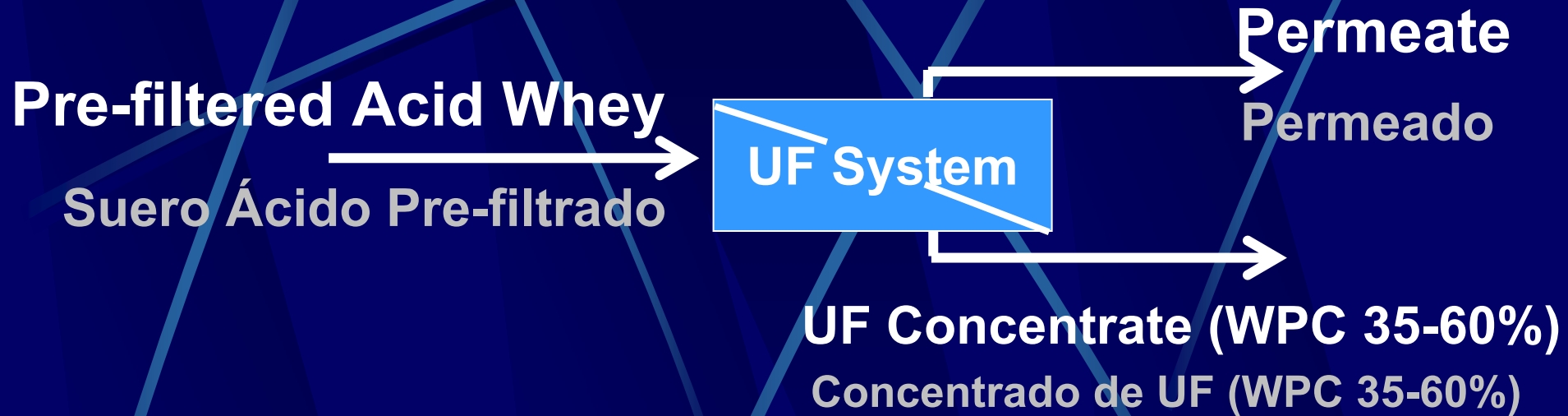
CONCENTRATION of WPC and WPI

CONCENTRACION de WPC y WPI



UF of ACID WHEY

UF para SUERO ACIDO



Parameter Parámetros	Acid Whey Suero Ácido	UF Concentrate Concentrado UF	UF Permeate Permeado UF
Total Solids	3 – 6% TS	18 – 25% TS	3 – 5 % TS
pH	4.2 - 4.5	4.2 – 4.5	4.2 – 4.5
DBO	---	---	---

UF of ACID WHEY

UF para SUEÑO ACIDO

CONCENTRATION of UF PERMEATE

CONCENTRACIÓN del PERMEADO de UF

Permeate from the ultrafiltration of whey is a stream that is low in total solids (TS), typically 3.5 - 5.5% TS. UF permeate is usually 75-85% lactose on a dry basis, and is utilized for harvesting lactose or as cattle feed. Removal of water from this stream prior to further processing or transporting is essential to the economic feasibility. Membranes can be used to effectively increase the solids levels to 15% to 25%. Temperature and pH are critical factors determining the final concentration level. Due to the concentration of salts and sugars, UF permeate has osmotic pressure much higher than most other dairy streams.

At concentration $>20\%$ TS, nanofiltration membranes are occasionally used. Nanofiltration membranes will negate the effect of increasing osmotic pressure found at these TS levels. The volumes of permeate required to increase the TS levels in this range quite small. Permeate from nanofiltration membranes at this point in a system tends to be higher in organic material

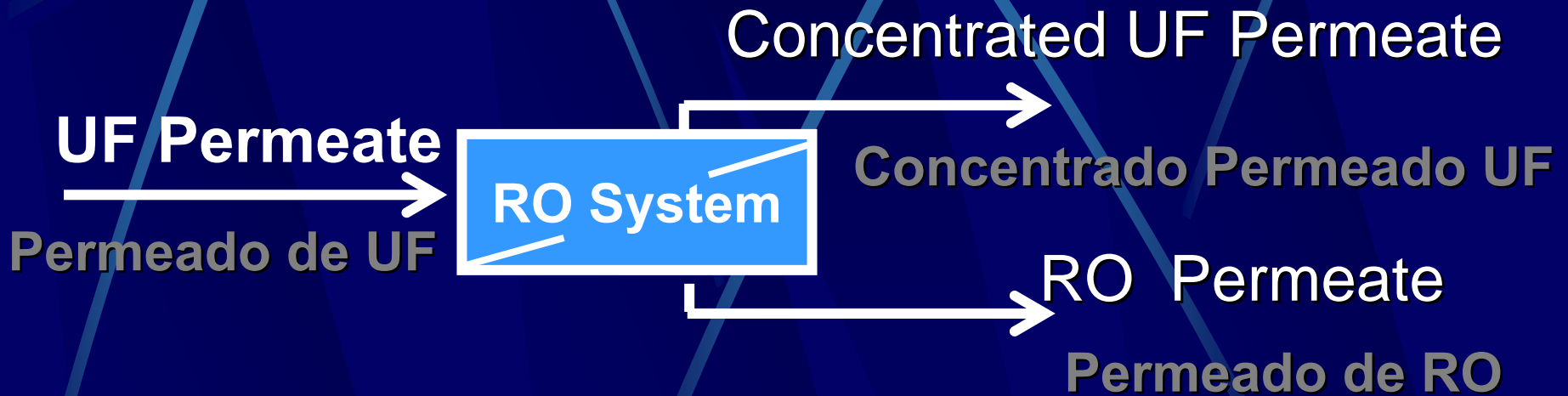
El permeado de una ultrafiltración de suero es una corriente baja en Total de Sólidos (TS), alrededor 3.5 - 5.5% TS. El permeado de una UF tiene usualmente de 75-85% de lactosa en base seca, y es utilizado para obtener lactosa o para alimentación de ganado. La remoción del agua de esta corriente previo al futuro procesamiento o transporte es esencial para economizar. Las membranas pueden ser usadas efectivamente incrementando el nivel de sólidos de un 15% a un 25%. La temperatura y el pH son factores críticos determinantes del nivel final del concentrado. Debido a la concentración de sales y azúcares, el permeado de UF tiene una presión osmótica mayor que la mayoría de otras corrientes de leche.

Si la concentración es $>20\%$ TS, las membranas de nanofiltración son usadas ocasionalmente. Las membranas de Nanofiltración tienen un efecto negativo en el incremento de la presión osmótica llegando a esos niveles de TS. Los volúmenes de permeado requeridos para incrementar el TS en este rango son pequeños. El permeado con membranas de NF en este punto en un sistema tienden a ser altos en material orgánico.



CONCENTRATION of UF PERMEATE

CONCENTRACIÓN del PERMEADO de UF



CONCENTRATION of UF PERMEATE

CONCENTRACIÓN del PERMEADO de UF



CONCENTRATION of UF PERMEATE

CONCENTRACIÓN del PERMEADO de UF

Quick Guide to Choosing the Best Type of Whey

Product Category	Desired Function	Sweet Whey Powder	Acid Whey Powder	Reduced-Lactose Whey	Deminerlized Whey	WPC-34	Hydrolyzed WPC-80	WPI	Lactose
Bakery	Emulsification					1 cow		1 cow	
	Heat setting						1 cow	1 cow	
	Color & flavor development	1 cow							1 cow
	Whipping						1 cow	1 cow	
	Water binding						1 cow	1 cow	
	Gluten modification	1 cow							
	Dairy flavor	1 cow				1 cow			1 cow
	Acid flavor		1 cow						
	Gelling				1 cow			1 cow	1 cow
	Solubility					1 cow		1 cow	1 cow
Nutrition					1 cow		1 cow	1 cow	
Breads & Breading	Adhesion						1 cow	1 cow	
	Color & flavor development	1 cow				1 cow			1 cow
	Fat barrier						1 cow	1 cow	
Beverages	Solubility/colloidal stability				1 cow	1 cow	1 cow	1 cow	
	Acid stability				1 cow	1 cow	1 cow	1 cow	
	Thermal stability				1 cow	1 cow	1 cow	1 cow	
	Water binding/viscosity				1 cow	1 cow	1 cow	1 cow	
	Emulsification				1 cow	1 cow	1 cow	1 cow	
	Dairy flavor				1 cow	1 cow	1 cow	1 cow	
Nutrition					1 cow	1 cow	1 cow		

Quick Guide to Choosing the Best Type of Whey

Product Category	Desired Function	Sweet Whey Powder	Acid Whey Powder	Reduced-Lactose Whey	Demineralized Whey	WPC-34	Hydrolyzed WPC-80	WPI	Lactose
Cheese, Processed	Emulsification		1		1		1	1	
	Water binding				1	1	1	1	
	Dairy flavor	1	1		1	1	1	1	
	Nutrition				1	1	1	1	
	Gelling				1	1	1	1	
Confectionery	Aeration			1		1	1	1	
	Solubility				1	1	1	1	1
	Emulsification				1	1	1	1	
	Gelling				1	1	1	1	
	Crystallization	1			1				1
	Color & flavor development	1			1				1
	Dairy flavor	1			1	1			
	Pan coating								1
	Tabletting								1
Nutrition				1	1	1	1		
Dry Mixes	Dispersibility	1			1	1	1	1	1
	Non-hygroscopicity	1			1	1	1	1	1
	Bulking agent	1		1	1	1	1	1	1

Quick Guide to Choosing the Best Type of Whey

Product Category	Desired Function	Sweet Whey Powder	Acid Whey Powder	Reduced-Lactose Whey	Deminerzalized Whey	WPC-34	Hydrolyzed WPC-80	WPC-80	WPI	Lactose
Frozen Desserts	Emulsification					4	4	4	4	
	Aeration					4	4	4	4	
	Solubility	4			4	4	4	4	4	
	Dairy flavor	4			4	4	4	4	4	
	Water binding					4	4	4	4	
	Fat replacement					4	4	4	4	
	Nutrition					4	4	4	4	
Substitution Dairy Products	Solubility	4	4		4	4	4	4	4	
	Dairy flavor	4			4	4	4	4	4	
	Emulsification					4	4	4	4	
	Aeration					4	4	4	4	
	Nutrition					4	4	4	4	
Infant Formula	Nutrition				4	4	4	4	4	4
	Emulsification				4	4	4	4	4	
	Solubility				4	4	4	4	4	4
	Dairy flavor				4	4	4	4	4	4

Quick Guide to Choosing the Best Type of Whey

Product Category	Desired Function	Sweet Whey Powder	Acid Whey Powder	Reduced-Lactose Whey	Demineralized Whey	WPC-54	Hydrolyzed WPC-80	WPC-80	WPI	Lactose
Chopped Meats, Sausages & Surimi	Emulsification					4	4	4	4	
	Water binding					4	4	4	4	
	Fat binding					4	4	4	4	
	Solubility					4	4	4	4	
	Initial low viscosity					4	4	4	4	
	Gelling					4	4	4	4	
	Nutrition					4	4	4	4	
Salad Dressings	Acid stability	4	4		4	4	4	4	4	
	Emulsification					4	4	4	4	
	Nutrition					4	4	4	4	
	Dairy flavor	4	4		4	4	4	4	4	
Sauces, Soups & Gravies	Solubility	4	4	4	4	4	4	4	4	
	Emulsification			4	4	4	4	4	4	
	Dairy flavor	4	4	4	4	4	4	4	4	
	Water binding/viscosity	4	4		4	4	4	4	4	
	Nutrition					4	4	4	4	
Yogurt	Solubility					4	4	4	4	
	Dairy flavor					4	4	4	4	
	Water binding					4	4	4	4	
	Nutrition					4	4	4	4	



THANK YOU !!!

El Talento Individual necesita que la
Sociedad le facilite la Oportunidad de
Educarse Adecuadamente

GRACIAS !!!

MITRI 673 (S2322EGM) Sunchales (Sta.Fe) / ARGENTINA / TE:54(3493) 4.AGUAS(424827) / FAX:421519

www.aguasyprocesos.com.ar

Comercial Buenos Aires.: Hipólito Yrigoyen 986 Piso 9 (C1086AAP)Capital Federal / TE: 54(11)4334.0404